

**PENJADWALAN *SHIFT* PERAWAT RAWAT INAP MENGGUNAKAN
METODE *HARMONY SEARCH ALGORITHM***

SKRIPSI

**Oleh :
M. HAERUL HASANI
NIM : 17650008**



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

**PENJADWALAN *SHIFT* PERAWAT RAWAT INAP MENGGUNAKAN
METODE *HARMONY SEARCH ALGORITHM***

SKRIPSI

**Oleh:
M. HAERUL HASANI
NIM. 17650008**

Diajukan kepada:

**Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

HALAMAN PERSETUJUAN


**PENJADWALAN *SHIFT* PERAWAT RAWAT INAP MENGGUNAKAN
METODE *HARMONY SEARCH ALGORITHM***

SKRIPSI

Oleh:
M. HAERUL HASANI
NIM. 17650008

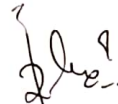
Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal: 17 Oktober 2023

Pembimbing I



H. Fatchurrochman, M.Kom
NIP. 19700731 200501 1 002

Pembimbing II



Roro Ina Melani M.T, M.Sc
NIP. 19780925 200501 2 008

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



Dr. Fachrul Kurniawan, M.MT. IPM
NIP. 19771020 200912 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

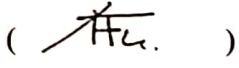



PENJADWALAN *SHIFT* PERAWAT RAWAT INAP MENGGUNAKAN
METODE *HARMONY SEARCH ALGORITHM*

SKRIPSI

Oleh:
M. HAERUL HASANI
NIM. 17650008

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
Tanggal: 17 Oktober 2023

Susunan Dewan Penguji

Ketua Penguji	: <u>H. Fatchurrochman, M.Kom</u> NIP. 197000731 200501 1 002	()
Anggota Penguji I	: <u>Roro Inda Melani, M.T, M.Sc</u> NIP. 19780925 200501 2 008	()
Anggota Penguji II	: <u>Dr. Ririen Kusumawati, M.Kom</u> NIP. 19720309 200501 2 002	()
Anggota Penguji III	: <u>Dr. Zainal Abidin, M.Kom</u> NIP. 19760613 200501 1 004	()

Mengetahui dan Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



Dr. Fachrul Kurniawan, M. MT. IPM
NIP. 19771020 200912 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M. Haerul Hasani

NIM : 17650008

Program Studi : Teknik Informatika

Fakultas : Sains dan Teknologi

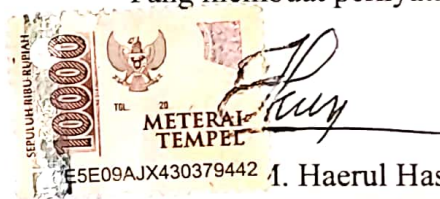
Judul Skripsi : Penjadwalan *Shift* Perawat Rawat Inap Menggunakan Metode *Harmony search Algorithm*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan dan pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan Skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 17 Oktober 2023

Yang membuat pernyataan,



M. Haerul Hasani
NIM. 17650008

MOTTO

حَسْبُنَا اللَّهُ وَنِعْمَ الْوَكِيلُ نِعْمَ الْمَوْلَى وَنِعْمَ النَّصِيرُ

“Cukuplah bagi kami Allah, sebaik-baiknya pelindung dan sebaik-baiknya penolong kami”

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada seluruh anggota keluarga saya, semoga skripsi ini menjadi hadiah yang mengesankan dan menjadi obat untuk rasa kecewa yang sering kali saya berikan.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Syukur alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Penulis mengucapkan terimakasih dan do'a kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya Skripsi ini. Ucapan terimakasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. HM. Zainuddin MA, selaku rektor UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Fachrul Kurniawan, M. MT. IPM, selaku Kepala Prodi Teknik Informatika yang senantiasa memberikan solusi di setiap permasalahan mahasiswanya.
4. H. Fatchurrochman M.Kom, selaku pembimbing 1, yang tidak pernah lelah memberikan arahan dukungan dan motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini.
5. Roro Inda Melani, M.T, M.Sc, yang telah membimbing dan memberikan semangat serta motivasi kepada penulis agar segera menyelesaikan skripsi

6. Seluruh dosen Teknik Informatika yang telah memberikan ilmu dan pengalaman yang berharga selama masa perkuliahan.
7. Seluruh staf Teknik Informatika yang telah membantu dalam hal administrasi.
8. Kedua orang tua penulis, Ibu Fahriah dan Bapak Sayem Suyanto, terimakasih sudah menjadi sumber semangat dan selalu mendukung penulis dalam setiap keadaan, dan tidak berhenti memberikan doa dan kasih sayang kepada penulis, dan selalu menanyakan skripsi agar diselesaikan, semoga ini semua dapat memberikan obat bagi rasa kecewa kalian
9. Kepada kakak penulis yang selalu bertanya untuk kapan menyelesaikan skripsi, dan selalu memberikan perhatian serta semangat terhadap penulis untuk segera menyelesaikan skripsi.
10. Semua pihak yang ikut membantu dalam menyelesaikan Skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Skripsi ini masih terdapat kekurangan, penulis berharap Skripsi ini dapat memberikan manfaat terhadap pembaca dan khususnya bagi penulis secara pribadi. Amin Ya Rabbal Alamin

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Malang, 30 Oktober 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
خلاصة	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Pernyataan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Batasan Masalah	8
1.6 Sistematika Penulisan	8
BAB II STUDI PUSTAKA	10
2.1 Studi Pustaka	10
2.2 Nurse Scheduling Problem (NSP)	15
2.3 Harmony search Algorithm (HSA)	17
BAB III DESAIN DAN IMPLEMENTASI	23
3.1 Desain Sistem	23
3.1.1 Data	25
3.1.2 Constraint	30
3.1.3 Model Jadwal	34
3.2 Implementasi	36
3.2.1 Inisialisasi Parameter	39
3.2.2 Membentuk Harmony Memory Size (HMS)	43

3.2.3	Evaluasi Penalti Solusi Awal (Fungsi Objektif).....	51
3.2.4	Membentuk <i>New Harmony</i> atau <i>Harmony Baru</i> (nNew).....	59
3.2.5	<i>Improvisasi new harmony memory</i> (HMCR dan PAR).....	61
3.2.6	Pembaharuan <i>Harmony Memory</i>	70
3.2.7	Cek Kriteria Berhenti.....	73
3.3	Rencana Pengujian.....	77
BAB IV UJI COBA DAN HASIL		79
4.1	Uji Coba.....	79
4.2	Hasil Pengujian Parameter HSA.....	80
4.2.1	Ukuran <i>Harmony Memory Size</i> (HMS).....	80
4.2.2	HMCR dan PAR.....	83
4.2.3	Jumlah <i>Improvisasi Number of Improvisation</i> (NI).....	85
4.3	Hasil Penjadwalan Perawat dengan Algoritma <i>Harmony search</i>	87
4.3.1	Jadwal Januari 2022.....	88
4.3.2	Jadwal Februari 2022.....	93
4.3.3	Jadwal Maret 2022.....	97
4.3.4	Jadwal April 2022.....	101
4.3.5	Jadwal Mei 2022.....	105
4.3.6	Jadwal Juni 2022.....	110
4.3.7	Jadwal Juli 2022.....	113
4.3.8	Jadwal Agustus 2022.....	117
4.3.9	Jadwal September 2022.....	120
4.3.10	Jadwal Oktober 2022.....	123
4.3.11	Jadwal November 2022.....	126
4.3.12	Jadwal Desember 2022.....	130
4.4	Integrasi Sains dan Islam.....	135
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		137
5.1	Kesimpulan.....	137
5.2	Saran.....	137
DAFTAR PUSTAKA		138
LAMPIRAN		140

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Analogi Improvisasi Musik <i>Harmony search</i>	18
Gambar 2. 2 Analogi <i>Harmony search Algorithm</i> pada Perawat	20
Gambar 2. 3 Flowchart Algoritma <i>Harmony search</i>	21
Gambar 3. 1 Komponen Desain Sistem	24
Gambar 3. 2 Hasil penjadwalan Manual (Januari 2022).....	25
Gambar 3. 3 Penggabungan Pola <i>Shift</i>	35
Gambar 3. 4 Flowchart Proses <i>Harmony search Algorithm</i>	37
Gambar 3. 5 Tampilan Program Penjadwalan dengan Implementasi HSA	38
Gambar 3. 6 Gambaran Proses HMS,nNew,HMCR,PAR	43
Gambar 3. 7 Bentuk <i>Harmony Memory</i>	45
Gambar 3. 8 Contoh Solusi Awal (HMS) HM ke-1	46
Gambar 3. 9 Contoh Solusi Awal (HMS) HM ke-2	47
Gambar 3. 10 Contoh (HMS) Cuti & Libur HM ke-1	48
Gambar 3. 11 Contoh (HMS) Cuti & Libur HM ke-2	48
Gambar 3. 12 Contoh HMS Evaluasi HC, HM Ke-1.....	51
Gambar 3. 13 Contoh HMS Evaluasi HC, HM Ke-2.....	51
Gambar 3. 14. Contoh nNew ke-1 dengan HMCR & PAR Iterasi ke-1	67
Gambar 3. 15. Contoh nNew ke-1 dengan HMCR & PAR Iterasi ke-2	67
Gambar 3. 16. Contoh nNew ke-1 Cuti & Libur Iterasi ke-1	68
Gambar 3. 17. Contoh nNew ke-1 Cuti & Libur Iterasi ke-2	68
Gambar 3. 18. Contoh Evaluasi HC nNew ke-1 Iterasi ke-1	69
Gambar 3. 19. Contoh Evaluasi HC nNew ke-1 Iterasi ke-2	69
Gambar 3. 20. Contoh hasil akhir <i>Harmony search Algorithm</i>	73
Gambar 4. 1 Perbandingan Hasil uji HMS yang Berbeda	82
Gambar 4. 2 Perbandingan Uji nNew dengan Nilai Berbeda	83
Gambar 4. 3 Perbedaan Hasil HMCR dan PAR yang Berbeda	84
Gambar 4. 4 Hasil Uji Coba NI dalam Plot	87
Gambar 4. 5 Jadwal Manual (Januari 2022)	89
Gambar 4. 6 Jadwal HSA (Januari 2022)	90
Gambar 4. 7 Jadwal Manual (Februari 2022)	93
Gambar 4. 8 Jadwal HSA (Februari 2022)	95
Gambar 4. 9 Jadwal Manual (Maret 2022)	97
Gambar 4. 10 Jadwal HSA (Maret 2022)	99
Gambar 4. 11 Jadwal Manual (April 2022)	101
Gambar 4. 12 Jadwal HSA (April 2022).....	103
Gambar 4. 13 Jadwal Manual (Mei 2022)	106
Gambar 4. 14 Jadwal HSA (Mei 2022).....	107
Gambar 4. 15 Jadwal Manual (Juni 2022)	110
Gambar 4. 16 Jadwal HSA (Juni 2022)	111
Gambar 4. 17 Jadwal Manual (Juli 2022)	114
Gambar 4. 18 Jadwal HSA (Juli 2022)	115
Gambar 4. 19 Jadwal Manual (Agustus 2022).....	118
Gambar 4. 20 Jadwal HSA (Agustus 2022).....	119

Gambar 4. 21 Jadwal Manual (September 2022).....	121
Gambar 4. 22 Jadwal HSA (September 2022).....	122
Gambar 4. 23 Jadwal Manual (Oktober 2022).....	124
Gambar 4. 24 Jadwal HSA (Oktober 2022).....	125
Gambar 4. 25 Jadwal Manual (November 2022).....	127
Gambar 4. 26 Jadwal HSA (November 2022).....	128
Gambar 4. 27 Jadwal Manual (Desember 2022).....	130
Gambar 4. 28 Jadwal HSA (Desember 2022).....	131

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ringkasan Studi Pustaka.....	13
Tabel 2. 2. Analogi Musik dengan HSA untuk Penjadwalan	19
Tabel 3. 1 Jumlah shift Jadwal Manual (Januari 2022)	27
Tabel 3. 2 Pelanggaran pada Jadwal Manual (Januari 2022).....	27
Tabel 3. 3 Total Kontrak dan Perjanjian Libur Tahunan	28
Tabel 3. 4 Model data penjadwalan 2022s.....	29
Tabel 3. 5 Aturan hard Constraint dan soft Constraint	31
Tabel 3. 6 Pembobotan Penalti untuk Fungsi Objektif	33
Tabel 3. 7 Indeks Pola shift valid 2 hari.....	34
Tabel 3. 8 Indeks Pola shift valid 3 hari.....	35
Tabel 3. 9 Contoh Solusi Awal Harmony Memory Size (HMS).....	46
Tabel 3. 10 Contoh Permintaan Cuti dan Libur	47
Tabel 3. 11 Contoh Evaluasi hard Constraint	49
Tabel 3. 12 Contoh hasil Fungsi Objektif HMS	57
Tabel 3. 13 Contoh Rincian Penalti soft Constraint.....	58
Tabel 3. 14 Contoh Indeks Solusi baru nNew Iterasi ke-1	63
Tabel 3. 15 Contoh Indeks Solusi baru nNew Iterasi ke-2	63
Tabel 3. 16 Contoh Evaluasi terhadap HMCR dan PAR.....	64
Tabel 3. 17 Contoh Hasil dari HMCR & PAR pada nNew, Iterasi ke-1	66
Tabel 3. 18 Contoh Hasil dari HMCR & PAR pada nNew, Iterasi ke-2	67
Tabel 3. 19 Contoh Hasil Solusi baru nNew iterasi ke-1 dan 2	69
Tabel 3. 20 Contoh Perbandingan Fungsi Objektif HMS dan nNew Iterasi ke-1	70
Tabel 3. 21 Contoh Hasil Pembaharuan Memori HMS (Iterasi ke-1)	71
Tabel 3. 22 Contoh Hasil Pembaharuan Memori (Iterasi ke-2).....	72
Tabel 4. 1 Model Pengujian Parameter HSA	80
Tabel 4. 2 Hasil uji coba Parameter HMS.....	81
Tabel 4. 3 Hasil uji coba parameter nNew	83
Tabel 4. 4 Hasil uji coba parameter HMCR dan PAR	84
Tabel 4. 5 Hasil uji coba NI (<i>Number of Improvisation</i>)	85
Tabel 4. 6 Permintaan Cuti dan Libur Sebelum Disusun (Januari 2022).....	89
Tabel 4. 7 Permintaan Cuti dan Libur Setelah Disusun (Januari 2022).....	90
Tabel 4. 8 Perbandingan Shift Jadwal Manual dan HSA (Januari 2022).....	91
Tabel 4. 9 Rincian Pelanggaran Jadwal Manual dan HSA (Januari 2022)	92
Tabel 4. 10 Permintaan Cuti dan Libur Sebelum Disusun (Februari 2022).....	93
Tabel 4. 11 Permintaan Cuti dan Libur Setelah Disusun (Februari 2022).....	94
Tabel 4. 12 Perbandingan Shift Jadwal Manual dan HSA (Februari 2022).....	95
Tabel 4. 13 Rincian Pelanggaran Jadwal Manual dan HSA (Februari 2022)	96
Tabel 4. 14 Permintaan Cuti dan Libur Sebelum Disusun (Maret 2022).....	98
Tabel 4. 15 Permintaan Cuti dan Libur Setelah Disusun (Maret 2022).....	98
Tabel 4. 16 Perbandingan Shift Jadwal Manual dan HSA (Maret 2022).....	100
Tabel 4. 17 Rincian Pelanggaran Jadwal Manual dan HSA (Maret 2022)	100
Tabel 4. 18 Permintaan Cuti dan Libur Sebelum Disusun (April 2022).....	102
Tabel 4. 19 Permintaan Cuti dan Libur Setelah Disusun (April 2022).....	102

Tabel 4. 20 Perbandingan Shift Jadwal Manual dan HSA (April 2022).....	103
Tabel 4. 21 Rincian Pelanggaran Jadwal Manual dan HSA (April 2022)	104
Tabel 4. 22 Permintaan Cuti dan Libur Sebelum Dibuat (Mei 2022).....	106
Tabel 4. 23 Permintaan Cuti dan Libur Setelah Dibuat (Mei 2022)	107
Tabel 4. 24 Perbandingan Shift Jadwal Manual dan HSA (Mei 2022).....	108
Tabel 4. 25 Rincian Pelanggaran Jadwal Manual dan HSA (Mei 2022)	109
Tabel 4. 26 Permintaan Cuti dan Libur Sebelum Dibuat (Juni 2022).....	111
Tabel 4. 27 Permintaan Cuti dan Libur Setelah Dibuat (Juni 2022).....	111
Tabel 4. 28 Perbandingan Shift Jadwal Manual dan HSA (Juni 2022)	112
Tabel 4. 29 Rincian Pelanggaran Jadwal Manual dan HSA (Juni 2022).....	113
Tabel 4. 30 Permintaan Cuti dan Libur Sebelum Dibuat (Juli 2022).....	114
Tabel 4. 31 Permintaan Cuti dan Libur Setelah Dibuat (Juli 2022).....	115
Tabel 4. 32 Perbandingan Shift Jadwal Manual dan HSA (Juli 2022)	116
Tabel 4. 33 Rincian Pelanggaran Jadwal Manual dan HSA (Juli 2022).....	117
Tabel 4. 34 Permintaan Cuti dan Libur Sebelum Dibuat (Agustus 2022)	118
Tabel 4. 35 Perbandingan Shift Jadwal Manual dan HSA (Agustus 2022).....	119
Tabel 4. 36 Rincian Pelanggaran Jadwal Manual dan HSA (Agustus 2022).....	120
Tabel 4. 37 Permintaan Cuti dan Libur Sebelum Dibuat (September 2022)	121
Tabel 4. 38 Perbandingan Shift Jadwal Manual dan HSA (September 2022)....	122
Tabel 4. 39 Rincian Pelanggaran Jadwal Manual dan HSA (September 2022)..	123
Tabel 4. 40 Permintaan Cuti dan Libur Sebelum Dibuat (Oktober)	124
Tabel 4. 41 Perbandingan Shift Jadwal Manual dan HSA (Oktober 2022).....	125
Tabel 4. 42 Rincian Pelanggaran Jadwal Manual dan HSA (Oktober 2022).....	126
Tabel 4. 43 Permintaan Cuti dan Libur Sebelum Dibuat (November 2022)	127
Tabel 4. 44 Perbandingan Shift Jadwal Manual dan HSA (November 2022)	128
Tabel 4. 45 Rincian Pelanggaran Jadwal Manual dan HSA (November 2022)..	129
Tabel 4. 46 Permintaan Cuti dan Libur Sebelum Dibuat (Desember 2022)	131
Tabel 4. 47 Perbandingan Shift Jadwal Manual dan HSA (Desember 2022).....	132
Tabel 4. 48 Rincian Pelanggaran Jadwal Manual dan HSA (Desember 2022) ..	133
Tabel 4. 49 Hasil Perbandingan Fungsi Objektif (Manual dan HSA)	133
Tabel 4. 50 Hasil Penjadwalan HSA (Run 3 kali)	134

ABSTRAK

Hasani, M. Haerul. 2023. **Penjadwalan Perawat Rawat Inap Menggunakan Metode *Harmony search Algorithm***. Skripsi. Program Studi Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Fatchurrachman, M.Kom (II) Roro Ina Melani, M.T, M .Sc

Kata Kunci: Penjadwalan perawat, *Harmony search Algorithm*, Preferensi Perawat

Dalam manajemen sumber daya terutama mengelola *shift* perawat yang ada dalam rumah sakit, perencanaan dan penjadwalan sangat penting untuk memastikan kelancaran operasional dan pelayanan 24 jam kepada masyarakat. Penjadwalan harus mematuhi peraturan instansi dan pemerintah serta memperhatikan preferensi perawat, termasuk permintaan cuti dan libur. Aspek penjadwalan mencakup jumlah jam kerja, jumlah perawat yang bertugas, jumlah *shift* perawat, serta pola *shift* dan libur. Namun, penjadwalan khususnya di Rumah Sakit Risa Sentra Medika masih menggunakan cara manual, sehingga dalam proses evaluasi terhadap pemberian permintaan cuti dan libur sering mengalami kesalahan dan melanggar aturan penjadwalan, contoh aturan yang sering dilanggar adalah kekurangan atau kelebihan jumlah *shift* yang didapatkan beberapa perawat dan kekurangan perawat yang bekerja pada *shift* tertentu. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang lebih efisien dalam pengelolaan jadwal dan penanganan permintaan cuti dan libur. Penelitian ini mengusulkan penggunaan metode *harmony search algorithm* (HSA) untuk mengembangkan model jadwal yang optimal dan mampu mengatasi permintaan cuti dan libur dengan mencari solusi dan melakukan evaluasi mengurangi pelanggaran aturan-aturan yang terdapat dalam penjadwalan. Dalam proses HSA, dilakukan pengujian parameter HSA untuk mendapatkan nilai parameter yang optimal, selanjutnya dilakukan pembobotan terhadap aturan *soft constraint*, dan memastikan *hard constraint* terpenuhi. Sehingga didapatkan rata-rata nilai fungsi objektif dari seluruh penjadwalan HSA sebesar 5 poin. Seluruh aturan *soft constraint* akan dipertimbangkan, termasuk preferensi perawat sambil memastikan aturan *hard constraint* tetap terpenuhi. Penggunaan metode HSA dalam penjadwalan *shift* perawat diharapkan dapat menjadi solusi yang efektif dalam mengelola sumber daya di rumah sakit, terutama dalam pengelolaan jadwal *shift* perawat, dengan tujuan meminimalkan pelanggaran aturan kerja.

ABSTRACT

Hasani, M. Haerul. 2023. **Inpatient Nurse Scheduling Using the *Harmony search Algorithm Method***. Thesis. Department of Informatics Engineering, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang. Supervisor: (I) Fatchurrachman, M.Kom. (II) Roro Inda Melani, M.T, M.Sc

In managing resources, especially in nurse *shift* scheduling within a hospital, effective planning and scheduling are crucial to ensure smooth operational and 24-hour service to the community. Scheduling must comply with institutional and governmental regulations while taking into account nurse preferences, including leave and vacations. Scheduling encompasses factors such as the number of working hours, the quantity of nurses on duty, the allocation of nurse *shifts*, and *shift* and leave patterns. However, scheduling, particularly at Rumah Sakit Risa Sentra Medika, is still done manually, often resulting in errors and violations of scheduling rules. Common rule violations include an insufficient or excessive number of *shifts* for some nurses and a shortage of nurses working on specific *shifts*. Therefore, a more efficient approach is required for schedule management and addressing leave and vacation requests. This research proposes the use of the *Harmony search Algorithm* (HSA) method to develop an optimal scheduling model capable of addressing leave and vacation requests by seeking solutions and evaluating to reduce violations of scheduling rules. In the HSA process, HSA parameter testing is conducted to obtain optimal parameter values. Subsequently, a weighting of *soft constraint* rules is carried out while ensuring compliance with *hard constraints*. As a result, the average objective function value for all HSA schedules is 5 points. All *soft constraint* rules will be considered, including nurse preferences, while ensuring compliance with *hard constraints*. The utilization of the HSA method in nurse *shift* scheduling is expected to be an effective solution for resource management within the hospital, especially in nurse *shift* scheduling, with the aim of minimizing work rule violations.

Key Words: *Nurse scheduling, Harmony search Algorithm, Nurse preferences.*

خلاصة

هاساني، م. حايول. ٢٠٢٣. **جدولة ممرضات العناية بالمرضى باستخدام أسلوب خوارزمية البحث عن الانسجام**. رسالة جامعية. قسم هندسة المعلومات، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية في مالانج. مشرف الرسالة: (١) فنشراحمان، ماجستير في الحاسوب (٢) رورو إندا ميلاني، ماجستير العلوم، ماجستير في التكنولوجيا.

الكلمات الرئيسية: جدولة الممرضات، *Harmony search Algorithm*، تفضيلات الممرضات.

في إدارة الموارد، وخاصة في جدولة دورات العمل للممرضات داخل المستشفى، تعتبر التخطيط والجدولة الفعالة ضرورية لضمان سلاسة العمليات والخدمة على مدار الساعة للمجتمع. يجب أن تلتزم جدولة العمل باللوائح المؤسسية والحكومية مع مراعاة تفضيلات الممرضات، بما في ذلك الإجازات والعطل. تشمل جدولة العمل عوامل مثل عدد ساعات العمل، وكمية الممرضات في الخدمة، وتخصيص دورات العمل للممرضات، ونمط الدورات والإجازات. ومع ذلك، يتم إجراء جدولة العمل، وبخاصة في *Rumah Sakit Risa Sentra Medika*، يدوياً، مما يؤدي في كثير من الأحيان إلى وقوع أخطاء وانتهاكات لقواعد الجدولة. من بين الانتهاكات الشائعة للقواعد توجد عدم كفاية أو تفوق في عدد الدورات لبعض الممرضات ونقص في عدد الممرضات العاملات في دورات عمل محددة. لذا، يتطلب الأمر نهجاً أكثر فعالية لإدارة الجدول ومعالجة طلبات الإجازات والعطل. تقترح هذه البحث استخدام طريقة *Harmony search Algorithm (HSA)* لتطوير نموذج جدولة أمثل قادر على معالجة طلبات الإجازات والعطل من خلال البحث عن حلاً والتقييم لتقليل انتهاكات قواعد الجدولة. خلال عملية *HSA*، يتم إجراء اختبارات لمعلمات *HSA* للحصول على القيم المثلى للمعلمات. بعد ذلك، يتم القيام بتقدير قواعد القيد الناعمة مع ضمان الامتثال للقيود الصعبة. نتيجة لذلك، تكون القيمة المتوسطة للدالة الهدف لجميع جداول العمل التي تم إعدادها باستخدام *HSA* تبلغ 5 نقاط. ستم مراعاة جميع قواعد القيد الناعم، بما في ذلك تفضيلات الممرضات، مع ضمان الامتثال للقيود الصعبة. من المتوقع أن يكون استخدام طريقة *HSA* في جدولة دورات العمل للممرضات حلاً فعالاً لإدارة الموارد داخل المستشفى، وخاصة في جدولة دورات العمل للممرضات، بهدف تقليل انتهاكات قواعد العمل.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut KBBI jadwal merupakan pembagian waktu berdasarkan rencana dan pengaturan urutan kerja, sedangkan penjadwalan adalah proses, cara, perbuatan dalam menjadwalkan atau memasukkan ke dalam jadwal. Dalam konteks ini, penjadwalan *shift* perawat adalah proses, cara dalam mengatur jadwal kerja perawat, termasuk pembagian jam kerja dan jenis *shift*.

(Awadallah dkk. 2011) menyatakan bahwa jadwal sangat penting dan dibutuhkan untuk menjalankan bisnis instansi dalam memenuhi kelancaran transaksi, salah satunya adalah pada penjadwalan *shift* perawat rumah sakit. Rumah sakit perlu menyusun jadwal dengan baik untuk mengelola sumber daya yang ada, sehingga tugas-tugas di dalam instansi terlaksana dan harus siap 24 jam

Dalam lingkungan rumah sakit, umumnya terdapat beberapa sumber daya yang memerlukan manajemen tugas, seperti dokter, perawat dan staf karyawan rumah sakit. Dalam pelaksanaan tugasnya, perawat memiliki keterlibatan secara langsung dan harus mempertimbangkan aspek kebutuhan perawat selama 24 jam, sehingga memiliki lebih banyak waktu interaksi dengan pasien. Penjadwalan perawat harus tunduk pada aturan dan harus mengikuti kebutuhan operasional di dalam instansi.

(Sari dkk. 2019) dalam penelitiannya menyatakan penjadwalan kegiatan perawat rumah sakit sangat rumit dan sering menimbulkan kesulitan karena harus

mempertimbangkan beberapa faktor yang saling berkaitan. Faktor-faktor ini termasuk aturan mengenai jumlah perawat yang harus ditugaskan, jumlah jam kerja yang harus dipenuhi, permintaan cuti, alokasi hari libur, termasuk libur mingguan (libur reguler) maupun libur tahunan, serta pola *shift* yang harus diperhatikan. Pada kasus ini, akan dilakukan penyusunan jadwal untuk unit jaga perawat rawat inap dengan mempertimbangkan semua faktor tersebut.

Penjadwalan perawat yang dilakukan Rumah Sakit Risa Sentra Medika Lombok Timur masih menerapkan cara manual dalam proses penyusunan jadwal. Proses ini seperti memasukkan dan menyusun *shift* kerja setiap perawat dalam aplikasi *Microsoft Excel* atau menggunakan template dari jadwal sebelumnya, serta proses penambahan dan evaluasi terhadap permintaan cuti dan libur yang masih menggunakan cara manual. Metode ini sering terjadi penyimpangan aturan kerja, seperti jumlah *shift* yang berlebihan dan pola *shift* yang tidak sesuai.

(Lilham, Aman, dan Hanum 2009) menyatakan bahwa penyusunan jadwal perawat umumnya menggunakan cara manual sehingga sering terjadi pelanggaran hari kerja yang mengakibatkan pihak rumah sakit harus menambah biaya lembur dan beberapa penyesuaian jadwal. Selain itu, tantangan semakin bertambah ketika ada permintaan cuti dan libur tambahan sebelum maupun sesudah jadwal dijalankan.

Pelanggaran yang sering terjadi adalah pelanggaran dalam proses evaluasi pemberian cuti dan libur yang masih dilakukan secara manual. Proses evaluasi dilakukan dengan melakukan pergantian dan pergeseran *shift*, selanjutnya upaya perbaikan dilakukan dengan merubah setiap kesalahan yang teridentifikasi secara

manual, sehingga jika terjadi kekeliruan maka jadwal akan memiliki masalah terhadap aturan-aturan dalam penjadwalan, seperti ketidakcukupan jumlah *shift* yang diperlukan dan masalah perbedaan jumlah *shift* yang diterima oleh setiap perawat.

Di dalam rumah sakit terdapat empat unit station yang diberi label A, B, C dan D. Jumlah perawat yang ditugaskan pada masing-masing station berkisar antara 12 sampai 16 orang. Perawat dapat ditugaskan ke station yang berbeda jika station tersebut membutuhkan tambahan perawat, Namun dalam melakukannya, harus mempertimbangkan keseimbangan jumlah minimal perawat yang ditugaskan dan kontrak yang dimiliki. Untuk perawat yang bertugas setiap harinya, paling sedikit 1 atau 2 orang hingga 5 perawat.

Terdapat beberapa jenis *shift* kerja yang ditetapkan, yaitu *shift* pagi yang berlangsung dari jam 07.00 hingga 14.00 dengan total durasi waktu kerja selama 7 jam, *shift* siang dari jam 14.00 hingga 21.00 dengan total 7 jam, dan *shift* malam dari jam 21.00 sampai 07.00 dengan total 10 jam kerja. Penjadwalan dilakukan dalam 1 periode berdasarkan jumlah minggu lengkap, yaitu 4 atau 5 minggu, dengan jumlah libur reguler (libur mingguan) pada 4 minggu antara 4 sampai 8 hari. Untuk periode 5 minggu diberikan jumlah libur antara 5 sampai 10 hari, dengan diberikan libur maksimal 3 hari dalam 1 minggu. Untuk libur tahunan diberikan maksimal 4 hari dalam 1 bulan, dengan pemberian maksimal 2 hari dalam 1 minggu

Untuk jam kerja yang diizinkan, rumah sakit menetapkan jam kerja antara 140 sampai 178 (4 minggu) atau 175 sampai 219 jam (5 minggu), jika dihitung

untuk 1 minggu lengkap, dengan jumlah pemberian jam kerja maksimal dalam satu minggu adalah 48 jam. Rumah sakit juga telah menetapkan jumlah *shift* yang diizinkan untuk setiap perawat, yaitu sebanyak 5 sampai 10 hari untuk setiap *shift* dalam satu periode penjadwalan. Pada penyusunan jadwal, diperhatikan susunan *shift* yang didapatkan, seperti urutan *shift* malam dan libur, aturan *shift* yang berurutan, aturan pola *shift* yang acak dan terisolasi, serta aturan tidak adanya *shift* malam yang diikuti *shift* pagi. Dengan mengikuti aturan-aturan ini diharapkan dapat mengurangi tingkat kelelahan dan mencegah *burnout* pada perawat.

(Maslach dan Leiter 2016) menjelaskan tentang *burnout*, yaitu suatu kondisi yang muncul akibat kelelahan atau kejenuhan akibat jam kerja yang berlebihan. Kondisi ini menyebabkan penurunan konsentrasi, serta timbulnya sikap sinisme dan perilaku negatif. Hal ini juga mempengaruhi hubungan sosial di tempat kerja, baik dengan diri sendiri maupun dengan rekan kerja. Sinisme merujuk pada respon negatif, sikap permusuhan, atau hilangnya kepercayaan terhadap rekan kerja. Dalam konteks ini, pentingnya mengatur pembagian waktu libur dan jadwal *shift* menjadi lebih adil bagi setiap perawat.

Untuk mengatasi masalah tersebut, peneliti akan menggunakan metode *Harmony search Algorithm* (HSA) untuk mengembangkan model penjadwalan yang lebih optimal. Metode ini akan mempertimbangkan semua aspek yang telah dijelaskan, dengan tujuan menciptakan jadwal dengan *shift* yang seimbang dan memperhatikan preferensi perawat untuk mencegah *burnout* pada perawat. Dengan demikian, diharapkan kinerja dan kesejahteraan perawat dapat terjaga melalui pengaturan jadwal yang lebih optimal.

Penjadwalan berkaitan dengan disiplin dalam mengelola waktu untuk mencapai tujuan dan keseimbangan dalam aktivitas sehari-hari. Hal ini sesuai dengan pengelolaan dan pembagian aturan waktu kerja perawat yang dijadwalkan. Waktu memiliki nilai yang sangat penting dalam kehidupan. Bahkan, dalam Al-Qur'an, Allah SWT. bersumpah terhadap waktu, dan memerintahkan untuk memanfaatkan waktu sebaik-baiknya untuk kebaikan. Hal ini tertulis dalam Surah Al-'Ashr Ayat 1-3:

وَالْعَصْرِ ﴿١﴾ إِنَّ الْإِنْسَانَ لَفِي خُسْرٍ ﴿٢﴾ إِلَّا الَّذِينَ آمَنُوا وَعَمِلُوا الصَّالِحَاتِ وَتَوَاصَوْا بِالْحَقِّ وَتَوَاصَوْا بِالصَّبْرِ ﴿٣﴾

“Demi masa. Sesungguhnya manusia sungguh berada dalam kerugian. Kecuali bagi orang-orang yang beriman, dan melaksanakan amal saleh serta saling nasehat-menasehati supaya tetap dalam kebenaran dan menasehati supaya tetap dalam kesabaran” (Q.S Al - 'Ashr ayat [103]:1-3).

Pada surah Al-'Asr ayat 103 Allah. SWT. mengingatkan manusia untuk memanfaatkan waktu sebaik-baiknya dalam melakukan kebaikan dan menjaga kesabaran. Ayat ini mengajarkan bahwa manusia berada dalam keadaan kerugian jika tidak mampu memanfaatkan waktu sebaik-baiknya.

Surah Al-Luqman, ayat 29 juga memberikan pesan yang penting mengenai pengelolaan waktu, isi ayatnya adalah sebagai berikut:

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ يُولِجُ اللَّيْلَ فِي النَّهَارِ وَيُولِجُ النَّهَارَ فِي اللَّيْلِ وَسَخَّرَ الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ كُلٌّ يَجْرِي إِلَىٰ أَجَلٍ مُّسَمًّى وَأَنَّ اللَّهَ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ ﴿٢٩﴾

“Tidakkah kamu memperhatikan bahwa sesungguhnya Allah memasukkan malam dalam siang dan memasukkan siang ke dalam malam dan Dia tundukkan matahari dan bulan masing-masing berjalan sampai pada waktu yang telah ditentukan, dan sesungguhnya Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan” (QS. Al-Luqman [31]:29)

Keteraturan pergantian antara siang dan malam, yang diatur oleh Allah SWT, memberikan pelajaran penting bahwa dalam kehidupan ini kita perlu mengatur waktu dengan baik dan memenuhi kewajiban sebagai manusia. Ayat ini menggambarkan bahwa keteraturan dalam pergantian siang dan malam memiliki tujuan dan fungsi yang spesifik, dan kita harus mengambil manfaat dari keduanya. Misalnya siang adalah waktu yang cocok untuk menjalankan berbagai aktivitas, sedangkan malam memberikan kesempatan bagi kita untuk beristirahat.

Dengan memperhatikan kedua ayat ini, manusia diingatkan untuk menghargai waktu dan mengatur aktivitas dengan bijaksana, dan mengajarkan untuk tidak menyia-nyiakan waktu yang telah diberikan kepada kita. Serta mengingatkan kita akan pentingnya kedisiplinan dalam mengatur waktu dan menjalankan kewajiban, seperti sholat tepat waktu dan penuh kesadaran. Terdapat makna yang sejalan dengan tujuan penjadwalan, yaitu mengelola dan mengatur waktu untuk digunakan sesuai dengan tujuan dan fungsi yang telah ditetapkan sehingga pekerjaan dan aktivitas yang dilakukan berjalan secara maksimal dan dapat tercapainya tujuan.

1.2 Pernyataan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang dijelaskan, maka masalah dalam penelitian ini adalah seberapa bagus kinerja algoritma *harmony search* dalam menyelesaikan persoalan penjadwalan perawat di rumah sakit dengan memperhatikan masalah permintaan cuti dan libur.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyelesaikan persoalan penjadwalan perawat di rumah sakit menggunakan algoritma *harmony search* dengan memperhatikan permintaan cuti dan libur. Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan mampu menghasilkan solusi yang optimal dalam pembagian jadwal kerja perawat.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini dapat bermanfaat kepada:

1. Bagi perawat, diharapkan mampu memberikan pembagian *shift* yang seimbang, dan lebih memaksimalkan manajemen evaluasi terhadap permintaan cuti dan libur. Sehingga pembagian *shift* yang lebih adil untuk setiap perawat.
2. Bagi rumah sakit, memberikan model jadwal yang lebih adil dengan penerapan metode evaluasi yang berbeda dalam pengaturan permintaan cuti dan libur. Sehingga rumah sakit dapat meningkatkan manajemen terhadap *shift*, cuti, dan libur untuk setiap perawat yang dijadwalkan.
3. Bagi pengembang ilmu, penelitian ini memiliki potensi untuk memberikan pengetahuan tentang karakteristik dan efektivitas *harmony search algorithm* dalam menyelesaikan persoalan penjadwalan perawat dengan memperhatikan preferensi perawat termasuk permintaan cuti dan libur, sehingga dapat dilakukan perbaikan dan pengembangan lebih lanjut dalam permasalahan ini.

4. Bagi peneliti, diharapkan dapat menjadi sumber referensi untuk penelitian lain yang tertarik dalam bidang penjadwalan, khususnya dalam penjadwalan perawat

1.5 Batasan Masalah

1. Sistem penjadwalan berdasarkan aturan di Rumah Sakit Risa Lombok Timur
2. Penjadwalan dilaksanakan setiap bulan, dengan menetapkan satu minggu lengkap, yaitu 4 minggu (28 hari), atau 5 minggu (35 hari).
3. Seluruh perawat memiliki keahlian dan tugas yang sama.
4. Dibuat dan diimplementasikan dengan program MATLAB.

1.6 Sistematika Penulisan

Berisikan urutan dan susunan bagian-bagian yang ada dalam penelitian yang dilakukan. Pada penelitian ini terdiri dari lima bab antara lain yaitu:

BAB I: PENDAHULUAN

Berisi latar belakang dari masalah terkait penelitian, tujuan dan manfaat dari penelitian, batasan masalah, metodologi dan sistematika penulisan laporan penelitian

BAB II: STUDI PUSTAKA

Berisi tentang penjelasan tentang penelitian atau teori serta data-data sebelumnya yang terkait tentang penelitian yang mencakup studi dari *Nurse Scheduling Problem* (NSP), penelitian pada metode *harmony search* serta teori-teori dari penelitian terdahulu yang dapat membantu penelitian ini

BAB III: DESAIN DAN IMPLEMENTASI

Berisi tentang hasil pengujian dan eksperimen tentang metode *harmony search* yang telah dirancang pada sistem yang telah dibuat, dan membahas secara rinci terhadap proses dan langkah-langkah implementasi yang dilakukan.

BAB IV: UJI COBA DAN HASIL

Berisi tentang hasil pengujian dan eksperimen tentang metode *harmony search* yang telah dirancang pada sistem yang telah buat, dan membahas secara rinci terhadap hasil dan proses yang dilakukan.

BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan, untuk tujuan agar dapat dikembangkan lagi pada penelitian selanjutnya.

BAB II

STUDI PUSTAKA

Bab ini menjelaskan beberapa studi pustaka yang digunakan untuk referensi dan acuan dalam penelitian yang akan dilakukan dalam skripsi ini

2.1 Studi Pustaka

(Safitri, Cholissodin, dan Muflikhah 2018) menggunakan algoritma genetika untuk melakukan penjadwalan rumah sakit untuk *shift* jaga dokter di IGD. Penjadwalan dilakukan setiap bulan dengan 11 dokter yang dibagi menjadi 3 *shift* kerja per hari. Dalam tahap pengujian, dilakukan pemilihan parameter dengan menghitung dan mencari nilai terbaik dari jumlah populasi (*popSize*) dan jumlah generasi (nilai generasi). Digunakan aturan dengan 1 *hard constraint* dan 2 *soft constraint*. Hasil dari sistem didapatkan nilai *fitness* sebesar 11,111, nilai ini lebih baik dari pada data real dari rumah sakit dengan selisih *fitness* 3,419.

(Wang dkk. 2014) pada penelitiannya menggunakan model *binary goal programming* (BGP) untuk mengatasi masalah penjadwalan perawat dalam unit rawat jalan dengan periode penjadwalan satu minggu. Model BGP mempertimbangkan sejumlah batasan yang diterapkan meliputi mengalokasikan kelompok *shift* ke satu perawat rawat jalan, perawat yang bekerja pada waktu penuh, harus libur pada hari sabtu, serta perawat tidak boleh melayani dua kamar klinik pada waktu yang bersamaan. Setelah itu menentukan fungsi objektif dengan batasan-batasan tersebut dengan cara memberikan bobot dengan metode AHP

untuk menentukan kepentingan dari *constraint*, sehingga berhasil menyelesaikan 16.000 *constraint* yang ditetapkan.

Sedangkan (Kumar, Nagalakshmi, dan Kumaraguru 2014) menggunakan model *linear programming* untuk merancang sistem penjadwalan dengan tujuan meminimalkan biaya yang harus dikeluarkan oleh rumah sakit dan memaksimalkan keuntungan dalam penugasan, dengan memperhatikan jumlah perawat yang bekerja pada setiap periode *shift*. Proses pemodelan dilakukan dengan mengidentifikasi pola satu minggu yang valid, penetapan fungsi objektif, serta menentukan *constraint*. *Constraint* pada kasus ini adalah menghitung pendapatan, biaya dan keuntungan dalam setiap penugasan. Didapatkan solusi yang layak dengan 295 perawat untuk memenuhi kebutuhan rumah sakit sesuai dengan data dan model yang digunakan.

Dalam penelitian (Franita 2019) menggunakan model pendekatan *goal programming multi-objek* untuk merancang penjadwalan di unit ICU. Preferensi perawat terhadap *shift* kerja dan libur diperhatikan dengan mengisi daftar penilaian terhadap hari kerja dan libur yang diinginkan, dengan skala penilaian dari 0 (bagus) sampai 5 (tidak bagus). Setiap *shift* yang diberikan kepada perawat direpresentasikan dengan bentuk vektor nol dan satu (0 dan 1). Nilai satu (1) adalah perawat yang akan bertugas pada *shift* tersebut, dan nilai nol (0) adalah perawat yang tidak akan bekerja pada *shift* tersebut. Hasil model ini mendapatkan nilai objektif terbaik sebesar 23 point.

(Mustafa, Azhar, dan Hayatin 2020) mengusulkan metode *Constraint Satisfaction (CS)* untuk melakukan penjadwalan terhadap *shift* perawat dengan

memodelkannya sebagai masalah *Constraint Satisfaction Problem* (CSP) yang matematis. Model ini memiliki 3 himpunan yaitu himpunan variabel, himpunan domain, dan himpunan *constraint* yang mencakup batasan keras (*hard constraint*) dan batasan lunak (*soft constraint*). Dalam perhitungan akurasi dilakukan dengan penilaian bobot terhadap *hard* dan *soft constraint*. Nilai untuk *hard constraint* jika dilanggar adalah 1 dan *soft constraint* adalah 0,5, jika tidak ada pelanggaran diberikan nilai 0. Digunakan pola *shift* dengan perangkingan untuk menentukan pola *shift* yang lebih spesifik, sehingga didapat hasil jadwal dengan akurasi sebesar 94% dan 99,2%.

(Awadallah dkk. 2011) telah melakukan penelitian tentang *harmony search* untuk penjadwalan perawat dengan menggunakan data *International Nurse Rostering Competition 2010* (INRC 2010). INRC merupakan dataset standar untuk NRP dengan beberapa kategori jadwal. Untuk *constraint* yang digunakan yaitu aturan penugasan perawat, jam kerja, jumlah hari libur, dan pola *shift* yang sesuai dengan aturan dalam deskripsi INRC 2010. Dilakukan pengujian terhadap parameter HSA dan mendapatkan parameter terbaik dengan HMS =10, HMCR 0,99, PAR 0,7 dan NI sebesar 10.000. *Harmony search* mampu menghasilkan jadwal yang layak dengan hasil nilai objektif terbaik dengan nilai 30 sampai 300 poin dalam beberapa kasus secara kompetitif.

(Hadwan dkk. 2013) melakukan penelitian tentang *harmony search* untuk penjadwalan perawat pada salah satu rumah sakit besar di Malaysia, dengan menetapkan *hard constraint* dan *soft constraint*, aturan pola urutan *shift*, jumlah hari kerja, urutan libur, dan aturan jumlah *shift* dan hari libur dengan periode

jadwal selama 2 minggu. Dilakukan pembagian pola valid menjadi pola valid 2 hari dan 3 hari yang digabungkan menjadi pola 1 minggu, yang disimpan dalam *pool pattern shift* sebagai pola global. Selanjutnya dilakukan pengujian parameter dengan hasil HMS = 80, HMCR = 0,95, PAR = 0,2, dan NI = 50.000, Setelah itu membandingkan hasil dari metode Genetik Algoritma (GA), didapatkan HSA lebih baik di beberapa data UKMMC yang diuji, dengan nilai fungsi objektif terbaik sebesar 221 poin.

Untuk menjelaskan pemahaman keterkaitan penelitian terdahulu dan penelitian ini, dapat dilihat pada **Error! Reference source not found.**:

Tabel 2. 1 Ringkasan Studi Pustaka

No	Nama dan Tahun	Judul	Metode	Parameter / Constraint	Hasil
1	(Franita 2019)	Pendekatan Goal Programming pada Model Penjadwalan Perawat Multi Objektif dengan Mempertimbangkan Preferensi Perawat	<i>Goal Programming Multi-Object</i>	Parameter: preferensi perawat untuk pemilihan hari libur dan <i>shift</i> kerja	Menghasilkan model jadwal dengan memenuhi preferensi perawat.
2	(Safitri dkk. 2018)	Optimasi Penjadwalan <i>Shift</i> Jaga Dokter di IGD Menggunakan Algoritma Genetika (Studi Kasus Rumah Sakit di Malang)	<i>Algoritma Genetika</i>	<i>Constraint</i> : aturan jumlah dokter yang bekerja di 1 <i>shift</i> , aturan dengan <i>shift</i> berurutan, dan aturan jumlah <i>shift</i> yang didapat per-hari	Nilai fitness yang didapat sebesar 11,111 lebih besar dari fitness data real dari rumah sakit yaitu 7,692.
3	(Wang dkk. 2014)	Solving an Outpatient Nurse Scheduling Problem by <i>Binary Goal Programming</i>	<i>Binary Goal Programming</i>	<i>Constraint</i> : jumlah jam kerja, aturan pola <i>shift</i> , dan jumlah libur	Hasil model penjadwalan yang lebih seragam dengan mendapatkan jumlah <i>shift</i> yang sama

No	Nama dan Tahun	Judul	Metode	Parameter / Constraint	Hasil
					setiap minggunya

Tabel 2. 1 Lanjutan: Ringkasan Studi Pustaka

No	Nama dan Tahun	Judul	Metode	Parameter / Constraint	Hasil
4	(Kumar dkk. 2014)	A <i>Shift</i> Sequence for Nurse Scheduling Using <i>Linear Programming Problem</i>	<i>Linear Programming</i>	<i>Constraint</i> : jumlah perawat yang bekerja, permintaan hari kerja, aturan <i>shift</i> yang berurutan.	Memberikan model biaya minimal untuk penugasan perawat yang bekerja dengan hasil fungsi sebesar 295.
5	(Mustafa dkk. 2020)	Pembuatan Jadwal <i>Shift</i> Perawat dengan Menggunakan Metode <i>Constraint Satisfaction</i>	<i>Constraint Satisfaction</i>	<i>Constraint</i> : aturan urutan <i>shift</i> malam, jumlah libur, jumlah perawat yang bekerja, aturan <i>shift</i> berurutan.	Berhasil memenuhi semua <i>constraint</i> yang diberikan dengan pengujian akurasi sebesar 94% sampai 99.2%
6	(Awadallah dkk. 2011)	Nurse Rostering Using Modified <i>Harmony search Algorithm</i>	<i>Harmony search Algorithm</i>	<i>Constraint</i> jumlah perawat yang bekerja, aturan <i>shift</i> berurutan, jumlah hari libur, aturan pola dengan data INRC 2010	Memberikan hasil daftar jadwal yang layak dengan memenuhi semua kendala yang ada.
7.	(Hadwan dkk. 2013)	A <i>Harmony search Algorithm</i> for Nurse Rostering Problems	<i>Harmony search Algorithm</i>	<i>Constraint</i> jumlah hari kerja dan hari libur, aturan <i>shift</i> yang berturut-turut, aturan <i>shift</i> malam, aturan pola <i>shift</i> ,	Pengujian parameter HSA untuk masalah UKMMC dan hasil bahwa algoritma HSA lebih baik daripada GA.

				dengan data UKMMC di Malaysia	
--	--	--	--	-------------------------------	--

Berdasarkan penelitian sebelumnya, maka perbedaan penelitian ini dengan penelitian-penelitian terdahulu yaitu terletak pada metode dan variabel yang digunakan. Pada penelitian ini akan menggunakan data pada Rumah Sakit Risa Sentra Medika Lombok Timur dan menjadwalkan perawat rawat inap menggunakan algoritma *harmony search*.

2.2 *Nurse Scheduling Problem* (NSP)

(Kawanaka dkk. 2001) *Nurse Scheduling Problem* (NSP) atau Masalah Penjadwalan Perawat, berdasarkan pada permasalahan yang muncul saat mengalokasikan *shift* kerja kepada perawat dalam periode waktu tertentu, dengan aturan-aturan yang berlaku di dalam instansi rumah sakit, sehingga pengelola jadwal membutuhkan pengetahuan dan pengalaman yang baik agar hasil penjadwalan sesuai dengan aturan rumah sakit.

(Vanhoucke dan Maenhout 2007) Penjadwalan perawat terdiri dari hari libur dan hari kerja yang dibagi menjadi berbagai *shift*, yaitu *shift* pagi, siang, malam, dan hari libur, hari libur adalah hari dimana perawat tidak diberikan jadwal *shift* kerja. Penyusunan jadwal *shift* di rumah sakit merupakan tanggung jawab kepala ruangan.

(Hayati, Pertiwiwati, dan Santi 2022) menyatakan kepala unit atau kepala ruangan memiliki peran penting untuk mengelola dan memajemen sumber daya dalam rumah sakit. Kepala ruangan harus mampu untuk memberikan asuhan dan pelatihan terhadap perawat untuk meningkatkan pelayanan terhadap pasien.

(Tulak dan Saleh 2013) menyatakan kepala ruangan memiliki beberapa fungsi dan tanggung jawab untuk mengatur kegiatan atau asuhan keperawatan di unit kerjanya, fungsi kepala ruangan yaitu *planning* termasuk penyusunan rencana kebutuhan keperawatan, *organizing* termasuk menyusun jadwal dinas perawat dan mengkoordinasi kegiatan agar sesuai dengan kebutuhan rumah sakit, *actuating* termasuk mengkoordinasi pengadaan alat serta pemeliharanya, dan *controlling* termasuk meneliti dan mengawasi kebutuhan pasien dan perawat serta mengawasi kinerja dalam pelaksanaan kegiatan keperawatan, termasuk memberikan tanggung jawab untuk asuhan keperawatan seperti bimbingan, koordinasi dan memotivasi staf keperawatan.

Dapat diketahui bahwa kepala ruangan memiliki tugas yang sangat penting untuk kegiatan dalam rumah sakit. Terdapat tugas untuk menyusun jadwal keperawatan, penyusunan harus sesuai aturan dan keinginan rumah sakit, sehingga perlu pengetahuan, dan pengalaman dalam melakukannya. Dengan adanya sistem atau cara baru dalam menyelesaikan penjadwalan keperawatan, akan memberikan kemudahan terhadap penyelesaian tugas-tugas tersebut, sehingga tugas-tugas lain dapat dimaksimalkan.

(Linda 2017) pada penelitian tersebut dilakukan pengukuran beban kerja perawat dengan menggunakan standar deviasi dengan menghitung distribusi waktu kerja dan aktivitas keperawatan serta jumlah setiap *shift* yang didapatkan berdasarkan pada usia, jenis kelamin dan tingkat pendidikan. Sehingga dalam penelitian ini, akan digunakan perhitungan standar deviasi untuk melihat

persebaran *shift* yang didapatkan setiap perawat, dengan tujuan melihat keseimbangan *shift* yang diperoleh setiap perawat.

(Tein dan Ramli 2010) menyatakan bahwa masalah Penjadwalan Perawat (NSP) telah dihadapi dengan berbagai metode yang dapat dikelompokkan ke dalam empat kategori, yaitu teknik optimasi pencarian, heuristik konstruktif, dan hybrid atau (AI). Teknik optimasi adalah pendekatan untuk memaksimalkan atau meminimalkan fungsi tujuan dengan pemrograman matematika. Heuristik Konstruktif menggunakan model trial dan error untuk memenuhi setiap solusi dengan melihat masalah atau kendala seperti kendala keras dan lunak. Teknik pencarian dengan model mengevaluasi dengan mencari jadwal yang baik atau buruk dengan jadwal lain untuk menghasilkan solusi. Teknik hybrid merupakan teknik untuk memecahkan masalah dengan memasukkan kombinasi teknik teknik yang dapat menghasilkan jadwal yang lebih optimal dan lengkap.

Secara keseluruhan, berbagai kategori metode tersebut menyediakan pendekatan yang beragam untuk menyelesaikan masalah penjadwalan. Setiap kategori memiliki pendekatan khusus dalam menghadapi tantangan yang terkait dengan NSP.

2.3 *Harmony search Algorithm (HSA)*

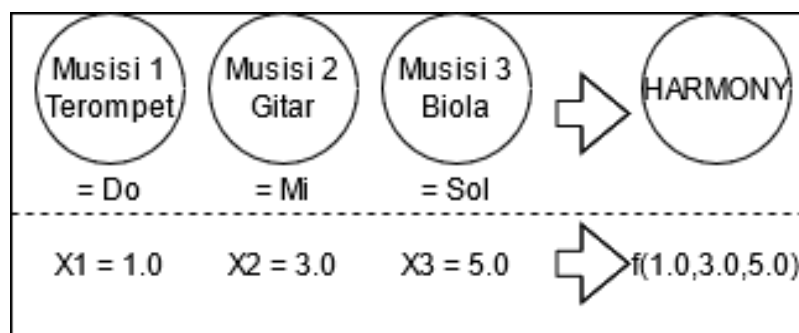
(Zuliari 2013) *Harmony search Algorithm (HSA)* merupakan algoritma pencarian meta-heuristik yang dikembangkan oleh Geem, Kim dan Loganathan dengan tujuan untuk mengatasi masalah optimasi.

(Hadwan dkk. 2013) HSA merupakan algoritma evolusioner terbaru yang memiliki efisiensi dalam menyelesaikan masalah pengoptimalan yang kompleks.

HSA telah diterapkan dalam berbagai masalah optimasi, termasuk penjadwalan kursus universitas dan optimasi rute kendaraan sehingga mendapatkan solusi optimal atau mendekati optimal.

(Sun dan Chang 2015) menyatakan bahwa *harmony search algorithm* memiliki beberapa kelebihan berupa konsep dan model yang sederhana, implementasi yang mudah, parameter yang mudah disesuaikan, dan fleksibel dalam segala macam permasalahan optimasi, serta konvergensi yang cukup cepat.

(Lee dan Geem 2005) menjelaskan bahwa HSA mengadopsi proses alami dalam permainan musik, Analogi ini menggambarkan musisi yang berusaha mencari kombinasi nada yang lebih baik dan sesuai standar estetika musik. Proses tersebut seperti langkah-langkah dalam proses optimasi, tujuannya adalah mencari solusi yang optimal, atau mendekati optimal berdasarkan pada fungsi objektif yang ditetapkan



Gambar 2. 1 Analogi Improvisasi Musik *Harmony search*
Sumber : (Lee dan Geem 2005)

Pada Gambar 2.1 menjelaskan proses pembentukan harmoni menggunakan analogi dari improvisasi musik. Musisi musik dengan alat musiknya mencari nada, contohnya musisi 1 (terompet) memainkan not {Do}, musisi 2 (Gitar)

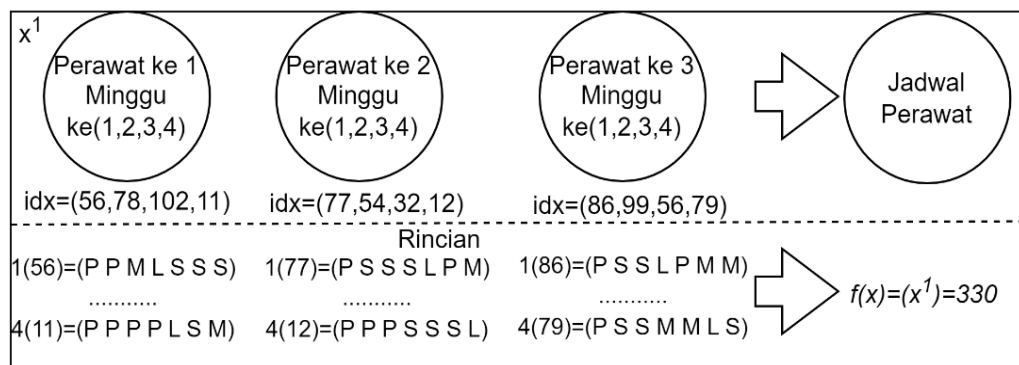
memainkan not {Mi}, dan musisi 3 (Biola) memainkan not {Sol}, setelah itu not tersebut dimainkan bersama-sama, menghasilkan kombinasi awal dari nada yang disebut sebagai nada awal = {Do,Mi,Sol}.

Analogi musik tersebut di dalam penjadwalan dapat dijelaskan pada Tabel 2.2. Pada analogi musik dan penjadwalan, untuk musisi dan alat musik dianalogikan sebagai ID perawat dan periode jadwal yang akan disusun, nada musik yang dimainkan sebagai kandidat solusi pada pola indeks *shift* yang dibangkitkan, dan hasil *harmony* dari setiap nada sebagai seluruh indeks solusi untuk *shift* yang dibangkitkan untuk membangun jadwal, selanjutnya dinilai kualitas nada musik (estetika musik) sebagai perhitungan nilai fungsi objektif yang menghitung kualitas dalam jadwal yang telah dibuat.

Tabel 2. 2. Analogi Musik dengan HSA untuk Penjadwalan

Optimasi HSA	Musik	Jadwal
Variabel atau komponen	Musisi dan alat musik	ID Perawat dan periode jadwal
<i>Constraint</i>	Sebagai aturan batas nada untuk yang dimainkan untuk mengarahkan harmoni yang diinginkan	Sebagai aturan untuk mengarahkan algoritma untuk mendapatkan susunan jadwal yang diinginkan
Solusi	Nada yang dibentuk menjadi musik yang lengkap.	Indeks pola yang membentuk jadwal <i>shift</i> perawat
Solusi awal (HMS)	Nada awal atau nada yang dimainkan dan diingat sebagai pengalaman musisi untuk mencari nada lain.	Solusi awal sebagai bentuk susunan jadwal yang disimpan sebagai pembanding untuk proses evaluasi
Solusi baru (nNew)	Sebagai nada baru yang dicoba untuk menemukan kombinasi nada yang lebih baik, dengan memperhatikan ingatan nada awal.	Sebagai solusi baru dalam bentuk susunan jadwal untuk dibandingkan dengan solusi awal
Evaluasi solusi dengan HMCR dan PAR	Pergeseran suara <i>pitch</i> nada dari nada sebelumnya dari ingatan atau mencoba nada baru	Pergeseran solusi indeks pola <i>shift</i> dari solusi lama atau mempertahankan solusi dari indeks baru
Tujuan optimal (Fungsi objektif)	Estetika atau kualitas musik	Fungsi objektif (nilai tujuan, apakah meminimalkan atau memaksimalkan)

Contoh hasil pembangkitan solusi dengan analogi musik, ditampilkan pada Gambar 2.2, minggu ke (1,2,3,4) merupakan indeks minggu dalam periode penjadwalan, dengan indeks solusi yang dibangkitkan dengan contoh ($idx=(56,78,102,11)$), indeks tersebut merupakan indeks dalam pola satu minggu yang mewakili pola-pola 1 minggu. Seperti contoh rincian pola minggu pertama dengan indeks 56 berisi (Pagi-Pagi-Malam-Libur-Siang-Siang-Siang).

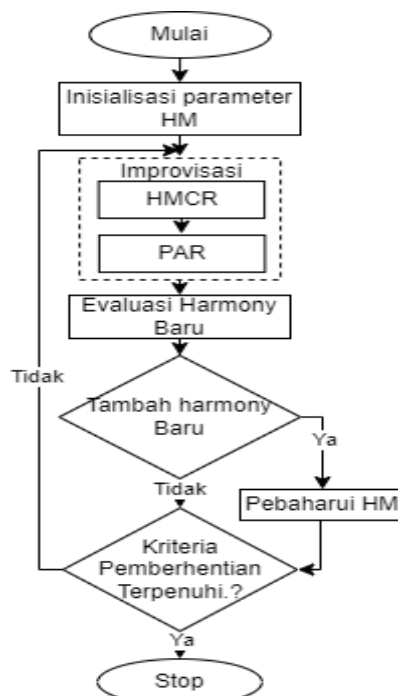


Gambar 2. 2 Analogi *Harmony search Algorithm* pada Perawat

Untuk proses improvisasi dilakukan dengan membunyikan not-not yang berbeda atau dalam analogi penjadwalan adalah membangkitkan indeks pola *shift* yang berbeda. Sebagai contoh nada baru yang didapatkan adalah {Do,Re,Mi} dengan melalui proses HMCR dan PAR sebagai pencarian *harmony* dengan *pitch* atau pergeseran nada, dengan analogi mencari solusi indeks jadwal terdekat untuk mencari kombinasi indeks *shift* yang sesuai. Jika nada baru dinilai lebih baik dari nada awal berdasarkan kriteria estetika musik atau dalam optimasi yaitu fungsi objektif, maka harmoni lama akan diperbaharui oleh solusi harmoni baru.

(Manjarres dkk. 2013) HSA merupakan algoritma berbasis populasi, dimana algoritma ini menggunakan sekumpulan solusi yang dieksploitasi secara

bersamaan untuk mencari solusi optimal. Dalam algoritma ini, terdapat suatu himpunan solusi yang disebut sebagai *harmony memory* (HM), yang mewakili populasi solusi yang digunakan selama proses pencarian solusi. Proses utama dari *harmony search algorithm* dapat diuraikan menjadi beberapa proses seperti (I) Inisialisasi HMS awal; (II) Improvisasi *harmony* baru; (III) Memperbaharui HM (IV) Mengecek kriteria berhenti, proses dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Flowchart Algoritma *Harmony search*
 Sumber : (Manjarres dkk. 2013)

Dalam flowchart, HSA memiliki beberapa variabel dan proses yang dilakukan yaitu sebagai berikut :

- Langkah 1: Inisialisasi masalah dan parameter HSA, pada langkah awal ini, permasalahan yang akan diselesaikan diidentifikasi dan parameter-parameter yang akan digunakan dalam HSA ditentukan, parameter antara

lain, *constraint* yang digunakan dalam menilai kualitas solusi, serta nilai parameter yang digunakan dalam HSA. Solusi awal akan dibangkitkan berdasarkan nilai HMS, dan akan dihitung nilai fungsi objektif berdasarkan aturan dari *constraint* yang ditetapkan.

- Langkah 2: Improvisasi *new harmony*: menciptakan harmoni baru $x^{new} = (x_1^{new}, x_2^{new}, \dots, x_N^{new})$ dengan mengikuti aturan HMCR, PAR, dan *Bandwidth*
- Langkah 3: *Update Harmony Memory*: dari Harmoni baru dengan vektor $x^{new} = (x_1^{new}, x_2^{new}, \dots, x_N^{new})$ jika nilai fungsi x^{new} lebih baik, akan mengganti set solusi HM yang terburuk dengan solusi baru.
- Langkah 4: Periksa kriteria pemberhentian, jika improvisasi atau iterasi berdasarkan nilai NI telah tercapai maka akan dihentikan.

BAB III

DESAIN DAN IMPLEMENTASI

Pada bab ini menjelaskan tentang tahapan dan prosedur penelitian yang akan dilakukan. Bab ini juga membahas tentang kebutuhan sistem dan perangkat lunak yang digunakan.

Penelitian ini akan membangun aplikasi yang mampu mensimulasikan penjadwalan perawat rumah sakit dengan metode *harmony search* untuk menghasilkan jadwal yang optimal dengan mengalokasikan perawat sesuai dengan pembagian waktu kerja, jumlah libur, serta mengatasi kendala terkait permintaan cuti dan libur. Dengan menggunakan pendekatan HSA, aplikasi ini diharapkan dapat menyusun model jadwal dengan *shift* yang seimbang serta memberikan proses dan hasil dari penambahan cuti dan libur yang lebih efisien.

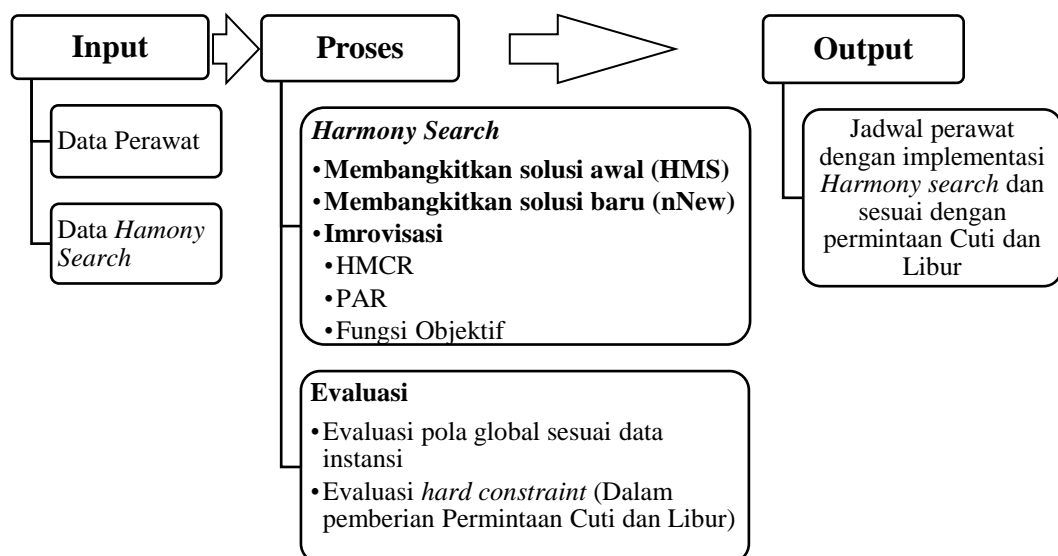
3.1 Desain Sistem

Dalam sistem yang dibuat, terdapat tiga komponen utama, yaitu input, proses, dan output, proses ini dapat dilihat pada Gambar 3.1. Pertama adalah input, berupa data mengenai perawat, pola-pola penyusun jadwal, jumlah perawat yang diperlukan, jumlah jam kerja yang diizinkan, jumlah *shift* yang diberikan, dan data mengenai permintaan cuti dan libur yang diajukan oleh perawat, selain itu terdapat input data parameter *harmony search algorithm*, seperti nilai HMS, nNew, HMCR, PAR, dan *Bandwidth*

Yang kedua adalah komponen proses, di dalam proses ini melibatkan penggunaan nilai-nilai HMCR dan PAR, yang akan digunakan dalam evaluasi

pada algoritma *harmony search* untuk menyusun jadwal, serta terdapat proses perhitungan fungsi objektif dengan perhitungan meminimalkan jumlah pelanggaran aturan *soft constraint*. Dalam proses ini, dilakukan evaluasi terhadap pelanggaran aturan *hard constraint* terkait pemberian cuti dan libur perawat. Jika terjadi pelanggaran *hard constraint*, sistem akan mencoba memperbaiki jadwal dengan mengganti komponen *shift* dengan mempertimbangkan nilai fungsi objektif dengan tujuan meminimalkan nilai dari penalti *soft constraint*.

Yang ketiga komponen output, yaitu hasil dari proses sebelumnya, berupa jadwal perawat yang memenuhi model penjadwalan dengan kriteria jumlah perawat dan periode penjadwalan yang ditentukan. Solusi yang dihasilkan memiliki nilai fungsi objektif, yang mencerminkan besarnya penalti pada solusi tersebut. Nilai ini digunakan sebagai acuan untuk menentukan apakah solusi tersebut sudah bagus atau tidak, sehingga solusi tersebut akan dipertimbangkan dalam proses pemilihan solusi berikutnya.



Gambar 3. 1 Komponen Desain Sistem

3.1.1 Data

Data perawat rawat inap Rumah Sakit Sentra Medika Center, pada station B tahun 2022 akan digunakan pada penelitian ini, data ini mencakup informasi berupa jumlah perawat, periode penjadwalan, jumlah jam kerja, jumlah libur tahunan, kontrak, jumlah cuti dan jumlah permintaan libur.

Setelah proses pengumpulan data yang melibatkan jadwal kerja perawat, dilakukan analisis data untuk mendapatkan wawasan lebih mendalam untuk mengimplementasikannya ke dalam *harmony search algorithm*. Untuk itu pada analisis ini ditentukan batasan-batasan penjadwalan (*Constraint*), seperti bentuk dan ukuran *shift* serta pola-pola *shift* yang dibutuhkan dalam proses penjadwalan perawat. Contoh model penjadwalan manual disajikan pada Gambar 3.2

No ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35				
1	1	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	L	L	C	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	L			
2	2	P	P	S	S	M	L	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	L	L	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S		
3	3	S	S	M	M	L	L	P	L	C	C	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	S	S	C	S	M	C	L	L	P	P	S	S	M			
4	4	M	M	L	L	P	P	L	P	P	P	P	P	L	P	P	P	P	P	P	L	P	P	P	P	P	P	L	P	P	S	S	M	M	L				
5	5	L	L	P	P	S	L	M	M	L	L	L	L	P	S	S	M	M	L	L	S	P	S	S	M	M	L	L	S	S	S	P	M	M	L	L	P		
6	6	P	S	L	S	C	M	L	L	P	S	S	S	M	M	L	L	L	L	L	P	S	S	M	M	L	L	S	P	S	S	M	M	L	L	S	P	S	
7	7	C	L	M	M	L	L	C	P	S	S	M	M	L	L	L	L	S	S	S	M	M	L	L	P	P	S	C	M	M	L	L	S	S	S	S	M	M	
8	8	L	M	L	L	L	S	S	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
9	9	L	L	S	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	S	S	S	M	M	L	L	L	P	M	L	L	S	M	M	L			
10	10	M	M	L	P	P	S	S	M	M	L	L	L	L	P	S	S	M	M	L	L	P	S	S	S	M	M	L	L	P	S	M	M	L	L	P			
11	11	S	S	M	M	L	L	P	S	S	S	M	M	L	L	C	P	S	S	C	M	M	L	L	S	P	S	S	M	M	L	L	S	M	L	S	P	S	M
12	12	S	P	S	S	M	M	L	L	S	P	S	S	M	M	L	L	L	L	S	S	S	M	M	L	L	M	M	L	L	S	M	L	L	P	S	L		
13	13	C	P	P	L	P	P	L	L	M	M	L	L	P	P	S	S	S	M	M	L	L	S	C	P	S	M	M	L	L	C	C	C	C	M	L	L		
14	14	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	P	P	P	L	P	P	L	P	P	P	P	P	P	L	P	P	P	P	P			
ΣP		2	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	4	2	3	3	3	3	4	3	2	2	3	4	4	2	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3			
ΣS		3	3	3	3	3	3	2	3	4	3	3	3	3	3	2	4	4	3	4	4	3	4	3	4	3	3	3	3	3	2	3	3	4	3	2			
ΣM		2	3	3	3	2	2	3	3	2	3	4	3	3	3	3	3	2	3	4	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3			
ΣL		4	4	4	4	5	5	5	3	3	3	3	5	4	4	3	5	3	3	5	5	3	4	3	4	3	4	4	3	5	4	3	3	4	5				
ΣC		3	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	2	1	0	1	0	0	1	1	0	0	2	2	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1			

Gambar 3. 2 Hasil penjadwalan Manual (Januari 2022)

Model jadwal manual dibangun menggunakan aplikasi Microsoft Excel dengan proses input manual, biasanya memiliki urutan pola *shift* (P-S-M-L),

dengan inisial P = Pagi, S = Siang, M = Malam, L = Libur, C = Cuti dan terdapat jenis cuti, seperti cuti pindah station dan cuti melahirkan pada waktu tersebut yang disamakan dengan indeks C (cuti). Untuk menandai permintaan libur pada penelitian ini diberikan tanda \boxed{L} . Sebelumnya untuk cara manual, tanda permintaan libur tahunan hanya diberikan tanda angka kecil setelah tanda (L), contohnya pada permintaan cuti ke-1 diberikan inisial (L₁), hal ini dapat terjadinya kekeliruan perhitungan libur jika ada permintaan libur pada pertengahan jadwal. Untuk (ΣP , ΣS , ΣM , ΣL , ΣC) adalah total setiap *shift* untuk perawat yang ditugaskan setiap harinya.

Proses evaluasi penjadwalan manual pada aplikasi Ms. Excel ketika terdapat permintaan cuti dan libur dilakukan dengan cara pergeseran atau pergantian *shift*, yaitu menggeser atau mengganti *shift* sebelumnya untuk memberikan slot cuti atau libur. Hal ini bisa mengakibatkan kekosongan dan kekurangan penugasan karena absennya perawat yang sedang cuti atau berlibur. Untuk mengisi kekosongan ini, perawat lain harus ditugaskan, sehingga dapat menyebabkan kelebihan *shift* bagi perawat setelah dilakukan penyesuaian. Selain itu, kepala ruangan juga harus secara manual mencari informasi tentang sisa kuota libur, total cuti, serta jumlah permintaan libur yang diajukan oleh perawat pada hari itu. Proses ini bisa menjadi rumit, terutama jika ada banyak permintaan cuti dan libur yang diajukan oleh perawat.

Dalam hal ini penelitian ini berfokus untuk menyelesaikan penjadwalan dengan memperhatikan cuti dan permintaan libur yang diinginkan oleh perawat sebelum maupun sesudah jadwal ditetapkan serta berusaha mengurangi

pelanggaran-pelanggaran yang terjadi terhadap aturan penjadwalan yang ditetapkan rumah sakit.

Tabel 3. 1 Jumlah *shift* Jadwal Manual (Januari 2022)

Toal <i>Shift</i> JANUARI 2022								Tot hari
No	ID Perawat	P	S	M	L	C	L	
1	1	6	7	8	10	1	3	35 atau 5 minggu
2	2	8	10	7	9	0	1	35 atau 5 minggu
3	3	5	9	8	8	4	1	35 atau 5 minggu
4	4	22	2	4	6	0	1	35 atau 5 minggu
5	5	6	9	8	11	0	1	35 atau 5 minggu
6	6	5	12	7	8	1	2	35 atau 5 minggu
7	7	3	9	10	8	3	2	35 atau 5 minggu
8	8	4	7	5	6	11	2	35 atau 5 minggu
9	9	5	9	9	10	0	2	35 atau 5 minggu
10	10	6	8	10	10	0	1	35 atau 5 minggu
11	11	4	12	9	8	2	0	35 atau 5 minggu
12	12	3	11	9	10	0	2	35 atau 5 minggu
13	13	7	4	7	9	6	2	35 atau 5 minggu
14	14	16	0	0	2	16	1	35 atau 5 minggu

Untuk melihat total *shift* yang didapatkan setiap perawat akan disajikan pada Tabel 3.1. Terdapat variasi besar dalam jumlah *shift* yang diberikan kepada perawat, hal ini disebabkan karena ada permintaan cuti dan libur yang harus diperhitungkan dalam penjadwalan. Sebagai akibatnya, jadwal harus diatur ulang untuk memastikan bahwa ketersediaan tenaga kerja yang memadai pada setiap *shift*, evaluasi yang dilakukan secara manual mengakibatkan beberapa perawat mendapatkan lebih banyak *shift*

Tabel 3. 2 Pelanggaran pada Jadwal Manual (Januari 2022)

No	Jenis Pelanggaran	Pelanggaran Pada ID Perawat
1	Melanggar pembagian jumlah <i>shift</i> yang diizinkan	Pada Perawat ID ke-4,6,11,14 (4 perawat)
2	Melanggar aturan <i>shift</i> yang berurutan	Pada ID perawat ke-4,14 (2 perawat)
3	Melanggar aturan pola <i>shift</i>	Pada ID perawat ke 3,4,5,6,8,9,11,12,13,14 (10 perawat)

Pelanggaran yang terjadi pada jadwal ini disajikan pada Tabel 3.2 dengan total pelanggaran pada aturan jumlah *shift* yang diberikan sebanyak 4 perawat, pelanggaran jumlah *shift* berurutan pada 2 perawat, dan pelanggaran terkait adanya *shift* terisolasi yang terjadi pada 10 perawat.

Tabel 3. 3 Total Kontrak dan Perjanjian Libur Tahunan

Nomor untuk ID perawat	Jumlah Penugasan (Bulan)	Jumlah libur tahunan
1	12 Bulan	12
2	12 Bulan	12
3	12 Bulan	10
4	12 Bulan	12
5	12 Bulan	16
6	12 Bulan	4
7	7 Bulan	11
8	12 Bulan	9
9	7 Bulan	9
10	12 Bulan	13
11	12 Bulan	12
12	6 Bulan	10
13	12 Bulan	7
14	5 Bulan	8
15	2 Bulan	4
16	0 Bulan	0
17	0 Bulan	0
18	8 Bulan	2
19	6 Bulan	0
20	3 Bulan	0
21	3 Bulan	0

Perubahan jumlah perawat yang terjadi pada setiap jadwal, disebabkan karena pemindahan atau penambahan perawat ke lantai ruangan (station) tertentu, untuk memenuhi kebutuhan sumber daya yang dibutuhkan pada tiap station, pemindahan atau penambahan juga berdasarkan aturan waktu kontrak yang telah ditetapkan, sehingga jika kontrak telah mencapai batas, perawat akan dialokasikan ke station lain yang membutuhkan tambahan tenaga kerja. Dalam sistem, setiap

perawat diberikan nilai atau jumlah kontrak sebagai bagian dari manajemen alokasi sumber daya yang diperlukan.

Terdapat kontrak kerja dan kuota libur tahunan yang akan diberikan untuk setiap perawat, dapat dilihat pada Tabel 3.3. Untuk libur tahunan, pemberiannya didasarkan pada jumlah keseluruhan kontrak penugasan di dalam instansi. Perhitungan kuota libur merujuk pada total periode kontrak 12 bulan kerja, dan setiap perawat akan berhak menerima minimal 12 kali libur tahunan selama periode tersebut.

Tabel 3. 4 Model data penjadwalan 2022s

Bln	Jumlah Perawat	Periode (Minggu)	Perawat yang Bertugas	Shift yang didapatkan		Jam Kerja
Jan	14	5	Max = 4 Min = 2	Pagi Max=10 Min=5	Siang Max=10 Min=7	Max=219 Min=175
				Malam Max=10 Min=5	Libur Max=10 Min=8	
Feb	14	4	Max = 4 Min = 2	Pagi Max=9 Min=5	Siang Max=9 Min=5	Max=178 Min=140
				Malam Max=8Min=6	Libur Max=8 Min=6	
Mar	14	4	Max = 4 Min = 2	Pagi Max=8 Min=6	Siang Max=9 Min=5	Max=178 Min=140
				Malam Max=8 Min=5	Libur Max=8 Min=6	
Apr	15	4	Max = 3 Min = 1	Pagi Max=8 Min=5	Siang Max=8 Min=5	Max=178 Min=140
				Malam Max=8 Min=6	Libur Max=8 Min=6	
Mei	16	5	Max = 4 Min = 1	Pagi Max=10 Min=5	Siang Max=10 Min=7	Max=219 Min=175
				Malam Max=9 Min=6	Libur Max=10 Min=8	
Jun	14	4	Max = 4 Min = 2	Pagi Max=9 Min=5	Siang Max=9 Min=6	Max=178 Min=140
				Malam Max=8 Min=6	Libur Max=8 Min=6	
Jul	14	4	Max = 3 Min = 2	Pagi Max=8 Min=5	Siang Max=9 Min=5	Max=178 Min=140
				Malam Max=8 Min=5	Libur Max=8 Min=6	

Tabel 3. 4 Lanjutan :Model data penjadwalan 2022

Bln	Jumlah Perawat	Periode (Minggu)	Perawat yang Bertugas	Shift yang didapatkan		Jam Kerja
Agu	12	5	Max = 3 Min = 2	Pagi Max=10 Min=7	Siang Max=10 Min=6	Max=219 Min=175
				Malam Max=10 Min=7	Libur Max=10 Min=8	
Sep	12	4	Max = 3 Min = 2	Pagi Max=8 Min=6	Siang Max=8 Min=6	Max=178 Min=140
				Malam Max=8 Min=6	Libur Max=8 Min=6	
Okt	14	5	Max = 4 Min = 2	Pagi Max=10 Min=7	Siang Max=10 Min=8	Max=219 Min=175
				Malam Max=10 Min=8	Libur Max=10 Min=8	
Nov	14	4	Max = 4 Min = 2	Pagi Max=9 Min=6	Siang Max=9 Min=6	Max=178 Min=140
				Malam Max=8 Min=6	Libur Max=8 Min=6	
Des	14	4	Max = 4 Min = 2	Pagi Max=9 Min=5	Siang Max=9 Min=6	Max=178 Min=140
				Malam Max=8 Min=6	Libur Max=8 Min=6	

Untuk seluruh data jadwal perawat untuk tahun 2022 yang akan digunakan pada simulasi penjadwalan dengan HSA dapat dilihat pada Tabel 3.4 . Dengan jumlah perawat pada tahun ini berkisar antara 12 hingga 16 orang, dengan periode penjadwalan adalah 4 atau 5 minggu.

3.1.2 Constraint

Aturan atau *constraint* penjadwalan dapat dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu *hard constraint* dan *soft constraint*. *hard constraint* merupakan aturan penjadwalan yang tidak boleh dilanggar atau harus terpenuhi dalam proses penjadwalan. Jika aturan ini dilanggar maka solusi atau jadwal yang dihasilkan akan menjadi tidak valid dan tidak memenuhi persyaratan yang telah ditentukan.

Sedangkan untuk *soft constraint* merupakan aturan yang diinginkan namun tidak harus dipatuhi secara mutlak, jika aturan ini dilanggar, solusi yang

dihasilkan tidak akan dianggap sebagai solusi yang tidak valid, tetapi akan diberi bobot penalti yang menjadi nilai indikator pengurangan kualitas jadwal. Untuk rincian aturan *hard constraint* dan *soft constraint*, dapat dilihat pada Tabel 3.5. Dengan H_{ij} adalah variabel biner yang menunjukkan perawat i bekerja di hari j , L_{ij} adalah variabel biner, perawat i sedang dalam libur tahunan pada hari j , Q_i adalah jumlah kuota libur tahunan pada perawat i dalam 1 tahun, R_i adalah jumlah permintaan cuti pada perawat i dalam 1 bulan.

Tabel 3. 5 Aturan *hard Constraint* dan *soft Constraint*

Tentang	Rincian	Aturan	Constraint
Mengatur jam kerja	<ul style="list-style-type: none"> Jam kerja, antara 140 sampai 175.(4 minggu) Jam kerja, antara 175 sampai 219 (5 minggu) Jam kerja maksimal 48 jam (1 minggu) 	<ul style="list-style-type: none"> $140 \leq \sum_i \sum_j H_{ij} \leq 175$ Untuk 4 minggu $175 \leq \sum_i \sum_j H_{ij} \leq 215$ Untuk 5 minggu $\sum_i H_{ij} \leq 48 \forall j$ Dalam setiap minggu 	SC
Mengatur urutan <i>shift</i> (pola <i>shift</i>)	Tidak ada <i>shift</i> Malam diikuti <i>shift</i> Pagi, seperti (M-P)	$H_{ij(malam)} + H_{i(j+1)(pagi)} \leq 1$	HC
	<i>Shift</i> malam, harus diikuti hari libur (M-L)	$H_{ij(malam)} + H_{i(j+1)(libur)} \geq 1$	SC
	3 <i>shift</i> malam berturut-turut harus diikuti hari libur 2 hari (M-M-M-L-L)	$\sum_i H_{ij(malam)} = 3 \rightarrow \sum_i H_{ij(libur)} = 2 \forall i$	SC
	Tidak ada <i>shift</i> yang sama lebih dari 5 hari berturut-turut	$H_{ij} + H_{i(j+1)} + H_{i(j+2)} + H_{i(j+3)} + H_{i(j+4)} \leq 5$	SC
	Tidak ada pergantian <i>shift</i> (acak) berturut-turut seperti (P-S-M-L-P-S) lebih dari 4 kali	$(H_{ij} \neq H_{i(j+1)}) + (H_{i(j+1)} \neq H_{i(j+2)}) + (H_{i(j+2)} \neq H_{i(j+3)}) + (H_{i(j+3)} \neq H_{i(j+4)}) + (H_{i(j+4)} \neq H_{i(j+5)}) \leq 4$	SC
Tidak ada <i>shift</i> terisolasi, seperti (P-S-P)	Tidak ada <i>shift</i> terisolasi, seperti (P-S-P)	$(H_{ij} \neq H_{i(j+1)}) + (H_{i(j+1)} \neq H_{i(j+2)}) + (H_{i(j+2)} = H_{ij}) \leq 2$	SC
	Tidak ada <i>shift</i> selain malam diikuti hari libur. Seperti <ul style="list-style-type: none"> (P-L) (S-L) 	<ul style="list-style-type: none"> $H_{ij(pagi)} + H_{i(j+1) \neq (libur)} < 1, \forall i, \forall j$ untuk Pagi-Libur $H_{ij(siang)} + H_{i(j+1) \neq (libur)} < 1, \forall i, \forall j$ untuk Siang-Libur 	SC

Tabel 3. 5 Lanjutan: Aturan *hard Constraint* dan *soft Constraint*

Tentang	Rincian	Aturan	Constraint
Mengatur jumlah penugasan perawat	Harus ada 1 perawat yang bertugas dalam setiap shift (tidak boleh kosong)	$\sum_i H_{ij} \geq 1 \forall j$	HC
	Antara 1 sampai 5 orang ditugaskan dalam setiap <i>shift</i>	$1 \leq \sum_i H_{ij} \leq 5 \forall j$	SC
Mengatur batas <i>shift</i> yang didapat	Antara 5 sampai 10 hari untuk 1 bulan	$5 \leq \sum_j H_{ij} \leq 10 \forall i$	SC
Mengatur jumlah libur yang didapatkan setiap perawat (Reguler)	Harus ada 1 hari libur dalam 1 minggu (tidak boleh kosong)	$\sum_j H_{ij}(\text{libur}) \geq 1 \forall i$ $\forall \text{minggu } j$	HC
	<ul style="list-style-type: none"> Jumlah libur antara 4 sampai 8 (4 minggu) Jumlah libur antara 5 sampai 10 (5 minggu) Jumlah libur maksimal 3 hari dalam (1 minggu) 	<ul style="list-style-type: none"> $4 \leq \sum_j H_{ij} \leq 8 \forall i$ Untuk $j = \text{libur, periode 4 minggu}$ $5 \leq \sum_j H_{ij} \leq 10 \forall i$ Untuk $j = \text{libur, periode 5 minggu}$ $\sum_j H_{ij} \leq 3$ 	SC
Mengatur jumlah libur tahunan yang didapatkan setiap perawat berdasarkan kuota libur tahunan	<ul style="list-style-type: none"> Jumlah libur tahunan maksimal 4 hari dalam 1 bulan Jumlah libur maksimal 2 hari dalam 1 minggu 	<ul style="list-style-type: none"> $\sum_j L_{ij} \leq 4 \forall i, \forall 1 \text{ bulan.}$ $\sum_j L_{ij} \leq 2 \forall i, \forall \text{ minggu } j$ 	HC
	Kuota libur minimal 12 hari untuk 1 tahun. (Dapat bertambah)	$\sum_j L_{ij} \leq Q_i \forall i, 1 \text{ tahun}$	SC
Mengatur alokasi cuti yang diminta agar sesuai hari dan jumlah cuti yang diizinkan	Menetapkan permintaan cuti sesuai dengan permintaan perawat Dengan evaluasi permintaan cuti.	$\sum_j R_{ij} = R_i$, sesuai permintaan cuti perawat i	SC

Pada rincian *hard constraint* dan *soft constraint*, yang mengatur tentang jam kerja (beban kerja), urutan pola *shift* yang diinginkan, jumlah penugasan perawat, menetapkan jumlah *shift* yang diberikan untuk setiap perawat (keseimbangan) Mengatur jumlah libur reguler dan libur tahunan, serta permintaan cuti. Sistem akan menggunakan seluruh *constraint* tersebut untuk mengatur penyusunan jadwal dengan berusaha memenuhi seluruh *hard constraint* dan berusaha mengurangi pelanggaran terhadap *soft constraint*.

(Hadwan dkk. 2013) menyatakan tidak ada aturan dan penetapan pasti dalam penentuan bobot penalti, pada penelitian tersebut menggunakan nilai {0,1,10,100} sehingga peneliti mencoba memberikan bobot penalti berdasarkan tingkat kepentingan *constraint* berdasarkan nilai dari peneliti sebelumnya, semakin penting aturan tersebut, maka point penalti semakin besar. Jika tidak ada pelanggaran pada *soft constraint*, maka akan diberikan nilai 0. Seluruh aturan *soft constraint* akan dirangkum dan diberikan bobot penalti seperti pada Tabel 3.6.

Fungsi objektif dalam masalah ini adalah meminimalkan total penalti dari pelanggaran *soft constraint* dengan berusaha memenuhi semua aturan *hard constraint* dengan proses evaluasi *hard constraint* dalam setiap pelanggaran. Penggunaan bobot penalti akan mempengaruhi perhitungan fungsi objektif dalam proses improvisasi.

Tabel 3. 6 Pembobotan Penalti untuk Fungsi Objektif

Indeks	<i>Soft Constraint</i> (Batasan Lunak)	Penalti
SC1	Menetapkan jumlah jam kerja	100
SC2	Mengatur <i>shift</i> malam setelahnya libur	100
SC3	Mengatur 3 <i>shift</i> malam berturut-turut setelahnya 2 hari libur	100
SC4	Menetapkan maksimal dan minimal jumlah penugasan perawat per <i>shift</i>	100
SC5	Menetapkan minimal dan maksimal <i>shift</i> yang didapatkan	100
SC6	Menetapkan tidak ada lebih dari 5 <i>shift</i> berurutan	10
SC7	Menghindari pola yang tidak diinginkan seperti, pola <i>shift</i> yang terisolasi, acak sebanyak 4 kali, atau kondisi urutan libur tidak tentu	1
SC8	Khusus untuk cuti dan permintaan libur, menetapkan cuti dan libur sesuai permintaan dengan proses evaluasi, dan memperhatikan kuota libur	100

Pada proses pemberian cuti dan permintaan libur, dilakukan dengan 2 cara, yaitu sebelum jadwal berjalan yang akan diproses bersamaan dengan pencarian solusi dalam *harmony search*, dan saat jadwal berjalan yang akan ditangani

dengan fitur yang telah dibuat dengan tetap memperhatikan fungsi objektif berdasarkan bobot penalti.

3.1.3 Model Jadwal

(Hadwan dkk. 2013) melakukan pengelompokan dan pembagian pola-pola *shift* yang valid untuk menyusun jadwal, yang dibagi menjadi dua, yaitu pola valid 2 dan 3 hari dan selanjutnya akan digabungkan dan disimpan dalam pola valid 1 minggu pada memori yang disebut dengan *pool pattern shift*. Tujuan dari langkah ini adalah untuk mengurangi ruang kemungkinan solusi dan variasi *shift* solusi. Untuk pola valid 2 hari dapat dilihat pada Tabel 3.7 dan pola valid 3 hari pada Tabel 3.8.

Tabel 3. 7 Indeks Pola *shift* valid 2 hari

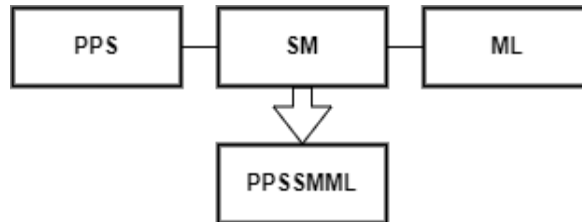
No	Indeks Pola valid 2 hari
1	P-P
2	P-S
3	P-L
4	S-M
5	S-P
6	S-S
7	S-L
8	M-L
9	M-M
10	L-P
11	L-S
12	L-L

Selanjutnya adalah menggabungkan pola valid 2 dan 3 hari menjadi pola-pola lengkap satu minggu yang memenuhi aturan *hard constraint* dan *soft constraint* yang telah ditetapkan, Sebagai contoh pada Gambar 3.3, pola valid 2 hari dilambangkan sebagai A dan pola valid 3 hari dilambangkan sebagai B,

sehingga contoh indeks yang digabungkan [B(2),A(4),A(8)] dengan pola *shift* {PPS-SM-ML}, sehingga digabungkan menjadi pola valid satu minggu {PPSSMMLL}.

Tabel 3. 8 Indeks Pola *shift* valid 3 hari

No.	Pola valid 3 hari	No	Pola valid 3 hari	No.	Pola valid 3 hari
1	P-P-P	11	S-P-P	21	M-M-M
2	P-P-S	12	S-P-M	22	L-P-P
3	P-P-L	13	S-S-P	23	L-P-S
4	P-P-M	14	S-S-S	24	L-P-M
5	P-S-S	15	S-S-M	25	L-S-P
6	P-S-M	16	S-S-L	26	L-S-S
7	P-S-L	17	S-M-M	27	L-S-M
8	P-M-M	18	S-M-L	28	L-L-P
9	P-M-L	19	S-L-P	29	L-L-S
10	P-L-S	20	M-M-L	30	L-L-L



Gambar 3. 3 Penggabungan Pola *Shift*

Jika dihitung kombinasi dari pola-pola tersebut, pada penggabungan pola, indeks pola atau urutan posisi diperhatikan, maka digunakan rumus permutasi dengan persamaan (3.1).

$$P(n, r) = \frac{n!}{(n-r)!} \quad (3.1)$$

1. Jumlah pola valid 2 hari sebanyak 12, jumlah pola valid 3 hari sebanyak 30, sehingga total n adalah $12 + 30 = 42$, dengan membentuk 3 indeks yang

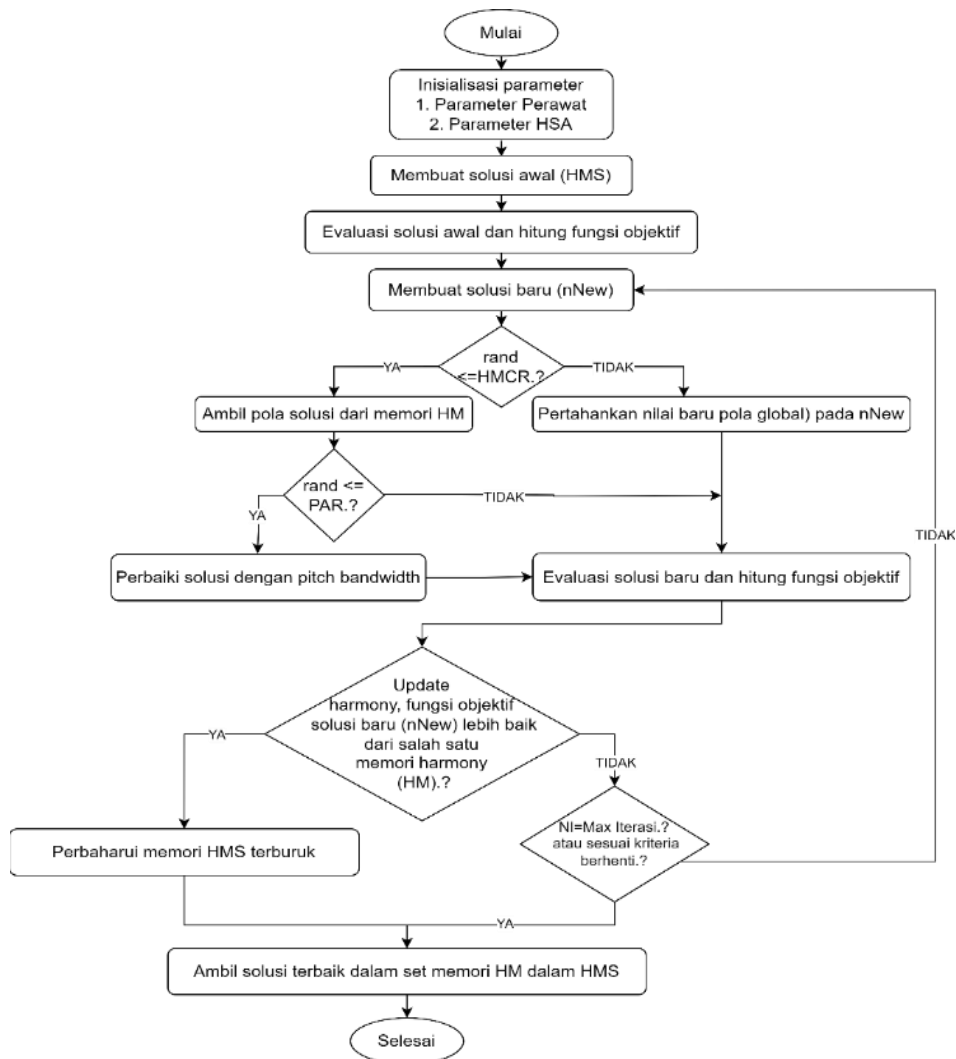
berbeda $r = 3$, sehingga $P(n, r) = P(42, 3) = \frac{42!}{(42-3)!} = 68.880$.

2. Akan dilakukan penyesuaian dengan menghapus pola yang sama seperti contohnya indeks (A(1),A(2),B(20)) dengan rincian pola (PP-PS-MML), dan indeks (B(1),A(3),A(8)) dengan rincian pola (PPP-SM-ML), indeks tersebut berbeda, namun memiliki kombinasi pola *shift* yang sama, sehingga pola yang sama akan dihapus.
3. Selanjutnya akan dilakukan evaluasi terhadap *constraint*, seperti tidak ada pola yang memiliki kekosongan hari libur, serta tidak ada yang memiliki libur reguler lebih dari 3 hari, tidak ada *shift* malam diikuti *shift* pagi, dan memperhatikan susunan pola penjadwalan, seperti mengurangi pola *shift* terisolasi, dan tidak sesuai urutan libur, selain itu memperhatikan total jam kerja untuk 1 minggu. Sehingga pola yang didapat dari evaluasi aturan tersebut sebanyak 622 pola.

Pola-pola tersebut akan disimpan dalam *pool pattern shift* sebagai kumpulan pola-pola global yang akan digunakan dalam proses pemilihan dan penyusunan jadwal dalam algoritma *harmony search*, seluruh pola dapat dilihat pada Lampiran.

3.2 Implementasi

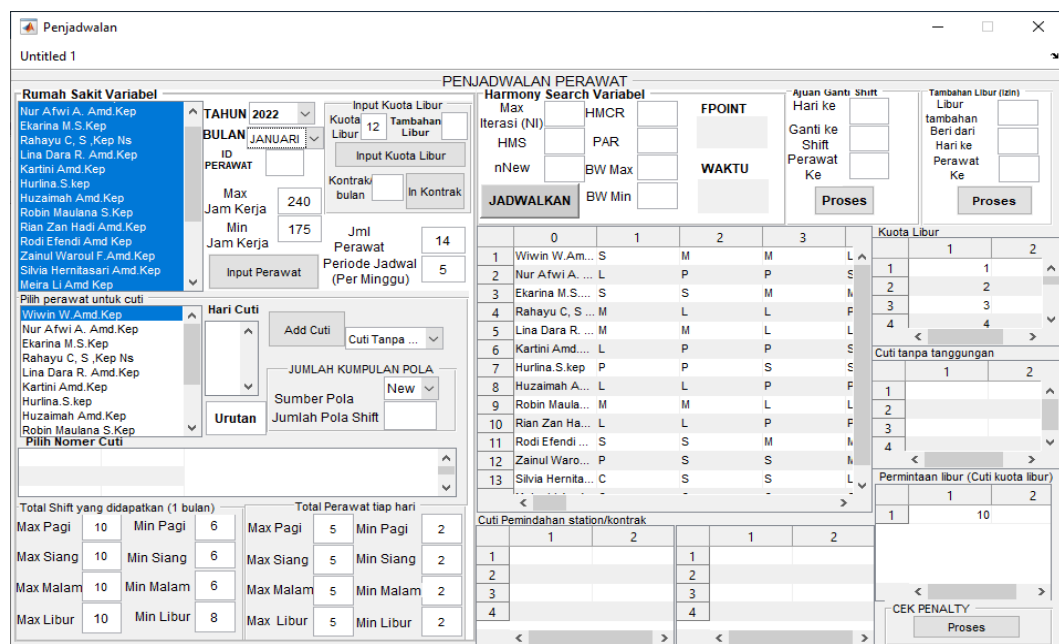
Setelah mendapatkan semua data yang diperlukan untuk proses penjadwalan, langkah selanjutnya adalah mengimplementasi *harmony search algorithm* dalam penjadwalan. Implementasi ini melibatkan data dan aturan (*constraint*) yang telah diperoleh untuk menghasilkan jadwal yang lengkap dan sesuai aturan dengan permintaan rumah sakit.



Gambar 3. 4 Flowchart Proses Harmony search Algorithm
Sumber : (Patnaik 2017)

Sistem akan dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman MATLAB, serta mengimplementasikan algoritma *harmony search algorithm* (HSA) untuk menghasilkan jadwal yang optimal. Langkah langkah dalam algoritma *harmony search* yang disajikan pada Gambar 3.4. menampilkan proses dalam bentuk flowchart, proses pada HSA ini adalah, inialisasi parameter penjadwalan perawat yang terdiri dari pola global untuk menyusun jadwal (*pool pattern shift*), data jumlah perawat, periode penjadwalan, kontrak perawat,

permintaan cuti dan libur, total kuota libur tahunan, jumlah *shift* yang diberikan setiap perawat, jam kerja perawat, dan jumlah perawat yang ditugaskan setiap harinya. Dan parameter HSA yang terdiri dari HMS, nNew, jumlah iterasi, HMCR, PAR, dan *bandwidth*.



Gambar 3. 5 Tampilan Program Penjadwalan dengan Implementasi HSA

Setelah data perawat dan data HSA diinputkan pada program MATLAB dengan tampilan program pada Gambar 3.5. Proses selanjutnya adalah membuat solusi awal (HMS), memberi permintaan cuti dan libur, melakukan evaluasi *hard constraint*, menghitung fungsi objektif HMS, inialisasi solusi baru (nNew), melakukan improvisasi dengan HMCR dan PAR, memberi permintaan cuti dan libur, melakukan evaluasi *hard constraint*, menghitung fungsi objektif nNew melakukan pembaharuan harmoni, dan terakhir pengecekan kriteria berhenti.

Pada sistem telah disediakan fitur pemberian permintaan cuti dan libur saat jadwal telah berjalan. Sistem akan memberikan cuti atau libur yang diinginkan dengan proses penilaian penalti dan mencari kemungkinan solusi yang tidak melanggar *hard constraint* maupun *soft constraint*, tanpa merubah seluruh jadwal.

3.2.1 Inisialisasi Parameter

Parameter-parameter digunakan sebagai kendali untuk mengarahkan kinerja sistem untuk mendapatkan model jadwal yang diinginkan. Dalam flowchart, terdapat jenis-jenis parameter yang perlu diatur, yaitu parameter perawat dan parameter HSA.

3.2.1.1 Inisialisasi parameter penjadwalan perawat

Parameter-parameter penjadwalan perawat yaitu variabel yang digunakan sebagai faktor penyusun dalam jadwal. Parameter penjadwalan perawat sebagai berikut.

- a. **Jumlah perawat**, Menentukan berapa banyak perawat yang akan dialokasikan untuk bekerja pada ruangan atau *station*. Jumlah yang ditetapkan antara 12 sampai 16 perawat
- b. **Periode penjadwalan**, Menentukan periode atau durasi jadwal yang akan dibuat. Dalam kasus ini, penjadwalan dilakukan dalam bentuk mingguan, dengan periode antara 4 atau 5 minggu
- c. **Kontrak perawat**, Menentukan lama penugasan terhadap perawat untuk bekerja pada *station* tertentu. Sesuai dengan perjanjian kontrak dari rumah sakit.

- d. Jumlah *shift* kerja yang didapatkan perawat**, Merupakan perencanaan jumlah *shift* yang akan diberikan kepada setiap perawat dalam satu bulan. Jumlah *shift* yang diizinkan antara 5 hingga 10 hari untuk setiap jenis *shift*. Jumlah *shift* akan disesuaikan jika ada cuti atau permintaan libur
- e. Total libur reguler**, Merupakan pemberian libur setiap minggu, untuk periode 4 minggu antara 4 sampai 8 hari libur reguler, sedangkan untuk periode 5 minggu diberikan 5 sampai 10 hari libur. Pemberian libur maksimal 3 hari dalam 1 minggu.
- f. Total jam kerja**, Menentukan total jam kerja setiap minggu, untuk periode 4 minggu ditentukan antara 140 sampai 178 jam, sedangkan untuk periode 5 minggu diberikan 175 sampai 219 jam. Pemberian jam kerja maksimal 48 jam untuk 1 minggu
- g. Jumlah perawat yang bekerja**, Menentukan jumlah perawat yang akan ditugaskan dalam setiap harinya. Rentang biasanya ditetapkan antara 1 hingga 5 atau biasanya 2 hingga 5 perawat dalam setiap *shift*.
- h. Libur tahunan**: Merupakan libur yang diberikan kepada perawat yang telah memenuhi kontrak selama 12 bulan. Libur tahunan minimal diberikan sebanyak 12 kali dalam setahun, namun dapat diberikan lebih banyak sesuai dengan kesepakatan kontrak. Aturan pemberian libur tahunan untuk satu bulan dengan pemberian maksimal 4 hari, dengan batas pemberian 2 hari dalam 1 minggu.
- i. Permintaan cuti dan libur**: Merupakan permintaan cuti atau libur yang diajukan oleh perawat sebelum atau sesudah jadwal berjalan. Permintaan

cuti dan libur sebelum jadwal berjalan akan diproses bersamaan dengan pencarian harmoni dalam HSA. Sedangkan permintaan cuti dan libur yang diajukan setelah jadwal berjalan akan dievaluasi tanpa merubah seluruh jadwal namun dengan memperhatikan nilai dari fungsi objektif.

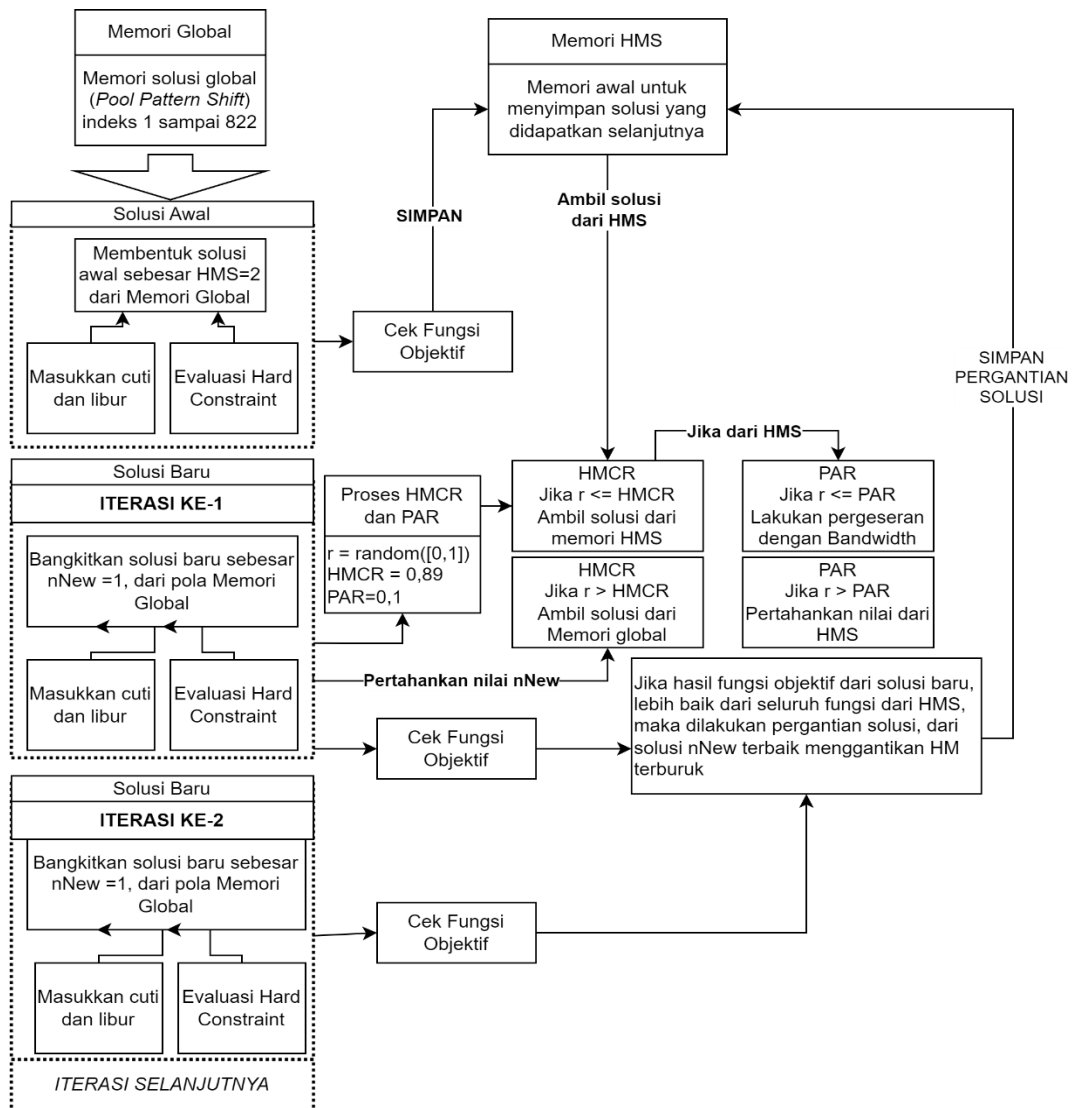
3.2.1.2 Inisialisasi parameter HSA.

Parameter dalam *harmony search algorithm* mengatur dan mengarahkan proses algoritma untuk mendapatkan solusi optimal, beberapa parameter sebagai berikut:

- a. ***Pool pattern shift***: Adalah kumpulan kandidat solusi (populasi pola global) dari pola-pola *shift* yang diizinkan dalam bentuk indeks. Pola ini adalah kombinasi dari pola *shift* 2 dan 3 hari yang memenuhi aturan penjadwalan rumah sakit.
- b. **Ukuran *Harmony Memory Size (HMS)***: Adalah ukuran dari memori harmoni yang digunakan untuk menyimpan solusi awal.
- c. ***Harmony Memory Consideration Rate (HMCR)***: Probabilitas untuk memilih elemen dari *harmony memory* saat membuat solusi baru. Nilai ini menunjukkan seberapa besar algoritma mengandalkan solusi yang ada dalam memori awal.
- d. ***Pitch Adjustment Rate (PAR)***: Probabilitas untuk mengatur perubahan dalam nilai variabel solusi yang dihasilkan dalam proses improvisasi. Nilai yang lebih tinggi mengarah pada kemungkinan eksplorasi pergeseran yang lebih luas.

- e. ***Bandwidth***: Nilai yang mengatur perubahan dengan pergeseran ke solusi nilai terdekat terhadap indeks solusi. Nilai *bandwidth* antara $[-2,+2]$ yang mengartikan setiap komponen solusi dapat berubah antara dua nilai ke bawah atau ke atas.
- f. **Memori solusi baru (nNew)**: Nilai yang dihasilkan untuk menjadi kandidat solusi baru dalam proses improvisasi. nNew seperti kombinasi yang ada dalam *harmony memory* yang didapatkan dari pembangkitan indeks solusi dari pola global.
- g. ***Number of Improvisation (NI)***, Ini adalah jumlah maksimum iterasi yang diizinkan dalam pencarian solusi. Proses pencarian berhenti jika jumlah iterasi mencapai nilai maksimal atau jika fungsi objektif mencapai nilai 0 (tidak ada pelanggaran)

Setelah ditentukan, selanjutnya proses pada penjadwalan HSA yang dijelaskan pada Gambar 3.6. Solusi awal akan dibangkitkan dari pola global, selanjutnya akan diberikan permintaan cuti dan libur, dan dilakukan evaluasi *hard constraint*. Setelah itu dilakukan pembangkitan solusi baru, yang dibangkitkan dari indeks pola global, selanjutnya akan dilakukan evaluasi HMCR dan PAR, dan penambahan permintaan cuti dan libur, serta evaluasi terhadap *hard constraint*, sehingga mendapatkan solusi baru yang disimpan pada nNew, Proses selanjutnya adalah *update* solusi yang ada di HMS dengan solusi yang ada di nNew jika nilai fungsi solusi baru lebih baik, Proses ini dijalankan terus menerus sesuai dengan nilai iterasi NI.



Gambar 3. 6 Gambaran Proses HMS,nNew,HMCR,PAR

3.2.2 Membentuk *Harmony Memory Size* (HMS)

Harmony Memory Size (HMS) adalah parameter yang menentukan berapa banyak solusi atau *harmony* yang akan disimpan dalam memori awal dalam algoritma *harmony search*. HMS digunakan untuk menyimpan potensi solusi atau kombinasi harmoni yang mewakili berbagai alternatif solusi dalam ruang pencarian.

```

for i = 1:HMS
    HM(i).Position = unifrnd(1, Poolpattern, solusiSize);
    % Evaluasi pemberian permintaan Libur
    for perawat = 1:Nurse
        if permLib == perawat
            Rshift(perawat,hari) = Libur;
        end
    end
    % Evaluasi permintaan Cuti
    for perawat = 1:Nurse
        if permCuti == perawat
            Rshift(perawat,hari) = Cuti;
        end
    end

    % Periksa hard Constraint (M-P)
    if sblmShift(hari) == shiftMalam
        if Rshift(hari,1) == shiftPagi
            Rshift(hari,1) = shiftEvaluasi;
        end
    end
    % Evaluasi perawat yang ditugaskan tidak kosong
    if totPagi == 0 || totSiang == 0 || totMalam == 0
        Rshift(perawat,hariKurang) = shiftEvaluasi;
    end

    % Hitung fungsi objektif (Penalti)
    HM(i).Cost = CostF(HM(i).Position,0);
end

```

Pseudocode 3. 1 Kode Program Membuat (HM) dan Evaluasi *hard Constraint*.

Harmony Memory (HM) adalah set solusi yang terbentuk terhadap penggabungan indeks pola solusi dari pola global, set solusi ini akan terus diperbaharui dan digunakan untuk membentuk solusi-solusi baru dalam algoritma *harmony search*. Pemilihan nilai HMS yang tepat dapat mempengaruhi kinerja dan efektivitas algoritma dalam menemukan solusi yang optimal. Ukuran dari *harmony memory* (HM) ditentukan oleh parameter ini. Semakin besar nilai HMS, semakin banyak solusi yang disimpan dalam memori, dan ini akan memperluas ruang pencarian potensi solusi yang sesuai.

Proses pemilihan HMS dari pola global, diimplementasikan dalam kode program yang dapat dilihat pada *Pseudocode* 3.1. Selanjutnya akan dimasukkan permintaan cuti dan libur yang diminta perawat, dan dilakukan evaluasi terhadap *hard constraint* untuk memastikan terpenuhinya aturan tersebut, seperti ketentuan bahwa setelah *shift* malam tidak boleh diikuti dengan *shift* pagi, dan juga memastikan tidak ada penugasan perawat pada setiap *shift* yang kosong.

Dalam pemilihan solusi awal dilakukan dengan pemilihan acak pada isi indeks pola global yang ada di dalam *pool pattern shift*. Solusi yang dipilih akan diatur sesuai dengan persamaan (3.2) dimana $\mathbf{x}_{i \min}$ adalah batas minimal pemilihan solusi dari pola global, dan $\mathbf{x}_{i \max}$ adalah batas maksimal pemilihan solusi dari pola global, dan kemudian solusi tersebut akan disimpan dalam *harmony memory size* dengan bentuk seperti pada Gambar 3.7.

$$HM = \begin{bmatrix} \text{Harmony 1} \\ \text{Harmony 2} \\ \vdots \\ \text{Harmony N} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_{1,1} & x_{1,2} & \dots & x_{1,d} & \left| \right. & f_1 \\ x_{2,1} & x_{2,2} & \dots & x_{2,d} & \left| \right. & f_2 \\ \vdots & \vdots & & & \left| \right. & \vdots \\ x_{N,1} & x_{N,2} & \dots & x_{N,d} & \left| \right. & f_N \end{bmatrix}$$

Gambar 3. 7 Bentuk *Harmony Memory*

$$\mathbf{X}^{HM} = \mathbf{rand}(\mathbf{x}_{i \min}, \mathbf{x}_{i \max}) \quad (3.2)$$

Contoh solusi awal yang dibangkitkan dengan memilih indeks dalam pola global (*Pool pattern shift*). Setiap indeks akan mewakili pola-pola *shift* satu

minggu untuk menyusun jadwal. Contoh digunakan HMS dengan nilai 2, perawat=5 dan periode jadwal adalah 4 minggu. Hasil pembangkitan indek pada Tabel 3.9.

Tabel 3. 9 Contoh Solusi Awal *Harmony Memory Size* (HMS)

HMS ke-	Perawat 1				Perawat 2				Perawat 3			
	Minggu ke				Minggu ke				Minggu ke			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	297	230	408	584	386	177	128	274	18	545	380	127
	Perawat 4				Perawat 5				Indeks diambil dari <i>pool pattern shift</i>			
	Minggu ke				Minggu ke							
	1	2	3	4	1	2	3	4				
	324	34	536	276	341	353	424	232				
2	Perawat 1				Perawat 2				Perawat 3			
	Minggu ke				Minggu ke				Minggu ke			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	507	563	80	568	394	62	174	341	596	600	99	604
	Perawat 4				Perawat 5				Seluruh indeks diambil dari <i>pool pattern shift</i>			
	Minggu ke				Minggu ke							
	1	2	3	4	1	2	3	4				
	595	302	498	89	263	570	493	597				

Hasil Jadwal Awal untuk HM ke-1																																			
No	ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΣP	ΣS	ΣM	ΣL	ΣC	Σ[L]
1	1	L	S	S	P	P	P	P	L	M	M	M	L	L	M	P	S	M	L	P	P	P	L	M	M	L	P	M	M	9	3	9	7	0	0
2	2	M	L	L	P	S	M	P	S	S	S	M	L	S	S	P	M	L	S	S	M	M	L	P	P	P	M	L	7	8	7	6	0	0	
3	3	L	L	P	M	M	M	L	L	S	P	P	S	S	P	M	M	M	L	L	L	L	S	S	P	P	P	7	5	6	10	0	0		
4	4	L	L	P	M	M	M	M	M	L	P	P	P	P	L	S	P	P	S	M	L	P	S	M	L	L	P	S	9	4	8	7	0	0	
5	5	S	M	L	P	S	S	M	L	M	M	L	S	S	P	L	S	P	P	P	M	L	L	L	S	P	P	P	9	7	5	7	0	0	
	ΣP	0	0	2	3	2	1	1	1	0	0	2	2	1	2	2	1	2	2	2	1	1	1	0	1	2	4	3	2						
	ΣS	1	1	1	0	1	2	0	0	1	2	1	1	2	2	1	3	0	0	2	1	0	0	1	2	1	0	0	1						
	ΣM	1	1	0	2	2	2	3	1	3	2	1	1	0	1	0	1	3	1	0	2	1	1	1	2	0	0	2	1						
	ΣL	3	3	2	0	0	0	1	3	1	1	1	1	2	0	2	0	0	2	1	1	3	3	3	0	2	1	0	1						
	ΣC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
	Σ[L]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						

Gambar 3. 8 Contoh Solusi Awal (HMS) HM ke-1

Hasil Jadwal Awal untuk HM ke-2																																			
No	ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΣP	ΣS	ΣM	ΣL	ΣC	$\Sigma [L]$
1	1	M	M	M	L	L	S	S	S	S	M	L	L	P	S	M	L	L	S	S	S	P	L	L	P	P	S	S	S	4	11	5	8	0	0
2	2	M	L	S	M	M	L	L	S	P	M	L	L	P	M	P	M	L	S	M	M	L	S	M	L	S	M	M	L	3	5	11	9	0	0
3	3	P	P	S	S	P	M	L	L	S	M	L	P	P	M	M	L	S	S	M	M	L	P	M	L	S	S	M	L	6	7	8	7	0	0
4	4	M	M	L	L	P	M	L	P	P	M	M	L	P	S	L	S	M	M	L	P	P	S	M	L	L	P	P	S	8	4	8	8	0	0
5	5	M	L	P	P	P	M	L	M	L	P	S	S	S	M	L	P	P	P	P	M	M	S	S	M	L	L	S	P	9	6	7	6	0	0
	ΣP	1	1	1	1	3	0	0	1	2	1	0	1	4	0	1	1	1	1	1	1	2	1	0	1	1	1	1							
	ΣS	0	0	2	1	0	1	1	2	2	0	1	1	1	2	0	1	1	3	1	1	0	3	1	0	2	2	2							
	ΣM	4	2	1	1	1	3	0	1	0	4	1	0	0	3	2	1	1	1	2	3	1	0	3	1	0	1	2							
	ΣL	0	2	1	2	1	1	4	1	1	0	3	3	0	0	2	2	2	0	1	0	2	1	1	3	2	1	0							
	ΣC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
	$\Sigma [L]$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							

Gambar 3. 9 Contoh Solusi Awal (HMS) HM ke-2

Jika diuraikan, indeks tersebut akan membentuk jadwal dengan periode 4 minggu dengan jumlah perawat 5 yang disajikan pada Gambar 3.8 untuk HM ke-1, dan Gambar 3.9 untuk HM ke-2. Dapat diketahui solusi awal yang didapat masih memiliki pelanggaran terhadap *hard constraint* dan *soft constraint*, sehingga perlu untuk diperbaiki dengan proses pencarian solusi baru

Setelah itu akan ditambahkan permintaan cuti dan libur yang diberikan terhadap seluruh solusi pada HM. Untuk rincian contoh permintaan cuti dan libur disajikan pada Tabel 3.10.

Tabel 3. 10 Contoh Permintaan Cuti dan Libur

Permintaan Cuti dan Libur Sebelum Jadwal Berjalan		
ID perawat ke	Nomor hari ke- (Dalam minggu)	Keterangan Cuti dan Libur
1	Hari ke-2,3, 4	Cuti kegiatan penting
4	Hari ke-23	Cuti kegiatan penting
5	Hari ke-6,7 dan 20,21	Cuti kegiatan penting
1	Hari ke-20,21	Libur tahunan 2 permintaan
2	Hari ke-22,23	Libur tahunan 2 permintaan
4	Hari ke-6 dan 14,15	Libur tahunan 3 permintaan
5	Hari ke-9	Libur tahunan 1 permintaan

Setelah memasukkan permintaan cuti dan libur ke dalam solusi awal, proses tersebut akan menghasilkan jadwal yang disajikan pada Gambar 3.10 untuk

HM ke-1, dan Gambar 3.11 untuk HM ke-2. Pelanggaran yang terjadi semakin bertambah, misalnya terdapat kekosongan perawat yang bekerja pada setiap *shift* semakin banyak. Ini karena penambahan permintaan cuti dan libur yang ditambahkan, sehingga perlu untuk dievaluasi.

Tambahkan Cuti dan Libur untuk HM ke-1																																			
No	ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΣP	ΣS	ΣM	ΣL	ΣC	Σ[L]
1	1L	C	C	C	P	P	P	L	M	M	M	L	L	M	P	S	M	L	P	L	L	L	M	M	L	P	M	M	6	1	9	9	3	2	
2	2M	L	L	P	P	S	M	P	S	S	S	M	L	S	S	P	M	L	S	S	M	L	L	P	P	P	M	L	7	8	6	7	0	2	
3	3L	L	P	M	M	M	L	L	L	S	P	P	S	S	P	M	M	M	L	L	L	L	S	S	P	P	P	P	7	5	6	10	0	0	
4	4L	L	P	M	M	L	M	M	M	L	P	P	P	L	L	S	P	P	S	M	L	P	C	M	L	L	P	S	8	3	7	9	1	3	
5	5S	M	L	P	S	C	C	L	L	M	L	S	S	P	L	S	P	P	P	C	C	L	L	S	P	P	P	P	9	6	2	7	4	1	
ΣP		0	0	2	2	2	1	1	1	0	0	2	2	1	1	2	1	2	2	2	0	0	1	0	1	2	4	3	2						
ΣS		1	0	0	0	1	1	0	0	1	2	1	1	2	2	1	3	0	0	2	1	0	0	0	2	1	0	0	1						
ΣM		1	1	0	2	2	1	2	1	2	2	1	1	0	1	0	1	3	1	0	1	1	0	1	2	0	0	2	1						
ΣL		3	3	2	0	0	1	1	3	2	1	1	1	2	1	2	0	0	2	1	2	3	4	3	0	2	1	0	1						
ΣC		0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0						
Σ[L]		0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0						

Gambar 3. 10 Contoh Evaluasi Cuti dan Libur HM ke-1

Tambahkan Cuti dan Libur untuk HM ke-2																																			
No	ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΣP	ΣS	ΣM	ΣL	ΣC	Σ[L]
1	1M	C	C	C	L	S	S	S	S	M	L	L	P	S	M	L	L	S	S	L	L	L	L	P	P	S	S	S	4	11	5	8	0	0	
2	2M	L	S	M	M	L	L	S	P	M	L	L	P	M	P	M	L	S	M	M	L	L	L	S	M	M	L	L	3	5	11	9	0	0	
3	3P	P	S	S	P	M	L	L	S	M	L	P	P	M	M	L	S	S	M	M	L	P	M	L	S	S	M	L	6	7	8	7	0	0	
4	4M	M	L	L	P	L	L	P	P	M	M	L	P	L	L	S	M	M	L	P	P	S	C	L	L	P	P	S	8	4	8	8	0	0	
5	5M	L	P	P	P	C	C	M	L	P	S	S	S	M	L	P	P	P	C	C	S	S	S	M	L	L	S	P	9	6	7	6	0	0	
ΣP		1	1	1	1	3	0	0	1	2	1	0	1	4	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1							
ΣS		0	0	2	1	0	1	1	2	2	0	1	1	1	1	0	1	1	3	1	0	0	2	1	0	2	2	2							
ΣM		4	1	0	1	1	1	0	1	0	4	1	0	0	3	2	1	1	1	2	2	0	0	1	1	0	1	2	0						
ΣL		0	2	1	1	1	2	3	1	1	0	3	3	0	1	2	2	2	0	1	1	3	2	2	3	2	1	0	2						
ΣC		0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0						
Σ[L]		0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0						

Gambar 3. 11 Contoh Evaluasi Cuti dan Libur HM ke-2

Proses selanjutnya adalah melakukan evaluasi untuk pemenuhan aturan *hard constraint* dengan melakukan pergeseran dan pergantian *shift* yang memungkinkan untuk menyelesaikan masalah tersebut. Evaluasi ini dilakukan untuk setiap set solusi dalam HMS. Rincian contoh evaluasi pada HM ke-1 dapat dilihat pada Tabel 3.11.

Evaluasi juga melihat jadwal sebelumnya misalkan terdapat jadwal terdahulu, akan dilakukan pengecekan terhadap *shift* pada jadwal sebelumnya untuk mengidentifikasi pelanggaran pola *shift* terhadap jadwal yang baru.

Tabel 3. 11 Contoh Evaluasi *hard Constraint*

Evaluasi HM ke-1			
Masalah	Evaluasi/ Solusi	Sebelum	Sesudah
Hari ke-2 , ada kekosongan perawat yang bertugas pada <i>shift</i> (Pagi) dan (Siang)	Hari ke-2, perawat ke-3 (Libur) diubah menjadi <i>shift</i> (Pagi), dan ke-4 (Libur) menjadi <i>shift</i> (Siang)	ID/H 2 1 C 2 L 3 L 4 L 5 M ΣP 0 ΣS 0 ΣM 1 ΣL 3	ID/H 2 1 C 2 L 3 P 4 S 5 M ΣP 1 ΣS 1 ΣM 1 ΣL 1
Hari ke-4 , ada kekosongan perawat yang bertugas pada <i>shift</i> (Siang)	Hari ke-4, perawat ke-2 (Pagi) diubah menjadi <i>shift</i> (Siang)	ID/H 4 1 C 2 P 3 M 4 M 5 P ΣP 2 ΣS 0 ΣM 2 ΣL 0	ID/H 4 1 C 2 S 3 M 4 M 5 P ΣP 1 ΣS 1 ΣM 2 ΣL 0
Perawat ke-2, hari ke-7 (Malam) , dan ke-8 (Pagi) , ada urutan (Malam-Pagi)	Perawat ke-2, shift ke-8 (Pagi) dirubah menjadi hari libur	ID/H 7 8 1 P L 2 M P 3 L L 4 M M 5 C L ΣP 1 1 ΣS 0 0 ΣM 2 1 ΣL 1 3	ID/H 7 8 1 P L 2 M L 3 L L 4 M M 5 C L ΣP 1 0 ΣS 0 0 ΣM 2 1 ΣL 1 4
Hari ke-7 kekosongan perawat yang bertugas pada <i>shift</i> (Siang), dan hari ke-8 pada <i>shift</i> (Pagi dan Siang)	Hari ke-7, perawat ke-2 (Malam) diubah menjadi <i>shift</i> (Siang). Hari ke-8, perawat ke-3 (Libur) menjadi <i>shift</i> (Siang), dan ke-1 (Libur) menjadi <i>shift</i> (Pagi)	ID/H 7 8 1 P L 2 M L 3 L L 4 M M 5 C L ΣP 1 0 ΣS 0 0 ΣM 2 1 ΣL 1 4	ID/H 7 8 1 P P 2 S L 3 L S 4 M M 5 C L ΣP 1 1 ΣS 1 1 ΣM 1 1 ΣL 1 2
Hari ke-9 dan hari ke-10 , kekosongan perawat yang bertugas pada <i>shift</i> (Pagi)	-Hari ke-9, perawat ke-1 (Malam) diubah menjadi <i>shift</i> (Pagi). -Hari ke-10, perawat ke-1 (Malam) menjadi <i>shift</i> (Pagi)	ID/H 9 10 1 M M 2 S S 3 L S 4 M L 5 L M ΣP 0 0 ΣS 1 2 ΣM 2 2 ΣL 2 1	ID/H 9 10 1 P P 2 S S 3 L S 4 M L 5 L M ΣP 1 1 ΣS 1 2 ΣM 1 1 ΣL 2 1

Tabel 3. 11 Lanjutan: Contoh Evaluasi *hard Constraint*

Evaluasi HM ke-1			
Masalah	Masalah	Masalah	Masalah
Hari ke-13 , kekosongan perawat yang bertugas pada <i>shift</i> (Malam)	Hari ke-13, perawat ke-1 (Libur) diubah menjadi <i>shift</i> (Malam)	ID/H 13 1 L 2 L 3 S 4 P 5 S ΣP 1 ΣS 2 ΣM 0 ΣL 2	ID/H 13 1 M 2 L 3 S 4 P 5 S ΣP 1 ΣS 2 ΣM 1 ΣL 1
Hari ke-15 , kekosongan perawat yang bertugas pada <i>shift</i> (Malam)	Hari ke-15, perawat ke-1 (Pagi) diubah menjadi <i>shift</i> (Malam)	ID/H 15 1 P 2 S 3 P 4 L 5 L ΣP 2 ΣS 1 ΣM 0 ΣL 2	ID/H 15 1 M 2 S 3 P 4 L 5 L ΣP 1 ΣS 1 ΣM 1 ΣL 2
Hari ke-17 dan 18 , kekosongan perawat yang bertugas pada <i>shift</i> (Siang). Hari ke-19 pada <i>shift</i> (Malam). Hari ke-20 pada <i>shift</i> (Pagi). Hari ke-21 pada <i>shift</i> (Pagi dan Siang). Hari ke-22 pada <i>shift</i> (Siang dan Malam)	-Hari ke-17 perawat ke-1 (Malam) diubah menjadi <i>shift</i> (Siang). -Hari ke-18 perawat ke-5 (Pagi) menjadi <i>shift</i> (Siang). -Hari ke-19 perawat ke-5 (Pagi) menjadi <i>shift</i> (Malam). -Hari ke-20 perawat ke-3 (Libur) menjadi <i>shift</i> (Pagi), -Hari ke-21 perawat ke-3 (Libur) menjadi (Siang). -Hari ke-22 perawat ke-5 (Libur) menjadi <i>shift</i> (Siang)	ID/H 17 18 19 20 21 22 1 M L P L L L 2 M L S S M L 3 M M L L L L 4 P P S M L P 5 P P P C C L ΣP 2 2 2 0 0 1 ΣS 0 0 2 1 0 0 ΣM 3 1 0 1 1 0 ΣL 0 2 1 2 3 4	ID/H 17 18 19 20 21 22 1 S L P L L L 2 M L S S M L 3 M M L P S L 4 P P S M L P 5 P S M C C S ΣP 2 1 1 1 0 ΣS 1 1 2 1 1 ΣM 2 1 1 1 1 ΣL 0 2 1 1 2
Hari ke-26 terdapat kekosongan perawat yang bertugas pada <i>shift</i> (Siang dan Malam). Hari ke-27 pada <i>shift</i> (Siang)	-Hari ke-26 perawat ke-2 (Pagi) diubah menjadi <i>shift</i> (Malam), dan ke-3, (Pagi) ke <i>shift</i> (Siang). -Hari ke-27 perawat ke-1 (Malam) ke <i>shift</i> (Siang)	ID/H 26 27 1 P M 2 P M 3 P P 4 L P 5 P P ΣP 4 3 ΣS 0 0 ΣM 0 2 ΣL 1 0	ID/H 26 27 1 P S 2 M M 3 S P 4 L P 5 P P ΣP 2 3 ΣS 1 1 ΣM 1 1 ΣL 1 0

Hasil dari seluruh proses evaluasi *hard constraint*, menghasilkan jadwal awal yang disimpan dalam HMS, dapat dilihat pada Gambar 3.12 untuk HM ke-1

dan Gambar 3.13 untuk HM ke-2, Pada gambar, setelah dilakukan evaluasi, pelanggaran terhadap *hard constraint* telah berkurang, seperti pelanggaran terhadap aturan penugasan perawat untuk setiap *shift*.

Hasil Akhir Evaluasi pada HM Ke-1																																			
No	ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΣP	ΣS	ΣM	ΣL	ΣC	Σ[L]
1	1L	C	C	C	P	P	P	P	P	P	M	L	M	M	S	S	L	P	L	L	L	M	M	L	P	S	M	8	3	7	7	3	2		
2	2M	L	L	S	P	S	S	L	S	S	S	M	L	S	S	P	M	L	S	S	M	L	L	P	P	M	M	L	4	10	6	8	0	2	
3	3L	P	P	M	M	M	L	S	L	S	P	P	S	S	P	M	M	M	L	P	S	L	L	S	S	S	P	P	8	8	6	6	0	0	
4	4L	S	P	M	M	L	M	M	M	L	P	P	P	L	L	S	P	P	S	M	L	P	C	M	L	L	P	S	8	4	7	8	1	3	
5	5S	M	L	P	S	C	C	L	L	M	L	S	S	P	L	S	P	S	M	C	C	S	L	S	P	P	P	P	7	8	3	6	4	1	
	ΣP	0	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	0	1	0	1	2	2	3	2						
	ΣS	1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	3	1	1	2	1	1	1	0	2	1	1	1	1						
	ΣM	1	1	0	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	0	1	2	0	1	1	1						
	ΣL	3	1	2	0	0	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	0	0	2	1	1	2	3	3	0	2	1	0	1						
	ΣC	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0						
	Σ[L]	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0						

Gambar 3. 12 Contoh Evaluasi *hard Constraint*, HM Ke-1

Hasil Akhir Evaluasi pada HM Ke-2																																			
No	ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΣP	ΣS	ΣM	ΣL	ΣC	Σ[L]
1	1M	C	C	C	L	S	S	S	S	M	L	L	M	S	P	L	L	S	S	L	L	L	P	P	P	S	S	S	4	10	3	8	3	2	
2	2S	S	S	M	M	M	L	P	S	P	S	P	L	P	P	S	M	L	S	M	S	L	L	L	L	M	M	M	L	5	7	8	8	0	2
3	3P	P	S	S	S	M	M	L	S	M	L	P	P	M	M	L	S	S	M	M	L	P	M	L	S	S	M	L	5	8	9	6	0	0	
4	4M	M	L	L	P	L	L	P	P	M	M	L	P	L	L	S	M	M	L	P	P	S	C	S	L	P	P	S	8	4	6	9	1	3	
5	5M	L	P	P	P	C	C	M	L	P	S	S	S	M	L	P	P	P	P	C	C	M	S	M	L	L	S	P	9	5	5	5	4	1	
	ΣP	1	1	1	1	2	0	1	1	2	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
	ΣS	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	0	1	1	1	1	1	2	2						
	ΣM	3	1	1	1	1	1	1	0	3	1	0	1	2	1	1	1	1	2	1	0	1	1	1	1	1	1	2	0						
	ΣL	0	1	1	1	1	2	1	1	1	0	2	3	0	1	2	2	2	0	1	1	3	2	1	2	2	1	0	2						
	ΣC	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0						
	Σ[L]	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0						

Gambar 3. 13 Contoh Evaluasi *hard Constraint*, HM Ke-2

3.2.3 Evaluasi Penalti Solusi Awal (Fungsi Objektif)

Evaluasi penalti bertujuan untuk memberikan nilai kualitas pada kandidat solusi agar dapat diperbaiki sehingga memenuhi *constraint* yang telah ditetapkan. Fungsi objektif pada kasus ini untuk meminimalkan nilai penalti terhadap pelanggaran *soft constraint*.

Pada *soft constraint* ke-1 (SC1) memberikan penalti terhadap pelanggaran aturan jumlah jam kerja yang diperbolehkan dalam satu bulan. Potongan kode

program dari proses SC1 dapat dilihat pada *Pseudocode* 3.2. Rincian parameter pada kode program, untuk (MinWork) adalah nilai untuk jam kerja minimal, dan (MaxWork) adalah nilai untuk jam kerja maksimal dalam 1 bulan,. Poin penalti jika dilanggar sebesar 100.

```

for i = 1:Nurse
    % Penalti SC1 jam kerja normal yang diperbolehkan (100 point)
    if not(any(cuti(:,1)==i)) && not(any(libur(:,1) == i))
        if totK< MinWork || totK>MaxWork
            pinalty= pinalty+100; SC1 = SC1+1;
        end
    end
end

% Penalti SC1 total kerja saat ada cuti dan libur (100 point)
if any(cuti(:,1)==i) || any(libur(:,1) == i)
    if totK< (MinWork-totMin) || totK>(totMax)
        pinalty= pinalty+100; SC1 = SC1+1;
    end
end
end
end

```

Pseudocode 3. 2 Kode Program Pemberian Penalti SC1 (*Soft Constraint* 1)

Untuk perhitungan SC2, aturan yang berlaku adalah *shift* malam seharusnya diikuti hari libur, sehingga urutan *shift* yang diperbolehkan seperti (M-L) atau (M-M), dengan pola yang tidak diinginkan seperti (M-S). Jika terdapat pelanggaran, akan diberikan poin penalti sebesar 100. Untuk kode program pada proses SC2 dapat dilihat pada *Pseudocode* 3.3.

```

% Penalti SC2 Shift malam sebaiknya libur (M-L) (100 point)
for sml=2:JmlHari
    if (Rshift(i, sml-1)==3) && (Rshift(i, sml) ~= 3)
        if (Rshift(i, sml) ~= 4) && (Rshift(i, sml) ~= 5)
            pinalty= pinalty+100;
            SC2=SC2+1;
        end
    end
end
end
end

```

Pseudocode 3. 3 Kode Program Pemberian Penalti SC2 (*Soft Constraint* 2)

Dalam perhitungan SC3, aturan yang berlaku adalah jika terdapat 3 atau lebih *shift* malam berturut-turut, maka selanjutnya mendapatkan libur selama 2 hari, contoh *shift* yang diinginkan adalah (M-M-M-L-L). Proses program akan mengecek setiap urutan *shift* pada jadwal, dan jika terdapat pelanggaran seperti (M-M-M-L-P), maka akan diberikan poin penalti sebesar 100. Kode program dapat dilihat pada *Pseudocode* 3.4.

```

% Penalti SC3 Shift malam 3 kali diikuti libur 2 kali (100)
for sml2=5:JmlHari
    if (Rshift(i,sml2-4)==3) && (Rshift(i,sml2-3)==3) &&
        (Rshift(i,sml2-2)==3)
        if (Rshift(i,sml2-1) < 4) && (Rshift(i,sml2) < 4)
            pinalty= pinalty+100; SC3=SC3+1;
        end
    end
end
end

```

Pseudocode 3. 4 Kode Program Pemberian Penalti SC3 (Soft Constraint 3)

```

for hari = 1:JmlHari
    % Evaluasi min penugasan perawat (100) poin cek cuti libur
    if any(Cuti(cuti,')==hari)
        totalPenugasan = EvaluasiPenugasan
    end
    if any(Libur(libur,')==hari)
        totalPenugasan = EvaluasiPenugasan
    end
    %Penalti SC4 total MAX perawat yang ditugaskan (100 point)
    if Pt > MaxP || St > MaxS || Mt > MaxM || Lt > MaxL
        pinalty= pinalty+100; SC4 =SC4+1;
    end
    %Penalti SC4 total MIN perawat yang ditugaskan (100 point)
    if Pt < MinP || St < MinS || Mt < MinM || Lt < MinL2
        pinalty= pinalty+100; SC4 =SC4+1;
    end
end
end

```

Pseudocode 3. 5 Kode Program Pemberian Penalti SC4 (Soft Constraint 4)

Dalam perhitungan SC4, aturan yang berlaku adalah menetapkan jumlah perawat yang akan ditugaskan setiap *shift*. Jika ada permintaan cuti dan libur,

maka total perawat yang ditugaskan akan disesuaikan dengan total permintaan cuti dan libur yang diajukan oleh perawat. Proses ini melibatkan evaluasi dan mempertimbangkan sisa perawat yang tersedia. Jika terdapat kekurangan atau kelebihan *shift* yang bertugas pada beberapa *shift*, akan diberikan poin penalti sebesar 100. Kode program dapat dilihat pada *Pseudocode 3.5*.

```

% Penalti SC5 total shift yang diperoleh setiap perawat (100)
% Evaluasi jumlah shift, jika ada cuti & permintaan libur

if any(Cuti(cuti, :)==hari) || any(Libur(libur, :)==hari)
    totalPenugasan = EvaluasiPenugasan
end

% penalti SC5 total MIN shift yang diijinkan setiap perawat
if (TotL<minL2)|| (TotP < minP2)|| (TotS < minS2)|| (TotM <
minM2)
    pinalty= pinalty+100; SC5 = SC5+1;
end

% penalti SC5 total MAX shift yang diijinkan setiap perawat
if (TotL>maxL2)|| (TotP > maxP2)|| (TotS > maxS2)|| (TotM >
maxM2)
    pinalty= pinalty+100; SC5 = SC5+1;
end

```

Pseudocode 3.6 Kode Program Pemberian Penalti SC5 (*Soft Constraint 5*)

Dalam perhitungan SC5, aturan ini memberikan penalti terhadap jumlah total *shift* yang didapatkan oleh setiap perawat, dengan memperhatikan permintaan cuti dan libur. Jika terdapat permintaan cuti dan libur, maka jumlah *shift* yang diperbolehkan akan dievaluasi dan disesuaikan dengan jumlah cuti dan libur yang diajukan. Jika ada perawat yang memiliki *shift* yang terlalu sedikit atau terlalu banyak, maka diberikan poin penalti sebesar 100. Kode program pada *Pseudocode 3.6*.


```

% Penalti (SC6) shift berurutan selama 6 kali (10 point)
for samaS = 6:JmlHari
    if (Rshift(i, samaS-5)~=5) && (Rshift(i, samaS-5)==Rshift
        (i, samaS-4)) && (Rshift(i, samaS-5)==Rshift(i, samaS 3)) &&
        (Rshift(i, samaS-5)==Rshift(i, samaS-2)) && (Rshift(i, samaS-
        5)==Rshift(i, samaS-1)) && (Rshift(i, samaS-5)==Rshift(i, samaS))
        pinalty= pinalty+10; SC6=SC6+1;
    end
end

```

Pseudocode 3. 7 Kode Program Pemberian Penalti SC6 (Soft Constraint 6)

Pada perhitungan SC6, aturan ini memeriksa urutan *shift*, dengan aturan tidak ada *shift* yang berurutan lebih dari 5 hari, contohnya jika ada *shift* pagi sebanyak 6 hari yang didapatkan perawat, maka akan diberikan poin penalti sebesar 10. Kode program dapat dilihat pada *Pseudocode 3.7*

```

% penalti SC7 shift acak selama 5 hari
for bedaS = 5:JmlHari
    if Rshift(bedaS(1)) ~= Rshift(bedaS(2)) && Rshift(bedaS(2)) ~=
        Rshift(bedaS(3)) && Rshift(bedaS(3)) ~= Rshift(bedaS(4)) &&
        Rshift(bedaS(4)) ~= Rshift(bedaS(5)) && Rshift(bedaS(5)) ~=
        Rshift(bedaS(6))
        pinalty= pinalty+1;
        SC7=SC7+1;
    end
end

% penalti SC7 shift terisolasi
for sIso=3:JmlHari
    if (Rshift(sIso(1)) == Rshift(i, sIso(2))) && (Rshift(i,
        sIso(2)) ~= Rshift(i, sIso(1)))
        pinalty= pinalty+1;
        SC7=SC7+1;
    end
end

% Penalti (SC7) bukan shift malam tapi mendapatkan libur
for stM=2:JmlHari
    if (Rshift(stM(1)<3) && (Rshift(i, sIso(2))==4)
        pinalty= pinalty+1;
        SC7=SC7+1;
    end
end

```

Pseudocode 3. 8 Kode Program Pemberian Penalti SC7 (Soft Constraint 7)

Pada perhitungan SC7, aturan ini memberikan penalti terhadap *shift* acak, yaitu *shift* yang mengalami pergantian secara berturut-turut sampai lebih dari 4 kali, misalkan terdapat (S-S-P-S-M-L-S-S-L) , dalam pola tersebut ada (S-P-S-M-L-S) ada 5 kali pergantian *shift* dan memiliki *shift* yang berbeda-beda selama 6 hari, terisolasi misalkan (P-S-P), dan aturan urutan libur sebelumnya bukan *shift* malam (S-L) atau (P-L), pelanggaran tersebut akan diberikan poin penalti sebesar 1. Seluruh proses ini dilakukan dengan mengecek urutan-urutan *shift* yang terdapat pada jadwal. Kode program dapat dilihat pada *Pseudocode* 3.8

```

%Penalti SC8 pengecekan permintaan Cuti dan libur(100 point)
if Rshift(cuti) ~= 5 || Rshift(libur) ~= 4
    pinalty= pinalty+100;
    SC8 = SC8+1;
end
% Penalti SC8 melebihi batas libur mingguan
for minggu = 1:minggu
    liburW = sum((Rshift(i, (aw:minggu*7))) == 4);
    % Libur lebih dari 3 (tanpa ada permintaan Libur)
    if liburW > 3
        if not(any(libur(liburH, :)==hari))
            pinalty= pinalty+100;
            SC8 = SC8+1;
        end
    % Penalti SC8 libur reguler lebih dari 5 kali dalam 1 minggu
    if liburW > 5
        pinalty= pinalty+100;
        SC8 = SC8+1;
    end
end
end

```

Pseudocode 3. 9 Kode Program Pemberian Penalti SC8 (Soft *Constraint* 8)

Pada perhitungan SC8, aturan ini memberikan penalti terhadap pelaksanaan permintaan cuti dan penambahan libur yang diajukan perawat. Proses ini akan dilakukan pengecekan apakah permintaan cuti atau libur telah berhasil diberikan atau belum dengan memberikan poin penalti sebesar 100, misal jika

permintaan libur melebihi kuota libur tahunan. Kode program dapat dilihat pada *Pseudocode 3.9*.

$$f(x) = \sum SC_n \times p_n \tag{3.3}$$

$$f(x) = \begin{bmatrix} f(x^1) \\ f(x^2) \\ f(x^3) \\ \dots \\ f(x^{HMS}) \end{bmatrix} \tag{3.4}$$

Dengan adanya evaluasi penalti, pencarian solusi dapat diarahkan menuju hasil yang lebih baik, setiap solusi akan dinilai berdasarkan fungsi objektif yang dihitung menggunakan rumus persamaan (3.3), dimana f adalah fungsi objektif dari poin penalti, x adalah inisial HM dalam memori HMS, dan SC Jumlah pelanggaran pada *soft constraint*, p adalah bobot penalti pada *soft constraint*, dan n adalah nomor dari *soft constraint*. Setelah itu nilai $f(x)$ akan disimpan sesuai dengan bentuk persamaan (3.4).

Tabel 3. 12 Contoh hasil Fungsi Objektif HMS

HMS	Jadwal	f(x)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	<p style="text-align: center;">Hasil Akhir Evaluasi pada HM Ke-1</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>IDH</th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th><th>16</th><th>17</th><th>18</th><th>19</th><th>20</th><th>21</th><th>22</th><th>23</th><th>24</th><th>25</th><th>26</th><th>27</th><th>28</th> <th>ΣP</th> <th>ΣS</th> <th>ΣM</th> <th>ΣL</th> <th>ΣC</th> <th>ΣU</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1L</td> <td>C</td><td>C</td><td>C</td><td>C</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>M</td><td>L</td><td>M</td><td>M</td><td>M</td><td>S</td><td>S</td><td>L</td><td>P</td><td>L</td><td>L</td><td>L</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>S</td><td>M</td> <td>8</td><td>3</td><td>7</td><td>7</td><td>3</td><td>2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2M</td> <td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>S</td><td>S</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td> <td>4</td><td>10</td><td>6</td><td>8</td><td>0</td><td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3L</td> <td>P</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>P</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>S</td><td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>P</td> <td>8</td><td>8</td><td>6</td><td>6</td><td>0</td><td>0</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4L</td> <td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>P</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>C</td><td>M</td><td>L</td><td>L</td><td>P</td><td>S</td> <td>8</td><td>4</td><td>7</td><td>8</td><td>1</td><td>3</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>5S</td> <td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>S</td><td>C</td><td>C</td><td>L</td><td>L</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>S</td><td>M</td><td>C</td><td>C</td><td>S</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td> <td>7</td><td>8</td><td>3</td><td>6</td><td>4</td><td>1</td> </tr> <tr> <td>ΣP</td> <td></td> <td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΣS</td> <td></td> <td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΣM</td> <td></td> <td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΣL</td> <td></td> <td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>0</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΣC</td> <td></td> <td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΣU</td> <td></td> <td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>	No	IDH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΣP	ΣS	ΣM	ΣL	ΣC	ΣU	1	1L	C	C	C	C	P	P	P	P	P	P	M	L	M	M	M	S	S	L	P	L	L	L	M	M	L	P	S	M	8	3	7	7	3	2	2	2M	L	L	S	P	S	S	L	S	S	S	M	L	S	S	P	M	L	S	S	M	L	L	P	P	M	M	L	4	10	6	8	0	2	3	3L	P	P	M	M	M	L	S	L	S	P	P	S	S	P	M	M	M	L	P	S	L	L	S	S	S	P	P	8	8	6	6	0	0	4	4L	S	P	M	M	L	M	M	L	P	P	P	L	L	S	P	P	S	M	L	P	C	M	L	L	P	S	8	4	7	8	1	3	5	5S	M	L	P	S	C	C	L	L	M	L	S	S	P	L	S	P	S	M	C	C	S	L	S	P	P	P	7	8	3	6	4	1	ΣP		0	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	0	1	0	1	2	2	3	2							ΣS		1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	3	1	1	2	1	1	1	0	2	1	1	1	1							ΣM		1	1	0	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	0	1	2	0	1	1	1	1							ΣL		3	1	2	0	0	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	0	0	2	1	1	2	3	3	0	2	1	0	1							ΣC		0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0							ΣU		0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0							931	
No	IDH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΣP	ΣS	ΣM	ΣL	ΣC	ΣU																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
1	1L	C	C	C	C	P	P	P	P	P	P	M	L	M	M	M	S	S	L	P	L	L	L	M	M	L	P	S	M	8	3	7	7	3	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
2	2M	L	L	S	P	S	S	L	S	S	S	M	L	S	S	P	M	L	S	S	M	L	L	P	P	M	M	L	4	10	6	8	0	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
3	3L	P	P	M	M	M	L	S	L	S	P	P	S	S	P	M	M	M	L	P	S	L	L	S	S	S	P	P	8	8	6	6	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
4	4L	S	P	M	M	L	M	M	L	P	P	P	L	L	S	P	P	S	M	L	P	C	M	L	L	P	S	8	4	7	8	1	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
5	5S	M	L	P	S	C	C	L	L	M	L	S	S	P	L	S	P	S	M	C	C	S	L	S	P	P	P	7	8	3	6	4	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
ΣP		0	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	0	1	0	1	2	2	3	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
ΣS		1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	3	1	1	2	1	1	1	0	2	1	1	1	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
ΣM		1	1	0	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	0	1	2	0	1	1	1	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
ΣL		3	1	2	0	0	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	0	0	2	1	1	2	3	3	0	2	1	0	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
ΣC		0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
ΣU		0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
2	<p style="text-align: center;">Hasil Akhir Evaluasi pada HM Ke-2</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>IDH</th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th><th>16</th><th>17</th><th>18</th><th>19</th><th>20</th><th>21</th><th>22</th><th>23</th><th>24</th><th>25</th><th>26</th><th>27</th><th>28</th> <th>ΣP</th> <th>ΣS</th> <th>ΣM</th> <th>ΣL</th> <th>ΣC</th> <th>ΣU</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1M</td> <td>C</td><td>C</td><td>C</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>L</td><td>M</td><td>S</td><td>P</td><td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>L</td><td>L</td><td>L</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td> <td>4</td><td>10</td><td>3</td><td>8</td><td>3</td><td>2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2S</td> <td>S</td><td>M</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>S</td><td>P</td><td>S</td><td>P</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>M</td><td>S</td><td>L</td><td>L</td><td>L</td><td>L</td><td>M</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td> <td>5</td><td>7</td><td>8</td><td>8</td><td>0</td><td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3P</td> <td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td> <td>5</td><td>8</td><td>9</td><td>6</td><td>0</td><td>0</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4M</td> <td>M</td><td>L</td><td>L</td><td>P</td><td>L</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>S</td><td>C</td><td>S</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>S</td> <td>8</td><td>4</td><td>6</td><td>9</td><td>1</td><td>3</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>5M</td> <td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>C</td><td>C</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>C</td><td>C</td><td>M</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td> <td>9</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>4</td><td>1</td> </tr> <tr> <td>ΣP</td> <td></td> <td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΣS</td> <td></td> <td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΣM</td> <td></td> <td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>3</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΣL</td> <td></td> <td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>2</td><td>3</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td><td>2</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΣC</td> <td></td> <td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΣU</td> <td></td> <td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>	No	IDH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΣP	ΣS	ΣM	ΣL	ΣC	ΣU	1	1M	C	C	C	L	S	S	S	S	M	L	L	M	S	P	L	L	S	S	L	L	L	L	P	P	P	S	S	S	4	10	3	8	3	2	2	2S	S	M	M	M	L	P	S	P	S	P	L	P	P	S	M	L	S	M	S	L	L	L	L	M	M	M	L	5	7	8	8	0	2	3	3P	S	S	S	M	M	L	S	M	L	P	P	M	M	L	S	S	M	M	L	P	M	L	S	S	M	L	5	8	9	6	0	0	4	4M	M	L	L	P	L	L	P	P	M	M	L	P	L	L	S	M	M	L	P	P	S	C	S	L	P	P	S	8	4	6	9	1	3	5	5M	L	P	P	P	C	C	M	L	P	S	S	S	M	L	P	P	P	P	C	C	M	S	M	L	L	S	P	9	5	5	5	4	1	ΣP		1	1	1	1	2	0	1	1	2	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							ΣS		1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	0	1	1	1	1	1	2	2							ΣM		3	1	1	1	1	1	1	0	3	1	0	1	2	1	1	1	1	1	2	1	0	1	1	1	1	1	2	0							ΣL		0	1	1	1	1	2	1	1	1	0	2	3	0	1	2	2	2	0	1	1	3	2	1	2	2	1	0	2							ΣC		0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0							ΣU		0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0							1124
No	IDH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΣP	ΣS	ΣM	ΣL	ΣC	ΣU																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
1	1M	C	C	C	L	S	S	S	S	M	L	L	M	S	P	L	L	S	S	L	L	L	L	P	P	P	S	S	S	4	10	3	8	3	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
2	2S	S	M	M	M	L	P	S	P	S	P	L	P	P	S	M	L	S	M	S	L	L	L	L	M	M	M	L	5	7	8	8	0	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
3	3P	S	S	S	M	M	L	S	M	L	P	P	M	M	L	S	S	M	M	L	P	M	L	S	S	M	L	5	8	9	6	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	4M	M	L	L	P	L	L	P	P	M	M	L	P	L	L	S	M	M	L	P	P	S	C	S	L	P	P	S	8	4	6	9	1	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
5	5M	L	P	P	P	C	C	M	L	P	S	S	S	M	L	P	P	P	P	C	C	M	S	M	L	L	S	P	9	5	5	5	4	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
ΣP		1	1	1	1	2	0	1	1	2	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
ΣS		1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	0	1	1	1	1	1	2	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
ΣM		3	1	1	1	1	1	1	0	3	1	0	1	2	1	1	1	1	1	2	1	0	1	1	1	1	1	2	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
ΣL		0	1	1	1	1	2	1	1	1	0	2	3	0	1	2	2	2	0	1	1	3	2	1	2	2	1	0	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
ΣC		0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
ΣU		0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																

Misal terjadi pelanggaran pada SC1 dua kali dengan bobot penalti 100, dan pada SC6 satu kali dengan penalti 10, sehingga setiap jumlah penalti dikalikan dengan bobot sesuai dengan persamaan (3.3), misal pada solusi HM ke-1, didapatkan total penalti sebanyak 31 kali, dengan perhitungan: $\sum SC_n \times p_n = SC2(1 \times 100) + SC3(1 \times 100) + SC4(6 \times 100) + SC5(1 \times 100) + SC6(1 \times 10) + SC7(21 \times 1) = 931$ sehingga total menjadi 931 poin.

Tabel 3. 13 Contoh Rincian Penalti *soft Constraint*

Soft Constraint	Rincian	Penalti	f(x)
SC2 <i>shift</i> malam tidak diikuti hari libur	-Perawat 1 hari ke 15,16 (M-S)	1	100
SC3 3 <i>shift</i> malam berturut-turut diikuti 2 hari libur	-Perawat 1 hari 13,14,15 (M-M-M), bukan libur pada hari 16,17 (S-S)	1	100
SC4 Maksimal dan minimal perawat yang bertugas (2 sampai 5)	-Hari 1, sedikit <i>shift</i> pagi -Hari 3, sedikit <i>shift</i> siang dan malam -Hari 21, sedikit <i>shift</i> pagi -Hari 22, sedikit <i>shift</i> malam -Hari 23, sedikit <i>shift</i> pagi dan siang -Hari 25, sedikit <i>shift</i> malam	6	600
SC5 Maksimal dan minimal <i>shift</i> yang didapatkan perawat	-Perawat 2 terlalu banyak <i>shift</i> siang (10 Siang)	1	100
SC6 <i>Shift</i> berurutan 6 hari lebih	-Perawat 1, dari hari ke-5 berurutan 6 <i>shift</i> pagi	1	10
SC7 Pergantian <i>shift</i> berturut-turut tidak lebih dari 4 kali	Terisolasi -Perawat 1, hari 11,12,13 (M-L-M), 18,19,20 (L-P-L) -Perawat 2, hari 7,8,9 (S-L-S) -Perawat 3, hari 7,8,9 (L-S-L), 8,9,10 (S-L-S) -Perawat 4, hari 12,13,14 (M-L-M) -Perawat 5, hari 9,10,11 (L-M-L), 16,17,18 (S-P-S), 22,23,24 (S-L-S) Acak -Perawat 3 hari 6,7,8,9,10,11 (M-L-S-L-S-P) -Perawat 5 hari 13,14,15,16,17,18 dan 19 (S-P-L-S-P-S-M), 2 kali melebihi <i>shift</i> acak Urutan libur -Perawat 1, hari 17-18 (S-L), hari 19,20 (P-L) -Perawat 3, hari 8,9 (S-L), hari 21,22 (S-L) -Perawat 4, hari 13,14 (P-L) -Perawat 5, hari 14,15 (P-M), hari 22,23 (S-L)	21	21
Total penalti		31	931

Hasil perhitungan nilai fungsi dari seluruh HMS, dapat dilihat pada Tabel 3.12. Didapatkan HM ke-1 dengan poin 931, dan HM ke-2 sebesar 1124. Rincian penalti yang didapatkan setiap memori HM disajikan pada Tabel 3.13. Didapatkan nilai penalti

3.2.4 Membentuk *New Harmony* atau *Harmony Baru* (nNew)

Proses pembentukan *new harmony* (nNew) berperan dalam melakukan improvisasi atau pencarian solusi yang lebih optimal dengan membandingkan kualitas terhadap solusi-solusi sebelumnya dalam HMS. Evaluasi terhadap HM dilakukan dengan mempertimbangkan nilai penalti pada fungsi objektif.

```

for it = 1:MaxIt % Iterasi (NI)
    NEW = repmat(empty_harmony, nNew, 1); % Besar memori baru
    for k = 1:nNew
        %Bangkitkan solusi baru
        NEW(k).Position = round(unifrnd(1, PoolMax, VarSize));
        for j = 1:(Nurse*JmlMinggu)
            if rand <= HMCR % HMCR
                i = randi([1 HMS]);
                NEW(k).Position(j) = HM(i).Position(j);
                if rand <= PAR % PAR
                    BW=unifrnd(BWMin, BWMax);
                    DELTA = round(BW*unifrnd(-1, +1));
                    NEW(k).Position(j) = NEW(k).Position(j)+DELTA;
                end
            end
        end
        NEW(k).Position = round(max(NEW(k).Position, 1));
        NEW(k).Position = round(min(NEW(k).Position, PoolMax));
        % Menghitung cost Fungsi objektif terhadap penalti
        NEW(k).Cost = CostF(NEW2(k).Position, 0);
    end
end

```

Pseudocode 3. 10 Kode Program Mencari Solusi Baru nNew

Oleh karena itu, langkah pembuatan *harmony* baru mirip dengan langkah pemilihan *harmony* awal, yakni dengan membangkitkan solusi baru sesuai dengan

jumlah (n_{New}) dengan pemilihan indeks secara acak dari pola global (*Pool pattern shift*).

```

% Setetelah shift malam sebaiknya libur
if sblmShift(gh) == 3 && Rshift(gj,1) == 1
    Rshift(gj,1) = shiftEvaluasi;
end
for cuy = 1:Nurse    %Permintaan libur
    if rowCutI>=cuy
        for ja = 2:isi
            Rshift(reqCutI(cuy,1), reqCutI(cuy,ja)) = 4;
        end
    end
end
for cuy = 1:Nurse    %Permintaan Cuti
    if rowSCuti>=cuy
        for ja = 2:isi
            Rshift(SCuti(cuy,1), SCuti(cuy,ja)) = 5;
        end
    end
end
% Evaluasi jumlah perawat yang bertugas tidak ada yang kosong
if totPagi== 0 || totSiang == 0 || totMalam == 0
    Rshift(perawat,hari) = shiftEvaluasi;
end

```

Pseudocode 3. 11 Kode Program Evaluasi *hard Constraint* (n_{New})

Pola yang didapatkan akan disimpan pada memori n_{New} , setelah itu akan dilakukan proses HMCR dan PAR, serta dilakukan input terhadap permintaan cuti dan libur yang diminta sebelum jadwal berjalan. Setelah itu akan dilakukan evaluasi terhadap *hard constraint* dan menghitung penalti terhadap *soft constraint*. Dalam proses pencarian solusi baru ini dilakukan berdasarkan jumlah *Number of improvisation* (NI). Rincian proses pembangkitan n_{New} , HMCR dan PAR dapat dilihat pada kode program pada *Pseudocode 3.10*.

Kode program pada *Pseudocode* 3.11 merupakan proses pemberian permintaan cuti dan libur, serta proses dalam melakukan evaluasi terhadap pelanggaran *hard constraint*.

3.2.5 *Improvisasi new harmony memory (HMCR dan PAR)*

Pada proses improvisasi parameter HMCR, PAR berperan dalam mencari anggota solusi baru dengan menggunakan proses pergeseran dan pergantian nilai indeks terhadap solusi dari nNew.

3.2.5.1 Proses *Harmony Considerate Rate (HMCR)*

Pada tahap HMCR, dilakukan pembaharuan solusi dengan menggunakan probabilitas pemilihan indeks solusi dari memori HMS. Rumus HMCR dapat dilihat pada persamaan (3.5).

$$x'_i = \begin{cases} x'_i \in \{x_i^1, x_i^2, \dots, x_i^{HMS}\} & \text{HMCR,} \\ x'_i \in X_i & 1 - \text{HMCR} \end{cases} \quad (3.5)$$

Misalkan nilai HMCR adalah 0,89, maka probabilitas untuk mengambil nilai dari kumpulan *harmony* lama (HMS) adalah 0,89, sedangkan probabilitas untuk mempertahankan nilai solusi baru pada nNew yang diambil dari pola global adalah 1-HMCR atau 0,11.

3.2.5.2 Metode *Pitch Adjustment Rate (PAR)*

Jika proses HMCR mengambil solusi baru dari memori HMS, maka akan dilanjutkan dengan proses PAR, jika pada proses HMCR mempertahankan nilai nNew, maka PAR tidak dijalankan. Proses PAR dalam improvisasi adalah menggeser indeks solusi dari memori HMS yang didapatkan dari proses HMCR

ke indeks terdekat sesuai dengan nilai bandwidth. Rumus PAR dapat dilihat pada persamaan (3.6).

$$x'_i = \begin{cases} x'_i \in PAR \\ x'_i \in X & (1 - PAR) \end{cases} \quad (3.6)$$

Jika nilai PAR adalah 0,1, maka probabilitas untuk melakukan penyesuaian *pitch* atau pergeseran nilai indeks ke indeks nilai terdekat adalah 0,1. Sedangkan probabilitas untuk mempertahankan nilai awal dari pemilihan solusi baru dari memori HM dengan nilai (1-PAR) yaitu 0,9.

```

%Evaluasi jika ada jadwal lain sebelumnya
if sblmShift(gh) == 3
    if Rshift(gj,1) == 1
        Rshift(gj,1) = shiftEvaluasi;
    end
end
% Permintaan libur yang harus diberikan
for cuy = 1:Nurse
    if rowCutl>=cuy
        isi = sum(~isnan(reqCutl(cuy,:)));
        for ja = 2:isi
            Rshift(reqCutl(cuy,1), reqCutl(cuy,ja)) = 4;
        end
    end
end
% Permintaan libur yang harus diberikan
rowSCutl = size(SCutl,1);
for cuy = 1:Nurse
    if rowSCutl>=cuy
        isi = sum(~isnan(SCutl(cuy,:)));
        for ja = 2:isi
            Rshift(SCutl(cuy,1), SCutl(cuy,ja)) = 5;
        end
    end
end
% Evaluasi jumlah perawat yang bertugas
if totPagi>MaxP || totSiang>MaxS || totMalam>MaxM
    Rshift(perawat,hari) = shiftEvaluasi;
end

```

Pseudocode 3. 12 Kode Program Evaluasi *hard Constraint* (nNew)

Untuk rumus bandwidth yang mengatur pergeseran terhadap indeks solusi, dapat dilihat pada persamaan (3.7), dengan x^{new} adalah solusi baru setelah proses pergeseran, x^{old} adalah solusi awal dari proses sebelumnya yaitu HMCR, bw adalah nilai dari pergeseran yang diberikan, ϵ nilai random yang mengatur hasil akhir pergeseran.

$$x^{new} = x^{old} + (bw) * \epsilon \quad (3.7)$$

Tabel 3. 14 Contoh Indeks Solusi baru nNew Iterasi ke-1

ITERASI KE-1												
nNew ke-	Perawat 1				Perawat 2				Perawat 3			
	Minggu ke				Minggu ke				Minggu ke			
1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	41	230	189	365	154	461	139	1	3	576	26	335
	Perawat 4				Perawat 5				Seluruh indeks diambil dari <i>pool pattern shift</i>			
	Minggu ke				Minggu ke							
	1	2	3	4	1	2	3	4				
	120	103	434	416	488	325	495	360				

Tabel 3. 15 Contoh Indeks Solusi baru nNew Iterasi ke-2

ITERASI KE-2												
nNew ke-	Perawat 1				Perawat 2				Perawat 3			
	Minggu ke				Minggu ke				Minggu ke			
1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	497	125	67	385	15	24	73	509	235	143	230	109
	Perawat 4				Perawat 5				Indeks diambil dari <i>pool pattern shift</i>			
	Minggu ke				Minggu ke							
	1	2	3	4	1	2	3	4				
	482	206	197	451	364	484	224	116				

Selanjutnya akan dilakukan pemberian permintaan cuti dan libur terhadap solusi yang didapatkan, serta dilakukan evaluasi terhadap pelanggaran *hard constraint*. Proses ini dilakukan dalam setiap iterasi dalam *harmony search*. Kode program untuk pemberian permintaan cuti dan libur serta evaluasi *hard constraint* ditampilkan pada Pseudocode 3.12. Pada kode program, terdapat pengecekan terhadap *shift* dari jadwal sebelumnya, sehingga jadwal pada bulan sebelumnya diperhatikan dalam proses evaluasi.

Tabel 3. 16 Contoh Evaluasi terhadap HMCR dan PAR

No	Iterasi ke-1		Iterasi ke-2	
	nNew ke-1		nNew ke-1	
	Indeks Sebelum dan Sesudah	Proses HMCR dan PAR	Indeks Sebelum dan Sesudah	Proses HMCR dan PAR
1	41 ke 507	HMCR (dari HMS)	497 ke 507	HMCR (dari HMS)
2	230 ke 230	Pertahankan nilai nNew	125 ke 230	HMCR (dari HMS)
3	189 ke 80	HMCR (dari HMS)	67 ke 80	HMCR (dari HMS)
4	365 ke 584	HMCR (dari HMS)	385 ke 584	HMCR (dari HMS)
5	154 ke 387	HMCR (Dari HMS), PAR (pergeseran +1)	15 ke 386	HMCR (dari HMS)
6	461 ke 62	HMCR (dari HMS)	24 ke 61	HMCR (dari HMS), PAR (Pergeseran -1)
7	139 ke 128	HMCR (dari HMS)	73 ke 128	HMCR (dari HMS), PAR (Pergeseran -1)
8	1 ke 341	HMCR (dari HMS)	509 ke 341	HMCR (dari HMS)
9	3 ke 18	HMCR (dari HMS)	235 ke 18	HMCR (dari HMS)
10	576 ke 545	HMCR (dari HMS)	143 ke 545	HMCR (dari HMS), PAR (Pergeseran -1)
11	26 ke 99	HMCR (dari HMS)	230 ke 380	HMCR (dari HMS)
12	335 ke 604	HMCR (dari HMS)	109 ke 604	HMCR (dari HMS)
13	120 ke 595	HMCR (dari HMS)	482 ke 594	HMCR (dari HMS), PAR (Pergeseran -1)
14	103 ke 302	HMCR (dari HMS)	206 ke 302	HMCR (dari HMS)
15	434 ke 498	HMCR (dari HMS)	197 ke 536	HMCR (dari HMS)
16	416 ke 89	HMCR (dari HMS), PAR (pergeseran -2)	451 ke 451	Pertahankan nilai nNew
17	488 ke 263	HMCR (dari HMS)	364 ke 364	Pertahankan nilai nNew
18	325 ke 570	HMCR (dari HMS)	484 ke 353	HMCR (dari HMS)
19	495 ke 493	HMCR (dari HMS)	224 ke 493	HMCR (dari HMS)
20	360 ke 232	HMCR (dari HMS)	116 ke 597	HMCR (dari HMS)

Untuk contoh pembangkitan solusi baru yang diambil dari indeks pola global, dapat dilihat pada Tabel 3.14 untuk iterasi ke-1 dan Tabel 3.15 untuk iterasi ke-2.

Setelah mendapatkan solusi baru dari indeks pola global, selanjutnya akan dilakukan evaluasi dengan HMCR dan PAR. Untuk rincian proses improvisasi HMCR dan PAR terhadap n_{New} pada iterasi ke-1 dan ke-2 dapat dilihat pada Tabel 3.16. dengan tahap proses improvisasi sebagai berikut:

- Improvisasi pada indeks nomor 5 (154)
 1. indeks awal $i^{old} = 154$, dilakukan pembangkitan nilai random (r) antara 0 sampai 1, misal $r=0,55$, cek apakah $r \leq HMCR$ ($0,5 \leq 0,89$) karena r lebih kecil dari nilai HMCR, maka diambil dari memori HMS, misal indeks baru $x = 386$.
 2. Selanjutnya, dilakukan pembangkitan nilai random (r) antara 0 sampai 1, misal $r=0,1$, cek apakah $r \leq PAR$ ($0,1 \leq 0,07$) karena r lebih kecil dari nilai PAR, maka dilakukan pergeseran dengan aturan bandwidth: $x^{new} = x^{old} + (bw) * \epsilon$ sehingga: $x^{new} = 386 + (1) * 1 = 387$. Sehingga menghasilkan solusi baru yaitu $x = 387$.
- Improvisasi pada indeks nomor 1 (41)
 1. indeks awal $i^{old} = 41$, dilakukan pembangkitan nilai random (r) antara 0 sampai 1, misal $r=0,71$, cek apakah $r \leq HMCR$ ($0,5 \leq 0,89$) karena r lebih kecil dari nilai HMCR, maka diambil dari memori HMS, misal indeks baru $x = 507$.

2. Selanjutnya, dilakukan pembangkitan nilai random (r) antara 0 sampai 1, misal $r=0,5$, cek apakah $r \leq \text{PAR}$ ($0,1 \leq 0,5$) karena r lebih besar dari nilai PAR , maka nilai dari HMCR dipertahankan yaitu $x = 507$.
- Improvisasi pada indeks nomor 2 (230)
 1. indeks awal $i^{old} = 41$, dilakukan pembangkitan nilai random (r) antara 0 sampai 1, misal $r=0,91$, cek apakah $r \leq \text{HMCR}$ ($0,5 \leq 0,91$) karena r lebih besar dari nilai HMCR , maka solusi dari $n\text{New}$ yang didapatkan dari *pool pattern shift* dipertahankan $x=230$
 2. Selanjutnya, karena HMCR mempertahankan nilai dari $n\text{New}$, maka PAR tidak dijalankan. Sehingga mempertahankan nilai dari HMCR , maka $x = 230$.

Dari proses improvisasi HMCR dan PAR didapatkan indeks-indeks baru, Untuk iterasi 1 dan 2 dapat dilihat pada Tabel 3.17 dan Tabel 3.18. Perubahan akan disimpan sementara pada $n\text{New}$. Untuk Rincian *shift* dari indeks solusi baru yang didapatkan, disajikan pada Gambar 3.14. dan Gambar 3.15.

Tabel 3. 17 Contoh Hasil dari HMCR & PAR pada $n\text{New}$, Iterasi ke-1

ITERASI KE-1												
nNew ke-	Perawat 1				Perawat 2				Perawat 3			
	Minggu ke				Minggu ke				Minggu ke			
1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	507	230	80	584	387	62	128	341	18	545	99	604
	Perawat 4				Perawat 5				Setelah HMCR dan PAR			
	Minggu ke				Minggu ke							
	1	2	3	4	1	2	3	4				
595	302	498	89	263	570	493	232					

Tabel 3. 18 Contoh Hasil dari HMCR & PAR pada nNew, Iterasi ke-2

ITERASI KE-2												
nNew ke-	Perawat 1				Perawat 2				Perawat 3			
	Minggu ke				Minggu ke				Minggu ke			
1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	507	230	80	584	386	61	128	341	18	545	380	604
	Perawat 4				Perawat 5				Setelah HMCR dan PAR			
	Minggu ke				Minggu ke							
	1	2	3	4	1	2	3	4				
594	302	536	451	364	353	493	597					

Solusi Baru dari Proses HMCR dan PAR nNew ke-1 Iterasi ke-1																																			
No ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΣP	ΣS	ΣM	ΣL	ΣC	Σ[L]	
1	1	P	P	M	L	P	P	S	S	M	L	S	P	P	M	S	S	P	M	M	L	S	M	L	S	P	P	P	M	10	7	7	4	0	0
2	2	S	P	P	M	L	P	P	L	P	S	S	M	L	S	P	M	L	M	M	M	P	P	P	P	M	L	11	4	7	6	0	0		
3	3	P	P	P	M	M	L	L	M	M	L	L	M	M	P	P	S	M	M	L	L	M	M	L	L	L	M	M	6	1	12	9	0	0	
4	4	P	M	L	P	S	S	M	P	M	M	L	S	P	P	L	P	P	S	S	P	P	M	L	L	M	M	L	S	9	6	7	6	0	0
5	5	L	S	P	P	P	P	S	M	M	L	L	S	P	P	L	S	P	P	S	S	S	M	L	P	M	L	P	P	11	7	4	6	0	0
ΣP	3	3	3	3	2	3	1	1	1	0	0	1	3	2	2	2	3	1	0	1	1	1	1	2	2	2	2	1							
ΣS	1	1	0	0	1	1	2	1	0	1	2	2	0	1	1	2	1	1	2	1	2	0	0	1	0	0	0	1							
ΣM	0	1	1	1	1	1	1	4	2	0	1	1	2	0	1	0	2	3	1	1	4	1	0	2	1	2	2								
ΣL	1	0	1	1	1	0	1	2	0	2	3	1	1	0	2	0	1	1	0	2	1	0	3	2	1	2	1	1							
ΣC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
Σ[L]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							

Gambar 3. 14. Contoh nNew ke-1 dengan HMCR dan PAR Iterasi ke-1

Solusi Baru dari Proses HMCR dan PAR nNew ke-1 Iterasi ke-2																																			
No ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΣP	ΣS	ΣM	ΣL	ΣC	Σ[L]	
1	1	L	S	S	P	P	P	P	S	S	M	L	L	P	S	P	S	M	L	P	P	P	L	L	P	P	S	S	S	11	9	2	6	0	0
2	2	M	L	S	M	M	L	L	P	S	S	S	M	L	P	P	M	L	S	M	M	L	M	L	P	P	P	M	L	6	5	9	8	0	0
3	3	P	P	S	S	P	M	L	L	S	M	L	P	P	M	M	L	S	S	M	M	L	L	L	S	S	P	P	P	8	7	6	7	0	0
4	4	L	L	P	S	M	M	M	M	M	L	P	P	P	P	L	S	M	M	L	P	P	L	P	S	S	P	M	L	9	4	8	7	0	0
5	5	M	L	S	P	P	P	S	M	L	P	S	S	S	M	L	S	P	P	P	M	L	L	L	S	P	P	P	P	11	7	4	6	0	0
ΣP	1	1	1	2	3	2	1	1	0	1	1	2	3	2	2	0	1	1	2	2	2	0	1	2	3	4	2	2							
ΣS	0	1	4	2	0	0	1	1	3	1	2	1	1	1	0	3	1	2	0	0	0	0	0	3	2	1	1	1							
ΣM	2	0	0	1	2	2	1	2	1	2	0	1	0	2	1	1	2	1	2	3	0	1	0	0	0	0	2	0							
ΣL	2	3	0	0	0	1	2	1	1	1	2	1	1	0	2	1	1	1	1	0	3	4	4	0	0	0	0	2							
ΣC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
Σ[L]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							

Gambar 3. 15. Contoh nNew ke-1 dengan HMCR dan PAR Iterasi ke-2

Setelah mendapatkan jadwal dengan proses HMCR dan PAR, selanjutnya dilakukan penambahan terhadap permintaan cuti dan libur, sama seperti proses yang dilakukan pada solusi HMS, dengan menggunakan data permintaan cuti dan

libur yang sama pada Tabel 3.10. Sehingga menghasilkan jadwal pada Gambar 3.16 untuk iterasi ke-1, dan 3.17 pada iterasi ke-2.

Solusi Baru Pemberian Cuti dan Libur nNew ke-1 Iterasi ke-1																																				
No	ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΣP	ΣS	ΣM	ΣL	ΣC	Σ[L]	
1	1	L	C	C	C	P	P	P	S	S	M	L	L	P	S	P	S	M	L	P	L	L	L	L	P	P	S	S	S	8	7	2	8	3	2	
2	2	M	L	S	M	L	P	P	S	S	S	M	L	S	P	M	L	S	M	M	L	L	L	P	P	P	M	L	7	6	7	8	0	2		
3	3	P	P	S	S	P	M	L	L	S	M	L	P	P	M	P	M	M	M	L	L	L	L	S	S	P	P	P	9	5	6	8	0	0		
4	4	L	L	P	M	M	L	M	M	M	L	P	P	P	L	L	S	P	P	S	M	L	P	C	M	L	L	P	S	8	3	7	9	1	3	
5	5	S	M	L	P	S	C	C	L	M	M	L	S	S	P	L	S	P	P	P	C	C	S	S	S	M	L	L	S	P	6	8	4	6	4	1
	ΣP	1	1	1	1	2	2	2	1	0	0	1	2	3	1	3	0	2	2	2	0	0	1	0	2	2	2	2	2							
	ΣS	1	0	2	1	1	0	0	1	3	1	1	1	1	2	0	3	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	2	2							
	ΣM	1	1	0	2	1	1	1	1	2	3	0	1	0	1	0	2	2	1	1	2	0	0	0	2	0	0	1	0							
	ΣL	2	2	1	0	1	1	1	2	0	1	3	1	1	1	2	0	1	1	1	2	4	3	3	0	2	2	0	1							
	ΣC	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0							
	Σ[L]	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0							

Gambar 3. 16. Contoh nNew ke-1 Input Cuti & Libur Iterasi ke-1

Solusi Baru Pemberian Cuti dan Libur nNew ke-1 Iterasi ke-2																																			
No	ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΣP	ΣS	ΣM	ΣL	ΣC	Σ[L]
1	1	L	C	C	C	P	P	P	S	S	M	L	L	P	S	P	S	M	L	P	L	L	L	L	P	P	S	S	S	8	7	2	8	3	2
2	2	M	L	S	M	M	L	L	P	S	S	S	M	L	P	P	M	L	S	M	M	L	L	L	P	P	P	M	L	6	5	8	9	0	2
3	3	P	P	S	S	P	M	L	L	S	M	L	P	P	M	M	L	S	S	M	M	L	L	L	S	S	P	P	P	8	7	6	7	0	0
4	4	L	L	P	S	M	L	M	M	M	L	P	P	P	L	L	S	M	M	L	P	P	L	C	S	S	P	M	L	7	4	7	9	1	3
5	5	M	L	S	P	P	C	C	M	L	P	S	S	S	M	L	S	P	P	P	C	C	L	L	S	P	P	P	P	10	6	3	5	4	1
	ΣP	1	1	1	1	3	1	1	1	0	1	1	2	3	1	2	0	1	1	2	1	1	0	0	2	3	4	2	2						
	ΣS	0	0	3	2	0	0	0	1	3	1	2	1	1	1	0	3	1	2	0	0	0	0	0	3	2	1	1	1						
	ΣM	2	0	0	1	2	1	1	2	1	2	0	1	0	2	1	1	2	1	2	2	0	0	0	0	0	0	2	0						
	ΣL	2	3	0	0	0	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	3	5	4	0	0	0	0	2						
	ΣC	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0						
	Σ[L]	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0						

Gambar 3. 17. Contoh nNew ke-1 Input Cuti & Libur Iterasi ke-2

Setelah itu dilakukan evaluasi terhadap pemenuhan aturan *hard constraint*, dengan melakukan perubahan terhadap komponen *shift* yang melanggar aturan. Selanjutnya dihitung fungsi objektif terhadap nNew untuk setiap iterasi yang dilakukan. Hasil jadwal dapat dilihat pada Gambar 3.18 untuk iterasi ke-1, dan Gambar 3.19 untuk iterasi ke-2.

Selanjutnya dilakukan perhitungan fungsi objektif untuk setiap nNew pada seluruh iterasi yang dilakukan. Seperti pada solusi HMS, akan dihitung setiap

pelanggaran yang terjadi, sehingga menghasilkan fungsi objektif yang ditampilkan pada Tabel 3.19.

Solusi Akhir untuk Evaluasi nNew ke-1 Iterasi ke-1																																			
No ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΣP	ΣS	ΣM	ΣL	ΣC	Σ[L]	
1	1	L	C	C	C	P	S	S	S	P	M	M	L	M	S	S	P	M	L	P	L	L	L	L	P	M	S	S	S	5	8	5	7	3	2
2	2	M	L	M	M	L	P	P	P	S	S	S	M	L	S	P	M	L	S	M	S	L	L	L	P	P	M	M	L	6	6	8	8	0	2
3	3	P	P	S	S	P	M	L	L	S	P	L	P	P	M	M	S	M	L	L	S	M	L	S	S	P	P	P	P	9	7	6	6	0	0
4	4	L	S	P	M	M	L	M	M	M	L	P	P	P	L	L	S	P	P	S	M	L	P	C	M	L	L	P	S	8	4	7	8	1	3
5	5	S	M	L	P	S	C	C	L	L	M	L	S	S	P	L	S	P	P	P	C	C	S	S	M	L	L	S	P	6	8	3	7	4	1
ΣP	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	2	0	0	1	0	2	1	1	2	2							
ΣS	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2						
ΣM	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	0	1	0	2	1	1	1	0							
ΣL	2	1	1	0	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	0	1	1	1	2	3	2	3	0	2	2	0	1							
ΣC	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0							
Σ[L]	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0							

Gambar 3. 18. Contoh Evaluasi Hard Constraint nNew-1 Iterasi ke-1

Solusi Akhir untuk Evaluasi nNew ke-1 Iterasi ke-2																																			
No ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΣP	ΣS	ΣM	ΣL	ΣC	Σ[L]	
1	1	S	C	C	C	S	P	P	S	P	M	L	L	M	S	S	P	M	L	S	L	L	L	L	P	M	S	S	S	5	9	4	7	3	2
2	2	M	S	M	M	L	L	P	S	S	M	M	L	P	P	M	L	S	M	S	L	L	L	P	P	M	M	L	5	5	10	8	0	2	
3	3	P	P	S	S	P	M	S	L	S	M	L	P	P	M	M	L	S	S	M	M	L	L	L	S	S	P	P	P	8	8	6	6	0	0
4	4	L	L	P	S	M	M	M	L	P	P	P	L	L	S	M	M	L	P	P	L	C	S	S	P	M	L	S	7	5	7	8	1	3	
5	5	M	L	S	P	P	C	C	M	L	P	S	S	S	M	L	S	P	P	P	C	C	L	L	S	P	P	P	P	10	6	3	5	4	1
ΣP	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	2	2	3	2	2							
ΣS	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	0	0	0	3	2	1	1	1							
ΣM	2	0	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	0	0	0	0	1	1	2	0								
ΣL	1	2	0	0	0	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	3	5	4	0	0	0	0	2							
ΣC	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0							
Σ[L]	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0							

Gambar 3. 19. Contoh Evaluasi Hard Constraint nNew-1 Iterasi ke-2

Tabel 3. 19 Contoh Hasil Solusi baru nNew iterasi ke-1 dan 2

Memori	Hasil	f(x)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
nNew ke-1	<p>Iterasi ke-1</p> <p>Solusi Akhir untuk Evaluasi nNew ke-1 Iterasi ke-1</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No ID/H</th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th><th>16</th><th>17</th><th>18</th><th>19</th><th>20</th><th>21</th><th>22</th><th>23</th><th>24</th><th>25</th><th>26</th><th>27</th><th>28</th> <th>ΣP</th><th>ΣS</th><th>ΣM</th><th>ΣL</th><th>ΣC</th><th>Σ[L]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td><td>L</td><td>C</td><td>C</td><td>C</td><td>P</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>M</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>L</td><td>L</td><td>L</td><td>L</td><td>P</td><td>M</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td> <td>5</td><td>8</td><td>5</td><td>7</td><td>3</td><td>2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td><td>M</td><td>L</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>M</td><td>S</td><td>L</td><td>L</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td> <td>6</td><td>6</td><td>8</td><td>8</td><td>0</td><td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3</td><td>P</td><td>P</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td> <td>9</td><td>7</td><td>6</td><td>6</td><td>0</td><td>0</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>M</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>P</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>C</td><td>M</td><td>L</td><td>L</td><td>P</td><td>S</td> <td>8</td><td>4</td><td>7</td><td>8</td><td>1</td><td>3</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>5</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>S</td><td>C</td><td>C</td><td>L</td><td>L</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>C</td><td>C</td><td>S</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td> <td>6</td><td>8</td><td>3</td><td>7</td><td>4</td><td>1</td> </tr> <tr> <td>ΣP</td> <td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΣS</td> <td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΣM</td> <td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΣL</td> <td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΣC</td> <td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Σ[L]</td> <td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>	No ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΣP	ΣS	ΣM	ΣL	ΣC	Σ[L]	1	1	L	C	C	C	P	S	S	S	P	M	M	L	M	S	S	P	M	L	P	L	L	L	L	P	M	S	S	S	5	8	5	7	3	2	2	2	M	L	M	M	L	P	P	P	S	S	S	M	L	S	P	M	L	S	M	S	L	L	L	P	P	M	M	L	6	6	8	8	0	2	3	3	P	P	S	S	P	M	L	L	S	P	L	P	P	M	M	S	M	L	L	S	M	L	S	S	P	P	P	P	9	7	6	6	0	0	4	4	L	S	P	M	M	L	M	M	M	L	P	P	P	L	L	S	P	P	S	M	L	P	C	M	L	L	P	S	8	4	7	8	1	3	5	5	S	M	L	P	S	C	C	L	L	M	L	S	S	P	L	S	P	P	P	C	C	S	S	M	L	L	S	P	6	8	3	7	4	1	ΣP	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	0	0	1	0	2	1	1	2	2							ΣS	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2							ΣM	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	0	1	0	2	1	1	1	0							ΣL	2	1	1	0	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	0	1	1	1	2	3	2	3	0	2	2	0	1							ΣC	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0							Σ[L]	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0							920
No ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΣP	ΣS	ΣM	ΣL	ΣC	Σ[L]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1	1	L	C	C	C	P	S	S	S	P	M	M	L	M	S	S	P	M	L	P	L	L	L	L	P	M	S	S	S	5	8	5	7	3	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
2	2	M	L	M	M	L	P	P	P	S	S	S	M	L	S	P	M	L	S	M	S	L	L	L	P	P	M	M	L	6	6	8	8	0	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
3	3	P	P	S	S	P	M	L	L	S	P	L	P	P	M	M	S	M	L	L	S	M	L	S	S	P	P	P	P	9	7	6	6	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
4	4	L	S	P	M	M	L	M	M	M	L	P	P	P	L	L	S	P	P	S	M	L	P	C	M	L	L	P	S	8	4	7	8	1	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
5	5	S	M	L	P	S	C	C	L	L	M	L	S	S	P	L	S	P	P	P	C	C	S	S	M	L	L	S	P	6	8	3	7	4	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
ΣP	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	0	0	1	0	2	1	1	2	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
ΣS	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
ΣM	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	0	1	0	2	1	1	1	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
ΣL	2	1	1	0	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	0	1	1	1	2	3	2	3	0	2	2	0	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
ΣC	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Σ[L]	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
nNew Iterasi ke-1	<p>Iterasi ke-2</p> <p>Solusi Akhir untuk Evaluasi nNew ke-1 Iterasi ke-2</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No ID/H</th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th><th>16</th><th>17</th><th>18</th><th>19</th><th>20</th><th>21</th><th>22</th><th>23</th><th>24</th><th>25</th><th>26</th><th>27</th><th>28</th> <th>ΣP</th><th>ΣS</th><th>ΣM</th><th>ΣL</th><th>ΣC</th><th>Σ[L]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>S</td><td>C</td><td>C</td><td>C</td><td>S</td><td>P</td><td>P</td><td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>L</td><td>L</td><td>M</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>L</td><td>L</td><td>L</td><td>L</td><td>P</td><td>M</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td> <td>5</td><td>9</td><td>4</td><td>7</td><td>3</td><td>2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td> <td>M</td><td>S</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>L</td><td>P</td><td>S</td><td>S</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>M</td><td>S</td><td>L</td><td>L</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td> <td>5</td><td>5</td><td>10</td><td>8</td><td>0</td><td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3</td> <td>P</td><td>P</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>S</td><td>L</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td> <td>8</td><td>8</td><td>6</td><td>6</td><td>0</td><td>0</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4</td> <td>L</td><td>L</td><td>P</td><td>S</td><td>M</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>L</td><td>C</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td> <td>7</td><td>5</td><td>7</td><td>8</td><td>1</td><td>3</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>5</td> <td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>P</td><td>C</td><td>C</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>C</td><td>C</td><td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td> <td>10</td><td>6</td><td>3</td><td>5</td><td>4</td><td>1</td> </tr> <tr> <td>ΣP</td> <td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΣS</td> <td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΣM</td> <td>2</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΣL</td> <td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>4</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>2</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΣC</td> <td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Σ[L]</td> <td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>	No ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΣP	ΣS	ΣM	ΣL	ΣC	Σ[L]	1	1	S	C	C	C	S	P	P	S	P	M	L	L	M	S	S	P	M	L	S	L	L	L	L	P	M	S	S	S	5	9	4	7	3	2	2	2	M	S	M	M	L	L	P	S	S	M	M	L	P	P	M	L	S	M	S	L	L	L	P	P	M	M	L	5	5	10	8	0	2	3	3	P	P	S	S	P	M	S	L	S	M	L	P	P	M	M	L	S	S	M	M	L	L	L	S	S	P	P	P	8	8	6	6	0	0	4	4	L	L	P	S	M	M	M	L	P	P	P	L	L	S	M	M	L	P	P	L	C	S	S	P	M	L	S	7	5	7	8	1	3	5	5	M	L	S	P	P	C	C	M	L	P	S	S	S	M	L	S	P	P	P	C	C	L	L	S	P	P	P	P	10	6	3	5	4	1	ΣP	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	2	2	3	2	2							ΣS	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	0	0	0	3	2	1	1	1							ΣM	2	0	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	0	0	0	0	1	1	2	0							ΣL	1	2	0	0	0	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	3	5	4	0	0	0	0	2							ΣC	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0							Σ[L]	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0							1770						
No ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΣP	ΣS	ΣM	ΣL	ΣC	Σ[L]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1	1	S	C	C	C	S	P	P	S	P	M	L	L	M	S	S	P	M	L	S	L	L	L	L	P	M	S	S	S	5	9	4	7	3	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
2	2	M	S	M	M	L	L	P	S	S	M	M	L	P	P	M	L	S	M	S	L	L	L	P	P	M	M	L	5	5	10	8	0	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
3	3	P	P	S	S	P	M	S	L	S	M	L	P	P	M	M	L	S	S	M	M	L	L	L	S	S	P	P	P	8	8	6	6	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
4	4	L	L	P	S	M	M	M	L	P	P	P	L	L	S	M	M	L	P	P	L	C	S	S	P	M	L	S	7	5	7	8	1	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
5	5	M	L	S	P	P	C	C	M	L	P	S	S	S	M	L	S	P	P	P	C	C	L	L	S	P	P	P	P	10	6	3	5	4	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
ΣP	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	2	2	3	2	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
ΣS	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	0	0	0	3	2	1	1	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
ΣM	2	0	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	0	0	0	0	1	1	2	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
ΣL	1	2	0	0	0	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	3	5	4	0	0	0	0	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
ΣC	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Σ[L]	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		

3.2.6 Pembaharuan *Harmony Memory*

Setelah mendapatkan solusi awal yang disimpan dalam HMS serta solusi baru pada nNew, dan menghitung nilai fungsi terhadap seluruh solusi, selanjutnya akan dilakukan pembaharuan pada HMS dengan cara mengeliminasi solusi terburuk yang terdapat pada memori HMS jika solusi baru lebih baik.

Tabel 3. 20 Contoh Perbandingan Fungsi Objektif HMS dan nNew Iterasi ke-1

Memori	Hasil	$f(x)$																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
HMS	HM ke-1 Hasil Akhir Evaluasi pada HM Ke-1 <table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>IDH</th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th><th>16</th><th>17</th><th>18</th><th>19</th><th>20</th><th>21</th><th>22</th><th>23</th><th>24</th><th>25</th><th>26</th><th>27</th><th>28</th> <th>ΣP</th> <th>ΣS</th> <th>ΣM</th> <th>ΣL</th> <th>ΣC</th> <th>$\Sigma [U]$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1L</td> <td>C</td><td>C</td><td>C</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>M</td><td>L</td><td>M</td><td>M</td><td>M</td><td>S</td><td>S</td><td>L</td><td>P</td><td>L</td><td>L</td><td>L</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>S</td><td>M</td> <td>8</td> <td>3</td> <td>7</td> <td>7</td> <td>3</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2M</td> <td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>S</td><td>S</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td> <td>4</td> <td>10</td> <td>6</td> <td>8</td> <td>0</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3L</td> <td>P</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>P</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>S</td><td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>P</td> <td>8</td> <td>8</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4L</td> <td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>M</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>P</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>C</td><td>M</td><td>L</td><td>L</td><td>P</td><td>S</td> <td>8</td> <td>4</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>1</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>5S</td> <td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>S</td><td>C</td><td>C</td><td>L</td><td>L</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>S</td><td>M</td><td>C</td><td>C</td><td>S</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>3</td> <td>6</td> <td>4</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>ΣP</td> <td></td> <td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ΣS</td> <td></td> <td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ΣM</td> <td></td> <td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ΣL</td> <td></td> <td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>0</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ΣC</td> <td></td> <td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>$\Sigma [U]$</td> <td></td> <td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	No	IDH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΣP	ΣS	ΣM	ΣL	ΣC	$\Sigma [U]$	1	1L	C	C	C	P	P	P	P	P	P	M	L	M	M	M	S	S	L	P	L	L	L	M	M	L	P	S	M	8	3	7	7	3	2	2	2M	L	L	S	P	S	S	L	S	S	S	M	L	S	S	P	M	L	S	S	M	L	L	P	P	M	M	L	4	10	6	8	0	2	3	3L	P	P	M	M	M	L	S	L	S	P	P	S	S	P	M	M	M	L	P	S	L	L	S	S	S	P	P	8	8	6	6	0	0	4	4L	S	P	M	M	L	M	M	M	L	P	P	P	L	L	S	P	P	S	M	L	P	C	M	L	L	P	S	8	4	7	8	1	3	5	5S	M	L	P	S	C	C	L	L	M	L	S	S	P	L	S	P	S	M	C	C	S	L	S	P	P	P	P	7	8	3	6	4	1	ΣP		0	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	0	1	0	1	2	2	3	2							ΣS		1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	3	1	1	2	1	1	1	0	2	1	1	1	1							ΣM		1	1	0	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	0	1	2	0	1	1	1							ΣL		3	1	2	0	0	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	0	0	2	1	1	2	3	3	0	2	1	0	1							ΣC		0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0							$\Sigma [U]$		0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0							931				
	No	IDH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΣP	ΣS	ΣM	ΣL	ΣC	$\Sigma [U]$																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
1	1L	C	C	C	P	P	P	P	P	P	M	L	M	M	M	S	S	L	P	L	L	L	M	M	L	P	S	M	8	3	7	7	3	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
2	2M	L	L	S	P	S	S	L	S	S	S	M	L	S	S	P	M	L	S	S	M	L	L	P	P	M	M	L	4	10	6	8	0	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
3	3L	P	P	M	M	M	L	S	L	S	P	P	S	S	P	M	M	M	L	P	S	L	L	S	S	S	P	P	8	8	6	6	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
4	4L	S	P	M	M	L	M	M	M	L	P	P	P	L	L	S	P	P	S	M	L	P	C	M	L	L	P	S	8	4	7	8	1	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
5	5S	M	L	P	S	C	C	L	L	M	L	S	S	P	L	S	P	S	M	C	C	S	L	S	P	P	P	P	7	8	3	6	4	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
ΣP		0	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	0	1	0	1	2	2	3	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
ΣS		1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	3	1	1	2	1	1	1	0	2	1	1	1	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
ΣM		1	1	0	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	0	1	2	0	1	1	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
ΣL		3	1	2	0	0	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	0	0	2	1	1	2	3	3	0	2	1	0	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
ΣC		0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
$\Sigma [U]$		0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
HMS	HMS ke-2 Hasil Akhir Evaluasi pada HM Ke-2 <table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>IDH</th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th><th>16</th><th>17</th><th>18</th><th>19</th><th>20</th><th>21</th><th>22</th><th>23</th><th>24</th><th>25</th><th>26</th><th>27</th><th>28</th> <th>ΣP</th> <th>ΣS</th> <th>ΣM</th> <th>ΣL</th> <th>ΣC</th> <th>$\Sigma [U]$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1M</td> <td>C</td><td>C</td><td>C</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>L</td><td>M</td><td>S</td><td>P</td><td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>L</td><td>L</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td> <td>4</td> <td>10</td> <td>3</td> <td>8</td> <td>3</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2S</td> <td>S</td><td>S</td><td>M</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>S</td><td>P</td><td>S</td><td>P</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>M</td><td>S</td><td>L</td><td>L</td><td>L</td><td>M</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td> <td>5</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>8</td> <td>0</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3P</td> <td>P</td><td>P</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td> <td>5</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>6</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4M</td> <td>M</td><td>L</td><td>L</td><td>P</td><td>L</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>S</td><td>C</td><td>S</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>S</td> <td>8</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>9</td> <td>1</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>5M</td> <td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>C</td><td>C</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>C</td><td>C</td><td>M</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td> <td>9</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>4</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>ΣP</td> <td></td> <td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ΣS</td> <td></td> <td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ΣM</td> <td></td> <td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>3</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ΣL</td> <td></td> <td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>2</td><td>3</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td><td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ΣC</td> <td></td> <td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>$\Sigma [U]$</td> <td></td> <td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	No	IDH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΣP	ΣS	ΣM	ΣL	ΣC	$\Sigma [U]$	1	1M	C	C	C	L	S	S	S	S	M	L	L	M	S	P	L	L	S	S	L	L	L	P	P	P	S	S	S	4	10	3	8	3	2	2	2S	S	S	M	M	M	L	P	S	P	S	P	L	P	P	S	M	L	S	M	S	L	L	L	M	M	M	L	5	7	8	8	0	2	3	3P	P	P	S	S	S	M	M	L	S	M	L	P	P	M	M	L	S	S	M	M	L	P	M	L	S	S	M	L	5	8	9	6	0	0	4	4M	M	L	L	P	L	L	P	P	M	M	L	P	L	L	S	M	M	L	P	P	S	C	S	L	P	P	S	8	4	6	9	1	3	5	5M	L	P	P	P	C	C	M	L	P	S	S	S	M	L	P	P	P	P	C	C	M	S	M	L	L	S	P	9	5	5	5	4	1	ΣP		1	1	1	1	2	0	1	1	2	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							ΣS		1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	0	1	1	1	1	2	2	2							ΣM		3	1	1	1	1	1	1	0	3	1	0	1	2	1	1	1	1	2	1	0	1	1	1	1	1	1	1	2	0							ΣL		0	1	1	1	1	2	1	1	1	0	2	3	0	1	2	2	2	0	1	1	3	2	1	2	2	1	0	2							ΣC		0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0							$\Sigma [U]$		0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0							1124		
	No	IDH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΣP	ΣS	ΣM	ΣL	ΣC	$\Sigma [U]$																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
1	1M	C	C	C	L	S	S	S	S	M	L	L	M	S	P	L	L	S	S	L	L	L	P	P	P	S	S	S	4	10	3	8	3	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
2	2S	S	S	M	M	M	L	P	S	P	S	P	L	P	P	S	M	L	S	M	S	L	L	L	M	M	M	L	5	7	8	8	0	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
3	3P	P	P	S	S	S	M	M	L	S	M	L	P	P	M	M	L	S	S	M	M	L	P	M	L	S	S	M	L	5	8	9	6	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
4	4M	M	L	L	P	L	L	P	P	M	M	L	P	L	L	S	M	M	L	P	P	S	C	S	L	P	P	S	8	4	6	9	1	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
5	5M	L	P	P	P	C	C	M	L	P	S	S	S	M	L	P	P	P	P	C	C	M	S	M	L	L	S	P	9	5	5	5	4	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
ΣP		1	1	1	1	2	0	1	1	2	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
ΣS		1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	0	1	1	1	1	2	2	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
ΣM		3	1	1	1	1	1	1	0	3	1	0	1	2	1	1	1	1	2	1	0	1	1	1	1	1	1	1	2	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
ΣL		0	1	1	1	1	2	1	1	1	0	2	3	0	1	2	2	2	0	1	1	3	2	1	2	2	1	0	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
ΣC		0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
$\Sigma [U]$		0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
nNew Iterasi ke-1	nNew ke-1 Solusi Akhir untuk Evaluasi nNew ke-1 Iterasi ke-1 <table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>IDH</th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th><th>16</th><th>17</th><th>18</th><th>19</th><th>20</th><th>21</th><th>22</th><th>23</th><th>24</th><th>25</th><th>26</th><th>27</th><th>28</th> <th>ΣP</th> <th>ΣS</th> <th>ΣM</th> <th>ΣL</th> <th>ΣC</th> <th>$\Sigma [U]$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1L</td> <td>C</td><td>C</td><td>C</td><td>P</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>M</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>L</td><td>L</td><td>L</td><td>L</td><td>P</td><td>M</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td> <td>5</td> <td>8</td> <td>5</td> <td>7</td> <td>3</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2M</td> <td>L</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>M</td><td>S</td><td>L</td><td>L</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>8</td> <td>8</td> <td>0</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3P</td> <td>P</td><td>P</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>M</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td> <td>9</td> <td>7</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4L</td> <td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>M</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>P</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>C</td><td>M</td><td>L</td><td>L</td><td>P</td><td>S</td> <td>8</td> <td>4</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>1</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>5S</td> <td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>S</td><td>C</td><td>C</td><td>L</td><td>L</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>C</td><td>C</td><td>S</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td> <td>6</td> <td>8</td> <td>3</td> <td>7</td> <td>4</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>ΣP</td> <td></td> <td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ΣS</td> <td></td> <td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ΣM</td> <td></td> <td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ΣL</td> <td></td> <td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ΣC</td> <td></td> <td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>$\Sigma [U]$</td> <td></td> <td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	No	IDH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΣP	ΣS	ΣM	ΣL	ΣC	$\Sigma [U]$	1	1L	C	C	C	P	S	S	S	P	M	M	L	M	S	S	P	M	L	P	L	L	L	L	P	M	S	S	S	5	8	5	7	3	2	2	2M	L	M	M	L	P	P	P	S	S	S	M	L	S	P	M	L	S	M	S	L	L	L	P	P	M	M	L	6	6	8	8	0	2	3	3P	P	P	S	S	P	M	L	L	S	P	L	P	P	M	M	M	S	M	L	L	S	M	L	S	S	P	P	P	9	7	6	6	0	0	4	4L	S	P	M	M	L	M	M	M	L	P	P	P	L	L	S	P	P	S	M	L	P	C	M	L	L	P	S	8	4	7	8	1	3	5	5S	M	L	P	S	C	C	L	L	M	L	S	S	P	L	S	P	P	P	C	C	S	S	M	L	L	S	P	6	8	3	7	4	1	ΣP		1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	0	0	1	0	2	1	1	2	2							ΣS		1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2							ΣM		1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	0	1	0	2	1	1	1	0							ΣL		2	1	1	0	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	0	1	1	1	2	3	2	3	0	2	2	0	1							ΣC		0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0							$\Sigma [U]$		0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0							920
	No	IDH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΣP	ΣS	ΣM	ΣL	ΣC	$\Sigma [U]$																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
1	1L	C	C	C	P	S	S	S	P	M	M	L	M	S	S	P	M	L	P	L	L	L	L	P	M	S	S	S	5	8	5	7	3	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
2	2M	L	M	M	L	P	P	P	S	S	S	M	L	S	P	M	L	S	M	S	L	L	L	P	P	M	M	L	6	6	8	8	0	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
3	3P	P	P	S	S	P	M	L	L	S	P	L	P	P	M	M	M	S	M	L	L	S	M	L	S	S	P	P	P	9	7	6	6	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
4	4L	S	P	M	M	L	M	M	M	L	P	P	P	L	L	S	P	P	S	M	L	P	C	M	L	L	P	S	8	4	7	8	1	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
5	5S	M	L	P	S	C	C	L	L	M	L	S	S	P	L	S	P	P	P	C	C	S	S	M	L	L	S	P	6	8	3	7	4	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
ΣP		1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	0	0	1	0	2	1	1	2	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
ΣS		1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
ΣM		1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	0	1	0	2	1	1	1	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
ΣL		2	1	1	0	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	0	1	1	1	2	3	2	3	0	2	2	0	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
ΣC		0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
$\Sigma [U]$		0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				

Proses yang dilakukan adalah membandingkan fungsi objektif terkait penalti *soft constraint* dari solusi baru (nNew) dengan solusi lama (HMS). Total penalti diurutkan dari yang terkecil hingga terbesar. Setelah itu proses eliminasi dengan mencari poin penalti terbesar pada HMS, jika terdapat solusi baru (nNew) yang lebih baik daripada seluruh solusi yang ada pada HMS, maka solusi dengan penalti terbesar dalam HMS akan dihapus dan diganti dengan solusi dari nNew.

Tabel 3. 21 Contoh Hasil Pembaharuan Memori HMS (Iterasi ke-1)

Memori	Hasil	$f(x)$																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
HMS	HM ke-1 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 8px;"> <thead> <tr> <th colspan="28">Hasil Akhir Evaluasi pada HM Ke-1</th> </tr> <tr> <th>No</th> <th>IDH</th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th><th>16</th><th>17</th><th>18</th><th>19</th><th>20</th><th>21</th><th>22</th><th>23</th><th>24</th><th>25</th><th>26</th><th>27</th><th>28</th> <th>ΣP</th><th>ΣS</th><th>ΣM</th><th>ΣL</th><th>ΣC</th><th>Σ[L]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1L</td> <td>C</td><td>C</td><td>C</td><td>C</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>M</td><td>L</td><td>M</td><td>M</td><td>M</td><td>S</td><td>S</td><td>L</td><td>P</td><td>L</td><td>L</td><td>L</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>S</td><td>M</td> <td>8</td><td>3</td><td>7</td><td>7</td><td>3</td><td>2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2M</td> <td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>S</td><td>S</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td> <td>4</td><td>10</td><td>6</td><td>8</td><td>0</td><td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3L</td> <td>P</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>P</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>S</td><td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>P</td> <td>8</td><td>8</td><td>6</td><td>6</td><td>0</td><td>0</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4L</td> <td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>M</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>P</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>C</td><td>M</td><td>L</td><td>L</td><td>P</td><td>S</td> <td>8</td><td>4</td><td>7</td><td>8</td><td>1</td><td>3</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>5S</td> <td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>S</td><td>C</td><td>C</td><td>L</td><td>L</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>S</td><td>M</td><td>C</td><td>C</td><td>S</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td> <td>7</td><td>8</td><td>3</td><td>6</td><td>4</td><td>1</td> </tr> <tr> <td>ΣP</td> <td></td> <td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΣS</td> <td></td> <td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΣM</td> <td></td> <td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΣL</td> <td></td> <td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>0</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΣC</td> <td></td> <td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Σ[L]</td> <td></td> <td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>	Hasil Akhir Evaluasi pada HM Ke-1																												No	IDH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΣP	ΣS	ΣM	ΣL	ΣC	Σ[L]	1	1L	C	C	C	C	P	P	P	P	P	P	M	L	M	M	M	S	S	L	P	L	L	L	M	M	L	P	S	M	8	3	7	7	3	2	2	2M	L	L	S	P	S	S	L	S	S	S	M	L	S	S	S	P	M	L	S	S	M	L	L	P	P	M	M	L	4	10	6	8	0	2	3	3L	P	P	M	M	M	L	S	L	S	P	P	S	S	P	M	M	M	L	P	S	L	L	S	S	S	P	P	8	8	6	6	0	0	4	4L	S	P	M	M	L	M	M	M	L	P	P	P	L	L	S	P	P	S	M	L	P	C	M	L	L	P	S	8	4	7	8	1	3	5	5S	M	L	P	S	C	C	L	L	M	L	S	S	P	L	S	P	S	M	C	C	S	L	S	P	P	P	P	7	8	3	6	4	1	ΣP		0	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	0	1	0	1	2	2	3	2							ΣS		1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	3	1	1	2	1	1	1	0	2	1	1	1	1							ΣM		1	1	0	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	0	1	2	0	1	1	1	1							ΣL		3	1	2	0	0	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	0	0	2	1	1	2	3	3	0	2	1	0	1							ΣC		0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0							Σ[L]		0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0							931	
	Hasil Akhir Evaluasi pada HM Ke-1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
No	IDH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΣP	ΣS	ΣM	ΣL	ΣC	Σ[L]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1	1L	C	C	C	C	P	P	P	P	P	P	M	L	M	M	M	S	S	L	P	L	L	L	M	M	L	P	S	M	8	3	7	7	3	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
2	2M	L	L	S	P	S	S	L	S	S	S	M	L	S	S	S	P	M	L	S	S	M	L	L	P	P	M	M	L	4	10	6	8	0	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
3	3L	P	P	M	M	M	L	S	L	S	P	P	S	S	P	M	M	M	L	P	S	L	L	S	S	S	P	P	8	8	6	6	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
4	4L	S	P	M	M	L	M	M	M	L	P	P	P	L	L	S	P	P	S	M	L	P	C	M	L	L	P	S	8	4	7	8	1	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
5	5S	M	L	P	S	C	C	L	L	M	L	S	S	P	L	S	P	S	M	C	C	S	L	S	P	P	P	P	7	8	3	6	4	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
ΣP		0	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	0	1	0	1	2	2	3	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
ΣS		1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	3	1	1	2	1	1	1	0	2	1	1	1	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
ΣM		1	1	0	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	0	1	2	0	1	1	1	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
ΣL		3	1	2	0	0	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	0	0	2	1	1	2	3	3	0	2	1	0	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
ΣC		0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Σ[L]		0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	HM ke-2 yang diganti dari nNew terbaik pada iterasi ke-1 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 8px;"> <thead> <tr> <th colspan="28">Solusi Akhir untuk Evaluasi nNew ke-1 Iterasi ke-1</th> </tr> <tr> <th>No</th> <th>IDH</th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th><th>16</th><th>17</th><th>18</th><th>19</th><th>20</th><th>21</th><th>22</th><th>23</th><th>24</th><th>25</th><th>26</th><th>27</th><th>28</th> <th>ΣP</th><th>ΣS</th><th>ΣM</th><th>ΣL</th><th>ΣC</th><th>Σ[L]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1L</td> <td>C</td><td>C</td><td>C</td><td>C</td><td>P</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>M</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>L</td><td>L</td><td>L</td><td>L</td><td>P</td><td>M</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td> <td>5</td><td>8</td><td>5</td><td>7</td><td>3</td><td>2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2M</td> <td>L</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>M</td><td>S</td><td>L</td><td>L</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td> <td>6</td><td>6</td><td>8</td><td>8</td><td>0</td><td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3P</td> <td>P</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>M</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td> <td>9</td><td>7</td><td>6</td><td>6</td><td>0</td><td>0</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4L</td> <td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>M</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>P</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>C</td><td>M</td><td>L</td><td>L</td><td>P</td><td>S</td> <td>8</td><td>4</td><td>7</td><td>8</td><td>1</td><td>3</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>5S</td> <td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>S</td><td>C</td><td>C</td><td>L</td><td>L</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>C</td><td>C</td><td>S</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td> <td>6</td><td>8</td><td>3</td><td>7</td><td>4</td><td>1</td> </tr> <tr> <td>ΣP</td> <td></td> <td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΣS</td> <td></td> <td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΣM</td> <td></td> <td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΣL</td> <td></td> <td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΣC</td> <td></td> <td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Σ[L]</td> <td></td> <td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>	Solusi Akhir untuk Evaluasi nNew ke-1 Iterasi ke-1																												No	IDH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΣP	ΣS	ΣM	ΣL	ΣC	Σ[L]	1	1L	C	C	C	C	P	S	S	S	P	M	M	L	M	S	S	P	M	L	P	L	L	L	L	P	M	S	S	S	5	8	5	7	3	2	2	2M	L	M	M	L	P	P	P	S	S	S	M	L	S	P	M	L	S	M	S	L	L	L	P	P	M	M	L	6	6	8	8	0	2	3	3P	P	S	S	P	M	L	L	S	P	L	P	P	M	M	M	S	M	L	L	S	M	L	S	S	P	P	P	9	7	6	6	0	0	4	4L	S	P	M	M	L	M	M	M	L	P	P	P	L	L	S	P	P	S	M	L	P	C	M	L	L	P	S	8	4	7	8	1	3	5	5S	M	L	P	S	C	C	L	L	M	L	S	S	P	L	S	P	P	P	C	C	S	S	M	L	L	S	P	6	8	3	7	4	1	ΣP		1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	2	0	0	1	0	2	1	1	2	2							ΣS		1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2							ΣM		1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	0	1	0	2	1	1	1	0							ΣL		2	1	1	0	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	0	1	1	1	2	3	2	3	0	2	2	0	1							ΣC		0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0							Σ[L]		0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0							920
Solusi Akhir untuk Evaluasi nNew ke-1 Iterasi ke-1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
No	IDH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΣP	ΣS	ΣM	ΣL	ΣC	Σ[L]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1	1L	C	C	C	C	P	S	S	S	P	M	M	L	M	S	S	P	M	L	P	L	L	L	L	P	M	S	S	S	5	8	5	7	3	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
2	2M	L	M	M	L	P	P	P	S	S	S	M	L	S	P	M	L	S	M	S	L	L	L	P	P	M	M	L	6	6	8	8	0	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
3	3P	P	S	S	P	M	L	L	S	P	L	P	P	M	M	M	S	M	L	L	S	M	L	S	S	P	P	P	9	7	6	6	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
4	4L	S	P	M	M	L	M	M	M	L	P	P	P	L	L	S	P	P	S	M	L	P	C	M	L	L	P	S	8	4	7	8	1	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
5	5S	M	L	P	S	C	C	L	L	M	L	S	S	P	L	S	P	P	P	C	C	S	S	M	L	L	S	P	6	8	3	7	4	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
ΣP		1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	2	0	0	1	0	2	1	1	2	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
ΣS		1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
ΣM		1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	0	1	0	2	1	1	1	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
ΣL		2	1	1	0	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	0	1	1	1	2	3	2	3	0	2	2	0	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
ΣC		0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Σ[L]		0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															

Namun jika nilai fungsi objektif solusi baru lebih buruk (lebih besar), solusi baru tersebut tidak akan disimpan. Untuk hasil HMS dan nNew pada iterasi pertama dapat dilihat pada Tabel 3.20. Diketahui pada iterasi pertama dalam pembangkitan didapatkan sebesar 920, nilai ini lebih kecil dari seluruh nilai pada

memori HMS, sehingga solusi HMS yang terburuk diganti dengan solusi baru nNew pada iterasi ke-1. Hasil pergantian yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 3.21.

Selanjutnya pada iterasi ke-2 dilakukan pengecekan nilai fungsi seperti pada iterasi pertama. Karena pada iterasi ke-2 nilai fungsi pada solusi baru (nNew) lebih besar, maka solusi nNew akan dihapus atau tidak digunakan untuk mengganti jadwal yang ada pada HMS. Hasil dapat dilihat pada Tabel 3.22.

Tabel 3. 22 Contoh Hasil Pembaharuan Memori (Iterasi ke-2)

Memori	Hasil	f(x)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
HMS	HM ke-1 Solusi Akhir untuk Evaluasi nNew ke-1 Iterasi ke-1 <table border="1"> <thead> <tr> <th>No ID/H</th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th><th>16</th><th>17</th><th>18</th><th>19</th><th>20</th><th>21</th><th>22</th><th>23</th><th>24</th><th>25</th><th>26</th><th>27</th><th>28</th> <th>ΣP</th><th>ΣS</th><th>ΣM</th><th>ΣL</th><th>ΣC</th><th>Σ[L]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td><td>L</td><td>C</td><td>C</td><td>C</td><td>P</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>M</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>L</td><td>L</td><td>L</td><td>L</td><td>P</td><td>M</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td> <td>5</td><td>8</td><td>5</td><td>7</td><td>3</td><td>2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td> <td>M</td><td>L</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>M</td><td>S</td><td>L</td><td>L</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td> <td>6</td><td>6</td><td>8</td><td>8</td><td>0</td><td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3</td> <td>P</td><td>P</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>M</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td> <td>9</td><td>7</td><td>6</td><td>6</td><td>0</td><td>0</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4</td> <td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>P</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>C</td><td>M</td><td>L</td><td>L</td><td>P</td><td>S</td> <td>8</td><td>4</td><td>7</td><td>8</td><td>1</td><td>3</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>5</td> <td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>S</td><td>C</td><td>C</td><td>L</td><td>L</td><td>M</td><td>L</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>P</td><td>C</td><td>C</td><td>S</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td> <td>6</td><td>8</td><td>3</td><td>7</td><td>4</td><td>1</td> </tr> <tr> <td>ΣP</td> <td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΣS</td> <td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΣM</td> <td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΣL</td> <td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΣC</td> <td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Σ[L]</td> <td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>	No ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΣP	ΣS	ΣM	ΣL	ΣC	Σ[L]	1	1	L	C	C	C	P	S	S	S	P	M	M	L	M	S	S	P	M	L	P	L	L	L	L	P	M	S	S	S	5	8	5	7	3	2	2	2	M	L	M	M	L	P	P	P	S	S	S	M	L	S	P	M	L	S	M	S	L	L	L	P	P	M	M	L	6	6	8	8	0	2	3	3	P	P	S	S	P	M	L	L	S	P	L	P	P	M	M	M	S	M	L	L	S	M	L	S	S	P	P	P	9	7	6	6	0	0	4	4	L	S	P	M	M	L	M	M	L	P	P	P	L	L	S	P	P	S	M	L	P	C	M	L	L	P	S	8	4	7	8	1	3	5	5	S	M	L	P	S	C	C	L	L	M	L	M	L	S	S	P	L	S	P	P	C	C	S	S	M	L	L	S	P	6	8	3	7	4	1	ΣP	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	2	0	0	1	0	2	1	1	2	2							ΣS	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2							ΣM	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	0	1	0	2	1	1	1	0							ΣL	2	1	1	0	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	0	1	1	1	2	3	2	3	0	2	2	0	1							ΣC	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0							Σ[L]	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0							920
	No ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΣP	ΣS	ΣM	ΣL	ΣC	Σ[L]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
1	1	L	C	C	C	P	S	S	S	P	M	M	L	M	S	S	P	M	L	P	L	L	L	L	P	M	S	S	S	5	8	5	7	3	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
2	2	M	L	M	M	L	P	P	P	S	S	S	M	L	S	P	M	L	S	M	S	L	L	L	P	P	M	M	L	6	6	8	8	0	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
3	3	P	P	S	S	P	M	L	L	S	P	L	P	P	M	M	M	S	M	L	L	S	M	L	S	S	P	P	P	9	7	6	6	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
4	4	L	S	P	M	M	L	M	M	L	P	P	P	L	L	S	P	P	S	M	L	P	C	M	L	L	P	S	8	4	7	8	1	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
5	5	S	M	L	P	S	C	C	L	L	M	L	M	L	S	S	P	L	S	P	P	C	C	S	S	M	L	L	S	P	6	8	3	7	4	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
ΣP	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	2	0	0	1	0	2	1	1	2	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
ΣS	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
ΣM	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	0	1	0	2	1	1	1	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
ΣL	2	1	1	0	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	0	1	1	1	2	3	2	3	0	2	2	0	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
ΣC	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Σ[L]	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	HMS ke-2 (Tidak diganti) Hasil Akhir Evaluasi pada HM Ke-1 <table border="1"> <thead> <tr> <th>No ID/H</th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th><th>16</th><th>17</th><th>18</th><th>19</th><th>20</th><th>21</th><th>22</th><th>23</th><th>24</th><th>25</th><th>26</th><th>27</th><th>28</th> <th>ΣP</th><th>ΣS</th><th>ΣM</th><th>ΣL</th><th>ΣC</th><th>Σ[L]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>L</td><td>C</td><td>C</td><td>C</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>M</td><td>L</td><td>M</td><td>M</td><td>S</td><td>S</td><td>L</td><td>P</td><td>L</td><td>L</td><td>L</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>S</td><td>M</td> <td>8</td><td>3</td><td>7</td><td>7</td><td>3</td><td>2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td> <td>M</td><td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>S</td><td>S</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td> <td>4</td><td>10</td><td>6</td><td>8</td><td>0</td><td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3</td> <td>P</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>P</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>S</td><td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>P</td> <td>8</td><td>8</td><td>6</td><td>6</td><td>0</td><td>0</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4</td> <td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>P</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>C</td><td>M</td><td>L</td><td>L</td><td>P</td><td>S</td> <td>8</td><td>4</td><td>7</td><td>8</td><td>1</td><td>3</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>5</td> <td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>S</td><td>C</td><td>C</td><td>L</td><td>L</td><td>M</td><td>L</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>S</td><td>M</td><td>C</td><td>C</td><td>S</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td> <td>7</td><td>8</td><td>3</td><td>6</td><td>4</td><td>1</td> </tr> <tr> <td>ΣP</td> <td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΣS</td> <td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΣM</td> <td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΣL</td> <td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>0</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΣC</td> <td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Σ[L]</td> <td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>	No ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΣP	ΣS	ΣM	ΣL	ΣC	Σ[L]	1	1	L	C	C	C	P	P	P	P	P	M	L	M	M	S	S	L	P	L	L	L	M	M	L	P	S	M	8	3	7	7	3	2	2	2	M	L	L	S	P	S	S	L	S	S	M	L	S	S	P	M	L	S	S	M	L	L	P	P	M	M	L	4	10	6	8	0	2	3	3	P	P	M	M	L	S	L	S	P	P	S	S	P	M	M	M	L	P	S	L	L	S	S	S	P	P	8	8	6	6	0	0	4	4	L	S	P	M	M	L	M	M	L	P	P	P	L	L	S	P	P	S	M	L	P	C	M	L	L	P	S	8	4	7	8	1	3	5	5	S	M	L	P	S	C	C	L	L	M	L	M	L	S	S	P	L	S	P	S	M	C	C	S	L	S	P	P	P	7	8	3	6	4	1	ΣP	0	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	0	1	0	1	2	2	3	2							ΣS	1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	3	1	1	2	1	1	1	1	0	2	1	1	1							ΣM	1	1	0	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	0	1	2	0	1	1	1							ΣL	3	1	2	0	0	1	1	2	2	1	1	1	1	2	0	0	2	1	1	2	3	3	0	2	1	0	1							ΣC	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0							Σ[L]	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0							931								
No ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΣP	ΣS	ΣM	ΣL	ΣC	Σ[L]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	1	L	C	C	C	P	P	P	P	P	M	L	M	M	S	S	L	P	L	L	L	M	M	L	P	S	M	8	3	7	7	3	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	2	M	L	L	S	P	S	S	L	S	S	M	L	S	S	P	M	L	S	S	M	L	L	P	P	M	M	L	4	10	6	8	0	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
3	3	P	P	M	M	L	S	L	S	P	P	S	S	P	M	M	M	L	P	S	L	L	S	S	S	P	P	8	8	6	6	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	4	L	S	P	M	M	L	M	M	L	P	P	P	L	L	S	P	P	S	M	L	P	C	M	L	L	P	S	8	4	7	8	1	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
5	5	S	M	L	P	S	C	C	L	L	M	L	M	L	S	S	P	L	S	P	S	M	C	C	S	L	S	P	P	P	7	8	3	6	4	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
ΣP	0	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	0	1	0	1	2	2	3	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
ΣS	1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	3	1	1	2	1	1	1	1	0	2	1	1	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
ΣM	1	1	0	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	0	1	2	0	1	1	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
ΣL	3	1	2	0	0	1	1	2	2	1	1	1	1	2	0	0	2	1	1	2	3	3	0	2	1	0	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
ΣC	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Σ[L]	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
nNew Iterasi ke-2	nNew ke-1 (Tidak digunakan) Solusi Akhir untuk Evaluasi nNew ke-1 Iterasi ke-2 <table border="1"> <thead> <tr> <th>No ID/H</th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th><th>16</th><th>17</th><th>18</th><th>19</th><th>20</th><th>21</th><th>22</th><th>23</th><th>24</th><th>25</th><th>26</th><th>27</th><th>28</th> <th>ΣP</th><th>ΣS</th><th>ΣM</th><th>ΣL</th><th>ΣC</th><th>Σ[L]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>S</td><td>C</td><td>C</td><td>C</td><td>S</td><td>P</td><td>P</td><td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>L</td><td>L</td><td>M</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>L</td><td>L</td><td>L</td><td>L</td><td>P</td><td>M</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td> <td>5</td><td>9</td><td>4</td><td>7</td><td>3</td><td>2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td> <td>M</td><td>S</td><td>M</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>L</td><td>P</td><td>S</td><td>S</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>M</td><td>S</td><td>L</td><td>L</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td> <td>5</td><td>5</td><td>10</td><td>8</td><td>0</td><td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3</td> <td>P</td><td>P</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>S</td><td>L</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td> <td>8</td><td>8</td><td>6</td><td>6</td><td>0</td><td>0</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4</td> <td>L</td><td>L</td><td>P</td><td>S</td><td>M</td><td>S</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>P</td><td>L</td><td>C</td><td>S</td><td>S</td><td>P</td><td>M</td><td>L</td> <td>7</td><td>5</td><td>7</td><td>8</td><td>1</td><td>3</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>5</td> <td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>P</td><td>C</td><td>C</td><td>M</td><td>L</td><td>P</td><td>S</td><td>S</td><td>S</td><td>M</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>C</td><td>C</td><td>L</td><td>L</td><td>S</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td><td>P</td> <td>10</td><td>6</td><td>3</td><td>5</td><td>4</td><td>1</td> </tr> <tr> <td>ΣP</td> <td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΣS</td> <td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΣM</td> <td>2</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΣL</td> <td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>4</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>2</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΣC</td> <td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Σ[L]</td> <td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>	No ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΣP	ΣS	ΣM	ΣL	ΣC	Σ[L]	1	1	S	C	C	C	S	P	P	S	P	M	L	L	M	S	S	P	M	L	S	L	L	L	L	P	M	S	S	S	5	9	4	7	3	2	2	2	M	S	M	M	M	L	L	P	S	S	M	M	L	P	P	M	L	S	M	S	L	L	L	P	P	M	M	L	5	5	10	8	0	2	3	3	P	P	S	S	P	M	S	L	S	M	L	P	P	M	M	L	S	S	M	M	L	L	L	S	S	P	P	P	8	8	6	6	0	0	4	4	L	L	P	S	M	S	M	M	L	P	P	P	L	L	S	M	M	L	P	P	L	C	S	S	P	M	L	7	5	7	8	1	3	5	5	M	L	S	P	P	C	C	M	L	P	S	S	S	M	L	S	P	P	P	C	C	L	L	S	P	P	P	P	10	6	3	5	4	1	ΣP	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	2	2	3	2	2							ΣS	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	0	0	0	3	2	1	1	1							ΣM	2	0	1	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	0	0	0	0	1	1	2	0							ΣL	1	2	0	0	0	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	3	5	4	0	0	0	0	2							ΣC	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0							Σ[L]	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0							1770		
No ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΣP	ΣS	ΣM	ΣL	ΣC	Σ[L]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	1	S	C	C	C	S	P	P	S	P	M	L	L	M	S	S	P	M	L	S	L	L	L	L	P	M	S	S	S	5	9	4	7	3	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
2	2	M	S	M	M	M	L	L	P	S	S	M	M	L	P	P	M	L	S	M	S	L	L	L	P	P	M	M	L	5	5	10	8	0	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
3	3	P	P	S	S	P	M	S	L	S	M	L	P	P	M	M	L	S	S	M	M	L	L	L	S	S	P	P	P	8	8	6	6	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
4	4	L	L	P	S	M	S	M	M	L	P	P	P	L	L	S	M	M	L	P	P	L	C	S	S	P	M	L	7	5	7	8	1	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
5	5	M	L	S	P	P	C	C	M	L	P	S	S	S	M	L	S	P	P	P	C	C	L	L	S	P	P	P	P	10	6	3	5	4	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
ΣP	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	2	2	3	2	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
ΣS	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	0	0	0	3	2	1	1	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
ΣM	2	0	1	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	0	0	0	0	1	1	2	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
ΣL	1	2	0	0	0	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	3	5	4	0	0	0	0	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
ΣC	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Σ[L]	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	

Setelah melewati seluruh iterasi sesuai nilai NI, pada contoh NI berjumlah 2, didapatkan hasil akhir pada memori HMS, solusi yang ada pada memori HMS akan diurutkan, dari yang terkecil ke paling besar, untuk mendapatkan nilai terbaik yang didapatkan dari seluruh proses improvisasi. Didapatkan nilai fungsi terbaik adalah 920 dengan bentuk jadwal pada Gambar 3.20.

Solusi Akhir untuk Evaluasi nNew ke-1 Iterasi ke-1																																				
No	ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΣP	ΣS	ΣM	ΣL	ΣC	$\Sigma [L]$	
1	1	L	C	C	C	P	S	S	S	P	M	M	L	M	S	S	P	M	L	P	L	L	L	L	P	M	S	S	S	5	8	5	7	3	2	
2	2	M	L	M	M	L	P	P	P	S	S	S	M	L	S	P	M	L	S	M	S	L	L	L	P	P	M	M	L	6	6	8	8	0	2	
3	3	P	P	S	S	P	M	L	L	S	P	L	P	P	M	M	S	M	L	L	S	M	L	S	S	P	P	P	9	7	6	6	0	0		
4	4	L	S	P	M	M	L	M	M	M	L	P	P	P	L	L	S	P	P	S	M	L	P	C	M	L	L	P	S	8	4	7	8	1	3	
5	5	S	M	L	P	S	C	C	L	L	M	L	S	S	P	L	S	P	P	P	C	C	S	S	M	L	L	S	P	6	8	3	7	4	1	
	ΣP	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	2	2	0	0	1	0	2	1	1	2	2							
	ΣS	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2						
	ΣM	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	0	1	0	2	1	1	1	0							
	ΣL	2	1	1	0	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	0	1	1	1	2	3	2	3	0	2	2	0	1							
	ΣC	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0							
	$\Sigma [L]$	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0							

Gambar 3. 20. Contoh hasil akhir *Harmony search Algorithm*

Hasil akhir yang didapatkan masih memiliki pelanggaran terhadap aturan *hard constraint*, sehingga jadwal ini masih belum bisa dikatakan valid atau belum bisa digunakan untuk jadwal rumah sakit. Untuk itu, iterasi selanjutnya akan melakukan improvisasi dan pencarian solusi yang lebih baik sehingga seluruh aturan *hard constraint* terpenuhi, sambil mengurangi pelanggaran terhadap *soft constraint*.

3.2.7 Cek Kriteria Berhenti

Proses selanjutnya adalah mengecek apakah pembaharuan dilanjutkan atau tidak dengan mempertimbangkan kriteria berhenti. Kriteria berhenti ditentukan dengan dua kondisi:

1. Jika *Number of Improvisation* (NI) telah mencapai batas maksimal yang telah ditentukan. NI mengacu pada jumlah iterasi yang dilakukan dalam proses pencarian solusi. Jika NI telah mencapai batas maksimal, pencarian solusi akan dihentikan.
2. Jika fungsi objektif mencapai nilai 0, menandakan bahwa tidak ada lagi pelanggaran terhadap aturan penjadwalan. Hal ini mengindikasikan bahwa jadwal yang dihasilkan telah memenuhi semua aturan secara sempurna.

Setelah jadwal terbentuk, jadwal akan dilaksanakan sesuai dengan waktu penjadwalan yang disusun, jika terdapat perawat yang menginginkan cuti atau libur saat jadwal sudah berjalan, maka akan dilakukan pemberian permintaan cuti dan libur dengan menggunakan fitur permintaan cuti dan libur yang telah dibuat dalam sistem, dengan memperhatikan fungsi objektif terhadap pelanggaran yang terjadi saat perubahan terhadap penambahan cuti dan libur yang diberikan.

Proses Permintaan Cuti dan Libur

Jika terdapat permintaan cuti setelah jadwal dibuat, seperti cuti sakit atau cuti karena alasan tertentu yang membuat perawat tidak dapat bekerja, Apabila terjadi pelanggaran baik *hard constraint* maupun *soft constraint*, langkah evaluasi akan dilakukan.

Sebagai contoh, jika terjadi pelanggaran *hard constraint* seperti kekosongan perawat yang bertugas setelah cuti, tindakan yang diambil adalah melakukan perubahan atau pertukaran (swap) *shift* dengan perawat lain yang memungkinkan, sehingga aturan *hard constraint* tetap terpenuhi. Hal ini bertujuan

untuk menjaga kestabilan jadwal dan mengakomodasi permintaan cuti perawat, dengan mempertahankan jadwal tanpa merubah seluruh jadwal.

Apabila pelanggaran yang terjadi berkaitan dengan *soft constraint*, maka langkah yang diambil adalah melakukan perhitungan fungsi objektif. Selanjutnya, dilakukan perbandingan dan pencarian nilai terbaik berdasarkan perubahan yang terjadi. Sebagai contoh, setelah diberikan cuti, mungkin terjadi kekurangan jumlah *shift* pagi pada salah satu perawat. Dalam kasus ini, dilakukan penyesuaian dengan mengubah jumlah *shift* pada hari penjadwalan yang tersisa, dengan mempertimbangkan nilai fungsi objektif.

```

%Ganti shift menjadi cuti
shift(noNurse, awalC:akhirC) = cuti;
%f(x) sebelum perubahan
costOld = CostF(non2, nin);
%f(x) sesudah perubahan
costNew = CostF(non2, nin);
% Evaluasi jumlah penugasan perawat
for jz = 1:JmlHari
    if pa < minAP || si < minAS || ma < minAM
        PenugasanShiftLama = PenugasanShiftEvaluasi
    end
end
for i = 1:Nurse % Evaluasi jumlah shift perawat
    if TotP<minP2 || TotS<minS2 || TotM<minM2
        JumlahShiftLama = JumlahShiftEvaluasi
    end
end
end

```

Pseudocode 3. 13 Kode Program Proses Pemberian Cuti (Saat Jadwal Berjalan)

Proses ini berupaya mencari solusi terbaik yang meminimalkan pelanggaran tanpa mengubah keseluruhan jadwal. Kode program dapat dilihat pada *Pseudocode 3.13*, dimana proses setiap perubahan pada evaluasi pergantian

shift, akan dihitung nilai fungsi objektif untuk mencari solusi terbaik pada hasil evaluasi.

Untuk permintaan libur, akan dilakukan perhitungan terhadap *soft constraint*. Jika terjadi pelanggaran terhadap *soft constraint*, langkah yang diambil adalah melakukan perhitungan fungsi objektif untuk membandingkan berbagai alternatif pemberian libur yang lebih baik agar mendapatkan pelanggaran yang lebih sedikit. Ini dilakukan dengan mempertimbangkan penempatan libur pada hari-hari yang meminimalkan dampak terhadap perubahan jadwal secara keseluruhan.

```

costOld = CostF(non2,0); % f(x) lama
shift(i,j) = 4; % Berikan libur
costNew = CostF(non2,0); % f(x) baru
% Jika pemberian libur terdapat pelanggaran
if (costOld) < costNew
    pilihAksi = 'Cari','Izinkan', 'Tidak';
    % Membatalkan pemberian karna ada pelanggaran
    if contains(buttonText, 'Tidak')
        disp('libur tidak diizinkan');
        shiftNew = shift; final = costNew;
        return;
    % Mengizinkan memberi libur walau ada pelanggaran
    elseif contains(buttonText, 'Izinkan')
        reqCoba=reqCuti;
        shiftLama=shift(i,j); costOld =costNew;
    % mencari solusi yang lebih baik untuk memberikan libur
    elseif contains(buttonText, 'Cari')
        shift(i,j)=shiftLama; reqCuti=reqCoba;
    end
    shift(i,j)=shiftLama;
    reqCuti=reqCoba;
else
    % Jika solusi tidak melanggar maka diberikan libur
    reqCoba=reqCuti;
    shiftLama=shift(i,j);
    costOld =costNew;
end

```

Pseudocode 3. 14 Kode Program Pemberian Libur (Saat Jadwal Berjalan)

Kode program terhadap langkah ini dapat dilihat pada *Pseudocode* 3.14. Prosesnya melibatkan penambahan permintaan libur dengan mempertimbangkan fungsi objektif. Saat memasukkan penambahan libur, sistem akan memeriksa nilai penalti yang timbul akibat dari perubahan tersebut, sehingga mengurangi dampak pelanggaran pada jadwal yang telah dibangun sebelumnya.

3.3 Rencana Pengujian

Untuk menguji kinerja sistem, rencana uji coba yang akan dilakukan untuk mendapatkan jadwal perawat dengan penilaian fungsi objektif terhadap penalti *soft constraint*, sebagai kualitas dalam jadwal pada metode *Harmony search Algorithm* (HSA). Rencana pengujian dilakukan dengan tahapan sebagai berikut

1. Menggunakan input pola *pool pattern shift* sebanyak 622 sebagai pola global yang akan menyusun penjadwalan dengan indeks yang berisi *shift-shift* 1 minggu penuh. Pola ini didapatkan dari penggabungan pola-pola valid 2 dan 3 hari sebagai bentuk urutan pola yang diperbolehkan. Penggabungan yang dilakukan harus memperhatikan aturan *hard constraint* dan *soft constraint*
2. Menggunakan input seperti jumlah perawat, periode penjadwalan, jumlah kontrak, jumlah kuota libur tahunan, permintaan cuti dan libur, jumlah perawat yang bekerja dan jumlah *shift* yang diizinkan untuk setiap perawat pada dalam setiap *shift*. Input tersebut digunakan sebagai nilai batasan dalam aturan *soft constraint*. Sebagai contoh jumlah perawat yang akan bekerja antara 2 sampai 5, sehingga *soft constraint* untuk perawat yang bekerja antara 2 sampai 5 orang, jika melanggar akan diberikan nilai poin penalti, jika

terjadi kekosongan perawat yang bekerja akan masuk ke dalam pelanggaran *hard constraint*, sehingga dilakukan evaluasi agar aturan tersebut terpenuhi.

3. Melakukan pengujian terhadap nilai parameter-parameter HSA, seperti nilai HMS, nNew, HMCR, PAR dan NI, bertujuan untuk mendapatkan nilai konfigurasi parameter HSA yang sesuai dengan kasus yang ditangani.
4. Selanjutnya melakukan pengujian dengan menjadwalkan ulang perawat rumah sakit, menggunakan nilai konfigurasi HSA yang telah diuji, dengan menghitung fungsi objektif yaitu meminimalkan penalti dari *soft constraint*. Serta memperhatikan permintaan cuti dan libur yang akan ditangani pada proses penjadwalan, dan membandingkan nilai fungsi objektif dengan jadwal perawat dari rumah sakit sebelumnya.

BAB IV

UJI COBA DAN HASIL

Pada bab ini dipaparkan tentang hasil uji coba dan analisa terhadap implementasi HSA sehingga menghasilkan jadwal perawat yang sesuai dengan aturan rumah sakit, dan permintaan cuti dan libur. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kinerja algoritma yang digunakan pada studi kasus dalam penelitian.

4.1 Uji Coba

Untuk mengetahui apakah algoritma *harmony search* dapat digunakan untuk penjadwalan perawat Rumah Sakit RISA, dan apakah mampu menangani permintaan cuti dan libur yang diminta, maka telah dibangun program penjadwalan dengan mengimplementasikan metode *Harmony search Algorithm* (HSA). Uji coba dilaksanakan dengan menggunakan aturan pada Rumah Sakit Risa Sentra Medika Center Selong Lombok Timur, seperti aturan jumlah perawat, jumlah hari libur, jumlah jam kerja dan *shift*, jumlah permintaan libur, jumlah penugasan, kontrak, aturan cuti dan aturan pola-pola *shift* yang diizinkan.

Sebelum melakukan simulasi penjadwalan, dilakukan pengujian parameter HSA dengan tujuan untuk mendapatkan konfigurasi parameter yang optimal sesuai dengan karakteristik masalah yang ada dalam instansi, pengujian dilakukan menggunakan data model jadwal bulan Mei dan September yang merupakan jadwal dengan jumlah perawat paling banyak dan paling sedikit, serta memiliki periode penjadwalan paling lama dan paling cepat untuk mewakili model jadwal yang lain. Data jadwal 2022 terdapat pada Tabel 3.4. Seluruh jadwal 2022

akan dijadwalkan ulang menggunakan algoritma *harmony search*. Setelah itu hasil jadwal HSA akan dibandingkan dengan jadwal dari rumah sakit.

4.2 Hasil Pengujian Parameter HSA

Proses pengujian parameter akan dilakukan menggunakan nilai awal berikut: *Number of Improvisation* (NI) = 1000, *bandwidth* [-2,2], *Harmony Memory Consideration Rate* (HMCR) = 0,89, dan *Pitch Adjustment Rate* (PAR) = 0,2. Model pengujian parameter akan digunakan data yang ditampilkan pada Tabel 4.1.

Dalam pengujian ini, akan difokuskan pada model data untuk bulan Mei dan September, dengan tujuan memberikan model yang lebih spesifik untuk pengujian parameter.

Tabel 4. 1 Model Pengujian Parameter HSA

Bln	Jumlah Perawat	Total Minggu	Total Penugasan	Shift yang didapatkan		Total jam Kerja
Mei	16	5	Max = 4 Min = 2	Pagi Max=8 Min=5	Siang Max=8 Min=5	Max=219 Min=175
				Malam Max=9 Min=6	Libur Max=10 Min=8	
Sep	12	4	Max = 3 Min = 2	Pagi Max=8 Min=6	Siang Max=8 Min=6	Max=219 Min=175
				Malam Max=8 Min=6	Libur Max=8 Min=6	

4.2.1 Ukuran *Harmony Memory Size* (HMS)

HMS berperan sebagai ukuran untuk menyimpan solusi dalam *Harmony Memory* (HM), yang akan terus diperbaharui selama iterasi berlangsung hingga mencapai batas iterasi maksimal atau menemukan solusi terbaik dengan nilai fungsi 0. Dalam pengujian parameter HMS, digunakan nilai antara 1 hingga 60.

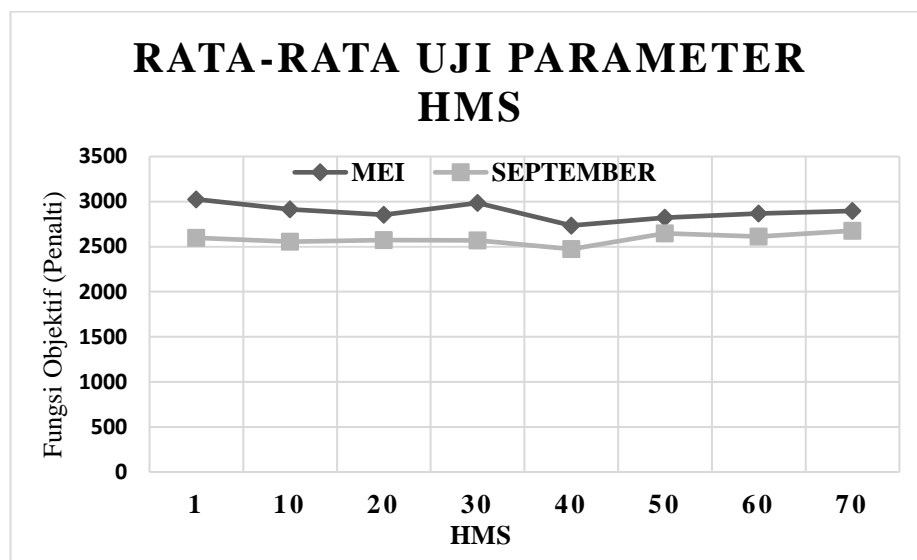
Pengujian ini dilakukan dengan melakukan 1000 iterasi dan menjalankan uji coba sebanyak 5 kali.

Dalam pengujian parameter HMS, didapatkan nilai pelanggaran terkecil terjadi pada nilai HMS ke-40, dengan rata-rata nilai penalti 2734 poin untuk model 1 (Mei) dan 2473 poin untuk model 2 (September). Berdasarkan hasil uji coba HMS, disimpulkan bahwa nilai HMS paling optimal untuk pengujian dengan model jadwal ini adalah HMS-40. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Jika dilihat grafik pada Gambar 4.1. Nilai HMS mempengaruhi perubahan nilai penalti. HMS berperan sebagai ukuran awal untuk menyimpan sekelompok solusi yang dibangkitkan dari indeks pola global, solusi dalam memori ini akan digunakan dalam pemilihan solusi selanjutnya. Jika HMS memiliki nilai yang lebih besar, maka kumpulan solusi yang disimpan dalam memori juga akan semakin banyak dan mungkin termasuk solusi-solusi yang tidak diinginkan. Hal ini dapat mengakibatkan kinerja algoritma menjadi lambat dalam mencari solusi optimal. Dengan pemilihan ukuran HMS yang tepat dapat berkontribusi dalam meningkatkan efisiensi dan kecepatan algoritma dalam mencari solusi terbaik.

Tabel 4. 2 Hasil uji coba Parameter HMS

HMS	Model 1 (Mei)	Model 2 (September)
HMS = 1	3025,2	2597,8
HMS = 10	2915,2	2554,2
HMS = 20	2855	2573,8
HMS = 30	2983,6	2568,2
HMS = 40	2734,4	2473
HMS = 50	2822	2646,4
HMS = 60	2867,2	2611,2



Gambar 4. 1 Perbandingan Hasil uji HMS yang Berbeda

Dalam parameter penyimpanan HMS terdapat juga parameter n_{New} , yang merupakan ukuran memori untuk menyimpan solusi baru, memori ini akan dibandingkan dengan solusi awal yang ada pada HMS berdasarkan nilai fungsi objektif. Dalam penelitian ini, nilai n_{New} diuji dengan variasi antara 1 sampai 5, dengan tetap menggunakan HMS bernilai 40. Iterasi dilakukan sebanyak 1000 iterasi dengan melakukan pengujian sebanyak 5 kali.

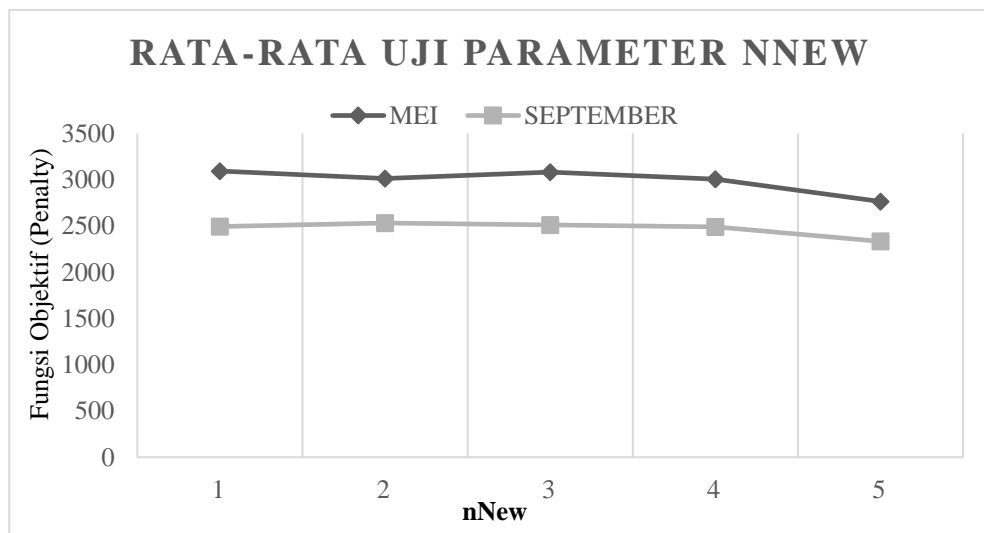
Dalam hasil uji, didapatkan bahwa nilai n_{New} sebesar 5 menghasilkan nilai fungsi objektif yang paling kecil. Rata-rata nilai penalti untuk model 1 (Mei) adalah 2763,6 dan untuk model 2 (September) adalah 2333. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.3 .

Jika dilihat grafik pada Gambar 4.2. perubahan nilai fungsi objektif menunjukkan semakin banyak nilai n_{New} , semakin bagus hasilnya, dan memiliki pengaruh terhadap pengurangan penalti. Semakin besar nilai n_{New} , semakin besar kemungkinan untuk membangkitkan solusi baru yang lebih baik. Namun, seperti

halnya nilai HMS, jika terlalu banyak kandidat solusi yang dihasilkan, akan meningkatkan waktu yang diperlukan untuk proses improvisasi serta meningkatkan kemungkinan pemilihan solusi yang tidak diperlukan.

Tabel 4. 3 Hasil uji coba parameter nNew

nNew	MEI	SEPTEMBER
1	3092,8	2492,2
2	3011,2	2531,2
3	3082	2509
4	3006	2489,6
5	2763,6	2333



Gambar 4. 2 Perbandingan Uji nNew dengan Nilai Berbeda

4.2.2 HMCR dan PAR

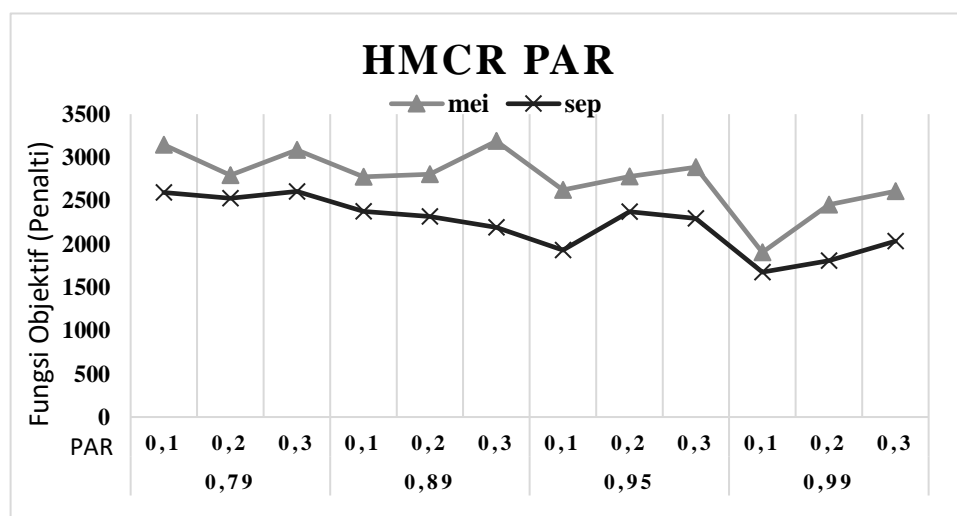
Untuk pengujian parameter HMCR, dilakukan dengan menguji nilai 0,79, 0,89, 0,95 dan 0,99. Sedangkan untuk PAR dengan nilai 0,1, 0,2 dan 0,3. Pengujian ini menggunakan 1000 iterasi dan dilakukan sebanyak 5 kali run. Parameter HMS dan nNew yang telah diuji sebelumnya, yaitu HMS = 40 dan nNew = 5, akan digunakan dalam pengujian ini. Hasil pengujian dapat dilihat

pada Tabel 4.4. didapatkan nilai rata-rata terkecil untuk HMCR sebesar 1902,8, PAR sebesar 1674,4.

Jika dilihat pada grafik yang disajikan pada Gambar 4.3, menunjukkan bahwa perubahan pada parameter HMCR dan PAR pada nilai tertentu dapat menghasilkan solusi yang lebih optimal dalam mengurangi penalti pada jadwal perawat.

Tabel 4. 4 Hasil uji coba parameter HMCR dan PAR

HMCR	PAR	K1	K2
0,79	0,1	3144,4	2593,6
	0,2	2794	2528,4
	0,3	3087,6	2607,2
0,89	0,1	2775,2	2375,4
	0,2	2805	2315,8
	0,3	3188,4	2190,6
0,95	0,1	2624,2	1927,8
	0,2	2780,8	2373,6
	0,3	2885,4	2294,2
0,99	0,1	1902,8	1674,4
	0,2	2454,2	1805,6
	0,3	2609,6	2031,4



Gambar 4. 3 Perbedaan Hasil HMCR dan PAR yang Berbeda

4.2.3 Jumlah Improvisasi *Number of Improvisation* (NI)

Setelah pengujian nilai-nilai parameter, yaitu HMS, nNew, HMCR dan PAR, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian terhadap jumlah iterasi atau perulangan maksimal yang diperlukan. Pengujian ini bertujuan untuk menetapkan parameter iterasi maksimal yang paling sesuai untuk mencapai hasil yang optimal. Pengujian ini akan dijalankan sebanyak 3 kali dengan iterasi maksimal sebesar 40.000.

Tabel 4. 5 Hasil uji coba NI (*Number of Improvisation*)

Jumlah Iterasi	K1	K2
Nilai awal	3041,66	2826,66
1.000	2171	1253
5.000	270,33	9
10.000	22,33	7,33
15.000	17,33	6,66
20.000	12,33	6
25.000	10	5,33
30.000	8	4,66
35.000	7,66	4,66
40.000	7,33	4,33

Hasil pengujian tersebut dijabarkan dalam Tabel 4.5. Pengujian parameter NI dengan model 1 dan 2 telah berhasil dilakukan dengan mendapatkan nilai fungsi objektif awal dengan rata-rata sebesar 3041,66 pada model 1 (Mei) dan 2826,66 pada model 2 (September). Hasil terbaik dari kedua pengujian tersebut menghasilkan rata-rata nilai sebesar 7,33 pada model 1, dan 4,33 pada model 2.

Pada model 1, pada iterasi 1000 sampai 10.000 mengalami perubahan penalti sangat besar, untuk iterasi 10.000 sampai 20.000 mengalami perubahan

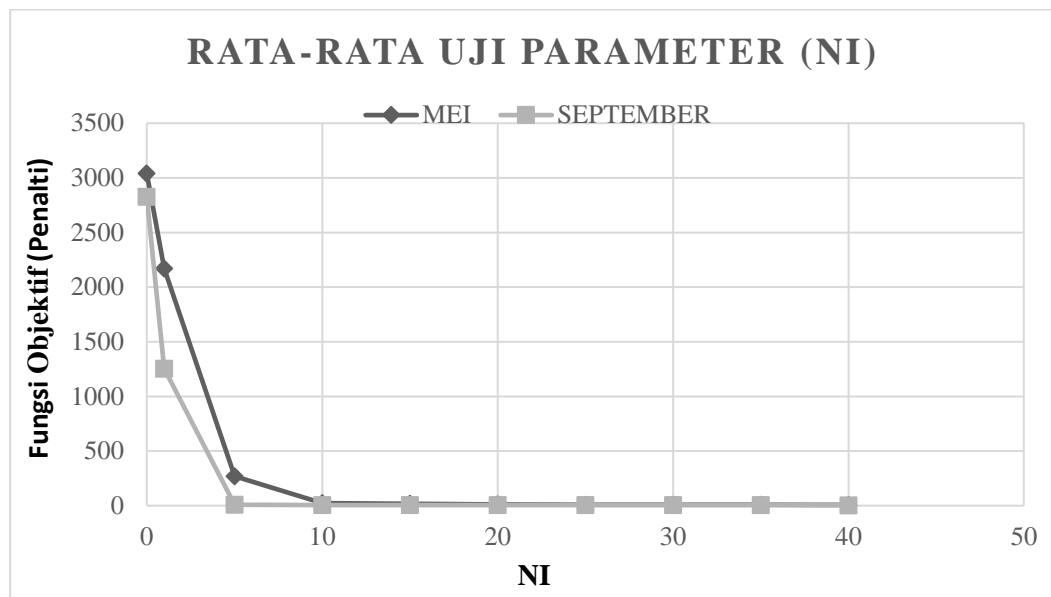
hanya 10 poin, sedangkan iterasi 20.000 sampai 40.000 hanya mengalami 1 sampai 2 poin saja.

Pada model 2, untuk iterasi 1.000 sampai 5.000 mengalami perubahan sangat besar, pada iterasi 5.000 sampai 40.000 hanya mengalami perubahan 1 sampai 2 poin. Jika dilihat dari perubahan poin penalti dapat dilihat pada grafik yang disajikan pada Gambar 4.4 . Ditetapkan nilai iterasi terbaik pada 20.000 iterasi, karena pada model 1, setelah iterasi ke 20.000 hanya terjadi perubahan penalti 1 sampai 2 poin saja, dan ini merupakan iterasi maksimal dalam mendapatkan poin penalti pada iterasi dengan perubahan terkecil.

Pada rentang iterasi 1000 hingga 10.000, untuk iterasi ke 10.000 sampai 20.000 mengalami perubahan sebesar 10 poin, sedangkan pada iterasi ke 20.000 sampai 40.000, hanya mengalami perubahan sebesar 1 sampai 2 poin. kedua model pengujian mengalami perubahan besar untuk nilai penalti. Namun, pada rentang iterasi 20.000 hingga 40.000, perubahan nilai penalti sudah tidak signifikan, hanya berubah sekitar 1 hingga 2 poin saja. Oleh karena itu, didapatkan kesimpulan bahwa iterasi maksimal untuk pengujian penjadwalan ini adalah sebanyak 20.000 iterasi.

Pengujian iterasi dilakukan untuk mendapatkan batas iterasi dalam melakukan improvisasi, agar proses HMS lebih efisien dengan waktu proses lebih sedikit dengan solusi fungsi objektif terbaik.

Langkah ini akan membantu memastikan bahwa algoritma *harmony search* berjalan dengan cukup iterasi untuk mencapai solusi yang stabil dan mendekati optimal, tanpa memerlukan jumlah iterasi yang terlalu besar.



Gambar 4. 4 Hasil Uji Coba NI dalam Plot

Seluruh parameter ini akan digunakan dalam uji coba untuk menjadwalkan ulang data perawat pada tahun 2022, dengan mempertimbangkan penalti dan permintaan cuti dan libur yang diminta oleh perawat.

Pengujian parameter ini akan membantu menghasilkan solusi jadwal perawat yang sesuai dengan kondisi yang ada, serta memastikan bahwa algoritma *harmony search* bekerja dengan efektif dan efisien dalam menghasilkan jadwal, untuk meminimalkan nilai pelanggaran.

4.3 Hasil Penjadwalan Perawat dengan Algoritma *Harmony search*

Setelah menyelesaikan pengujian terhadap parameter-parameter HSA dan mendapatkan nilai yang cocok untuk kasus ini, yaitu $HMS = 40$, $nNew = 5$, $HMCR = 0,99$, $PAR = 0,1$, $NI = 20.000$. Dan nilai parameter yang telah ditentukan dari awal seperti $bandwidth = [-2,2]$, dan *pool pattern shift* atau indeks pola global sebanyak 622.

Langkah selanjutnya adalah mengimplementasikan metode HSA untuk penjadwalan perawat. Implementasi dilakukan menggunakan data jadwal perawat 1 tahun, yang akan dijadwalkan ulang menggunakan HSA. Pada proses HAS, akan dilakukan penambahan data permintaan cuti dan libur yang akan diproses dan dievaluasi untuk mendapatkan jadwal yang lebih optimal daripada jadwal manual.

Dalam jadwal yang dihasilkan, terdapat indeks-indeks yang merepresentasikan jenis *shift* atau keadaan tertentu, yaitu: (P) untuk *shift* pagi, (S) untuk *shift* siang, (M) untuk *shift* malam, (L) untuk libur, (C) untuk cuti dan (□) untuk permintaan penambahan libur tahunan.

4.3.1 Jadwal Januari 2022

Bentuk jadwal manual bulan Januari 2022 yang telah dijadwalkan sebelumnya oleh rumah sakit, dapat dilihat pada Gambar 4.5. Jadwal tersebut telah dimasukkan permintaan cuti dan libur serta telah dilakukan proses evaluasi secara manual.

Untuk permintaan cuti dan libur yang diminta, dapat dilihat pada Tabel 4.6, ada cuti karena pindah station dan permintaan libur tahunan, permintaan ini dievaluasi sebelum jadwal berjalan. Pada Tabel 4.7, ada cuti karena sakit dan permintaan libur tahunan tambahan, permintaan ini dievaluasi saat jadwal sedang berjalan.

Contoh evaluasi *hard constraint* secara manual, pada perawat dengan ID-1, mengajukan libur pada minggu ke-3, hari ke-20, sehingga terjadi kekurangan

perawat pada *shift* pagi, maka dilakukan penyesuaian dengan mengalokasikan perawat ke *shift* yang kurang, contohnya pada perawat dengan nomor ID ke-5.

No	ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
1	1	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	L	L	C	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	L	
2	2	P	P	S	S	M	L	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	L	S	S	S	M	M	L	L	P	P	S	
3	3	S	S	M	M	L	L	P	L	C	C	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	S	S	C	S	M	C	L	L	P	P	S	S	M	
4	4	M	M	L	L	P	P	L	P	P	P	P	P	L	P	P	P	P	P	L	P	P	P	P	P	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P		
5	5	L	L	P	P	S	L	M	M	L	L	L	P	S	S	M	M	L	L	S	P	S	S	M	M	L	L	S	S	S	P	M	M	L	L	P	
6	6	P	S	L	S	C	M	L	L	P	S	S	S	M	M	L	L	L	P	S	S	M	M	L	L	S	P	S	S	M	M	L	L	S	P	S	
7	7	C	L	M	M	L	L	C	P	S	S	M	M	L	L	L	S	S	S	M	M	L	L	P	P	S	C	M	M	L	L	S	S	S	M	M	
8	8	L	M	L	L	L	S	S	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
9	9	L	L	S	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	S	S	S	M	M	L	L	L	P	M	L	L	S	M	M	L	
10	10	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	L	P	S	S	M	M	L	L	P	S	S	S	M	M	L	L	P	S	M	M	L	L	P	
11	11	S	S	M	M	L	L	P	S	S	S	M	M	L	L	C	P	S	C	M	M	L	L	S	P	S	S	M	M	L	L	S	P	S	S	M	
12	12	S	P	S	S	M	M	L	L	S	P	S	S	M	M	L	L	L	L	S	S	S	M	M	L	L	M	M	L	L	S	M	L	L	P	S	L
13	13	C	P	P	L	P	P	L	L	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	S	C	P	S	M	M	L	L	C	C	C	C	M	L	L	
14	14	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	P	P	P	L	P	P	L	P	P	P	P	P	P	L	P	P	P	P	P		
	ΣP	2	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	4	2	3	3	3	3	4	3	2	2	3	4	4	2	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	
	ΣS	3	3	3	3	3	3	2	3	4	3	3	3	3	3	2	4	4	3	4	4	3	4	3	4	3	3	3	3	3	2	3	3	4	3	2	
	ΣM	2	3	3	3	2	2	3	3	2	3	4	3	3	3	3	2	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	
	ΣL	4	4	4	4	5	5	5	3	3	3	5	4	4	3	5	3	3	5	5	3	4	3	4	3	4	4	3	5	4	3	3	3	4	5		
	ΣC	3	1	1	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	2	1	0	1	0	0	1	1	0	0	2	2	1	2	2	2	2	1	1	1	1		

Gambar 4. 5 Jadwal Manual (Januari 2022)

Tabel 4. 6 Permintaan Cuti dan Libur Sebelum Disusun (Januari 2022)

Permintaan Cuti dan Libur Sebelum Jadwal Berjalan		
ID perawat ke	Nomor hari ke- (Dalam minggu)	Keterangan Cuti dan Libur
1	Nomor hari ke-21	Cuti acara penting
8	Nomor hari ke-26 sampai 35	Cuti karena pindah station
14	Nomor hari ke-1 sampai 16	Cuti melahirkan
1	Nomor hari ke-19,20,35	Libur tahunan 3 permintaan
4	Nomor hari ke-7	Libur tahunan 1 permintaan
5	Nomor hari ke-11	Libur tahunan 1 permintaan
6	Nomor hari ke-17	Libur tahunan 1 permintaan
8	Nomor hari ke-1,5	Libur tahunan 2 permintaan
9	Nomor hari ke-27,31	Libur tahunan 2 permintaan
10	Nomor hari ke-13	Libur tahunan 1 permintaan
12	Nomor hari ke-32	Libur tahunan 1 permintaan
13	Nomor hari ke-4	Libur tahunan 1 permintaan

Pada Gambar 4.6 disajikan penjadwalan dengan implementasi HSA yang telah melewati proses HMCR, PAR, penambahan cuti dan libur, dan evaluasi *hard*

constraint, waktu proses yang dibutuhkan adalah 867,5 detik atau 14,45 menit dengan nilai fungsi objektif sebesar 5.

Tabel 4. 7 Permintaan Cuti dan Libur Setelah Disusun (Januari 2022)

Permintaan Cuti dan Libur Saat Jadwal Berjalan		
ID perawat ke	Nomor hari ke- (Dalam minggu)	Keterangan Cuti dan Libur
3	Nomor hari ke-9,10,25,28	Cuti sakit
6	Nomor hari ke-5	Cuti sakit
7	Nomor hari ke-1,7,26	Cuti sakit
8	Nomor hari ke-25	Cuti sakit
11	Nomor hari ke-15,18	Cuti sakit
13	Nomor hari ke-1,22,29,30,31,32	Tanggal 1 (pelatihan), 22,32 (Sakit)
2	Nomor hari ke-6	Libur tahunan 1 permintaan
3	Nomor hari ke-8	Libur tahunan 1 permintaan
5	Nomor hari ke-6	Libur tahunan 1 permintaan
6	Nomor hari ke-3	Libur tahunan 1 permintaan
7	Nomor hari ke-2, 15	Libur tahunan 2 permintaan
12	Nomor hari ke-35	Libur tahunan 1 permintaan
13	Nomor hari ke-8	Libur tahunan 1 permintaan
14	Nomor hari ke-20	Libur tahunan 1 permintaan

No ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35		
1	P	M	L	L	L	P	P	M	M	L	P	S	S	P	M	M	L	L	L	L	C	S	S	S	M	M	L	P	P	P	S	S	M	L	L		
2	L	P	P	S	S	M	M	L	P	P	S	S	M	L	L	S	S	S	S	M	L	L	L	P	P	S	M	L	L	L	P	P	S	M	L		
3	S	S	M	M	L	P	S	S	C	C	L	L	L	P	P	P	S	M	M	L	L	P	P	S	C	S	M	C	L	L	L	P	P	S	M	L	
4	M	L	L	P	S	S	L	P	S	S	M	M	L	L	S	S	M	M	M	L	L	L	P	P	S	S	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	
5	M	M	L	L	P	S	S	M	L	L	L	L	P	P	M	L	L	P	S	S	S	S	M	M	L	L	P	P	S	M	M	L	L	P	P	S	
6	L	P	P	S	C	L	L	S	S	M	L	P	P	S	M	L	L	P	P	M	M	L	L	P	P	S	S	M	L	P	P	S	S	M	L	L	
7	C	L	S	S	M	M	C	L	L	L	P	S	S	M	L	L	P	P	S	S	P	M	M	L	C	L	S	S	M	M	L	L	P	S	S	L	
8	L	L	P	P	L	S	S	M	L	L	S	S	S	S	M	M	L	L	P	P	M	L	P	P	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
9	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	P	P	P	S	M	M	L	L	P	P	M	L	L	S	S	L	M	M	L	L	P	S	S	S	S	
10	L	L	P	P	S	S	M	L	S	S	M	M	L	L	L	P	S	S	M	M	L	L	S	S	M	M	L	L	P	S	M	M	L	L	S	P	L
11	S	S	M	M	L	L	P	M	M	L	L	P	P	M	C	P	P	C	M	L	L	P	S	S	M	M	L	L	P	S	S	M	L	P	P	P	
12	P	S	S	M	L	P	P	P	S	S	M	M	L	L	P	S	M	M	L	L	L	P	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	L	L	L	L	
13	C	S	S	L	M	M	L	L	P	P	M	M	M	L	L	L	P	S	S	M	C	L	L	P	P	P	P	C	C	C	C	S	L	L	L	L	
14	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	L	L	P	S	S	P	P	S	S	M	L	L	L	P	M	M	M	L	S	L	S	S
ΣP	2	2	4	3	2	4	3	2	2	2	2	4	4	3	3	2	2	3	4	2	2	4	4	4	3	3	3	4	2	4	2	3	3	3	2	2	
ΣS	2	4	3	3	3	4	4	3	4	3	2	4	3	2	2	4	3	2	3	4	3	3	3	4	3	4	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	
ΣM	3	3	2	3	2	3	2	4	3	2	4	4	2	3	3	3	3	4	4	2	3	2	3	3	3	3	2	3	2	3	4	2	2	2	3	3	
ΣL	4	4	4	4	5	2	3	4	3	5	5	1	4	5	4	4	6	4	3	6	5	4	4	3	3	2	6	3	5	3	4	4	4	4	4	4	
ΣC	3	1	1	1	2	1	2	1	2	2	1	1	1	1	2	1	0	1	0	0	1	1	0	0	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1

Gambar 4. 6 Jadwal HSA (Januari 2022)

Untuk mengecek keseimbangan *shift* yang didapatkan setiap perawat, maka dihitung standar deviasi, nilai standar deviasi setiap *shift* untuk seluruh

perawat dapat dilihat pada Tabel 4.8, didapatkan rata-rata dari HSA lebih kecil dari pada jadwal manual. Nilai kecil pada standar deviasi menunjukkan, jumlah *shift* yang diperoleh setiap perawat tidak terlalu bervariasi

Tabel 4. 8 Perbandingan *Shift* Jadwal Manual dan HSA (Januari 2022)

JANUARI 2022													
No	ID	MANUAL						HSA					
		P	S	M	L	C	L	P	S	M	L	C	L
1	1	6	7	8	13	1	3	8	7	8	11	1	3
2	2	8	10	7	10	0	2	9	10	6	10	0	2
3	3	5	9	8	9	4	1	8	8	6	9	4	1
4	4	22	2	4	7	0	1	6	10	9	10	0	1
5	5	6	9	8	12	0	2	8	8	8	11	0	2
6	6	5	12	7	10	1	2	10	8	6	10	1	2
7	7	3	9	10	10	3	2	5	9	7	11	3	2
8	8	4	7	5	8	11	2	6	6	4	8	11	2
9	9	5	9	9	12	0	2	8	8	9	10	0	2
10	10	6	8	10	11	0	1	5	10	9	11	0	1
11	11	4	12	9	8	2	0	9	6	9	9	2	0
12	12	3	11	9	12	0	3	8	8	8	11	0	3
13	13	7	4	7	11	6	2	7	5	6	11	6	2
14	14	16	0	0	3	16	1	4	5	4	6	16	1
STDV		5,15	3,44	2,59	2,51			1,69	1,66	1,71	1,41		

Untuk penalti pada jadwal manual dengan total 44 *constraint*, dengan rincian penalti pada SC5 sebanyak 5, SC6 sebanyak 4, SC7 sebanyak 32, mendapatkan nilai fungsi sebesar 872.

Sementara HSA mendapatkan penalti dengan total 5 *constraint*, dengan rincian penalti pada SC7 sebanyak 5, mendapatkan nilai fungsi sebesar 5, rincian penalti untuk setiap *constraint* yang dilanggar, disajikan pada Tabel 4.9.

Selisih poin penalti dari jadwal manual dengan jadwal HSA adalah 867 poin, untuk penjadwalan ulang pada bulan Januari 2022, Jadwal HSA mampu memberikan nilai penalti lebih baik daripada jadwal dari rumah sakit.

Tabel 4. 9 Rincian Pelanggaran Jadwal Manual dan HSA (Januari 2022)

Aturan	MANUAL		HSA	
	Penalti	Rincian penalti	Penalti	Rincian penalti
SC5	8	Penalti jumlah <i>shift</i> yang diizinkan, ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 4 banyak shift pagi, sedikit <i>shift</i> siang • 6 banyak shift malam • 11 banyak shift siang • 12 banyak shift sing, sedikit <i>shift</i> pagi • 14 banyak shift pagi, sedikit <i>shift</i> siang dan malam 	-	Penalti jumlah <i>shift</i> yang diizinkan, ID perawat ke- Tidak ada
SC6	4	Penalti <i>shift</i> berurutan pada ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 4 nomor hari ke 13 (Pagi 6 kali), 20 (Pagi 6 kali) • 14 nomor hari ke 29 (Pagi 6 kali) 	-	Penalti <i>shift</i> berurutan pada ID perawat ke- Tidak ada
SC7	32	Penalti <i>shift terisolasi</i> nomor ID perawat ke <ul style="list-style-type: none"> • 3 nomor hari ke- 8 (L-P-L) • 4 nomor hari ke- 8 (P-L-P), 15 (P-L-P), 22 (P-L-P), 29 (P-L-P) • 5 nomor hari ke- 21 (S-P-S) • 6 nomor hari ke- 4 (S-L-S), 27 (S-P-S), 35 (S-P-S) • 8 nomor hari ke- 3 (L-M-L) • 9 nomor hari ke- 5 (S-P-S) • 11 nomor hari ke- 25 (S-P-S), 33 (S-P-S) • 12 nomor hari ke- 3 (S-P-S), 11 (S-P-S) • 13 nomor hari ke- 5 (P-M-P) • 14 nomor hari ke- 21 (P-M-P), 24 (P-L-P), 31 (P-L-P) <p>Penalti <i>shift malam</i> setelahnya bukan libur ID perawat ke-</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3 nomor hari ke- 8 (P-M) • 4 nomor hari ke- 7 (P-M), 14 (P-M), 21 (P-M), 28(P-M) • 5 nomor hari ke- 6 (S-L) • 6 nomor hari ke- 3 (S-L) • 12 nomor hari ke- 35 (S-L) • 13 nomor hari ke- 4 (P-M), 7 (P-M) • 14 nomor hari ke- 20 (P-M), 23 (P-M), 30 (P-M) 	5	Penalti libur sebelumnya bukan <i>shift</i> malam ID perawat ke <ul style="list-style-type: none"> • 4 nomor hari ke- 7 (S-L) • 8 nomor hari ke- 5 (P-L) • 9 nomor hari ke- 27 (S-L) • 13 nomor hari ke- 4 (S-L), 34 (S-L)
<i>F(x)</i>		872		5

4.3.2 Jadwal Februari 2022

Bentuk jadwal manual bulan Februari 2022 yang telah dijadwalkan sebelumnya oleh rumah sakit, dapat dilihat pada Gambar 4.7. Jadwal tersebut telah dimasukkan permintaan cuti dan libur serta telah dilakukan proses evaluasi secara manual.

ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
1	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M		
2	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	C	C	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	
3	M	L	L	P	P	S	C	M	M	L	L	L	P	S	S	M	M	L	L	P	S	L	S	M	M	L	L	P	
4	L	P	P	S	S	M	M	L	L	L	L	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	C	C	M	L	L	P	L	C
5	S	S	M	M	L	L	P	P	S	C	M	M	L	L	L	L	M	L	M	M	L	L	S	S	S	S	M	M	
6	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	S	P	S	S	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
7	L	L	L	P	S	S	M	M	L	L	C	P	P	P	M	M	L	L	C	P	P	P	M	M	L	L	P	P	
8	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
9	L	P	P	S	S	M	L	L	L	P	S	S	S	M	M	L	L	M	L	S	S	M	M	L	L	P	S	S	
10	L	S	S	M	M	L	L	L	L	S	S	M	M	L	L	P	S	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	
11	M	L	L	L	L	S	S	M	M	L	L	C	C	C	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	C	
12	S	M	M	L	L	P	L	S	S	M	M	L	L	S	P	S	S	M	M	L	L	S	P	C	S	M	M	L	
13	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	L	L	L	P	S	S	S	C	M	L	L	P	P	P	S	
14	P	L	P	P	P	L	P	C	C	P	P	P	L	L	P	P	P	P	P	L	P	C	P	P	M	M	L	L	
ΣP	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3	2	3	3	3	3	2	2	
ΣS	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	4	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	2	3	3	2	
ΣM	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	
ΣL	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	3	4	5	5	4	4	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	
ΣC	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	2	1	2	2	3	2	4	4	2	3	2	2	2	4	

Gambar 4. 7 Jadwal Manual (Februari 2022)

Tabel 4. 10 Permintaan Cuti dan Libur Sebelum Disusun (Februari 2022)

Permintaan Cuti dan Libur Sebelum Jadwal Berjalan		
ID perawat ke	Nomor hari ke- (Dalam minggu)	Keterangan Cuti dan Libur
4	Nomor hari ke- 28	Cuti rencana acara penting
6	Nomor hari ke- 18 sampai 28	Cuti Melahirkan
8	Nomor hari ke- 1 sampai 28	Cuti pindah jaga station
3	Nomor hari ke- 12	Libur tahunan 1 permintaan
4	Nomor hari ke- 10, 27	Libur tahunan 2 permintaan
5	Nomor hari ke- 15, 16	Libur tahunan 2 permintaan
7	Nomor hari ke- 3	Libur tahunan 1 permintaan
9	Nomor hari ke- 7	Libur tahunan 1 permintaan
10	Nomor hari ke- 8, 9	Libur tahunan 2 permintaan
11	Nomor hari ke- 4, 5	Libur tahunan 2 permintaan
14	Nomor hari ke- 14	Libur tahunan 1 permintaan

Untuk permintaan cuti dan libur yang diminta, dapat dilihat pada Tabel 4.10, ada cuti karena pindah station, cuti melahirkan, cuti kegiatan penting yang direncanakan, dan permintaan libur tahunan, permintaan ini dievaluasi sebelum jadwal berjalan. Pada Tabel 4.11, ada permintaan cuti sakit dan libur tahunan tambahan, permintaan ini dievaluasi saat jadwal sedang berjalan.

Tabel 4. 11 Permintaan Cuti dan Libur Setelah Disusun (Februari 2022)

Permintaan Cuti dan Libur Saat Jadwal Berjalan		
ID perawat ke	Nomor hari ke- (Dalam minggu)	Keterangan Cuti dan Libur
2	Nomor hari ke- 14, 15	Cuti sakit
3	Nomor hari ke- 7	Cuti sakit
4	Nomor hari ke- 21, 22	Cuti sakit
5	Nomor hari ke- 10	Cuti sakit
7	Nomor hari ke- 11, 19	Cuti sakit
11	Nomor hari ke- 12, 13, 14, 28	Cuti sakit
12	Nomor hari ke- 24	Cuti sakit
13	Nomor hari ke- 21	Cuti sakit
14	Nomor hari ke- 8, 9, 22	Cuti sakit
1	Nomor hari ke- 13	Libur tahunan 1 permintaan
3	Nomor hari ke- 22	Libur tahunan 1 permintaan
5	Nomor hari ke- 18	Libur tahunan 1 permintaan
9	Nomor hari ke- 7	Libur tahunan 1 permintaan
12	Nomor hari ke- 7	Libur tahunan 1 permintaan
13	Nomor hari ke- 14	Libur tahunan 1 permintaan
14	Nomor hari ke- 6	Libur tahunan 1 permintaan

Contoh evaluasi *hard constraint* secara manual, pada perawat dengan ID ke-14, mengajukan libur tahunan pada minggu ke-4, hari ke-24, sehingga terjadi kekurangan perawat pada *shift* siang, maka dilakukan evaluasi dengan mengalokasikan perawat ke *shift* yang kurang, contohnya pada perawat dengan ID ke-5.

Pada Gambar 4.8 disajikan penjadwalan dengan implementasi HSA yang telah melewati proses HMCR, PAR, penambahan cuti dan libur, dan evaluasi *hard*

constraint, waktu proses yang dibutuhkan adalah 792,12 detik atau 13,21 menit dengan nilai fungsi objektif sebesar 2.

No	ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	1	L	P	S	S	S	M	M	L	P	P	S	S	M	M	M	L	L	L	P	P	S	S	S	P	M	L	L	P
2	2	L	P	P	S	S	S	M	M	M	L	L	L	P	C	C	S	S	M	M	L	L	M	M	L	L	P	P	S
3	3	L	L	S	P	M	M	C	S	S	S	M	L	L	P	M	L	L	L	P	S	S	S	M	L	L	L	P	P
4	4	L	P	P	S	S	S	M	L	L	L	P	P	P	S	S	M	M	L	L	P	C	C	M	M	L	L	L	C
5	5	P	S	S	M	M	L	L	L	L	C	P	S	S	M	L	L	L	P	P	S	M	L	L	L	P	P	P	M
6	6	M	M	L	L	P	P	S	S	S	M	L	P	P	P	P	S	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
7	7	S	M	L	L	P	P	S	S	M	M	C	L	S	S	L	L	P	P	C	S	M	L	L	L	P	S	S	M
8	8	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
9	9	S	M	M	L	L	P	P	P	P	S	S	S	M	L	S	S	M	L	L	L	P	M	L	L	P	P	S	S
10	10	M	L	L	P	P	S	M	L	L	L	L	S	S	M	L	P	P	S	S	M	M	L	P	P	S	S	M	M
11	11	P	S	M	L	L	L	L	P	S	S	M	C	C	C	P	L	S	S	M	L	L	P	P	S	S	M	L	C
12	12	S	S	M	M	L	L	P	M	L	L	L	P	S	S	M	M	L	L	S	P	P	P	P	C	S	S	M	L
13	13	M	L	L	S	S	S	P	P	S	S	M	M	L	L	L	P	P	S	S	M	C	L	S	M	L	L	L	P
14	14	S	S	P	P	M	L	L	C	C	P	S	M	L	L	P	S	S	M	M	L	L	C	S	S	M	M	L	L
	ΣP	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	2	3	2	3	2	3	3	2	2	3	2	3	3	3	3
	ΣS	4	4	3	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	3	2	4	3	3	3	3	2	2	3	2	3	3	2	2
	ΣM	3	3	3	2	3	2	3	3	2	2	3	2	2	3	3	2	2	2	3	2	3	2	3	2	2	2	2	3
	ΣL	4	3	4	4	3	4	3	3	4	4	4	3	3	3	4	5	4	5	2	4	3	4	3	5	4	4	5	2
	ΣC	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	2	1	2	2	3	2	4	4	2	3	2	2	2	4

Gambar 4. 8 Jadwal HSA (Februari 2022)

Tabel 4. 12 Perbandingan *Shift* Jadwal Manual dan HSA (Februari 2022)

FEBRUARI 2022													
No	ID	MANUAL						HSA					
		P	S	M	L	C	L	P	S	M	L	C	L
1	1	7	8	6	7	0	1	7	8	6	7	0	1
2	2	4	7	8	7	2	0	5	6	7	8	2	0
3	3	5	5	7	10	1	2	5	7	5	10	1	2
4	4	6	5	5	9	3	2	6	6	5	8	3	2
5	5	2	7	9	9	1	3	7	5	5	10	1	3
6	6	3	5	4	4	12	0	6	4	3	3	12	0
7	7	9	2	6	9	2	1	5	8	5	8	2	1
8	8	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	28	0
9	9	4	9	6	9	0	1	7	8	5	8	0	1
10	10	3	9	7	9	0	2	6	7	7	8	0	2
11	11	2	5	7	10	4	2	5	7	4	8	4	2
12	12	3	8	8	8	1	1	6	7	6	8	1	1
13	13	8	8	4	7	1	1	5	8	5	9	1	1
14	14	16	0	2	7	3	2	4	7	6	8	3	2
	STDV	3,85	2,94	2,37	2,58			1,71	2,08	1,71	2,58		

Tabel 4. 13 Rincian Pelanggaran Jadwal Manual dan HSA (Februari 2022)

Aturan	MANUAL		HSA	
	Penalti	Rincian penalti	Penalti	Rincian penalti
SC5	8	Penalti jumlah <i>shift</i> yang diizinkan, ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 5 sedikit <i>shift</i> pagi • 7 sedikit <i>shift</i> siang • 10 sedikit <i>shift</i> pagi • 11 sedikit <i>shift</i> pagi • 12 sedikit <i>shift</i> pagi • 13 sedikit <i>shift</i> malam • 14 banyak <i>shift</i> pagi, sedikit <i>shift</i> siang dan malam 	-	Penalti jumlah <i>shift</i> yang diizinkan, ID perawat ke- Tidak ada
SC7	20	Penalti <i>shift terisolasi</i> nomor ID perawat ke <ul style="list-style-type: none"> • 3 nomor hari ke- 23 (S-L-S) • 4 nomor hari ke- 27 (L-P-L) • 5 nomor hari ke- 18 (L-M-L), 19 (M-L-M) • 6 nomor hari ke- 15 (S-P-S) • 9 nomor hari ke- 19 (L-M-L) • 12 nomor hari ke- 7 (M-P-M), 16 (S-P-S) • 14 nomor hari ke- 3 (P-L-P), 7 (P-L-P), 21 (P-L-P) Penalti <i>shift acak</i> nomor ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 3 nomor hari ke- 23 (L-P-S-L), 24 (P-S-L-P) Penalti <i>shift malam setelahnya bukan libur</i> ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 3 nomor hari ke- 22 (S-L) • 4 nomor hari ke- 27 (P-L) • 12 nomor hari ke- 7 (P-L) • 14 nomor hari ke- 2 (P-L), 6 (P-L), 13 (P-L), 20 (P-L) 	2	Penalti <i>shift malam setelahnya bukan libur</i> ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 7 nomor hari ke- 15 (S-L) • 11 nomor hari ke 16 (P-L)
<i>F(x)</i>	820		2	

Untuk mengecek keseimbangan *shift* yang didapatkan setiap perawat, maka dihitung standar deviasi, nilai standar deviasi setiap *shift* untuk seluruh perawat dapat dilihat pada Tabel 4.12, didapatkan nilai rata-rata dari HSA lebih

kecil dari pada jadwal manual. Nilai kecil pada standar deviasi menunjukkan, jumlah *shift* yang diperoleh setiap perawat tidak terlalu bervariasi

Untuk penalti pada jadwal manual dengan total 28 *constraint*, dengan rincian penalti pada SC5 sebanyak 8, SC7 sebanyak 20, mendapatkan nilai fungsi sebesar 820. Sementara HSA mendapatkan penalti dengan total 2 *constraint*, dengan rincian penalti pada SC7 sebanyak 2, mendapatkan nilai fungsi sebesar 2, rincian penalti untuk setiap *constraint* yang dilanggar, disajikan pada Tabel 4.13.

4.3.3 Jadwal Maret 2022

Bentuk jadwal manual bulan Maret 2022 yang telah dijadwalkan sebelumnya oleh rumah sakit, dapat dilihat pada Gambar 4.9. Jadwal tersebut telah dimasukkan permintaan cuti dan libur serta telah dilakukan proses evaluasi secara manual.

No	ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	1	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P
2	2	L	L	P	S	S	M	M	L	L	C	L	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	C	M	L	L	P	P	S
3	3	P	S	S	M	M	L	L	L	P	S	P	M	M	L	L	P	P	S	S	M	C	L	L	P	P	S	S	M
4	4	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L
5	5	L	L	L	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	P	S	M	M	L	L	L	P
6	6	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
7	7	S	S	M	M	L	L	C	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	C	L	L	P	P	M	M	L	L
8	8	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	L	M
9	9	L	P	S	M	M	L	L	S	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	S	S	S	S	M
10	10	M	L	L	L	P	S	S	M	M	L	L	L	P	C	C	M	M	L	L	S	P	S	S	M	M	L	L	S
11	11	S	M	M	L	L	L	P	P	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	S	S	P	M	M	L
12	12	L	S	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	M	L	S	S	M	M	L	L	S	P	S
13	13	C	M	L	L	P	P	P	C	M	M	L	L	C	P	S	C	M	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
14	14	P	P	C	S	M	M	L	L	P	P	S	L	M	C	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	S	P	S	P
	ΣP	2	2	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	2	3	3	3	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3
	ΣS	3	3	2	3	3	3	2	2	3	3	2	2	3	2	2	2	3	3	3	3	4	2	3	3	3	3	3	3
	ΣM	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3
	ΣL	4	4	4	4	3	4	3	4	3	3	4	5	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	4	4
	ΣC	3	2	3	2	2	2	3	3	2	3	2	2	3	4	3	3	2	3	3	3	4	4	4	3	3	3	2	2

Gambar 4. 9 Jadwal Manual (Maret 2022)

Untuk permintaan cuti dan libur yang diminta, dapat dilihat pada Tabel 4.14, ada cuti pindah station, cuti melahirkan dan permintaan libur tahunan, permintaan ini dievaluasi sebelum jadwal berjalan. Pada Tabel 4.15, ada permintaan cuti sakit, dan permintaan libur tahunan tambahan, permintaan ini dievaluasi saat jadwal sedang berjalan.

Tabel 4. 14 Permintaan Cuti dan Libur Sebelum Disusun (Maret 2022)

Permintaan Cuti dan Libur Sebelum Jadwal Berjalan		
ID perawat ke-	Nomor hari ke- (Dalam minggu)	Keterangan cuti dan Libur
6	Nomor hari ke- 1 sampai 28	Cuti melahirkan
8	Nomor hari ke- 1 sampai 25	Cuti pindah jaga station
13	Nomor hari ke- 18 sampai 28	Cuti melahirkan
2	Nomor hari ke- 2	Libur tahunan 1 permintaan
3	Nomor hari ke- 8	Libur tahunan 1 permintaan
5	Nomor hari ke- 3, 27	Libur tahunan 2 permintaan
9	Nomor hari ke- 1	Libur tahunan 1 permintaan
10	Nomor hari ke- 4	Libur tahunan 1 permintaan
11	Nomor hari ke- 6	Libur tahunan 1 permintaan

Tabel 4. 15 Permintaan Cuti dan Libur Setelah Disusun (Maret 2022)

Permintaan Cuti dan Libur Saat Jadwal Berjalan		
ID perawat ke-	Nomor hari ke- (Dalam minggu)	Keterangan Cuti dan Libur
2	Nomor hari ke- 10,22	Cuti sakit
3	Nomor hari ke- 21	Cuti sakit
7	Nomor hari ke- 7, 20	Cuti sakit
10	Nomor hari ke- 14, 15	Cuti sakit
13	Nomor hari ke- 1, 8, 13, 16	Cuti sakit
14	Nomor hari ke- 3, 14	Cuti sakit
2	Nomor hari ke- 11	Libur tahunan 1 permintaan
10	Nomor hari ke- 12	Libur tahunan 1 permintaan
14	Nomor hari ke- 12	Libur tahunan 1 permintaan

Contoh evaluasi *hard constraint* secara manual, pada perawat dengan ID-5, mengajukan libur tahunan pada minggu ke-1, hari ke-3, sehingga terjadi kekurangan perawat pada *shift* pagi, maka dilakukan evaluasi dengan

mengalokasikan perawat ke *shift* yang kurang , contohnya pada perawat dengan nomor ID ke-12

Pada Gambar 4.10 disajikan penjadwalan dengan implementasi HSA yang telah melewati proses HMCR, PAR, penambahan cuti dan libur, dan evaluasi *hard constraint*, waktu proses yang dibutuhkan adalah 827,02 detik atau 13,78 menit dengan nilai fungsi objektif sebesar 3.

No	ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
1	1	S	S	M	M	L	L	S	S	S	M	M	L	L	P	S	S	P	M	L	L	P	P	P	S	S	P	M	L	
2	2	M	L	L	P	P	P	M	L	S	C	M	M	L	L	M	M	L	L	P	S	M	C	L	P	P	S	S	M	
3	3	L	P	P	S	S	M	L	L	M	M	L	L	P	S	L	L	P	P	P	M	C	L	P	S	S	M	M	L	
4	4	P	S	S	M	M	L	L	P	S	S	M	L	P	P	M	L	L	P	P	S	S	P	P	S	S	S	M	L	
5	5	L	L	L	P	S	S	M	M	M	L	L	P	P	S	S	S	M	L	P	P	M	L	L	P	P	M	L	S	
6	6	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
7	7	M	M	L	L	P	P	C	M	L	L	P	P	S	M	L	L	P	P	S	C	S	M	M	L	L	P	P	S	
8	8	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	S	S	M
9	9	L	P	P	S	M	M	L	S	M	M	L	L	P	P	S	M	M	L	L	P	S	S	S	M	M	L	P	P	
10	10	L	P	P	L	S	M	M	L	L	P	P	S	M	C	C	P	L	S	S	M	L	L	S	M	M	L	L	P	
11	11	P	P	S	S	M	L	L	P	P	S	S	M	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	S	S	M	M	L	L	
12	12	S	S	M	M	L	L	P	P	P	S	S	S	M	L	S	S	M	M	L	L	P	M	L	L	P	P	P	S	
13	13	C	L	L	P	P	S	S	C	P	P	S	S	C	M	M	C	L	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
14	14	S	M	C	L	L	P	P	M	L	L	P	P	S	C	P	P	S	S	M	L	L	S	M	M	L	P	S	S	
	ΣP	2	4	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	4	4	2	2	3	3	4	2	2	3	3	2	3	4	3	2	
	ΣS	3	3	2	3	3	2	2	2	3	3	3	3	2	2	4	4	2	2	2	2	3	2	3	4	3	3	3	4	
	ΣM	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	2	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	
	ΣL	4	3	4	3	3	4	4	3	3	3	3	4	3	2	2	3	4	3	3	4	3	3	3	2	2	2	3	4	
	ΣC	3	2	3	2	2	2	3	3	2	3	2	2	3	4	3	3	2	3	3	4	4	4	4	3	3	3	2	2	

Gambar 4. 10 Jadwal HSA (Maret 2022)

Untuk mengecek keseimbangan *shift* yang didapatkan setiap perawat, maka dihitung standar deviasi, nilai standar deviasi setiap *shift* untuk seluruh perawat dapat dilihat pada Tabel 4.16, didapatkan nilai rata-rata dari HSA dan manual tidak terlalu berbeda, sehingga jumlah *shift* untuk HSA dan manual tidak terlalu bervariasi.

Tabel 4. 16 Perbandingan *Shift* Jadwal Manual dan HSA (Maret 2022)

MARET 2022													
No	ID	MANUAL						HSA					
		P	S	M	L	C	L	P	S	M	L	C	L
1	1	7	6	7	8	0	0	6	9	6	7	0	0
2	2	5	7	5	9	2	2	6	4	8	8	2	2
3	3	7	7	6	7	1	1	7	5	6	9	1	1
4	4	6	7	8	7	0	0	8	9	5	6	0	0
5	5	7	5	6	10	0	2	7	6	6	9	0	2
6	6	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	28	0
7	7	5	6	7	8	2	0	8	4	6	8	2	0
8	8	0	0	2	1	25	0	0	2	1	0	25	0
9	9	4	10	7	7	0	1	7	6	8	7	0	1
10	10	3	6	7	10	2	2	6	5	6	9	2	2
11	11	6	6	8	8	0	1	7	8	6	7	0	1
12	12	4	9	7	8	0	0	7	8	6	7	0	0
13	13	4	1	4	4	15	0	4	4	2	3	15	0
14	14	8	6	5	7	2	1	7	7	5	7	2	1
STDV		2,37	2,94	2,22	2,91			2,51	2,52	2,31	2,93		

Tabel 4. 17 Rincian Pelanggaran Jadwal Manual dan HSA (Maret 2022)

Aturan	MANUAL		HSA	
	Penalti	Rincian penalti	Penalti	Rincian penalti
SC5	3	Penalti jumlah <i>shift</i> yang diizinkan, ID perawat ke <ul style="list-style-type: none"> • 9 banyak <i>shift</i> siang • 10 kurang <i>shift</i> pagi • 12 kurang <i>shift</i> pagi 	-	Penalti jumlah <i>shift</i> yang diizinkan, ID perawat ke Tidak ada
SC7	11	Penalti <i>shift terisolasi</i> nomor ID perawat ke <ul style="list-style-type: none"> • 3 nomor hari ke- 11 (P-S-P) • 9 nomor hari ke- 10 (S-P-S) • 10 nomor hari ke- 22 (S-P-S) • 12 nomor hari ke- 4 (S-P-S), 19 (L-M-L), 28 (S-P-S) • 14 nomor hari ke- 27 (S-P-S), 28 (P-S-P) Penalti <i>shift acak</i> nomor ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 3 nomor hari ke- 12 (L-P-S-P-M) 14 nomor hari ke- 28 (L-S-P-S-P) Penalti libur sebelumnya bukan <i>shift</i> malam ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> 14 nomor hari ke- 12 (S-L) 	3	Penalti <i>shift terisolasi</i> nomor ID perawat ke- Tidak ada Penalti <i>shift acak</i> nomor ID perawat ke- 10 nomor hari ke 6 (L-P-L-S-M) Penalti libur sebelumnya bukan <i>shift</i> malam ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 3 nomor hari ke- 15 (S-L) • 10 nomor hari ke- 4 (P-L), 17 (P-L)
F(x)	311		3	

Untuk penalti pada jadwal manual dengan total 14 *constraint*, dengan rincian penalti pada SC5 sebanyak 3, SC7 sebanyak 11, mendapatkan nilai fungsi sebesar 311. Sementara HSA mendapatkan penalti dengan total 3 *constraint*, dengan rincian penalti pada SC7 sebanyak 3, mendapatkan nilai fungsi sebesar 3, rincian penalti untuk setiap *constraint* yang dilanggar, disajikan pada Tabel 4.17.

4.3.4 Jadwal April 2022

Bentuk jadwal manual bulan April 2022 yang telah dijadwalkan sebelumnya oleh rumah sakit, dapat dilihat pada Gambar 4.11. Jadwal tersebut telah dimasukkan permintaan cuti dan libur serta telah dilakukan proses evaluasi secara manual.

No	ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	1	P	S	S	M	M	L	L	L	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	C	C	C
2	2	S	M	M	L	L	L	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	L	M	L	L	C	C	S	S	M	M	L
3	3	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	L	P	S	S	M	M	L	L	C
4	4	L	L	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	S	C
5	5	S	S	M	M	M	L	L	L	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	L	L	L	P	P	S	S	M	M
6	6	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
7	7	P	P	S	S	M	M	L	L	L	P	S	S	L	L	L	L	P	P	S	P	M	M	L	L	P	P	S	S
8	8	L	L	L	P	S	S	M	L	L	L	L	P	S	L	M	M	L	L	C	S	S	S	M	M	L	L	P	P
9	9	M	L	L	P	P	S	P	M	M	L	L	P	P	S	S	L	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P
10	10	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	L	S	S	M	L	L	L	L	L	P	S	S	M	C
11	11	L	P	P	M	L	M	L	L	L	L	P	S	S	M	M	L	L	P	S	C	S	M	M	L	L	S	P	S
12	12	L	S	S	C	C	C	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	M	L	M	M	L	L	L	L	S	S	M
13	13	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
14	14	M	M	L	L	L	P	S	P	M	M	L	L	P	L	L	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L
15	15	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	L
	ΣP	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3	3	1	2	3	1	2	2	2	2	2	
	ΣS	3	3	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	2	2	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2
	ΣM	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	2	2	3	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2
	ΣL	4	4	4	3	4	3	5	6	4	4	4	3	4	6	5	4	3	4	5	5	3	4	3	4	4	3	3	4
	ΣC	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	4	4	3	3	4	5

Gambar 4. 11 Jadwal Manual (April 2022)

Untuk permintaan cuti dan libur yang diminta, dapat dilihat pada Tabel 4.18, ada cuti karena pindah station, cuti melahirkan, dan permintaan libur

tahunan, permintaan ini dievaluasi sebelum jadwal berjalan. Pada Tabel 4.19, ada permintaan cuti karena sakit dan permintaan libur tahunan tambahan, permintaan ini dievaluasi saat jadwal sedang berjalan.

Tabel 4. 18 Permintaan Cuti dan Libur Sebelum Disusun (April 2022)

Permintaan Cuti dan Libur Sebelum Jadwal Berjalan		
ID perawat ke-	Nomor hari ke- (Dalam minggu)	Keterangan Cuti dan Libur
7	Nomor hari ke-1 sampai 28	Cuti melahirkan
14	Nomor hari ke-1 sampai 28	Cuti melahirkan
15	Nomor hari ke-1 sampai 27	Cuti pindah jaga station
1	Nomor hari ke-8	Libur tahunan 1 permintaan
2	Nomor hari ke-6	Libur tahunan 1 permintaan
4	Nomor hari ke-2	Libur tahunan 1 permintaan
7	Nomor hari ke-9	Libur tahunan 1 permintaan
8	Nomor hari ke-3	Libur tahunan 1 permintaan
11	Nomor hari ke-10	Libur tahunan 1 permintaan
12	Nomor hari ke-1	Libur tahunan 1 permintaan
14	Nomor hari ke-5	Libur tahunan 1 permintaan

Tabel 4. 19 Permintaan Cuti dan Libur Setelah Disusun (April 2022)

Permintaan Cuti dan Libur Saat Jadwal Berjalan		
ID perawat ke-	Nomor hari ke- (Dalam minggu)	Keterangan Cuti dan Libur
1	Nomor hari ke-26, 27,28	Cuti sakit
2	Nomor hari ke-22, 23	Cuti sakit
3	Nomor hari ke-28	Cuti sakit
4	Nomor hari ke-28	Cuti sakit
8	Nomor hari ke-19	Cuti sakit
10	Nomor hari ke-27	Cuti sakit
11	Nomor hari ke-20	Cuti sakit
12	Nomor hari ke-4, 5, 6	Cuti sakit
2	Nomor hari ke-18	Libur tahunan 1 permintaan
3	Nomor hari ke-20	Libur tahunan 1 permintaan
5	Nomor hari ke-7, 8, 20	Libur tahunan 3 permintaan
7	Nomor hari ke- 13, 14, 16	Libur tahunan 3 permintaan
8	Nomor hari ke-8, 11, 14	Libur tahunan 3 permintaan
9	Nomor hari ke-16	Libur tahunan 1 permintaan
10	Nomor hari ke-15, 19, 22	Libur tahunan 3 permintaan
11	Nomor hari ke-5, 7	Libur tahunan 2 permintaan
12	Nomor hari ke-19, 24, 25	Libur tahunan 3 permintaan
14	Nomor hari ke-14, 15	Libur tahunan 2 permintaan

No	ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	1	L	P	P	S	S	M	M	L	S	M	M	L	L	P	M	L	L	S	S	S	P	M	M	L	L	C	C	C
2	2	L	P	P	S	M	L	L	P	S	S	M	M	L	L	S	M	M	L	L	L	P	C	C	L	L	P	P	P
3	3	S	M	M	L	S	S	P	P	P	S	S	M	M	L	P	P	S	M	L	L	L	P	S	S	M	M	L	C
4	4	P	L	S	M	M	L	L	L	P	S	S	M	M	L	S	P	P	P	P	M	L	L	S	P	P	M	C	
5	5	S	M	M	L	P	P	L	L	L	P	S	S	M	M	L	L	L	P	M	M	L	L	P	S	S	M	L	
6	6	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
7	7	M	L	L	P	P	S	S	M	L	L	P	P	S	S	P	S	S	M	L	L	L	L	M	M	L	L	L	M
8	8	M	L	L	P	M	M	L	L	L	L	P	S	S	S	S	M	L	C	P	M	L	L	L	P	S	S	M	
9	9	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	L	P	S	S	P	P	S	M	M	L	L
10	10	P	S	S	M	L	P	P	S	M	M	L	L	P	P	P	P	S	S	M	L	L	L	M	M	L	C	P	
11	11	S	M	M	L	L	L	P	M	L	L	L	L	P	S	L	L	P	P	S	C	M	M	L	L	P	P	S	S
12	12	L	S	S	C	C	C	L	S	M	L	L	P	P	P	S	M	M	L	L	S	S	M	L	L	L	L	S	S
13	13	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
14	14	M	L	L	P	L	S	S	S	S	S	M	M	L	L	L	L	P	S	S	M	L	L	P	P	S	M	L	L
15	15	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	S
	ΣP	2	3	3	2	3	2	3	2	1	3	2	3	3	3	3	2	3	3	2	2	2	2	3	2	3	3	1	2
	ΣS	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1	1	3	2	2	3
	ΣM	3	3	3	2	2	3	3	2	2	2	3	3	3	3	2	2	3	2	2	2	3	2	3	2	3	3	2	2
	ΣL	4	4	3	4	3	3	4	5	6	4	4	3	3	3	4	5	3	4	4	5	5	6	4	5	4	3	5	3
	ΣC	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	5	5

Gambar 4. 12 Jadwal HSA (April 2022)

Tabel 4. 20 Perbandingan *Shift* Jadwal Manual dan HSA (April 2022)

APRIL 2022													
No	ID	MANUAL						HSA					
		P	S	M	L	C	L	P	S	M	L	C	L
1	1	6	6	6	7	3	1	4	6	7	8	3	1
2	2	3	7	7	9	2	2	7	4	5	10	2	2
3	3	5	6	7	9	1	1	6	8	7	6	1	1
4	4	6	7	6	8	1	1	8	5	6	8	1	1
5	5	4	8	8	8	0	3	6	5	7	10	0	3
6	6	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	28	0
7	7	8	7	4	9	0	4	5	6	6	11	0	4
8	8	4	6	5	12	1	4	4	6	6	11	1	4
9	9	8	5	6	9	0	1	7	7	6	8	0	1
10	10	4	7	6	10	1	3	8	5	6	8	1	3
11	11	5	6	6	10	1	3	6	5	5	11	1	3
12	12	4	6	6	9	3	4	3	7	4	11	3	4
13	13	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	28	0
14	14	5	4	8	11	0	3	4	8	5	11	0	3
15	15	0	0	0	1	27	0	0	1	0	0	27	0
	STDV	2,47	2,65	2,68	3,75			2,67	2,52	2,46	4,04		

Contoh evaluasi *hard constraint* secara manual, pada perawat dengan ID-2, mengajukan libur tahunan pada minggu ke-1, hari ke-6, sehingga terjadi kekurangan perawat pada *shift* pagi, sehingga dilakukan penyesuaian dengan

mengalokasikan perawat ke *shift* yang kurang, contohnya dialokasikan perawat dengan nomor ID ke-14.

Tabel 4. 21 Rincian Pelanggaran Jadwal Manual dan HSA (April 2022)

Aturan	MANUAL		HSA	
	Penalti	Rincian penalti	Penalti	Rincian penalti
SC5	1	Penalti jumlah <i>shift</i> yang diizinkan, ID perawat ke- • 2 sedikit shift pagi	-	Penalti jumlah <i>shift</i> yang diizinkan, ID perawat ke- Tidak ada
SC7	21	Penalti <i>shift terisolasi</i> nomor ID perawat ke • 2 nomor hari ke- 20 (L-M-L) • 7 nomor hari ke- 20 (P-S-P) • 9 nomor hari ke- 7 (P-S-P), 18 (L-M-L) • 10 nomor hari ke- 15 (L-P-L) • 11 nomor hari ke- 6 (M-L-M) 7 (L-M-L), 28 (S-P-S) • 12 nomor hari ke- 20 (M-L-M) • 14 nomor hari ke- 8 (P-S-P), 14 (L-P-L) Penalti <i>shift acak</i> nomor ID perawat ke- • 8 nomor hari ke- 15 (L-P-S-L-M) • 11 nomor hari ke- 7 (P-M-L-M-L) • 14 nomor hari ke- 9 (L-P-S-P-M) Penalti <i>libur sebelumnya bukan shift malam</i> ID perawat ke- • 1 nomor hari ke- 26 (P-L) • 2 nomor hari ke- 18 (S-L) • 7 nomor hari ke- 13 (S-L) • 8 nomor hari ke- 14 (S-L) • 9 nomor hari ke- 16 (S-L) • 10 nomor hari ke- 15 (P-L) • 14 nomor hari ke- 14 (P-L)	6	Penalti <i>shift terisolasi</i> nomor ID perawat ke- • 7 nomor hari ke- 16 (S-P-S) • 14 nomor hari ke- 16 (L-P-L) Penalti <i>libur sebelumnya bukan shift malam</i> ID perawat ke- • 4 nomor hari ke- 2 (P-L) • 5 nomor hari ke- 8 (S-L) • 11 nomor hari ke- 15 (S-L) • 14 nomor hari ke- 5 (P-L)
<i>F(x)</i>	121		6	

Pada Gambar 4.12 disajikan penjadwalan dengan implementasi HSA yang telah melewati proses HMCR, PAR, penambahan cuti dan libur, dan evaluasi *hard constraint*, waktu proses yang dibutuhkan adalah 901,01 detik atau 15,01 menit dengan nilai fungsi objektif sebesar 6.

Untuk mengecek keseimbangan *shift* yang didapatkan setiap perawat, maka dihitung standar deviasi, nilai standar deviasi setiap *shift* untuk seluruh perawat dapat dilihat pada Tabel 4.20, didapatkan nilai rata-rata dari HSA dan manual tidak jauh berbeda, sehingga jumlah *shift* yang diperoleh setiap perawat antara HSA dan manual tidak terlalu bervariasi.

Untuk penalti pada jadwal manual dengan total 22 *constraint*, dengan rincian penalti pada SC5 sebanyak 1, SC7 sebanyak 21, mendapatkan nilai fungsi sebesar 121. Sementara HSA mendapatkan penalti dengan total 6 *constraint*, dengan rincian penalti pada SC7 sebanyak 6, mendapatkan nilai fungsi sebesar 6, rincian penalti untuk setiap *constraint* yang dilanggar, disajikan pada Tabel 4.21.

4.3.5 Jadwal Mei 2022

Bentuk jadwal manual bulan Mei 2022 yang telah dijadwalkan sebelumnya oleh rumah sakit, dapat dilihat pada Gambar 4.13. Jadwal tersebut telah dimasukkan permintaan cuti dan libur serta telah dilakukan proses evaluasi secara manual.

Untuk permintaan cuti dan libur yang diminta, dapat dilihat pada Tabel 4.22, ada cuti karena pindah station, cuti melahirkan dan permintaan libur tahunan, permintaan ini dievaluasi sebelum jadwal berjalan. Pada Tabel 4.23, ada

permintaan cuti karena sakit dan permintaan libur tahunan, permintaan ini dievaluasi saat jadwal berjalan.

No ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35		
1	M	L	L	L	L	L	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P
2	L	L	P	S	S	C	M	L	L	L	L	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P		
3	L	L	C	M	L	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	L	P	S	S		
4	L	C	M	L	L	L	L	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	L	P	S	S	M	M		
5	L	P	L	P	P	L	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	S	P	S	S	M	M	L	L	L	P	S	S	M	M	L	L	S		
6	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	P	P	P	P	P	P			
7	C	M	L	L	L	C	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	L	P	S	S	M		
8	S	S	M	C	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	L	L	P	S	S	M	M	L	L	S	S	M	M	L	
9	S	S	S	L	L	L	L	S	S	L	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	S	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S		
10	L	P	S	C	L	L	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	S	P	P	S	M	M	L	L	S	P	S	S	M	M	L	L	P	L		
11	L	M	C	L	L	L	L	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	P	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M		
12	M	L	L	L	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	S	P	S	S	M	M	L	L	P	S	S	S	M	M	L	L		
13	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C		
14	P	L	P	P	M	M	L	P	P	P	P	M	M	L	L	P	P	P	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	C	C	C	C	C			
15	P	L	L	S	L	P	L	P	P	S	S	S	L	P	P	S	P	P	S	S	L	P	P	S	S	P	P	L	L	S	C	C	C	C	C		
16	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C		
ΣP	2	2	2	2	2	1	1	3	3	2	3	4	3	4	4	3	4	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3		
ΣS	2	2	2	2	1	1	3	4	4	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4	3	3	4	3	3	
ΣM	2	2	2	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
ΣL	6	6	5	6	9	8	6	3	3	5	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	
ΣC	4	4	5	5	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	

Gambar 4. 13 Jadwal Manual (Mei 2022)

Tabel 4. 22 Permintaan Cuti dan Libur Sebelum Dibuat (Mei 2022)

Permintaan Cuti dan Libur Sebelum Jadwal Berjalan		
ID perawat ke-	Nomor hari ke- (Dalam minggu)	Keterangan Cuti dan Libur
18	Nomor hari ke-1 sampai 30	Cuti pindah jaga station
14	Nomor hari ke-31 sampai 35	Cuti pindah jaga station
15	Nomor hari ke-31 sampai 35	Cuti pindah jaga station
13	Nomor hari ke-1 sampai 35	Cuti melahirkan
1	Nomor hari ke-4	Libur tahunan 1 permintaan
2	Nomor hari ke-2, 10, 11	Libur tahunan 3 permintaan
3	Nomor hari ke-1, 2, 32	Libur tahunan 3 permintaan
4	Nomor hari ke-1, 6, 30	Libur tahunan 3 permintaan
5	Nomor hari ke-27	Libur tahunan 1 permintaan
7	Nomor hari ke-5, 31	Libur tahunan 2 permintaan
8	Nomor hari ke-23	Libur tahunan 1 permintaan
9	Nomor hari ke-10	Libur tahunan 1 permintaan
10	Nomor hari ke-35	Libur tahunan 1 permintaan
11	Nomor hari ke-1	Libur tahunan 1 permintaan
12	Nomor hari ke-4	Libur tahunan 1 permintaan
15	Nomor hari ke-2, 3, 29	Libur tahunan 3 permintaan
18	Nomor hari ke-34	Libur tahunan 1 permintaan

Tabel 4. 23 Permintaan Cuti dan Libur Setelah Dibuat (Mei 2022)

Permintaan Cuti dan Libur Saat Jadwal Berjalan		
ID perawat ke-	Nomor hari ke- (Dalam minggu)	Keterangan Cuti dan Libur
7	Nomor hari ke-26, 27,28	Cuti sakit
4	Nomor hari ke-22, 23	Cuti sakit
3	Nomor hari ke-28	Cuti sakit
11	Nomor hari ke-28	Cuti sakit
8	Nomor hari ke-19	Cuti sakit
10	Nomor hari ke-27	Cuti sakit
2	Nomor hari ke-20	Cuti sakit
1	Nomor hari ke-5, 6	Libur tahunan 2 permintaan
3	Nomor hari ke-5	Libur tahunan 1 permintaan
4	Nomor hari ke-7	Libur tahunan 1 permintaan
5	Nomor hari ke-3, 6	Libur tahunan 2 permintaan
9	Nomor hari ke-4, 5, 7	Libur tahunan 3 permintaan
10	Nomor hari ke-5, 6	Libur tahunan 2 permintaan
11	Nomor hari ke-6, 7	Libur tahunan 2 permintaan
14	Nomor hari ke-2	Libur tahunan 1 permintaan
15	Nomor hari ke-5	Libur tahunan 1 permintaan

No	ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
1	1	L	P	P	L	L	M	M	L	L	L	L	S	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	P	P	S	M	M	L	L	P	S	S	M	M	L	L
2	2	P	L	S	S	M	C	L	L	M	L	L	L	P	P	S	M	M	L	L	P	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L
3	3	L	L	C	M	L	L	L	P	S	S	M	M	L	L	L	S	S	S	M	M	M	L	L	S	P	P	P	P	S	M	L	L	P	P		
4	4	L	C	M	L	L	L	L	S	S	M	M	M	L	L	L	L	P	P	S	S	M	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	M	L	
5	5	S	M	M	L	L	L	L	P	P	S	S	M	L	L	L	L	P	S	S	M	L	S	S	M	M	L	L	S	S	M	M	L	L	P	P	
6	6	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	S
7	7	C	M	L	P	L	C	S	S	S	P	M	M	L	S	M	M	L	L	P	S	S	M	M	L	L	P	P	M	L	L	L	P	S	S	M	
8	8	L	P	P	C	M	M	L	L	P	P	S	S	S	S	M	M	L	L	P	P	M	L	L	S	S	S	S	M	M	L	L	P	P			
9	9	L	S	S	S	P	M	L	L	L	L	L	S	S	P	S	S	M	M	L	L	S	M	M	L	L	P	P	M	M	L	L	P	P			
10	10	M	L	L	C	L	L	M	M	L	L	P	P	M	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	L	L	P	P	S	S	M	L	
11	11	L	L	C	L	P	S	S	M	L	L	L	L	P	S	S	P	M	M	M	L	L	S	S	P	P	P	M	M	L	L	P	P	S	S		
12	12	P	S	M	L	L	P	S	S	M	M	L	L	P	P	P	S	S	M	L	P	P	M	L	L	P	P	S	S	M	L	L	P	S	S	M	
13	13	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
14	14	S	S	M	L	L	L	P	P	P	S	S	M	M	L	S	S	M	L	P	P	P	P	S	S	M	M	L	L	L	L	C	C	C	C	C	
15	15	M	L	L	P	P	S	S	S	M	L	P	P	S	M	L	L	L	L	P	M	M	M	L	L	P	P	S	S	M	L	L	C	C	C	C	C
16	18	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	S
	ΣP	2	2	2	2	2	2	1	2	2	3	3	2	4	2	2	2	3	3	3	4	4	3	3	3	3	4	4	2	3	2	2	4	3	4	3	
	ΣS	2	3	2	2	1	2	4	4	3	2	3	3	4	4	4	3	3	3	4	3	2	2	4	4	4	4	3	4	2	3	3	2	4	3	2	
	ΣM	2	2	4	1	2	2	3	2	3	2	3	4	2	3	2	3	4	3	3	4	3	4	4	2	2	4	3	2	4	4	3	3	3	3	3	
	ΣL	6	5	3	6	8	5	5	5	5	6	4	4	3	4	5	5	3	4	3	2	3	4	4	4	2	2	4	4	5	6	5	4	3	3	5	
	ΣC	4	4	5	5	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	

Gambar 4. 14 Jadwal HSA (Mei 2022)

Contoh evaluasi *hard constraint* secara manual, pada perawat dengan ID ke-3, mengajukan libur pada minggu ke-1 hari ke-1 dan 2, terjadi kekurangan perawat yang bekerja pada *shift* siang, maka dilakukan evaluasi dengan

mengalokasikan perawat ke *shift* yang kurang, contohnya ke perawat dengan nomor ID ke-9

Tabel 4. 24 Perbandingan *Shift* Jadwal Manual dan HSA (Mei 2022)

MEI 2022													
No	ID	MANUAL						HSA					
		P	S	M	L	C	L	P	S	M	L	C	L
1	1	6	7	9	13	0	3	7	8	8	12	0	3
2	2	7	8	7	12	1	3	8	7	8	11	1	3
3	3	7	8	7	12	1	4	7	7	7	13	1	4
4	4	5	8	9	12	1	4	6	7	8	13	1	4
5	5	7	8	8	12	0	3	5	9	8	13	0	3
6	6	8	0	0	0	27	0	0	4	2	2	27	0
7	7	7	8	8	10	2	2	6	8	9	10	2	2
8	8	5	10	9	10	1	1	9	8	7	10	1	1
9	9	5	13	6	11	0	4	6	9	8	12	0	4
10	10	7	8	7	12	1	3	9	6	8	11	1	3
11	11	7	7	9	11	1	3	8	8	6	12	1	3
12	12	5	10	9	11	0	1	10	9	7	9	0	1
13	13	0	0	0	0	35	0	0	0	0	0	35	0
14	14	12	3	8	7	5	1	7	8	6	9	5	1
15	15	12	10	0	8	5	4	7	6	7	10	5	4
16	18	1	1	0	3	30	1	0	1	2	2	30	1
STDV		3,01	3,69	3,57	4,16			3,11	2,62	2,54	4,05		

Pada Gambar 4.14 disajikan penjadwalan dengan implementasi HSA yang telah melewati proses HMCR, PAR, penambahan cuti dan libur, dan evaluasi *hard constraint*, waktu proses yang dibutuhkan adalah 902,21 detik atau 15,03 menit dengan nilai fungsi objektif sebesar 6.

Untuk mengecek keseimbangan *shift* yang didapatkan setiap perawat, maka dihitung standar deviasi, nilai standar deviasi setiap *shift* untuk seluruh perawat dapat dilihat pada Tabel 4.24, didapatkan rata-rata dari HSA lebih kecil dari pada jadwal manual pada *shift* siang dan malam. Nilai kecil pada standar deviasi menunjukkan, jumlah *shift* yang diperoleh setiap perawat tidak terlalu bervariasi

Tabel 4. 25 Rincian Pelanggaran Jadwal Manual dan HSA (Mei 2022)

Aturan	MANUAL		HSA	
	Penalti	Rincian penalti	Penalti	Rincian penalti
SC5	6	Penalti jumlah <i>shift</i> didapat nomor ID perawat ke <ul style="list-style-type: none"> • 6 banyak <i>shift</i> pagi • 9 banyak <i>shift</i> siang • 14 sedikit <i>shift</i> siang, banyak <i>shift</i> pagi • 15 sedikit <i>shift</i> malam, banyak <i>shift</i> pagi, siang 	-	Penalti jumlah <i>shift</i> yang diizinkan, ID perawat ke- Tidak ada
SC6	3	Penalti <i>shift</i> berurutan 5 kali nomor ID perawat ke <ul style="list-style-type: none"> • 6 nomor hari ke- 33 (pagi 6 kali), 34 (pagi 6 kali), 35 (pagi 6 kali) 	-	Penalti <i>shift</i> berurutan pada ID perawat ke- Tidak ada
SC7	32	Penalti <i>shift</i> terisolasi nomor ID perawat ke <ul style="list-style-type: none"> • 5 nomor hari ke- 3 (L-P-L), 4 (P-L-P), 21 (S-P-S) • 7 nomor hari ke 32 (P-L-P) • 9 nomor hari ke 11 (S-L-S), 26 (S-P-S) • 10 nomor hari ke 8 (L-M-L), 28 (S-P-S), 35 (L-P-L) • 12 nomor hari ke 22 (S-P-S) • 14 nomor hari ke 3 (P-L-P) • 15 nomor hari ke 5 (L-S-L), 7 (L-P-L), 8 (P-L-P), 17 (P-S-P) • 18 nomor hari ke 34 (L-S-L) Penalti <i>shift</i> acak nomor ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 15 nomor hari ke 7 (L-S-L-P-L), 8 (S-L-P-L-P) Penalti libur sebelumnya bukan <i>shift</i> malam ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 5 nomor hari ke 3 (P-L), 6 (P-L) • 7 nomor hari ke 31 (P-L) • 9 nomor hari ke 4 (S-L), 10 (S-L) • 10 nomor hari ke 35 (P-L) • 14 nomor hari ke 2 (P-L) • 15 nomor hari ke 2 (P-L), 5 (S-L), 7 (P-L), 13 (S-L), 21 (S-L), 28 (P-L) • 18 nomor hari ke 34 (S-L) 	6	Penalti <i>shift</i> terisolasi nomor ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 2 nomor hari ke- 10 (L-M-L) • 7 nomor hari ke- 5 (L-P-L) • 9 nomor hari ke- 16 (S-P-S) Penalti <i>shift</i> acak nomor ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 1 nomor hari ke- 4 (P-L) • 2 nomor hari ke- 2 (P-L) • 7 nomor hari ke- 5 (P-L) Penalti libur sebelumnya bukan <i>shift</i> malam ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 1 nomor hari ke- 4 (P-L) • 2 nomor hari ke- 2 (P-L) • 7 nomor hari ke- 5 (P-L)
<i>F(x)</i>	662		6	

Untuk penalti pada jadwal manual dengan total 41 *constraint*, dengan rincian penalti pada SC5 sebanyak 6, SC6 sebanyak 3, SC7 sebanyak 32, mendapatkan nilai fungsi sebesar 662. Sementara HSA mendapatkan penalti dengan total 6 *constraint*, dengan rincian penalti pada SC7 sebanyak 6, mendapatkan nilai fungsi sebesar 6, rincian penalti untuk setiap *constraint* yang dilanggar, disajikan pada Tabel 4.25.

4.3.6 Jadwal Juni 2022

Bentuk jadwal manual bulan Juni 2022 yang telah dijadwalkan sebelumnya oleh rumah sakit, dapat dilihat pada Gambar 4.15. Jadwal tersebut telah dimasukkan permintaan cuti dan libur serta telah dilakukan proses evaluasi secara manual.

No	ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
1	1	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	L	L	C	C	C
2	2	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	L	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	
3	3	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	
4	4	L	L	L	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	
5	5	S	M	M	L	L	P	S	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	S	S	S	M	M	L	
6	6	L	L	P	P	P	P	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	S	S	S	S	M	M	L	L	P	S	S	S	
7	7	M	L	L	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	L	
8	8	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	S	S	S	M	M	L	L	P	S	S	
9	9	M	M	L	L	P	S	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	S	S	S	M	M	L	L	
10	10	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	S	S	S	M	M	L	L	P	S	S	S	M	C	
11	11	L	L	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	S	S	S	M	M	L	L	P	P		
12	12	L	P	S	S	M	L	L	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C		
13	13	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	P	P	P	P	P	P	L	P	P	P	P	P	L	L	
14	18	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	S	S	S	M	M	L	L	P	P	P	S	M	
	ΣP	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	
	ΣS	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	2	
	ΣM	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	
	ΣL	5	4	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	5	
	ΣC	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	

Gambar 4. 15 Jadwal Manual (Juni 2022)

Untuk permintaan cuti dan libur yang diminta, dapat dilihat pada Tabel 4.26, Ada cuti pindah station, cuti melahirkan dan libur tahunan, permintaan ini dievaluasi sebelum jadwal berjalan. Pada Tabel 4.27, ada permintaan cuti karena

sakit, cuti ada kegiatan penting yang direncanakan, serta permintaan libur tahunan tambahan, permintaan ini dievaluasi saat jadwal berjalan

Tabel 4. 26 Permintaan Cuti dan Libur Sebelum Dibuat (Juni 2022)

Permintaan Cuti dan Libur sebelum Jadwal Berjalan		
ID perawat ke-	Nomor hari ke- (Dalam minggu)	Keterangan Cuti dan Libur
1	Nomor hari ke- 26 sampai 28	Cuti kegiatan yang direncanakan
12	Nomor hari ke- 8 sampai 28	Cuti pindah jaga station
13	Nomor hari ke- 1 sampai 14	Cuti melahirkan
1	Nomor hari ke- 25	Libur tahunan 1 permintaan
2	Nomor hari ke- 15	Libur tahunan 1 permintaan
4	Nomor hari ke- 3	Libur tahunan 1 permintaan
5	Nomor hari ke- 5	Libur tahunan 1 permintaan
6	Nomor hari ke- 2	Libur tahunan 1 permintaan
8	Nomor hari ke- 1	Libur tahunan 1 permintaan
12	Nomor hari ke- 1	Libur tahunan 1 permintaan

Tabel 4. 27 Permintaan Cuti dan Libur Setelah Dibuat (Juni 2022)

Permintaan Cuti dan Libur Saat Jadwal Berjalan		
ID perawat ke-	Nomor hari ke- (Dalam minggu)	Keterangan Cuti
10	Nomor hari ke- 28	Cuti sakit
7	Nomor hari ke- 28	Libur tahunan 1 permintaan
13	Nomor hari ke- 27	Libur tahunan 1 permintaan

No	ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	1	S	S	M	M	L	L	S	M	L	L	P	P	S	S	P	P	S	M	M	L	L	P	S	S	L	C	C	C
2	2	S	P	M	L	L	S	S	P	P	P	S	M	M	L	L	L	P	S	S	S	S	M	L	L	P	P	P	M
3	3	P	S	S	S	M	L	L	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	S	S	S	M	M	L	L	P
4	4	L	L	L	P	S	S	M	L	S	S	P	M	M	L	S	M	L	L	P	P	P	M	L	L	P	P	S	S
5	5	S	M	L	L	L	P	P	S	S	S	M	L	L	S	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L
6	6	P	L	S	M	M	L	L	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	P	S	S	M	M	L	L	S	P
7	7	M	L	S	P	P	M	L	L	S	M	M	M	L	S	P	P	S	S	S	M	L	M	M	L	L	P	S	L
8	8	L	M	M	L	L	P	P	M	L	L	P	P	S	M	L	L	P	P	S	M	M	L	P	S	S	S	P	M
9	9	L	P	P	S	S	S	M	L	P	P	S	S	M	M	M	L	L	P	P	S	M	L	L	P	P	S	M	M
10	10	P	S	S	M	M	L	P	P	M	L	S	S	S	P	M	L	L	P	P	S	S	S	M	M	L	L	P	C
11	11	M	L	L	P	P	M	M	L	P	P	S	S	S	M	L	P	P	S	M	M	L	L	S	P	M	M	L	S
12	12	L	P	P	S	S	S	S	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
13	13	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	M	M	L	L	S	S	M	L	P	P	S	S	L	L
14	18	M	M	L	L	P	P	S	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	S	M	L	P	P	P	S	S	M	M	L
	ΣP	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
	ΣS	3	3	4	3	3	4	4	3	4	2	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	3	3	3	2
	ΣM	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3
	ΣL	4	4	4	4	4	4	3	4	2	4	2	3	3	2	3	4	4	3	3	3	3	4	3	3	4	3	4	4
	ΣC	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3

Gambar 4. 16 Jadwal HSA (Juni 2022)

Contoh evaluasi *hard constraint* secara manual, pada perawat dengan ID ke-1, mengajukan cuti pada minggu ke-4, hari ke-28, terjadi kekurangan perawat pada *shift* siang, sehingga perawat dialokasikan untuk mengisi *shift* yang kurang, contohnya dialokasikan ke perawat dengan nomor ID ke-6

Tabel 4. 28 Perbandingan *Shift* Jadwal Manual dan HSA (Juni 2022)

JUNI 2022													
No	ID	MANUAL						HSA					
		P	S	M	L	C	L	P	S	M	L	C	L
1	1	6	6	6	7	3	1	5	8	7	7	3	1
2	2	5	8	7	7	0	1	8	8	7	7	0	1
3	3	6	6	8	8	0	0	5	8	7	8	0	0
4	4	7	6	6	9	0	1	7	7	5	9	0	1
5	5	4	9	8	7	0	1	4	9	6	9	0	1
6	6	9	8	4	7	0	1	5	7	8	8	0	1
7	7	5	7	7	9	0	1	5	7	8	8	0	1
8	8	6	9	6	7	0	1	8	5	7	8	0	1
9	9	4	8	8	8	0	0	8	7	7	6	0	0
10	10	4	10	7	6	1	0	7	8	6	6	1	0
11	11	6	8	6	8	0	0	7	6	8	7	0	0
12	12	1	2	1	3	21	1	2	4	0	1	21	1
13	13	11	0	0	3	14	1	2	4	3	5	14	1
14	18	7	8	7	6	0	0	7	8	7	6	0	0
STDV		2,31	2,65	2,39	1,77			1,97	1,51	2,13	1,97		

Pada Gambar 4.16 disajikan penjadwalan dengan implementasi HSA yang telah melewati proses HMCR, PAR, penambahan cuti dan libur, dan evaluasi *hard constraint*, waktu proses yang dibutuhkan adalah 572,12 detik atau 9,65 menit dengan nilai fungsi objektif sebesar 6.

Untuk mengecek keseimbangan *shift* yang didapatkan setiap perawat, maka dihitung standar deviasi, nilai standar deviasi setiap *shift* untuk seluruh perawat dapat dilihat pada Tabel 4.28, didapatkan rata-rata dari HSA lebih kecil dari pada jadwal manual pada *shift* pagi dan siang. Nilai kecil pada standar deviasi menunjukkan, jumlah *shift* yang diperoleh setiap perawat tidak terlalu bervariasi

Tabel 4. 29 Rincian Pelanggaran Jadwal Manual dan HSA (Juni 2022)

Aturan	MANUAL		HSA	
	Penalti	Rincian penalti	Penalti	Rincian penalti
SC5	4	Penalti jumlah <i>shift</i> didapat nomor ID perawat ke <ul style="list-style-type: none"> • 6 sedikit malam, • 9 sedikit <i>shift</i> pagi • 13 sedikit <i>shift</i> siang dan malam, banyak <i>shift</i> pagi 	-	Penalti jumlah <i>shift</i> yang diizinkan, ID perawat ke- Tidak ada
SC6	1	Penalti <i>shift</i> berurutan 5 kali nomor ID perawat ke <ul style="list-style-type: none"> • 13 nomor hari ke 20 (Pagi 6 kali) 	-	Penalti <i>shift</i> berurutan pada ID perawat ke- Tidak ada
SC7	5	Penalti <i>shift</i> terisolasi nomor ID perawat ke <ul style="list-style-type: none"> • 6 nomor hari ke-9 (P-L-P) • 13 nomor hari ke 22 (P-L-P) Penalti libur sebelumnya bukan <i>shift</i> malam ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 6 nomor hari ke-8 (P-L) • 13 nomor hari ke 21 (P-L), 27 (P-L) 	6	Penalti <i>shift</i> terisolasi nomor ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 7 nomor hari ke-22 (M-L-M) Penalti <i>shift</i> acak nomor ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 4 nomor hari ke-17 (M-L-S-M-L) Penalti libur sebelumnya bukan <i>shift</i> malam ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 1 nomor hari ke 25 (S-L) • 6 nomor hari ke 2 (P-L) • 7 nomor hari ke- 28 (S-L) • 13 nomor hari ke-27 (S-L)
<i>F(x)</i>	415		6	

Untuk penalti pada jadwal manual dengan total 10 *constraint*, dengan rincian penalti pada SC5 sebanyak 4, SC6 sebanyak 1, SC7 sebanyak 5 mendapatkan nilai fungsi sebesar 415. Sementara HSA mendapatkan penalti dengan total 6 *constraint*, dengan rincian penalti pada SC7 sebanyak 6, mendapatkan nilai fungsi sebesar 6, rincian penalti untuk setiap *constraint* yang dilanggar, disajikan pada Tabel 4.29.

4.3.7 Jadwal Juli 2022

Bentuk jadwal manual bulan Juli 2022 yang telah dijadwalkan sebelumnya oleh rumah sakit, dapat dilihat pada Gambar 4.17. Jadwal tersebut telah

dimasukkan permintaan cuti dan libur serta telah dilakukan proses evaluasi secara manual.

No	ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	1	C	C	C	C	L	L	C	C	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L
2	2	L	L	P	L	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P
3	3	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S
4	4	S	S	M	M	L	L	P	S	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	L	P	S	S	M	M
5	5	L	L	P	S	S	L	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S
6	6	M	M	L	L	C	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L
7	7	L	C	C	M	M	L	C	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M
8	8	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L
9	9	P	P	S	S	M	M	L	L	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
10	10	L	L	P	P	S	L	C	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P
11	11	S	S	M	M	L	L	C	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	L	M	M
12	13	M	M	L	L	P	P	C	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	S	S	S
13	18	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P
14	19	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	ΣP	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3
	ΣS	3	2	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	ΣM	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	ΣL	4	4	3	4	4	6	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3
	ΣC	2	3	3	2	2	1	6	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Gambar 4. 17 Jadwal Manual (Juli 2022)

Tabel 4. 30 Permintaan Cuti dan Libur Sebelum Dibuat (Juli 2022)

Permintaan Cuti dan Libur Sebelum Jadwal Berjalan		
ID perawat ke-	Nomor hari ke- (Dalam minggu)	Keterangan Cuti dan Libur
9	Nomor hari ke-9 sampai 28	Cuti pindah jaga station
19	Nomor hari ke-1 sampai 28	Cuti pindah jaga station
1	Nomor hari ke-1 sampai 4, dan 7, 8	Cuti perencanaan kegiatan penting
1	Nomor hari ke-5, 6, 12	Libur tahunan 3 permintaan
4	Nomor hari ke-23	Libur tahunan 1 permintaan
11	Nomor hari ke-26	Libur tahunan 1 permintaan
13	Nomor hari ke-8	Libur tahunan 1 permintaan

Untuk permintaan cuti dan libur yang diminta, dapat dilihat pada Tabel 4.30. Terdapat cuti pindah jaga station, cuti karena kegiatan yang sudah direncanakan, dan permintaan libur tahunan, permintaan ini dievaluasi sebelum jadwal berjalan. Serta terdapat permintaan cuti akibat sakit, dan permintaan libur

pada saat jadwal berjalan, permintaan ini diberikan dan dievaluasi saat jadwal berjalan dengan menggunakan fitur permintaan cuti dan libur yang disediakan pada sistem yang dibuat pada Tabel 4.31.

Tabel 4. 31 Permintaan Cuti dan Libur Setelah Dibuat (Juli 2022)

Permintaan Cuti dan Libur Saat Jadwal Berjalan		
ID perawat ke-	Nomor hari ke- (Dalam minggu)	Keterangan Cuti dan Libur
7	Nomor hari ke- 2,3, 7	Cuti sakit
6	Nomor hari ke- 5	Cuti sakit
10	Nomor hari ke- 7	Cuti sakit
11	Nomor hari ke- 7	Cuti sakit
13	Nomor hari ke- 7	Cuti sakit
13	Nomor hari ke- 4	Libur tahunan 1 permintaan
2	Nomor hari ke- 4	Libur tahunan 1 permintaan
5	Nomor hari ke- 2, 6	Libur tahunan 2 permintaan
7	Nomor hari ke- 1	Libur tahunan 1 permintaan
10	Nomor hari ke- 6	Libur tahunan 1 permintaan

Tidak terlalu banyak evaluasi terhadap aturan *hard constraint*, hanya mengevaluasi terhadap pola urutan yang diberikan untuk perawat agar didapatkan *shift* yang merata, seperti pada perawat dengan ID ke-13.

No	ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	1	C	C	C	C	L	L	C	C	M	M	L	L	P	S	S	M	M	L	L	L	P	P	S	S	P	M	L	L
2	2	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	P	P	M	L	L	P	S	M	
3	3	L	P	P	P	M	M	L	L	P	P	S	S	M	L	L	P	P	S	S	M	M	M	L	S	S	S	M	L
4	4	P	S	S	M	M	L	L	L	P	P	S	S	S	M	M	L	L	P	P	S	M	M	L	L	L	P	P	S
5	5	S	M	L	L	L	L	P	S	M	M	L	L	P	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	
6	6	P	S	S	M	C	L	L	P	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	P	S	S	M	M	L	L
7	7	L	C	C	L	S	S	C	M	L	L	P	S	S	S	M	M	L	L	P	P	S	M	L	L	P	P	S	S
8	8	M	L	L	P	P	S	S	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	S	C	M	M	L	L	P	P	
9	9	L	P	P	S	S	M	M	L	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
10	10	S	S	M	M	L	L	C	L	L	L	P	P	S	M	L	L	P	P	S	S	M	L	P	P	M	M	L	S
11	11	S	M	M	L	L	P	C	P	S	S	M	M	L	L	P	S	S	M	M	L	L	S	S	M	M	L	L	P
12	13	L	P	P	S	S	M	C	L	L	S	M	M	L	L	S	S	M	M	L	P	S	S	S	M	M	L	L	P
13	18	M	L	L	P	P	S	S	M	L	L	P	P	M	M	L	P	P	S	S	M	L	L	P	P	S	S	M	M
14	19	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	ΣP	2	3	3	3	2	2	2	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3
	ΣS	3	3	2	2	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3
	ΣM	3	3	2	3	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	ΣL	4	2	4	4	5	5	2	5	4	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	3
	ΣC	2	3	3	2	2	1	6	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Gambar 4. 18 Jadwal HSA (Juli 2022)

Pada Gambar 4.18 disajikan penjadwalan dengan implementasi HSA yang telah melewati proses HMCR, PAR, penambahan cuti dan libur, dan evaluasi *hard constraint*, waktu proses yang dibutuhkan adalah 549,1 detik atau 12,48 menit dengan nilai fungsi objektif sebesar 6.

Tabel 4. 32 Perbandingan *Shift* Jadwal Manual dan HSA (Juli 2022)

JULI 2022													
No	ID	MANUAL						HSA					
		P	S	M	L	C	L	P	S	M	L	C	L
1	1	4	4	6	8	6	8	4	4	5	9	6	3
2	2	7	6	6	9	0	9	7	5	8	8	0	1
3	3	8	8	6	6	0	6	7	7	8	6	0	0
4	4	4	9	8	7	0	7	7	7	6	8	0	1
5	5	7	7	5	9	0	9	7	6	7	8	0	2
6	6	5	6	8	8	1	8	7	6	6	8	1	0
7	7	6	6	7	6	3	6	5	8	4	8	3	1
8	8	6	7	8	7	0	7	8	7	6	7	0	0
9	9	2	2	2	2	20	2	2	2	2	2	20	0
10	10	8	5	5	9	1	9	6	6	6	9	1	1
11	11	5	7	8	7	1	7	4	7	8	8	1	1
12	13	7	7	6	7	1	7	5	7	7	8	1	2
13	18	7	6	7	8	0	8	8	6	7	7	0	0
14	19	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	28	0
STDV		2,22	2,28	2,26	2,52			2,25	2,12	2,24	2,53		

Untuk mengecek keseimbangan *shift* yang didapatkan setiap perawat, maka dihitung standar deviasi, nilai standar deviasi setiap *shift* untuk seluruh perawat dapat dilihat pada Tabel 4.32, didapatkan rata-rata dari HSA dan manual, tidak memiliki perbedaan nilai yang besar, jadwal HSA yang dihasilkan memiliki jumlah *shift* dengan variasi yang sama seperti jadwal manual.

Untuk penalti pada jadwal manual dengan total 6 *constraint*, dengan rincian penalti pada SC7 sebanyak 6, mendapatkan nilai fungsi sebesar 6. Sementara HSA mendapatkan penalti dengan total 2 *constraint*, dengan rincian

penalti pada SC7 sebanyak 2, mendapatkan nilai fungsi sebesar 2, rincian penalti untuk setiap *constraint* yang dilanggar, disajikan pada Tabel 4.33.

Tabel 4. 33 Rincian Pelanggaran Jadwal Manual dan HSA (Juli 2022)

Aturan	MANUAL		HSA	
	Penalti	Rincian penalti	Penalti	Rincian penalti
SC7	6	Penalti <i>shift terisolasi</i> nomor ID perawat ke <ul style="list-style-type: none"> • 2 nomor hari ke 4 (L-P-L) • 5 nomor hari ke-8 (L-M-L) Penalti <i>libur sebelumnya bukan shift malam</i> ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 2 nomor hari ke 4 (P-L) • 5 nomor hari ke 6 (S-L) • 10 nomor hari ke-6 (S-L) • 11 nomor hari ke-26 (S-L) 	2	Penalti <i>shift terisolasi</i> nomor ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 8 nomor hari ke 15 (M-L-M), 16 (L-M-L)
$F(x)$	6		2	

4.3.8 Jadwal Agustus 2022

Bentuk jadwal manual bulan Agustus 2022 yang telah dijadwalkan sebelumnya oleh rumah sakit, dapat dilihat pada Gambar 4.19. Jadwal tersebut telah dimasukkan permintaan cuti dan libur serta telah dilakukan proses evaluasi secara manual.

Untuk permintaan cuti dan libur yang diminta, dapat dilihat pada Tabel 4.34, Hanya terdapat permintaan libur tahunan, permintaan ini dievaluasi sebelum jadwal berjalan.

Contoh evaluasi *hard constraint* secara manual, pada perawat dengan ID-8, karena pergeseran *shift* terhadap permintaan libur, terjadi kelebihan perawat

yang bekerja pada *shift* malam pada nomor hari ke-32 dan 33, sehingga dilakukan penyesuaian dengan mengganti *shift* malam ke *shift* pagi dan siang.

No ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35		
1	1	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	
2	2	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	
3	3	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	
4	4	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	
5	5	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	
6	6	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	
7	8	L	P	P	L	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L		
8	10	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	
9	11	L	L	L	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	
10	13	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	
11	18	S	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	
12	19	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	
ΣP		2	3	3	2	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
ΣS		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
ΣM		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ΣL		4	3	3	4	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
ΣC		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Gambar 4. 19 Jadwal Manual (Agustus 2022)

Pada Gambar 4.20 disajikan penjadwalan dengan implementasi HSA yang telah melewati proses HMCR, PAR, penambahan cuti dan libur, dan evaluasi *hard constraint*, waktu proses yang dibutuhkan adalah 599,12 detik atau 9,95 menit dengan nilai fungsi objektif sebesar 5.

Tabel 4. 34 Permintaan Cuti dan Libur Sebelum Dibuat (Agustus 2022)

Permintaan Cuti dan Libur Sebelum Jadwal Berjalan		
ID perawat ke-	Nomor hari ke- (Dalam minggu)	Keterangan cuti
4	Nomor hari ke-20	Libur tahunan 1 permintaan
6	Nomor hari ke-9	Libur tahunan 1 permintaan
8	Nomor hari ke-4	Libur tahunan 1 permintaan
11	Nomor hari ke-3	Libur tahunan 1 permintaan
18	Nomor hari ke-8	Libur tahunan 1 permintaan

Untuk mengecek keseimbangan *shift* yang didapatkan setiap perawat, maka dihitung standar deviasi, nilai standar deviasi setiap *shift* untuk seluruh

perawat dapat dilihat pada Tabel 4.34, didapatkan rata-rata dari HSA lebih kecil dari pada jadwal manual pada *shift* siang, malam dan jumlah hari libur. Nilai kecil pada standar deviasi menunjukkan, jumlah *shift* yang diperoleh setiap perawat tidak terlalu bervariasi

No ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
1	1	M	L	L	P	P	M	M	L	S	P	P	S	M	L	L	S	S	S	S	M	L	L	P	S	S	M	M	M	M	L	L	P	P	P	S
2	2	L	L	S	S	S	S	M	L	P	P	S	S	M	M	L	P	P	S	S	M	M	M	M	L	L	P	P	P	M	M	L	L	P	P	M
3	3	S	P	M	L	L	L	S	P	P	S	S	M	L	M	M	L	L	P	P	P	S	S	S	M	M	L	L	P	S	M	M	L	L	S	P
4	4	S	S	S	M	M	L	L	M	M	L	L	P	S	S	M	M	L	L	L	P	S	M	M	L	L	P	P	P	P	S	S	M	M	L	L
5	5	L	P	P	S	M	M	L	S	M	M	L	P	S	S	P	M	M	L	L	P	P	M	L	L	P	P	S	S	M	L	L	P	P	S	S
6	6	M	M	L	L	P	P	S	S	L	M	M	L	L	P	S	S	M	M	L	L	S	L	P	P	S	S	M	L	L	L	P	P	S	S	M
7	8	P	M	L	L	S	S	M	M	L	L	P	P	P	M	L	P	P	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	L	L	P	P	S	S	M	M
8	10	S	M	M	L	L	P	P	M	L	L	P	P	S	S	M	L	L	P	P	S	S	S	M	M	L	L	P	S	S	S	M	M	L	L	P
9	11	M	L	L	P	P	S	S	S	M	M	L	L	P	P	P	S	S	M	M	L	L	P	S	S	M	M	L	L	P	S	S	M	M	L	L
10	13	P	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	P	P	P	S	M	M	L	L	P	S	S	M	M	L	L	S	M	M	L	L	P	S
11	18	L	P	P	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	L	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	P	S	S	M	M	L	L
12	19	P	S	S	M	L	P	P	P	S	S	M	M	L	L	M	M	L	L	P	P	M	L	L	P	P	S	S	M	L	P	P	S	S	M	L
ΣP		3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
ΣS		3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ΣM		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3
ΣL		3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4
ΣC		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Gambar 4. 20 Jadwal HSA (Agustus 2022)

Tabel 4. 35 Perbandingan *Shift* Jadwal Manual dan HSA (Agustus 2022)

AGUSTUS 2022													
No	ID	MANUAL						HSA					
		P	S	M	L	C	L	P	S	M	L	C	L
1	1	10	9	8	8	0	10	8	9	9	9	8	9
2	2	8	10	9	8	0	8	9	8	10	8	9	8
3	3	8	8	10	9	0	8	8	9	8	10	8	9
4	4	8	8	8	11	0	8	6	8	10	11	6	8
5	5	8	6	11	10	0	8	10	8	8	9	10	8
6	6	9	9	8	9	0	9	7	9	8	11	7	9
7	8	10	10	7	8	0	10	10	7	9	9	10	7
8	10	7	10	10	8	0	7	8	9	8	10	8	9
9	11	8	8	8	11	0	8	7	9	9	10	7	9
10	13	8	8	10	9	0	8	8	8	10	9	8	8
11	18	7	11	8	9	0	7	9	9	7	10	9	9
12	19	9	8	8	10	0	9	10	8	8	9	10	8
STDV		0,94	1,29	1,16	1,06			1,24	0,64	0,94	0,86		

Untuk penalti pada jadwal manual dengan total 7 *constraint*, dengan rincian penalti pada SC5 sebanyak 2, SC7 sebanyak 5, mendapatkan nilai fungsi sebesar 205. Sementara HSA mendapatkan penalti dengan total 5 *constraint*, dengan rincian penalti pada SC7 sebanyak 5, mendapatkan nilai fungsi sebesar 5, rincian penalti untuk setiap *constraint* yang dilanggar, disajikan pada Tabel 4.36.

Tabel 4. 36 Rincian Pelanggaran Jadwal Manual dan HSA (Agustus 2022)

Aturan	MANUAL		HSA	
	Penalti	Rincian penalti	Penalti	Rincian penalti
SC5	2	Penalti jumlah <i>shift</i> yang diizinkan, ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 5 banyak <i>shift</i> malam • 18 banyak <i>shift</i> siang 	-	Penalti jumlah <i>shift</i> yang diizinkan, ID perawat ke- Tidak ada
SC6	-	Penalti <i>shift</i> berurutan pada ID perawat ke- Tidak ada	-	Penalti <i>shift</i> berurutan pada ID perawat ke- Tidak ada
SC7	5	Penalti <i>shift terisolasi</i> nomor ID perawat ke <ul style="list-style-type: none"> • 4 nomor hari ke 20 (L-P-L) • 8 nomor hari ke 5 (P-L-P), 33 (S-P-S) Penalti libur sebelumnya bukan <i>shift malam</i> ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 4 nomor hari ke 20 (P-L) • 8 nomor hari ke 4 (P-L) 	5	Penalti <i>shift terisolasi</i> nomor ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 3 nomor hari ke-14 (M-L-M) • 6 nomor hari ke-22 (L-S-L) • 18 nomor hari ke 30 (S-P-S) Penalti libur sebelumnya bukan <i>shift malam</i> ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 6 nomor hari ke 9 (S-L), 22 (S-L)
<i>F(x)</i>	205		5	

4.3.9 Jadwal September 2022

Bentuk jadwal manual bulan September 2022 yang telah dijadwalkan sebelumnya oleh rumah sakit, dapat dilihat pada Gambar 4.21. Jadwal tersebut telah dimasukkan permintaan cuti dan libur serta telah dilakukan proses evaluasi secara manual.

No	ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	1	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L
2	2	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P
3	3	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S
4	4	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M
5	5	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S
6	6	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L
7	8	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P
8	10	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P
9	11	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M
10	13	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	L	S
11	18	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L
12	19	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M
	ΣP	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3
	ΣS	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	ΣM	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	ΣL	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3
	ΣC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Gambar 4. 21 Jadwal Manual (September 2022)

Untuk permintaan cuti dan libur yang diminta, dapat dilihat pada Tabel 4.37. Hanya terdapat permintaan libur tahunan, permintaan ini dievaluasi sebelum jadwal berjalan.

Tabel 4. 37 Permintaan Cuti dan Libur Sebelum Dibuat (September 2022)

Permintaan Cuti dan Libur Sebelum Jadwal Berjalan		
ID perawat ke-	Nomor hari ke- (Dalam minggu)	Keterangan cuti
13	Nomor hari ke-27	Libur tahunan 1 permintaan

Tidak terlalu banyak evaluasi terhadap aturan *hard constraint*, hanya mengevaluasi terhadap pola urutan yang diberikan untuk perawat agar didapatkan *shift* yang merata.

Pada Gambar 4.22, disajikan penjadwalan dengan implementasi HSA yang telah melewati proses HMCR, PAR, penambahan cuti dan libur, dan evaluasi *hard constraint*, waktu proses yang dibutuhkan adalah 492,1 detik atau 8,22 menit dengan nilai fungsi objektif sebesar 6.

No	ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	1	S	S	M	M	L	L	L	L	L	P	P	S	S	S	M	L	P	P	P	S	M	M	L	L	P	P	S	M
2	2	L	P	P	S	S	S	M	M	M	M	L	L	P	M	L	L	L	P	S	S	M	L	L	P	P	S	S	S
3	3	P	P	S	S	M	M	L	S	M	L	L	P	P	P	P	S	S	M	M	L	S	M	M	L	L	P	P	S
4	4	L	L	P	P	S	S	M	L	L	P	P	S	S	M	M	M	L	L	P	P	S	S	S	M	M	L	L	P
5	5	M	M	L	L	P	P	S	M	L	L	P	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	P	S	S	S	M	M	L
6	6	M	M	L	L	P	P	S	L	P	P	S	S	M	M	M	L	L	P	P	S	S	S	S	M	M	L	L	P
7	8	L	L	P	P	S	M	M	M	M	L	L	P	S	S	P	P	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L
8	10	P	P	S	S	M	M	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	L	M	M	L	L	P	P	S
9	11	P	S	S	M	M	L	P	P	S	S	M	M	L	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M
10	13	S	S	M	M	L	L	P	S	S	M	M	L	L	P	S	M	M	L	L	P	P	P	P	S	M	M	L	L
11	18	M	L	L	P	P	S	S	S	S	M	M	L	L	P	S	S	M	M	L	L	P	L	P	P	S	S	M	M
12	19	S	M	M	L	L	P	P	P	P	S	S	M	M	L	P	S	S	S	M	M	L	S	M	M	L	L	P	P
	ΣP	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	ΣS	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	ΣM	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	ΣL	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	ΣC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Gambar 4. 22 Jadwal HSA (September 2022)

Untuk mengecek keseimbangan *shift* yang didapatkan setiap perawat, maka dihitung standar deviasi, nilai standar deviasi setiap *shift* untuk seluruh perawat dapat dilihat pada Tabel 4.38, didapatkan rata-rata dari HSA dan manual, tidak memiliki perbedaan nilai yang besar, jadwal HSA yang dihasilkan memiliki jumlah *shift* dengan variasi yang sama seperti jadwal manual.

Tabel 4. 38 Perbandingan *Shift* Jadwal Manual dan HSA (September 2022)

SEPTEMBER 2022													
No	ID	MANUAL						HSA					
		P	S	M	L	C	[L]	P	S	M	L	C	[L]
1	1	6	7	8	7	6	0	7	7	6	8	7	0
2	2	7	6	7	8	7	0	6	8	6	8	6	0
3	3	8	7	6	7	8	0	8	7	7	6	8	0
4	4	7	8	7	6	7	0	7	7	6	8	7	0
5	5	8	8	6	6	8	0	8	6	7	7	8	0
6	6	6	7	8	7	6	0	7	7	7	7	7	0
7	8	7	6	7	8	7	0	7	6	8	7	7	0
8	10	8	6	6	8	8	0	8	7	7	6	8	0
9	11	7	8	7	6	7	0	7	8	7	6	7	0
10	13	7	7	6	8	7	1	6	6	8	8	6	1
11	18	6	6	8	8	6	0	6	8	7	7	6	0
12	19	6	8	8	6	6	0	7	7	8	6	7	0
STDV		0,75	0,81	0,81	0,86			0,70	0,71	0,71	0,81		

Untuk penalti pada jadwal manual dengan total 2 *constraint*, dengan rincian penalti pada SC7 sebanyak 2, mendapatkan nilai fungsi sebesar 2. Sementara HSA mendapatkan penalti dengan total 6 *constraint*, dengan rincian penalti pada SC7 sebanyak 6, mendapatkan nilai fungsi sebesar 6, rincian penalti untuk setiap *constraint* yang dilanggar, disajikan pada Tabel 4.39.

Tabel 4. 39 Rincian Pelanggaran Jadwal Manual dan HSA (September 2022)

Aturan	MANUAL		HSA	
	Penalti	Rincian penalti	Penalti	Rincian penalti
SC7	2	Penalti <i>shift terisolasi</i> nomor ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 13 nomor hari ke 27 (L-P-L) Penalti libur sebelumnya bukan <i>shift</i> malam ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 13 nomor hari ke 27 (P-L) 	6	Penalti <i>shift terisolasi</i> nomor ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 10 nomor hari ke 22 (M-L-M) • 18 nomor hari ke 22 (L-P-L), 23 (P-L-P) Penalti <i>shift acak</i> nomor ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 3 nomor hari ke 3 (L-S-M-L) Penalti libur sebelumnya bukan <i>shift</i> malam ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 6 nomor hari ke 8 (S-L) • 18 nomor hari ke 22 (P-L)
$F(x)$	2		6	

4.3.10 Jadwal Oktober 2022

Bentuk jadwal manual bulan Oktober 2022 yang telah dijadwalkan sebelumnya oleh rumah sakit, dapat dilihat pada Gambar 4.23. Jadwal tersebut telah dimasukkan permintaan cuti dan libur serta telah dilakukan proses evaluasi secara manual.

No	ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
1	1	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	
2	2	P	S	S	M	M	L	L	L	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	
3	3	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	L	L	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M
4	4	M	L	L	L	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	
5	5	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L
6	6	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	
7	8	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	
8	10	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	L	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M
9	11	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	L	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	
10	13	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	
11	18	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S
12	19	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P
13	20	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
14	21	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	ΣP	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	ΣS	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	ΣM	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	ΣL	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4
	ΣC	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Gambar 4. 23 Jadwal Manual (Oktober 2022)

Untuk permintaan cuti dan libur yang diminta, dapat dilihat pada Tabel 4.40, Terdapat cuti karena pindah jaga station, dan permintaan libur tahunan, permintaan ini dievaluasi sebelum jadwal berjalan.

Tabel 4. 40 Permintaan Cuti dan Libur Sebelum Dibuat (Oktober)

Permintaan Cuti dan Libur Sebelum jadwal Berjalan		
ID perawat ke-	Nomor hari ke- (Dalam minggu)	Keterangan Cuti dan Libur
20	Nomor hari ke-1 sampai 29	Cuti pindah station
21	Nomor hari ke-1 sampai 29	Cuti pindah station
2	Nomor hari ke-8	Libur tahunan 1 permintaan
3	Nomor hari ke-22	Libur tahunan 1 permintaan
4	Nomor hari ke-4	Libur tahunan 1 permintaan
10	Nomor hari ke-15	Libur tahunan 1 permintaan
11	Nomor hari ke-12	Libur tahunan 1 permintaan

Tidak terlalu banyak evaluasi terhadap aturan *hard constraint*, hanya mengevaluasi terhadap pola urutan yang diberikan untuk perawat agar didapatkan *shift* yang merata.

Pada Gambar 4.24 disajikan penjadwalan dengan implementasi HSA yang telah melewati proses HMCR, PAR, penambahan cuti dan libur, dan evaluasi *hard constraint*, waktu proses yang dibutuhkan adalah 642,1 detik atau 10,71 menit dengan nilai fungsi objektif sebesar 8.

No	ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35			
1	1	L	L	P	P	S	S	S	M	M	L	L	P	P	S	L	P	P	S	S	M	L	L	P	P	S	S	M	M	M	L	L	S	P	M	M			
2	2	L	P	P	S	S	S	M	L	L	L	P	S	S	M	L	L	S	M	M	M	L	S	M	M	L	L	P	P	L	S	S	P	P	M	L			
3	3	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	P	M	L	L	P	S	S	M	L	L	S	P	M	L	L	P	S	S	S	M	M	L	L	S	
4	4	S	M	M	L	L	L	P	P	P	S	S	M	L	L	M	L	L	P	P	S	S	M	L	L	L	P	P	S	S	S	M	M	L	L	P	P	S	
5	5	P	P	S	S	M	M	L	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	L	P	S	S	S	M	M	M	M	L	L	P	P	S	S	M	
6	6	P	S	S	M	M	L	L	L	P	P	S	S	M	M	M	L	L	P	P	S	S	M	L	L	P	P	S	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M
7	8	S	S	M	L	P	P	P	P	S	S	M	M	L	L	S	M	M	L	L	P	P	P	S	S	M	M	L	L	L	P	P	S	S	S	S	M	M	
8	10	L	L	P	S	S	M	M	L	S	S	S	M	M	L	L	L	L	P	P	M	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	M	M	L	L	P	
9	11	M	M	L	L	P	P	M	L	P	P	S	L	L	M	L	P	P	S	S	M	M	M	M	L	L	P	P	S	M	L	L	S	S	S	S	P	P	
10	13	P	P	S	S	M	M	L	S	M	M	L	L	P	S	S	M	M	L	L	S	P	P	P	S	M	M	L	L	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M
11	18	M	M	L	L	P	P	P	M	L	L	P	P	S	S	P	S	S	M	M	L	L	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	S	M	L	P	P	S	S
12	19	S	S	M	M	L	L	P	S	S	M	M	L	L	P	S	S	M	L	P	P	P	S	M	M	L	P	S	S	L	P	P	P	M	L	S	S	S	S
13	20	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
14	21	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	ΣP	3	3	3	2	4	3	4	2	3	2	2	3	3	3	2	2	2	3	4	3	3	2	4	2	3	4	2	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	
	ΣS	3	3	3	4	3	3	2	3	4	3	4	2	2	3	3	3	3	2	3	4	2	3	2	4	3	3	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	4	
	ΣM	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	ΣL	3	3	3	4	2	3	3	4	2	4	3	4	5	3	4	5	4	4	2	2	4	4	3	3	3	2	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	3	
	ΣC	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	

Gambar 4. 24 Jadwal HSA (Oktober 2022)

Tabel 4. 41 Perbandingan *Shift* Jadwal Manual dan HSA (Oktober 2022)

OKTOBER 2022													
No	ID	MANUAL						HSA					
		P	S	M	L	C	[L]	P	S	M	L	C	[L]
1	1	10	8	8	9	0	0	9	9	8	9	0	0
2	2	8	10	8	9	0	1	7	9	8	11	0	1
3	3	7	9	10	9	0	1	8	7	8	12	0	1
4	4	7	8	9	11	0	1	7	10	7	11	0	1
5	5	8	8	10	9	0	0	7	10	10	8	0	0
6	6	10	8	8	9	0	0	9	9	8	9	0	0
7	8	9	10	8	8	0	0	9	10	8	8	0	0
8	10	7	10	9	9	0	1	7	8	9	11	0	1
9	11	7	8	9	11	0	1	9	7	9	10	0	1
10	13	8	9	10	8	0	0	8	8	10	9	0	0
11	18	10	9	8	8	0	0	10	8	8	9	0	0
12	19	9	8	8	10	0	0	9	10	8	8	0	0
13	20	3	2	0	1	29	0	2	3	0	1	29	0
14	21	3	2	0	1	29	0	2	1	1	2	29	0
STDV		2,16	2,48	3,15	3			2,37	2,59	2,88	3,08		

Untuk mengecek keseimbangan *shift* yang didapatkan setiap perawat, maka dihitung standar deviasi, nilai standar deviasi setiap *shift* untuk seluruh perawat dapat dilihat pada Tabel 4.41, didapatkan rata-rata dari HSA dan manual, tidak memiliki perbedaan nilai yang besar, jadwal HSA yang dihasilkan memiliki jumlah *shift* dengan variasi yang sama seperti jadwal manual.

Tabel 4. 42 Rincian Pelanggaran Jadwal Manual dan HSA (Oktober 2022)

Aturan	MANUAL		HSA	
	Penalti	Rincian penalti	Penalti	Rincian penalti
SC7	3	Penalti <i>shift</i> terisolasi nomor ID perawat ke <ul style="list-style-type: none"> • 20 nomor hari ke 35 (P-L-P) 	7	Penalti <i>shift</i> terisolasi nomor ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 4 nomor hari ke-16 (L-M-L) • 10 nomor hari ke-17 (L-M-L) • 18 nomor hari ke 16 (S-P-S)
		Penalti libur sebelumnya bukan <i>shift</i> malam ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 20 nomor hari ke 34 (P-L) • 21 nomor hari ke 35 (P-L) 		Penalti libur sebelumnya bukan <i>shift</i> malam ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 1 nomor hari ke 15 (S-L) • 2 nomor hari ke 29 (P-L) • 11 nomor hari ke-12 (S-L) • 19 nomor hari ke 29 (S-L)
$F(x)$	3		7	

Untuk penalti pada jadwal manual dengan total 3 *constraint*, dengan rincian penalti pada SC7 sebanyak 3, mendapatkan nilai fungsi sebesar 3. Sementara HSA mendapatkan penalti dengan total 7 *constraint*, dengan rincian penalti pada SC7 sebanyak 7, mendapatkan nilai fungsi sebesar 7, rincian penalti untuk setiap *constraint* yang dilanggar, disajikan pada Tabel 4.42.

4.3.11 Jadwal November 2022

Bentuk jadwal manual bulan November 2022 yang telah dijadwalkan sebelumnya oleh rumah sakit, dapat dilihat pada Gambar 4.25. Jadwal tersebut

telah dimasukkan permintaan cuti dan libur serta telah dilakukan proses evaluasi secara manual.

No	ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	1	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	S	P	S	S	M	M	L	L	P	P	C	C	C	C
2	2	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	C	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L
3	3	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	M	L
4	4	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S
5	5	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	P
6	6	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M
7	8	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L
8	10	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P
9	11	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	S	S	S
10	13	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P
11	18	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L
12	19	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	S
13	20	S	S	P	P	P	L	P	S	S	S	P	P	L	P	S	S	P	P	P	L	P	S	S	S	P	P	L	P
14	21	P	P	S	S	S	P	L	P	P	P	S	S	P	L	P	P	S	S	S	P	L	P	P	P	S	S	P	L
	ΣP	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4
	ΣS	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	2
	ΣM	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
	ΣL	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	4	5
	ΣC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

Gambar 4. 25 Jadwal Manual (November 2022)

Untuk permintaan cuti dan libur yang diminta, dapat dilihat pada Tabel 4.43. Terdapat cuti karena kegiatan yang telah direncanakan oleh beberapa perawat, permintaan ini dievaluasi sebelum jadwal berjalan.

Tabel 4. 43 Permintaan Cuti dan Libur Sebelum Dibuat (November 2022)

Permintaan Cuti dan Libur Sebelum Jadwal Berjalan		
ID perawat ke-	Nomor hari ke- (Dalam minggu)	Keterangan Cuti dan Libur
1	Nomor hari ke- 25 sampai 28	Cuti kegiatan yang direncanakan
2	Nomor hari ke- 15	Cuti kegiatan yang direncanakan

Tidak terlalu banyak evaluasi terhadap aturan *hard constraint*, contohnya pada perawat dengan ID ke-20 dan 21 memiliki jumlah *shift* pagi dan siang yang lebih banyak dari perawat lainnya, ini dikarenakan penambahan cuti dan libur

yang diberikan, sehingga jika perawat dengan ID ke-20 dan 21 diberikan *shift* malam, maka akan melebihi jumlah perawat yang dibutuhkan untuk bertugas pada *shift* malam

No	ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	1	L	P	P	S	S	M	L	L	L	P	S	S	M	M	L	P	S	S	M	L	P	M	L	L	C	C	C	C
2	2	P	S	S	S	M	L	L	L	L	P	P	S	S	S	C	L	P	P	S	M	M	L	P	P	S	S	M	M
3	3	P	S	S	M	M	L	L	L	P	P	S	S	M	L	L	L	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M
4	4	P	S	S	M	M	L	L	S	S	M	M	L	L	P	P	M	L	L	P	P	M	L	P	P	S	S	M	L
5	5	M	L	L	P	P	S	S	P	M	L	L	P	P	P	S	M	M	L	L	S	P	P	P	S	S	M	M	L
6	6	P	S	S	M	L	P	P	S	M	M	L	L	P	P	P	S	S	S	M	L	L	P	S	S	M	M	L	L
7	8	L	P	P	S	S	M	L	P	P	S	S	M	M	L	M	L	L	P	S	S	S	S	M	M	L	L	P	P
8	10	S	M	M	L	L	P	P	P	S	S	M	M	L	L	L	P	P	S	S	M	L	L	L	P	P	S	S	M
9	11	M	L	L	P	P	S	S	P	P	S	M	M	L	L	P	P	S	M	M	L	L	M	L	L	P	P	S	S
10	13	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	P	S	S	M	M	L	P	S	S	S	S	M	M	L	P	S
11	18	S	M	M	L	L	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	P	P	L	L	S	S	P	P	P
12	19	S	M	M	L	L	P	P	M	L	L	P	P	S	S	P	S	S	M	L	P	P	P	S	S	M	M	L	L
13	20	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	M	M	L	L	P	P	P	S	S	S	M	M	L	P	S	S
14	21	M	L	L	P	P	S	M	L	P	P	S	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S
	ΣP	4	3	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	4	2
	ΣS	3	4	4	4	4	4	3	3	2	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4
	ΣM	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	ΣL	4	4	3	3	4	3	5	4	5	4	3	3	3	4	3	5	4	3	3	3	3	5	5	3	3	2	2	4
	ΣC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

Gambar 4. 26 Jadwal HSA (November 2022)

Tabel 4. 44 Perbandingan *Shift* Jadwal Manual dan HSA (November 2022)

NOVEMBER 2022													
No	ID	MANUAL						HSA					
		P	S	M	L	C	[L]	P	S	M	L	C	[L]
1	1	5	7	6	6	4	0	5	6	5	8	4	0
2	2	6	5	8	8	1	0	7	9	5	6	1	0
3	3	6	6	7	9	0	0	6	8	6	8	0	1
4	4	8	8	6	6	0	0	7	6	7	8	0	2
5	5	9	6	6	7	0	0	9	6	6	7	0	2
6	6	6	8	8	6	0	0	7	8	6	7	0	0
7	8	6	6	8	8	0	0	7	8	6	7	0	1
8	10	7	6	7	8	0	0	7	7	6	8	0	0
9	11	7	9	6	6	0	0	8	6	6	8	0	1
10	13	8	6	6	8	0	0	7	9	6	6	0	2
11	18	6	7	8	7	0	0	8	7	6	7	0	2
12	19	6	9	7	6	0	0	8	7	6	7	0	0
13	20	14	10	0	4	0	0	8	7	7	6	0	0
14	21	14	10	0	4	0	0	8	7	6	7	0	1
STDV		2,76	1,58	2,54	1,44			0,95	1,01	0,53	0,74		

Pada Gambar 4.26 disajikan penjadwalan dengan implementasi HSA yang telah melewati proses HMCR, PAR, penambahan cuti dan libur, dan evaluasi *hard constraint*, waktu proses yang dibutuhkan adalah 692,5 detik atau 11,53 menit dengan nilai fungsi objektif sebesar 8.

Untuk mengecek keseimbangan *shift* yang didapatkan setiap perawat, maka dihitung standar deviasi, nilai standar deviasi setiap *shift* untuk seluruh perawat dapat dilihat pada Tabel 4.44, didapatkan rata-rata dari HSA lebih kecil daripada adwal manual pada *shift* pagi dan malam. Nilai kecil pada standar deviasi menunjukkan, jumlah *shift* yang diperoleh setiap perawat tidak terlalu bervariasi.

Tabel 4. 45 Rincian Pelanggaran Jadwal Manual dan HSA (November 2022)

Aturan	MANUAL		HSA	
	Penalti	Rincian penalti	Penalti	Rincian penalti
SC5	4	<ul style="list-style-type: none"> • 20 sedikit <i>shift</i> malam, banyak <i>shift</i> pagi dan siang • 21 sedikit <i>shift</i> malam, banyak <i>shift</i> pagi dan siang 	-	-
SC7	17	Penalti <i>shift terisolasi</i> nomor ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 1 nomor hari ke 17 (S-P-S) • 3 nomor hari ke 28 (L-M-L) • 20 nomor hari ke-7 (P-L-P), 14 (P-L-P), 21 (P-L-P), 28 (P-L-P) • 21 nomor hari ke 8 (P-L-P), 15 (P-L-P), 22 (P-L-P) Penalti <i>libur sebelumnya bukan shift malam</i> ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 20 nomor hari ke 34 (P-L) • 21 nomor hari ke 35 (P-L) • 20 nomor hari ke 6 (P-L), 13 (P-L), 20 (P-L), 27 (P-L) • 21 nomor hari ke 7 (P-L), 14 (P-L), 21 (P-L), 28 (P-L) 	8	Penalti <i>shift terisolasi</i> nomor ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 8 nomor hari ke 15 (M-L-M), 16 (L-M-L) • 11 nomor hari ke 23 (L-M-L) • 19 nomor hari ke 16 (S-P-S) Penalti <i>shift acak</i> nomor ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 1 nomor hari ke 22 (S-M-L-P-M), 23 (M-L-P-M-L) • 21 nomor hari ke 9 (P-S-M-L-P) Penalti <i>libur sebelumnya bukan shift malam</i> ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 18 nomor hari ke 22 (P-L)
$F(x)$	417		8	

Untuk penalti pada jadwal manual dengan total 20 *constraint*, dengan rincian penalti pada SC5 sebanyak 4, SC7 sebanyak 17, mendapatkan nilai fungsi sebesar 417. Sementara HSA mendapatkan penalti sebanyak 8 *constraint*, dengan rincian penalti pada SC7 sebanyak 8, mendapatkan nilai fungsi sebesar 8, rincian penalti untuk setiap *constraint* yang dilanggar, disajikan pada Tabel 4.45.

4.3.12 Jadwal Desember 2022

Bentuk jadwal manual bulan Desember 2022 yang telah dijadwalkan sebelumnya oleh rumah sakit, dapat dilihat pada Gambar 4.27. Jadwal tersebut telah dimasukkan permintaan cuti dan libur serta telah dilakukan proses evaluasi secara manual.

No	ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
1	1	C	C	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	
2	2	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	
3	3	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	C	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	L	
4	4	M	M	L	L	C	P	S	S	M	M	L	L	C	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	
5	5	S	M	M	L	L	C	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	C	P	S	S	M	M	L	
6	6	L	L	P	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	S
7	8	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	P	
8	10	P	S	S	M	M	L	L	C	P	S	S	M	M	L	L	C	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	
9	11	M	M	L	L	S	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	
10	13	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	
11	18	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	
12	19	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	
13	20	S	S	P	P	P	L	P	C	P	S	S	P	L	P	P	P	S	S	P	L	P	P	S	S	P	L	P		
14	21	P	P	P	S	S	P	L	S	S	P	P	L	P	S	S	S	P	P	L	P	S	S	P	P	L	P	P		
	ΣP	4	4	5	4	3	3	4	2	4	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4		
	ΣS	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3	
	ΣM	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	
	ΣL	2	2	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	4	5	
	ΣC	1	1	0	0	1	1	0	2	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	

Gambar 4. 27 Jadwal Manual (Desember 2022)

Untuk permintaan cuti dan libur yang diminta dapat dilihat pada Tabel 4.46. Terdapat cuti karena kegiatan yang sudah direncanakan oleh beberapa perawat, permintaan ini dievaluasi sebelum jadwal berjalan.

Tidak terlalu banyak evaluasi terhadap aturan *hard constraint*, contohnya pada perawat dengan ID ke-20 dan 21 memiliki jumlah *shift* pagi dan siang yang lebih banyak dari perawat lainnya, ini dikarenakan penambahan cuti dan libur yang diberikan, sehingga jika perawat dengan ID ke-20 dan 21 diberikan *shift* malam, maka akan melebihi jumlah perawat yang dibutuhkan untuk bertugas pada *shift* malam.

Tabel 4. 46 Permintaan Cuti dan Libur Sebelum Dibuat (Desember 2022)

Permintaan Cuti dan Libur Sebelum Jadwal Berjalan		
ID perawat ke-	Nomor hari ke- (Dalam minggu)	Keterangan Cuti dan Libur
1	Nomor hari ke-1,2	Cuti perencanaan acara penting
3	Nomor hari ke-15	Cuti perencanaan acara penting
4	Nomor hari ke-5,13	Cuti perencanaan acara penting
5	Nomor hari ke-6, 22	Cuti perencanaan acara penting
10	Nomor hari ke-8,16	Cuti perencanaan acara penting
20	Nomor hari ke-8	Cuti perencanaan acara penting

No	ID/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	1	C	C	S	P	M	L	L	S	M	M	L	L	P	P	P	S	S	M	M	L	L	L	P	P	S	S	P	
2	2	M	L	L	P	P	P	S	S	M	L	P	P	P	P	S	S	M	M	L	L	P	S	S	M	M	L	L	
3	3	L	P	P	S	S	M	M	L	S	S	M	L	S	S	C	P	P	M	L	L	P	L	L	P	P	S	M	
4	4	L	P	P	S	C	P	P	P	S	S	M	C	L	S	M	M	L	S	P	P	S	M	M	L	L	P	S	
5	5	S	S	M	M	L	C	S	S	S	M	M	L	L	P	M	L	L	P	P	P	S	C	P	P	P	S	M	L
6	6	M	L	L	P	P	S	M	M	L	L	P	P	P	S	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	S	S	S	M
7	8	P	S	S	M	M	L	L	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	P	P	S	S	M	M	L
8	10	M	M	L	L	P	P	S	C	P	P	S	S	M	M	M	C	L	L	P	S	S	P	P	S	S	M	L	P
9	11	L	P	P	S	S	M	M	M	L	L	P	P	S	S	S	M	M	L	L	P	P	M	M	L	L	P	P	S
10	13	P	S	S	M	M	L	L	L	L	P	P	S	S	M	L	L	P	P	S	S	M	L	P	P	S	S	M	M
11	18	P	P	S	S	S	M	L	P	S	S	M	M	L	L	L	P	P	S	S	M	M	M	M	L	L	P	P	P
12	19	L	L	P	P	S	S	S	M	M	L	L	P	P	P	P	S	S	M	M	L	L	S	S	M	M	L	L	S
13	20	S	M	M	L	L	S	S	C	P	P	S	S	M	L	P	M	M	L	L	S	S	M	L	L	P	P	P	S
14	21	S	M	M	L	L	S	P	P	P	S	S	M	M	L	L	S	S	S	P	P	P	S	S	M	M	L	L	P
	ΣP	3	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	ΣS	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	2	3	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	3	4
	ΣM	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	ΣL	4	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	2	4	4	3	3	4	3	3	3	3	4	4	3	3	4	3
	ΣC	1	1	0	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Gambar 4. 28 Jadwal HSA (Desember 2022)

Pada Gambar 4.28 disajikan penjadwalan dengan implementasi HSA yang telah melewati proses HMCR PAR, penambahan cuti dan libur, dan evaluasi *hard*

constraint, waktu proses yang dibutuhkan adalah 632,6 detik atau 10,53 menit, dengan nilai fungsi objektif sebesar 4.

Tabel 4. 47 Perbandingan *Shift* Jadwal Manual dan HSA (Desember 2022)

DESEMBER 2022													
No	ID	MANUAL						HSA					
		P	S	M	L	C	[L]	P	S	M	L	C	[L]
1	1	8	6	6	6	2	0	8	6	5	7	2	0
2	2	8	8	6	6	0	0	9	6	6	7	0	0
3	3	5	8	7	7	1	0	8	7	5	7	1	0
4	4	4	6	8	8	2	0	9	7	5	5	2	0
5	5	4	7	8	7	2	0	7	7	6	6	2	0
6	6	8	6	6	8	0	0	8	7	6	7	0	0
7	8	9	7	6	6	0	0	7	8	6	7	0	0
8	10	5	8	7	6	2	0	8	7	6	5	2	0
9	11	5	7	8	8	0	0	8	6	7	7	0	0
10	13	6	8	8	6	0	0	7	8	6	7	0	0
11	18	8	7	6	7	0	0	8	7	7	6	0	0
12	19	7	6	7	8	0	0	6	8	6	8	0	0
13	20	13	10	0	4	1	0	6	8	6	7	1	0
14	21	15	9	0	4	0	0	7	9	6	6	0	0
STDV		3,11	1,17	2,54	1,29			0,91	0,86	0,59	0,82		

Untuk mengecek keseimbangan *shift* yang didapatkan setiap perawat, maka dihitung standar deviasi, nilai standar deviasi setiap *shift* untuk seluruh perawat dapat dilihat pada Tabel 4.47, didapatkan nilai rata-rata dari jadwal HSA lebih kecil daripada jadwal manual. Nilai kecil pada standar deviasi menunjukkan, jumlah *shift* yang diperoleh setiap perawat tidak terlalu bervariasi.

Untuk penalti pada jadwal manual dengan total 20 *constraint*, dengan rincian penalti pada SC5 sebanyak 4, dan SC7 sebanyak 16, mendapatkan nilai fungsi sebesar 416. Sementara HSA mendapatkan penalti sebanyak 4 *constraint*, dengan rincian penalti pada SC7 sebanyak 4, mendapatkan nilai fungsi sebesar 4. Rincian penalti untuk setiap *constraint* yang dilanggar, disajikan pada Tabel 4.48.

Tabel 4. 48 Rincian Pelanggaran Jadwal Manual dan HSA (Desember 2022)

Aturan	MANUAL		HSA	
	Penalti	Rincian penalti	Penalti	Rincian penalti
SC5	4	-20 sedikit <i>shift</i> malam, banyak <i>shift</i> pagi dan siang -21 sedikit <i>shift</i> malam, banyak <i>shift</i> pagi dan siang	-	Penalti jumlah <i>shift</i> yang diizinkan, ID perawat ke- Tidak ada
SC7	16	Penalti <i>shift</i> terisolasi nomor ID perawat ke <ul style="list-style-type: none"> • 8 nomor hari ke 28 (P-S-P) • 11 nomor hari ke 7 (S-P-S) • 20 nomor hari ke 7 (P-L-P), 15 (P-L-P), 22 (P-L-P) • 21 nomor hari ke 14 (P-L-P), 21 (P-L-P), 28 (P-L-P) Penalti libur sebelumnya bukan <i>shift</i> malam ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 20 nomor hari ke 6 (P-L), 14 (P-L), 21 (P-L), 28 (P-L) • 21 nomor hari ke 7 (P-L), 13 (P-L), 20 (P-L), 27 (P-L) 	4	Penalti <i>shift</i> acak nomor ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 18 nomor hari ke 9 (S-M-L-P-S) • 20 nomor hari ke 16 (S-M-L-P-M) Penalti libur sebelumnya bukan <i>shift</i> malam ID perawat ke- <ul style="list-style-type: none"> • 3 nomor hari ke 23 (P-L), 15 (S-L)
<i>F(x)</i>	416		4	

Tabel 4. 49 Hasil Perbandingan Fungsi Objektif (Manual dan HSA)

Bulan	Manual	HSA
Januari	872	5
Februari	820	2
Maret	311	3
April	121	6
Mei	662	6
Juni	415	6
Juli	6	2
Agustus	205	5
September	2	6
Oktober	3	7
November	417	8
Desember	416	4
Rata-rata	354,16	5

Hasil perbandingan dari seluruh jadwal yang telah di uji coba, untuk jadwal manual didapatkan rata-rata nilai fungsi objektif sebesar 354,16,

sedangkan nilai rata-rata untuk HSA sebesar 5. Nilai fungsi objektif dan nilai rata-rata dari seluruh pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.49

Tabel 4. 50 Hasil Penjadwalan HSA (Run 3 kali)

Bulan	Hasil 1 f(x)		Hasil 2 f(x)		Hasil 3 f(x)		Rata-rata Poin Fungsi Objektif	Rata-rata waktu /detik
	Poin	Waktu / detik	Poin	Waktu / detik	Poin	Waktu / detik		
Januari	3	895	5	341,73	4	867,63	4	701,45
Februari	1	752,02	6	372,11	6	795,55	4,33	639,89
Maret	3	888,58	1	565,87	2	840,71	2	765,05
April	4	970,1	3	413,25	7	992,86	4,66	792,07
Mei	9	935,7	11	581,25	6	913,61	8,66	810,18
Juni	2	570,21	6	588,78	1	579,83	3	579,60
Juli	7	521,95	4	415,65	1	709,99	4	549,19
Agustus	7	515,85	6	508,96	18	564,11	10,33	529,64
September	9	522,71	5	558,81	11	438,45	8,33	506,65
Oktober	6	504,33	4	361,41	9	697,84	6,33	521,19
November	7	532,94	12	472,93	12	635,61	10,33	547,16
Desember	6	559,71	4	559,71	6	556,76	5,33	584,57

Hasil rata-rata dari seluruh pengujian yang dilakukan pada bulan Januari sampai Desember 2022, dari 12 bulan yang diuji, HSA mampu mendapatkan nilai fungsi lebih kecil dari pada nilai fungsi jadwal manual pada 10 bulan.

Untuk mencoba HSA apakah konsisten untuk mendapatkan nilai fungsi terhadap penalti yang sedikit, maka dilakukan pengujian dengan run sebanyak 3 kali untuk setiap bulannya, hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.50.

Dapat diketahui bahwa rata-rata fungsi objektif yang diperoleh dari 3 kali run antara 4 hingga 10. Sehingga dapat disimpulkan bahwa HSA mampu menyelesaikan persoalan penjadwalan perawat dengan penambahan permintaan cuti dan libur secara konsisten pada kasus ini.

4.4 Integrasi Sains dan Islam

Penelitian tentang penjadwalan untuk manajemen waktu, dalam islam perencanaan dan pemanfaatan waktu sangat dianjurkan, dalam Ibnu ‘Abbas radhiallahu ‘anhuma, Rasulullah SAW, pernah menasehati seseorang.

إِعْتَنِمْ خَمْسًا قَبْلَ خَمْسٍ : شَبَابَكَ قَبْلَ هَرَمِكَ وَ صِحَّتَكَ قَبْلَ سَعَمِكَ وَ غِنَاكَ قَبْلَ فُقْرِكَ وَ فَرَاغَكَ قَبْلَ شُغْلِكَ وَ حَيَاتَكَ قَبْلَ مَوْتِكَ

“Manfaatkanlah lima perkara sebelum lima perkara: (1) Waktu mudamu sebelum datang waktu tuamu, (2) Waktu sehatmu sebelum datang waktu sakitmu, (3) Masa kayamu sebelum datang masa kefakiranmu, (4) Masa luangmu sebelum datang masa sibukmu, (5) Hidupmu sebelum datang matimu”

Dalam nasehat tersebut, sebagai manusia, kita harus memperhatikan waktu dan segala aktivitas dengan memperhatikan segala kesempatan dan tidak menyia-nyiakan segala kenikmatan yang diberikan oleh Allah SWT, agar manusia dapat mencapai tujuan hidup yang baik dan diridhoi oleh Allah SWT. Dan agar manusia mempersiapkan diri tentang datangnya 5 hal yang akan datang. Seperti halnya penjadwalan perawat, segala kegiatan dan aturan kerja untuk perawat akan ditetapkan untuk menjamin kelancaran tugas dan aktivitas di dalam rumah sakit untuk menjalankan tugas yang sangat baik yaitu memberikan layanan kesehatan untuk setiap masyarakat yang membutuhkan.

Dalam Al-Qur’an surah Al-Qasas ayat 73 menjelaskan keteraturan waktu dalam hidup, ayat tersebut sebagai berikut:

وَمِنْ رَحْمَتِهِ ۖ جَعَلَ لَكُمُ اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ لِتَسْكُنُوا فِيهِ وَلِتَبْتَغُوا مِنْ فَضْلِهِ ۗ وَالْعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ

“Dan adalah karena rahmat-Nya, Dia jadikan untukmu malam dan siang, agar kamu beristirahat pada malam hari dan agar kamu mencari sebagian karunia-Nya (pada siang hari) dan agar kamu bersyukur kepada-Nya”

Dalam ayat tersebut menjelaskan tentang keteraturan waktu terhadap siang dan malam, sehingga manusia harus memanfaatkan hal tersebut sesuai dengan fungsi dan tujuannya, dengan mencari karunia dan kebaikan yang ada di antara keduanya. Allah SWT telah menciptakan segala sesuatu dengan sangat baik dan benar, salah satunya adalah menciptakan waktu dan segala keteraturannya agar manusia dapat belajar serta mencari rahmat-Nya. Dalam Al-Qur'an surah Ibrahim ayat 5 menjelaskan keteraturan waktu siang dan malam.

هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسَ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَرَهُ ۖ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ ۗ مَا خَلَقَ اللَّهُ ذَلِكَ إِلَّا بِالْحَقِّ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ

“Dialah yang menjadikan matahari bersinar dan bulan bercahaya, dan dialah yang menetapkan tempat-tempat orbit, agar kamu mengetahui bilangan tahun, dan perhitungan (waktu). Allah tidak menciptakan demikian itu melainkan dengan benar. Dia menjelaskan tanda-tanda (kebesaran-Nya) kepada orang-orang yang mengetahui”

Dalam ayat ini Allah SWT, menjelaskan tujuan dijadikannya siang dan malam serta penetapan orbit-orbitnya melainkan agar manusia memanfaatkan dan memperhatikan waktu untuk kebaikan serta selalu bersyukur terhadap karunia-Nya seperti menjalankan sholat tepat waktu, serta menjalankan segala perintah-perintah-Nya dengan keikhlasan dan kesabaran.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dalam penelitian terhadap *Harmony search Algorithm* (HSA), dengan melakukan penyesuaian terhadap nilai HMS, HMCR, PAR, NI dan Nnew. Dapat disimpulkan bahwa HSA mampu menghasilkan penjadwalan perawat dengan hasil pelanggaran *soft constraint* lebih kecil pada 10 bulan dari total 12 bulan yang diuji, pelanggaran paling banyak terdapat pada aturan SC7 yang mengatur *shift* yang terisolasi, aturan urutan libur, dan *shift* acak.

5.2 Saran

Penjadwalan perawat pada penelitian ini perlu dikembangkan dengan menggunakan pola-pola *shift* dengan kondisi yang berbeda untuk memberikan hasil yang optimal dalam berbagai kasus lainnya. Serta proses pemberian cuti dan libur yang perlu dikembangkan untuk diintegrasikan ke dalam *Harmony search Algorithm* (HSA) maupun metode lain yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Awadallah, Mohammed A., Ahamad Tajudin Khader, Mohammed Azmi Al-Betar, dan Asaju La'aro Bolaji. 2011. "Nurse Rostering Using Modified Harmony Search Algorithm." Hlm. 27–37 dalam *Swarm, Evolutionary, and Memetic Computing*. Vol. 7077, *Lecture Notes in Computer Science*, disunting oleh B. K. Panigrahi, P. N. Suganthan, S. Das, dan S. C. Satapathy. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Franita, Yesi. 2019. "MODEL PENJADWALAN PERAWAT MULTIOBJEKTIF DENGAN PENDEKATAN GOAL PROGRAMMING (STUDI KASUS PADA PENJADWALAN PERAWAT ICU RSUD dr. SOEDIRAN MANGUN SUMARSO WONOGIRI)."
- Hadwan, Mohammed, Masri Ayob, Nasser R. Sabar, dan Roug Qu. 2013. "A Harmony Search Algorithm for Nurse Rostering Problems." *Information Sciences* 233:126–40. doi: 10.1016/j.ins.2012.12.025.
- Hayati, Nur Khalisah, Endang Pertiwiwati, dan Eka Santi. 2022. "Hubungan Fungsi Manajemen Kepala Ruang dengan Penerapan Keselamatan Pasien." *Jurnal Kepemimpinan dan Manajemen Keperawatan* 5(2):84–93. doi: 10.32584/jkkm.v5i2.1810.
- Kawanaka, H., K. Yamamoto, T. Yoshikawa, T. Shinogi, dan S. Tsuruoka. 2001. "Genetic Algorithm with the Constraints for Nurse Scheduling Problem." Hlm. 1123–30 dalam *Proceedings of the 2001 Congress on Evolutionary Computation (IEEE Cat. No.01TH8546)*. Vol. 2. Seoul, South Korea: IEEE.
- Kumar, Mr. B. Satheesh, Ms. G. Nagalakshmi, dan Dr. S. Kumaraguru. 2014. "A Shift Sequence for Nurse Scheduling Using Linear Programming Problem." *IOSR Journal of Nursing and Health Science* 3(6):24–28. doi: 10.9790/1959-03612428.
- Lee, Kang Seok, dan Zong Woo Geem. 2005. "A New Meta-Heuristic Algorithm for Continuous Engineering Optimization: Harmony Search Theory and Practice." *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering* 194(36–38):3902–33. doi: 10.1016/j.cma.2004.09.007.
- Lilham, L., A. Aman, dan F. Hanum. 2009. "MODEL PENJADWALAN PERAWAT DI RUMAH SAKIT." *Journal of Mathematics and Its Applications* 8(2):11–18. doi: 10.29244/jmap.8.2.11-18.
- Linda, Silvana Evi. 2017. "Hubungan antara Beban Kerja dan Pendidikan Perawat dengan Kualitas Dokumentasi Keperawatan di Ruang Rawat Inap RS Pelabuhan Jakarta Tahun 2001."

- Manjarres, D., I. Landa-Torres, S. Gil-Lopez, J. Del Ser, M. N. Bilbao, S. Salcedo-Sanz, dan Z. W. Geem. 2013. "A Survey on Applications of the Harmony Search Algorithm." *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 26(8):1818–31. doi: 10.1016/j.engappai.2013.05.008.
- Maslach, C., dan M. P. Leiter. 2016. "Burnout." Hlm. 351–57 dalam *Stress: Concepts, Cognition, Emotion, and Behavior*. Elsevier.
- Mustafa, Rizal Rakhman, Yufis Azhar, dan Nur Hayatin. 2020. "Pembuatan Jadwal Shift Perawat Dengan Menggunakan Metode Constraint Satisfaction." *Jurnal Repositor* 2(2):239–48. doi: 10.22219/repositor.v2i2.152.
- Patnaik, Srikanta, ed. 2017. *Recent Developments in Intelligent Nature-Inspired Computing*: IGI Global.
- Safitri, Annisaa Amalia, Imam Cholissodin, dan Lailil Muflikhah. 2018. "Optimasi Penjadwalan Shift Jaga Dokter di IGD Menggunakan Algoritme Genetika."
- Sari, Yuslena, Muhammad Alkaff, Eka Setya Wijaya, Syarifah Soraya, dan Dany Primanita Kartikasari. 2019. "Optimasi Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Metode Algoritma Genetika dengan Teknik Tournament Selection." *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer* 6(1):85. doi: 10.25126/jtiik.2019611262.
- Sun, Wei, dan Xingyan Chang. 2015. "An Improved Harmony Search Algorithm for Power Distribution Network Planning." *Journal of Electrical and Computer Engineering* 2015:1–6. doi: 10.1155/2015/753712.
- Tein, Lim Huai, dan Razamin Ramli. 2010. "Recent Advancements of Nurse Scheduling Models and A Potential Path."
- Tulak, Grace Tedy, dan Ariyanti Saleh. 2013. "HUBUNGAN PENGAWASAN KEPALA RUANGAN DENGAN KINERJA PEMBIMBING KLINIK DALAM PENERAPAN NILAI-NILAI PROFESIONALISME MAHASISWA TAHUN 2013."
- Vanhoucke, Mario, dan Broos Maenhout. 2007. "NSPLib – A Nurse Scheduling Problem Library: A Tool to Evaluate (Meta-)Heuristic Procedures."
- Wang, Sheng-Pen, Yu-Kuang Hsieh, Zheng-Yun Zhuang, dan Nai-Chia Ou. 2014. "Solving an Outpatient Nurse Scheduling Problem by Binary Goal Programming." *Journal of Industrial and Production Engineering* 31(1):41–50. doi: 10.1080/21681015.2014.881425.
- Zuliari, Efrita Arfah. 2013. "HARMONY SEARCH ALGORITHM (HSA) UNTUK OPTIMAL POWER FLOW (OPF)." 17.

LAMPIRAN

LAMPIRAN

Lampira 1. Pola *Pool pattern shift* (Pola Global) dalam menyusun jadwal HS

Tabel. *Pool pattern shift* (Pola Global)

Indek	Pola 1 minggu	Indeks	Pola 1 Minggu
1.	PPPPML	48.	PPMLLPP
2.	PPPSML	49.	PPMLLPS
3.	PPPMML	50.	PPMLLPM
4.	PPPMLP	51.	PPMLLSP
5.	PPPMLS	52.	PPMLLSS
6.	PPPMML	53.	PPMLLSM
7.	PPSSML	54.	PPMLLMM
8.	PPSMML	55.	PSSPML
9.	PPSMML	56.	PSSPMLL
10.	PPMMLP	57.	PSSPMLL
11.	PPMMLS	58.	PSSSPML
12.	PPMMLL	59.	PSSSSML
13.	PPMLPP	60.	PSSSMML
14.	PPMLSS	61.	PSSSMLP
15.	PPMLLP	62.	PSSSMLS
16.	PPMLLS	63.	PSSSMLL
17.	PPMLLM	64.	PSSMMLP
18.	PPSSPML	65.	PSSMMLS
19.	PPSSSML	66.	PSSMMLL
20.	PPSSMML	67.	PSSMLPP
21.	PPSSMLP	68.	PSSMLSS
22.	PPSSMLS	69.	PSSMLLP
23.	PPSSMLL	70.	PSSMLLS
24.	PPSMMLP	71.	PSSMLLM
25.	PPSMMLS	72.	PSMMMLL
26.	PPSMMLL	73.	PSMMLPP
27.	PPSMLPP	74.	PSMMLPS
28.	PPSMLSS	75.	PSMMLSP
29.	PPSMLLP	76.	PSMMLSS
30.	PPSMLLS	77.	PSMMLLP
31.	PPSMMLM	78.	PSMMLLS
32.	PPMMMLL	79.	PSMMMLM
33.	PPMMLPP	80.	PSMLPPP
34.	PPMMLPS	81.	PSMLPPS
35.	PPMMLSP	82.	PSMLPPM
36.	PPMMLSS	83.	PSMLPSS
37.	PPMMLLP	84.	PSMLSPP
38.	PPMMLLS	85.	PSMLSSP
39.	PPMMLLM	86.	PSMLSSS
40.	PPMLPPP	87.	PSMLSSM
41.	PPMLPPS	88.	PSMLLPP
42.	PPMLPPM	89.	PSMLLPS
43.	PPMLPSS	90.	PSMLLPM
44.	PPMLSPP	91.	PSMLLSP
45.	PPMLSSP	92.	PSMLLSS
46.	PPMLSSS	93.	PSMLLSM
47.	PPMLSSM	94.	PSMLLMM

Tabel. Lanjutan: *Pool pattern shift* (Pola Global)

Indek	Pola 1 minggu	Indeks	Pola 1 Minggu
95.	P M M M M L L	146.	S P P P M L L
96.	P M M M L L P	147.	S P P S S M L
97.	P M M M L L S	148.	S P P S M M L
98.	P M M M L L M	149.	S P P S M L L
99.	P M M M L L L	150.	S P P M M L P
100.	P M M L P P P	151.	S P P M M L S
101.	P M M L P P S	152.	S P P M M L L
102.	P M M L P S S	153.	S P P M L P P
103.	P M M L S P P	154.	S P P M L S S
104.	P M M L S S P	155.	S P P M L L P
105.	P M M L S S S	156.	S P P M L L S
106.	P M M L L P P	157.	S P P M L L M
107.	P M M L L P S	158.	S P M M M L L
108.	P M M L L S P	159.	S P M M L P P
109.	P M M L L S S	160.	S P M M L P S
110.	P M M L L S M	161.	S P M M L S P
111.	P M M L L M M	162.	S P M M L S S
112.	P M M L L L M	163.	S P M M L L P
113.	P M L P P P P	164.	S P M M L L S
114.	P M L P P P S	165.	S P M M L L M
115.	P M L P P S S	166.	S P M L P P P
116.	P M L P P S M	167.	S P M L P P S
117.	P M L P P M L	168.	S P M L P P M
118.	P M L P S S P	169.	S P M L P S S
119.	P M L P S S S	170.	S P M L S P P
120.	P M L P S S M	171.	S P M L S S P
121.	P M L S P P P	172.	S P M L S S S
122.	P M L S P P S	173.	S P M L S S M
123.	P M L S S P P	174.	S P M L L P P
124.	P M L S S S P	175.	S P M L L P S
125.	P M L S S S S	176.	S P M L L P M
126.	P M L S S S M	177.	S P M L L S P
127.	P M L S S M L	178.	S P M L L S S
128.	P M L S M M L	179.	S P M L L S M
129.	P M L L P P P	180.	S P M L L M M
130.	P M L L P P S	181.	S S P P P M L
131.	P M L L P S S	182.	S S P P S M L
132.	P M L L P S M	183.	S S P P M M L
133.	P M L L P M M	184.	S S P P M L P
134.	P M L L S P P	185.	S S P P M L S
135.	P M L L S S P	186.	S S P P M L L
136.	P M L L S S S	187.	S S P M M L P
137.	P M L L S S M	188.	S S P M M L S
138.	P M L L S M M	189.	S S P M M L L
139.	P M L L M M M	190.	S S P M L P P
140.	P M L L M M L	191.	S S P M L S S
141.	P M L L L M M	192.	S S P M L L P
142.	S P P P P M L	193.	S S P M L L S
143.	S P P P S M L	194.	S S P M L L M
144.	S P P P M M L	195.	S S S P P M L
145.	S P P P M L P	196.	S S S P M M L

Tabel. Lanjutan: *Pool pattern shift* (Pola Global)

Indek	Pola 1 minggu	Indeks	Pola 1 Minggu
197.	S P P P M L S	248.	S S S P M L L
198.	S S S S P M L	249.	S M M L L S S
199.	S S S S S M L	250.	S M M L L S M
200.	S S S S M M L	251.	S M M L L M M
201.	S S S S M L P	252.	S M M L L L M
202.	S S S S M L S	253.	S M L P P P P
203.	S S S S M L L	254.	S M L P P P S
204.	S S S M M L P	255.	S M L P P P M
205.	S S S M M L S	256.	S M L P P S S
206.	S S S M M L L	257.	S M L P P S M
207.	S S S M L P P	258.	S M L P P M L
208.	S S S M L S S	259.	S M L P S S P
209.	S S S M L L P	260.	S M L P S S S
210.	S S S M L L S	261.	S M L P S S M
211.	S S S M L L M	262.	S M L P M M L
212.	S S M M M L L	263.	S M L S P P P
213.	S S M M L P P	264.	S M L S P P S
214.	S S M M L P S	265.	S M L S P P M
215.	S S M M L S P	266.	S M L S S P P
216.	S S M M L S S	267.	S M L S S P M
217.	S S M M L L P	268.	S M L S S S P
218.	S S M M L L S	269.	S M L S S S S
219.	S S M M L L M	270.	S M L S S S M
220.	S S M L P P P	271.	S M L S S M L
221.	S S M L P P S	272.	S M L S M M L
222.	S S M L P P M	273.	S M L L P P P
223.	S S M L P S S	274.	S M L L P P S
224.	S S M L S P P	275.	S M L L P P M
225.	S S M L S S P	276.	S M L L P S S
226.	S S M L S S S	277.	S M L L P S M
227.	S S M L S S M	278.	S M L L P M M
228.	S S M L L P P	279.	S M L L S P P
229.	S S M L L P S	280.	S M L L S P M
230.	S S M L L P M	281.	S M L L S S P
231.	S S M L L S P	282.	S M L L S S S
232.	S S M L L S S	283.	S M L L S S M
233.	S S M L L S M	284.	S M L L S M M
234.	S S M L L M M	285.	S M L L M M M
235.	S M M M M L L	286.	S M L L M M L
236.	S M M M L L P	287.	S M L L L M M
237.	S M M M L L S	288.	M M M M L L P
238.	S M M M L L M	289.	M M M M L L S
239.	S M M M L L L	290.	M M M M L L L
240.	S M M L P P P	291.	M M M L L P P
241.	S M M L P P S	292.	M M M L L P S
242.	S M M L P S S	293.	M M M L L P M
243.	S M M L S P P	294.	M M M L L S P
244.	S M M L S S P	295.	M M M L L S S
245.	S M M L S S S	296.	M M M L L S M
246.	S M M L L P P	297.	M M M L L L P
247.	S M M L L P S	298.	M M M L L L S

Tabel. Lanjutan: *Pool pattern shift* (Pola Global)

Indek	Pola 1 minggu	Indeks	Pola 1 Minggu
299.	S M M L L P M	350.	M M M L L L M
300.	S M M L L S P	351.	M M L P P P P
301.	M M L P P P S	352.	M L P S M M L
302.	M M L P P S S	353.	M L P M M M L
303.	M M L P P M L	354.	M L P M M L P
304.	M M L P S S P	355.	M L P M M L S
305.	M M L P S S S	356.	M L P M M L L
306.	M M L P M M L	357.	M L P M L P P
307.	M M L P M L L	358.	M L P M L S S
308.	M M L S P P P	359.	M L P M L L M
309.	M M L S P P S	360.	M L S P P P P
310.	M M L S S P P	361.	M L S P P P S
311.	M M L S S S P	362.	M L S P P P M
312.	M M L S S S S	363.	M L S P P S S
313.	M M L S S M L	364.	M L S P P S M
314.	M M L S M M L	365.	M L S P P M L
315.	M M L S M L L	366.	M L S P M M L
316.	M M L L P P P	367.	M L S S P P P
317.	M M L L P P S	368.	M L S S P P S
318.	M M L L P P M	369.	M L S S P P M
319.	M M L L P S S	370.	M L S S P M L
320.	M M L L P S M	371.	M L S S S P P
321.	M M L L P M M	372.	M L S S S P M
322.	M M L L P M L	373.	M L S S S S P
323.	M M L L S P P	374.	M L S S S S S
324.	M M L L S P M	375.	M L S S S S M
325.	M M L L S S P	376.	M L S S S M L
326.	M M L L S S S	377.	M L S S M M L
327.	M M L L S S M	378.	M L S S M L P
328.	M M L L S M M	379.	M L S S M L S
329.	M M L L S M L	380.	M L S M M M L
330.	M M L L M M L	381.	M L S M M L P
331.	M M L L L P M	382.	M L S M M L S
332.	M M L L L S M	383.	M L S M M L L
333.	M M L L L M M	384.	M L S M L P P
334.	M L P P P P P	385.	M L S M L S S
335.	M L P P P P S	386.	M L S M L L M
336.	M L P P P P M	387.	M L L P P P P
337.	M L P P P S S	388.	M L L P P P S
338.	M L P P P S M	389.	M L L P P P M
339.	M L P P P M L	390.	M L L P P S S
340.	M L P P S S P	391.	M L L P P S M
341.	M L P P S S S	392.	M L L P P M M
342.	M L P P S S M	393.	M L L P S S P
343.	M L P P S M L	394.	M L L P S S S
344.	M L P P M M L	395.	M L L P S S M
345.	M L P P M L P	396.	M L L P S M M
346.	M L P P M L S	397.	M L L P M M M
347.	M L P S S P P	398.	M L L P M M L
348.	M L P S S P M	399.	M L L S P P P
349.	M L P S S S P	400.	M L L S P P S

Tabel. Lanjutan: *Pool pattern shift* (Pola Global)

Indek	Pola 1 minggu	Indeks	Pola 1 Minggu
401.	MLPSSSS	452.	MLLSPPM
402.	MLPSSSM	453.	MLLSPPM
403.	MLPSSML	454.	MLLSPP
404.	MLLSPPM	455.	LPSSMML
405.	MLLSSSP	456.	LPSSMLP
406.	MLLSSSS	457.	LPSSMLS
407.	MLLSSSM	458.	LPSSMML
408.	MLLSSMM	459.	LPSSMLP
409.	MLLSMMM	460.	LPSSMLS
410.	MLLSMML	461.	LPSSMLP
411.	MLLMMLL	462.	LPSSMLSS
412.	MLLMMLP	463.	LPSSMML
413.	MLLMMLS	464.	LPSSMMLL
414.	MLLLPMM	465.	LPSSMLP
415.	MLLLSMM	466.	LPSSMLPS
416.	MLLLMMM	467.	LPSSMLPM
417.	LPPPPPS	468.	LPSSMLSP
418.	LPPPPPM	469.	LPSSMLSS
419.	LPPPPSS	470.	LPSSMLSM
420.	LPPPPSM	471.	LPSSMLLM
421.	LPPPPMM	472.	LPSSMLPP
422.	LPPPPML	473.	LPSSMLPS
423.	LPPSSSP	474.	LPSSMLPPM
424.	LPPSSSS	475.	LPSSMLPSS
425.	LPPSSSM	476.	LPSSMLPMM
426.	LPPSSMM	477.	LPSSMLSPP
427.	LPPSSML	478.	LPSSMLSSP
428.	LPPSMML	479.	LPSSMLSSS
429.	LPPSMMLP	480.	LPSSMLSSM
430.	LPPSMLS	481.	LPSSMLSMM
431.	LPPSSPP	482.	LPSSMLLMM
432.	LPPSSPM	483.	LPSSPPPP
433.	LPPSSSP	484.	LPSSPPPS
434.	LPPSSSS	485.	LPSSPPPM
435.	LPPSSSM	486.	LPSSPPSS
436.	LPPSSMM	487.	LPSSPPSM
437.	LPPSSML	488.	LPSSPPMM
438.	LPPSMML	489.	LPSSPPML
439.	LPPMMLL	490.	LPSSPSSP
440.	LPPMMLP	491.	LPSSPSSS
441.	LPPMMLS	492.	LPSSPSSM
442.	LPPMLPP	493.	LPSSPSSMM
443.	LPPMLSS	494.	LPSSPSSML
444.	LPSSPPP	495.	LPSSPPMML
445.	LPSSPPS	496.	LPSSPPMLP
446.	LPSSPPM	497.	LPSSPPMLS
447.	LPSSPMM	498.	LPSSPMMML
448.	LPSSPML	499.	LPSSPMLP
449.	LPSSSPP	500.	LPSSPMLS
450.	LPSSSPM	501.	LPSSMLPP
451.	LPSSSSP	502.	LPSSMLSS

Tabel. Lanjutan: *Pool pattern shift* (Pola Global)

Indek	Pola 1 minggu	Indeks	Pola 1 Minggu
503.	LPSSSSS	554.	LSSPPPP
504.	LPSSSSM	555.	LSSPPPS
505.	LPSSSMM	556.	LSSPPPM
506.	LPSSSML	557.	LSSPPSS
507.	LSSPPSM	558.	LMMMLLM
508.	LSSPPMM	559.	LMMLPPP
509.	LSSPPML	560.	LMMLPPS
510.	LSSPMML	561.	LMMLPPM
511.	LSSSPPP	562.	LMMLPSS
512.	LSSSPPS	563.	LMMLPMM
513.	LSSSPPM	564.	LMMLSPM
514.	LSSSPMM	565.	LMMLSSP
515.	LSSSPML	566.	LMMLSSS
516.	LSSSSPP	567.	LMMLSSM
517.	LSSSSPM	568.	LMMLSMM
518.	LSSSSSP	569.	LMMLLPM
519.	LSSSSSM	570.	LMMLLSM
520.	LSSSSMM	571.	LMMLLMM
521.	LSSSSML	572.	LLPPPPP
522.	LSSSMML	573.	LLPPPPS
523.	LSSSMMLP	574.	LLPPPPM
524.	LSSSMMLS	575.	LLPPPPS
525.	LSSMMML	576.	LLPPPSM
526.	LSSMMLP	577.	LLPPPPM
527.	LSSMMLS	578.	LLPPSSP
528.	LSSMLPP	579.	LLPPSSS
529.	LSSMLSS	580.	LLPPSSM
530.	LSMMMLL	581.	LLPPSMM
531.	LSMMMLL	582.	LLPPMMM
532.	LSMMLPP	583.	LLPSSPP
533.	LSMMLPS	584.	LLPSSPM
534.	LSMMLPM	585.	LLPSSSP
535.	LSMMLSP	586.	LLPSSSS
536.	LSMMLSS	587.	LLPSSSM
537.	LSMMLSM	588.	LLPSSMM
538.	LSMMLLM	589.	LLPSMMM
539.	LSMLPPP	590.	LLPMMMM
540.	LSMLPPS	591.	LLPMMML
541.	LSMLPPM	592.	LLSPPPP
542.	LSMLPSS	593.	LLSPPPS
543.	LSMLPMM	594.	LLSPPPM
544.	LSMLSPP	595.	LLSPPSS
545.	LSMLSSP	596.	LLSPPSM
546.	LSMLSSS	597.	LLSPPMM
547.	LSMLSSM	598.	LLSPMMM
548.	LSMLSMM	599.	LLSSPPP
549.	LSMLLMM	600.	LLSSPPS
550.	LMMMMLL	601.	LLSSPPM
551.	LMMMLPP	602.	LLSSPMM
552.	LMMMLPS	603.	LLSSSPP
553.	LMMMLPM	604.	LLSSSPM

Tabel. Lanjutan: *Pool pattern shift* (Pola Global)

Indek	Pola 1 minggu	Indeks	Pola 1 Minggu
605.	L M M M L S P	614.	L L S S S S P
606.	L M M M L S S	615.	L L S S S S S
607.	L M M M L S M	616.	L L S S S S M
608.	L M M M L L P	617.	L L S S S M M
609.	L M M M L L S	618.	L L S S M M M
610.	L L S M M M M	619.	L L M M L S M
611.	L L S M M M L	620.	L L L P M M M
612.	L L M M M M L	621.	L L L S M M M
613.	L L M M L P M	622.	L L L M M M M