

**PENGUNAAN PROGRAM DINAMIK UNTUK
MENENTUKAN TOTAL BIAYA MINIMUM PADA
PERENCANAAN PRODUKSI DAN PENGENDALIAN
PERSEDIAAN**

SKRIPSI

Oleh :

**FARIDA ULFA NURHIDAYATI
NIM: 06510031**



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2010**

**PENGUNAAN PROGRAM DINAMIK UNTUK
MENENTUKAN TOTAL BIAYA MINIMUM PADA
PERENCANAAN PRODUKSI DAN PENGENDALIAN
PERSEDIAAN**

SKRIPSI

Diajukan Kepada:

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

Oleh:

**FARIDA ULFA NURHIDAYATI
NIM : 06510031**

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG**

2010

**PENGUNAAN PROGRAM DINAMIK UNTUK
MENENTUKAN TOTAL BIAYA MINIMUM PADA
PERENCANAAN PRODUKSI DAN PENGENDALIAN
PERSEDIAAN**

SKRIPSI

Oleh:

**FARIDA ULFA NURHIDAYATI
NIM : 06510031**

Telah Disetujui untuk Diuji

Malang, 7 Juli 2010

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

**Wahyu H. Irawan, M.Pd
NIP. 197104202000031003**

**Abdussakir, M.Pd
NIP. 197510062003121001**

Mengetahui,

Ketua Jurusan Matematika

**Abdussakir, M.Pd
NIP. 197510062003121001**

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Farida Ulfa Nurhidayati

NIM : 06510031

Jurusan : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri.

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

Malang,

Yang membuat pernyataan

Farida Ulfa Nurhidayati
NIM. 06510031

MOTTO

"ترج النجات ولم تسلك مسالكها
فلعلم ان السفينة لا تجرى على اليابس"

"kamu menginginkan sebuah keberhasilan, tapi kamu tidak pernah mau menjalani prosesnya.
Ketahulah bahwa sesungguhnya kapal laut itu tidak akan pernah berlayar diatas daratan" (wise word)

*"hidup adalah perjuangan, maka jangan pernah
berhenti berjuang hari ini, karena kita tidak tahu
apa yang akan terjadi besok"*

PERSEMBAHAN

Dengan memanjatkan syukur Alhamdulillah kehadiran Allah SWT, Tuhan penguasa alam semesta atas Rahmat dan restu-Nya, sehingga aku bisa berdiri menapaki kehidupan di dunia ini.

Nabi Muhammad SAW, penerang kehidupan yang telah menunjukkan jalan yang benar kepada umatnya.

Kupersembahkan karya kecilku kepada:

Kedua orangtuaku tercinta, Drs. H. Muhadi dan Dra.

Rukiyani Lulik Hartatik, M.KPd terimakasih atas segalanya....terimakasih atas doa restu, kasih sayang, kepercayaan, support, wejangan, nasehat, yang selalu mengaLir untuk ananda

Adik2Ku tersayang, Akhmad Nurhadi Putra dan TaufiqTrihadi Utomo yang selalu memberikan semangat untukku,

Pak Henky....terimakasih atas kesabarannya membimbing dan terimakasih atas kepercayaan yang diberikan selama ini.

Teman2 angkatan 2006 irma, cus, habibah, anjani, farida, binti, wiwik, nia, vita, fitri, dewi yang selalu memberikan support dan semua temen-temen yang tidak aku sebutkan.... Terima kasih

Keluarga Besar IMM.... khususon mas imam habibi....Dan semua senior2Q di IMM yang tidak bias aku sebutkan satu persatuteruslah berfastabiqul Khairat **Sohib-Sohib PMNA**..... terimakasih kawan....

KATA PENGANTAR



Syukur alhamdulillah kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, hidayah dan inayah-Nya sehingga skripsi dengan judul *‘Penggunaan Program Dinamis Untuk Menentukan Total Biaya Minimum Pada Perencanaan Produksi Dan Pengendalian Persediaan’* ini dapat terselesaikan dengan baik.

Sholawat serta salam semoga tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang mana beliau telah mengantarkan manusia ke jalan kebenaran. Keberhasilan penulisan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, pengarahan, dan bantuan dari berbagai pihak, baik berupa pikiran, motivasi, tenaga, maupun doa dan restu. Karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. Imam Suprayogo, selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Bapak Prof. Drs. Sutiman Bambang Sumitro, SU., DSc selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Bapak Abdussakir, M.Pd selaku Ketua Jurusan Matematika, pembimbing agama dan selaku wali dosen yang telah memberikan izin, kemudahan dan memberikan bimbingan serta petunjuk kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Wahyu H. Irawan, M.Pd selaku dosen pembimbing yang dengan sabar telah meluangkan waktunya demi memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak dan Ibu dosen, jurusan matematika dan staf jurusan maupun fakultas yang selalu membantu dan memberikan dorongan semangat semasa kuliah.
6. Orang tua penulis Bapak Drs. H. Muhadi dan Ibu Dra. Rukiyani L.H. M.KPd yang tidak pernah berhenti memberikan doa, kasih sayang, inspirasi,

motivasi serta dorongan semangat kepada penulis semasa kuliah hingga akhir pengerjaan skripsi ini.

7. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, atas keikhlasan bantuan moril dan sprituil, penulis ucapkan terima kasih sehingga dapat menyelesaikan skripsi.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan mereka semua. Manusia tidak pernah luput dari salah dan lupa serta keterbatasan ilmu yang dimiliki penulis, menjadi celah timbulnya kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan, saran, kritik, dan teguran dari semua evaluator dan pembaca demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak. Amin.

Malang, 6 Juli 2010

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGAJUAN	
HALAMAN PERSETUJUAN	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	
HALAMAN MOTTO	
HALAMAN PERSEMBAHAN	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL..	vii
ABSTRAK.....	viii
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah..	4
1.3 Tujuan...	4
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Asumsi..	5
1.6 Manfaat Penelitian..	6
1.7 Metode Penelitian.....	6

1.8 Sistematika Pembahasan.....	8
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	10
2.1 Riset Operasi.....	10
2.2 Persamaan Regresi Linier dan Koefisien Korelasi.....	11
2.3 Definisi Algoritma Rekursif.....	13
2.4 Program Dinamik Deterministik.....	15
2.5 Ciri-Ciri Dasar <i>Dynamic Programming</i>	16
2.6 Konsep-Konsep dan Karakteristik-Karakteristik Dasar.....	21
2.7 Pernyataan Matematis <i>Dynamic Programming</i>	25
2.8 Fungsi Pengendalian Persediaan.....	27
2.9 Komponen-Komponen Biaya Produksi.....	29
2.10 Kajian Agama.....	32
BAB III PEMBAHASAN.....	37
3.1 Identifikasi Variabel.....	37
3.2 Peramalan Permintaan.....	38
3.3 Perencanaan Produksi dengan Metode Program Dinamik.....	48
3.4 Prosedur Perhitungan Metode Program Dinamik.....	53
3.5 Kalkulasi Biaya.....	58
3.5.1 Kondisi Tanpa Menggunakan Metode Program Dinamik.....	58
3.5.2 Kondisi Dengan Menggunakan Program Dinamik.....	60
3.6 Pembahasan Kajian Agama.....	61

BAB IV KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan.....	71
4.2 Saran... ..	72

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

2.1 Urutan Pembagian Masalah.....	19
2.2 Hubungan Status Input Dengan Tahap.....	20
2.5.1 Network <i>Flowchart</i>	23
3.2.1 Grafik Permintaan Periode April 2009-Maret 2010.....	39
3.2.1 Normal P-P Plot Variabel Permintaan.....	40
3.2.3 <i>Scatterplot</i> untuk Variabel Permintaan.....	41
3.2.4 <i>Scatterplot</i> untuk Menguji Kelinearian.....	42

DAFTAR TABEL

3.1 Data Penelitian.....	38
3.2.5 <i>Descriptive Statistics</i>	42
3.2.6 <i>Correlations</i>	43
3.2.7 Perhitungan Data Permintaan April 2009-Maret 2010..	45
3.2.8 Anova.....	45
3.2.9 Hasil Peramalan Permintaan Periode April 2010-Maret 2011.....	48
3.2.10 Hasil Penyesuaian terhadap Prosentase Cacat Produk Periode April 2010-Maret 2011.....	49
3.4 Hasil Penjadwalan Produksi Roti Periode April 2010-Maret 2011..	58
3.5.1 Kelebihan Produksi Periode April 2009-Maret 2010..	60

ABSTRAK

Nurhidayati, Farida Ulfa. 2010. **Penggunaan Program Dinamik Untuk Menentukan Total Biaya Minimum Pada Perencanaan Produksi Dan Pengendalian Persediaan** Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri MMI Malang. Pembimbing I: Wahyu Hengky Irawan, M. Pd. Pembimbing II : Abdussakir, M.Pd.

Kata kunci: regresi linier, biaya produksi, *dynamic programming*, biaya minimum.

Kondisi Ekonomi di Indonesia saat ini berkembang dengan sangat cepat, sehingga mengakibatkan perindustrian juga banyak tumbuh di Indonesia yang secara langsung mengakibatkan persaingan. Demikian pula dengan perusahaan roti “Sari Baru” Malang. Untuk menghadapi persaingan yang ketat, pihak perusahaan harus dapat memenuhi setiap permintaan yang datang dan disamping itu pula perusahaan harus dapat menekan ongkos produksi secara keseluruhan yang diharapkan nantinya akan berdampak pada penekanan harga jual beli roti itu di pasaran.

Untuk meramalkan jumlah produksi yang harus diproduksi di periode mendatang digunakan metode regresi linier dimana data produksi yang terserap di pasar pada periode sebelumnya digunakan untuk menghasilkan model karakteristik dari kebutuhan pasar akan roti. Sedangkan untuk menghitung biaya produksi minimum sesuai dengan hasil penjadwalan digunakan metode *dynamic programming*. Dari hasil ramalan yang didasarkan pada data produksi roti pada April 2010 sampai Maret 2011 ternyata didapatkan model untuk periode depan adalah sebagai berikut : $Y' = 12556 + 649X$

Hasil perencanaan penjadwalan produksi untuk 12 periode mendatang (April 2010-Maret 2011) adalah 21205, 21861, 22516, 23172, 23827, 24483, 25138, 25794, 26449, 27105, 27761, 28416 buah. Untuk menyusun rencana produksi dengan meminimumkan total biaya produksi maka digunakanlah metode *dynamic programming* dengan fungsi tujuan

$$\text{Min } C = \sum_{n=1}^{12} (A \cdot X_n + B \cdot I_n)$$

Sehingga menghasilkan total biaya produksi minimum sebesar Rp. 893.181.000,-. Setelah dilakukan kalkulasi biaya maka dapat diketahui bahwa setelah menggunakan metode *dynamic programming* keuntungan yang diperoleh oleh perusahaan lebih optimal dibandingkan dengan sebelum menggunakan metode *dynamic programming*.

ABSTRACT

Nurhidayati, Farida Ulfa. 2010. **The Use of Dynamic Programming to Measure the Minimum Cost on Production Plan and Supply Control. Mathematic Department.** Mathematic program of Science and technology faculty MMI State Islamic university of Malang. advisor 1 : Wahyu Hengky Irawan, M. Pd. Advisor II : Abdussakir, M.Pd.

Key Words: Linear regression, cost production, dynamic programming, minimum cost.

Now days, the economic condition in Indonesia are developing quickly, so it influenced of industry to built and develop in Indonesia directly. It also likes the bread company “Sari Baru” Malang. In facing the tight rivalry, every single company has to fill of required from customers. Other sides, the company could press of production cost of all totally reproduction cost that it can be expected to press of the bread marketing.

In estimation of total production in the next production era, it is necessary to use linear regression method which the production data on the last marketing sale is used to create characteristic model from bread supply on the market. Whereas, in accounting of minimum production cost as schedule recommended was needed using dynamic programming. Based on the result estimation on bread production data in April 2010 to March 2010 that was found a model for the next period is as follow: $Y' = 12556 + 649X$

The result of production plan schedule for 12 periods (from april 2010 to March 2011) are 21205, 21861, 22516, 23172, 23827, 24483, 25138, 25794, 26449, 27105, 27761, 28416 items. Then, to arrange of the production plan in total minimum cost of production cost so it's used dynamic programming method by purposing function

$$\text{Min } C = \sum_{n=1}^{12} (A \cdot X_n + B \cdot I_n)$$

Finally, it created total minimum production cost Rp. 893.181.000,-. Then, after calculated of the whole cost that used dynamic programming, the benefit could get more optimal than before used this method.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dalam kehidupan di dunia, manusia tidak lepas dari berbagai permasalahan. Permasalahan-permasalahan tersebut menyangkut berbagai aspek, yang dalam penyelesaiannya diperlukan suatu pemahaman melalui suatu metode dan ilmu bantu tertentu. Salah satunya adalah ilmu matematika. Matematika merupakan alat untuk menyederhanakan penyajian dan pemahaman masalah. Dalam bahasan matematika, suatu masalah dapat menjadi lebih sederhana untuk disajikan, dipahami, dianalisis, dan dipecahkan. Untuk keperluan tersebut, yang paling utama adalah mencari pokok masalah, kemudian dibuat rumusan atau model matematika untuk permasalahan tersebut.

Salah satu cabang ilmu matematika yang bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari adalah riset operasi. Pada umumnya, masalah-masalah dalam riset operasi dipecahkan dengan *serangan tunggal* artinya seluruh atau semua persoalan diselesaikan dengan sekali pukul. Namun, sering terdapat masalah yang hanya dapat diselesaikan dengan memecahnya menjadi bagian-bagian yang lebih kecil (*decomposition*) dan kemudian menggabungkan kembali sub-sub masalah itu untuk mendapatkan jawaban yang diinginkan (*composition*).

Penemu dan orang yang bertanggung jawab atas kepopuleran *dynamic programming* adalah Richard Bellman. Sebagai suatu konsep, *dynamic*

programming lebih luwes dibanding kebanyakan model dan metode matematik dalam riset operasi. Tidak seperti *Linier Programming*, dalam masalah *dynamic programming* tidak ada formulasi matematika yang baku. *Dynamic programming* merupakan suatu teknik matematika yang digunakan untuk mengoptimalkan proses pengambilan keputusan secara bertahap ganda. Dalam teknik ini, keputusan yang menyangkut suatu persoalan dioptimalkan secara bertahap dan bukan secara sekaligus. Inti dari teknik ini adalah membagi satu persoalan atas beberapa bagian persoalan yang dalam *dynamic programming* disebut sebagai tahap, kemudian dipecahkan. Keputusan optimal atas seluruh tahap yang kemudian disebut sebagai kebijakan optimal. Penerapan pendekatan *dynamic programming* telah dikabarkan mampu untuk menyelesaikan berbagai masalah : alokasi, muatan (*knapsack*), *capital budgeting*, pengawasan persediaan, dan lain-lain.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis mengambil studi kasus pada Perusahaan roti 'Sari Baru' yang didirikan oleh Bapak Abdullah dan Ibu Nursalamah pada Tahun 1988. Perusahaan ini memproduksi berbagai macam roti, akan tetapi selama ini perusahaan mengalami suatu masalah yang berkaitan dengan penentuan jumlah produk yang harus diproduksi pada setiap periode. Hal ini menyebabkan pada setiap periode, perusahaan mengalami kelebihan produksi sehingga perolehan keuntungan yang didapatkan oleh perusahaan tidak optimal.

Berdasarkan hal tersebut maka diperlukan suatu metode untuk menyusun jadwal produksi secara baik dan terencana sehingga dapat dijadikan sebagai pedoman oleh perusahaan untuk memproduksi suatu produk agar dapat memenuhi

permintaan konsumen dan biaya yang dikeluarkan dapat minimum. Oleh karena itu, penulis ingin mencoba untuk menyelesaikan masalah pengendalian persediaan dengan menggunakan *dynamic programming* dengan pendekatan rekursif.

Dalam Islam juga diajarkan tentang bagaimana umat manusia agar selalu mengingat diri kepada Allah SWT. Untuk beribadah kepada-Nya dalam menjalankan kehidupan di dunia. Islam juga mengajarkan akan pentingnya management diri agar tidak berlebih-lebihan dalam sesuatu hal. Sebagaimana dijelaskan dalam Al-qur'an.

وَأَتِذَا الْقُرْبَىٰ حَقَّهُ وَالْمِسْكِينَ وَابْنَ السَّبِيلِ وَلَا تُبَذِّرْ تَبْذِيرًا ﴿٢٦﴾

Artinya :” Dan berikanlah kepada keluarga-keluarga yang dekat akan haknya, kepada orang miskin dan orang yang dalam perjalanan dan janganlah kamu menghambur-hamburkan (hartamu) secara boros ”.(Surat Al-Isro’:26)

Dalam ayat lain juga dijelaskan:

وَلَا تَجْعَلْ يَدَكَ مَغْلُولَةً إِلَىٰ عُنُقِكَ وَلَا تَبْسُطْهَا كُلَّ الْبَسْطِ فَتَقْعُدَ مَلُومًا مَّحْسُورًا ﴿٢٩﴾



Artinya : “Dan janganlah kamu jadikan tanganmu terbelenggu pada lehermu dan janganlah kamu terlalu mengulurkannya[852] Karena itu kamu menjadi tercela dan menyesal”. (Surat Al-Isro’:29)

Dalam ayat diatas diterangkan bahwa hendaknya manusia jangan terlalu berlebih-lebihan di dalam mempergunakan dan membelanjakan harta, dan jangan pula terlalu kikir. Umat Islam hendaknya mempunyai management yang baik dalam urusan muamalah ini, agar terjadi keseimbangan dalam kehidupan beribadah untuk mendapatkan ridho Allah SWT. Bersikap boros dalam

membelanjakan harta bukanlah sikap yang baik dalam islam, karena sikap boros dan berlebih-lebihan itu adalah bagian dari perbuatan syetan. Sebagaimana disebutkan dalam firman-Nya:

إِنَّ الْمُبَذِّرِينَ كَانُوا إِخْوَانَ الشَّيْطَانِ ۖ وَكَانَ الشَّيْطَانُ لِرَبِّهِ كَفُورًا ﴿٢٧﴾

Artinya: “ Sesungguhnya pemboros-pemboros itu adalah Saudara-saudara syaitan dan syaitan itu adalah sangat ingkar kepada Tuhannya”.(Surat Al-Isro’:27)

Di dalam sebuah management perusahaan, pengendalian persediaan mempunyai manfaat yang sangat penting untuk meminimumkan biaya produksi sehingga dapat menghasilkan keuntungan yang optimal dan itu semua dapat di analisa dengan menggunakan *dynamic programming*. Oleh karena itu, penulis merumuskan judul untuk penelitian ini,yakni Penggunaan Program Dinamik Untuk Menentukan Total Biaya Minimum Pada Perencanaan Produksi dan Pengendalian Persediaan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam skripsi ini adalah: Bagaimana penggunaan program dinamik untuk perencanaan produksi dan pengendalian persediaan selama 12 periode mendatang agar total biaya untuk keseluruhan periode adalah minimum?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dalam penulisan skripsi adalah Untuk mengetahui total biaya minimum selama 12 periode mendatang dengan menggunakan program dinamik.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak meluas, maka perlu kiranya diberikan batasan-batasan, yaitu:

1. Penyelesaian masalah menggunakan program dinamis deterministik dengan menggunakan hubungan rekursif maju.
2. Penjadwalan produksi hanya dilakukan untuk satu produk saja yaitu roti jenis tawar dan tidak ada hubungannya dengan produk lain yang diproduksi oleh perusahaan.
3. Data mengenai biaya variabel produksi, biaya simpan dan prosentase cacat produksi diperoleh dari perusahaan sebagai data sekunder (informasi dari perusahaan) dan tidak mengalami perubahan selama periode perencanaan.
4. Kriteria pengambilan keputusan didasarkan pada biaya variabel produksi minimum dan biaya simpan minimum.

1.5 Asumsi

1. Trend permintaan masa lalu akan berlanjut di masa yang akan datang
2. Biaya variabel produksi dan biaya penunjang tidak mengalami perubahan selama periode perencanaan
3. Fasilitas produksi siap menurut jadwal produksi
4. Produk yang tidak terjual dianggap tidak layak konsumsi, sehingga berakibat tidak layak jual

1.6 Manfaat Penelitian

Bagi peneliti

- Sebagai wawasan dan ilmu pengetahuan tentang *dynamic programming*.
- Sebagai sarana untuk mengetahui kemampuan dan kreativitas keilmuan untuk menganalisa dan mencari pemecahan permasalahan tersebut.

Bagi perusahaan

Dapat memberikan sumbangan pemikiran berupa informasi dan rencana produksi bagi perusahaan sehingga dapat mengoptimalkan keuntungan yang dapat diperoleh oleh perusahaan.

Bagi pihak lain

Sebagai bahan pertimbangan, masukan atas usaha-usaha dan kebijakan - kebijakan pemasaran dan sebagai tambahan ilmu tentang pemecahan *dynamic programming* untuk pengendalian persediaan.

1.7 Metode Penelitian

Dalam penulisan skripsi ini Penulis menggunakan pendekatan kuantitatif dan penelitian deskriptif. Pendekatan kuantitatif adalah penelitian yang banyak dituntut menggunakan angka mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut serta dalam menampilkan hasilnya. Jenis penelitian dalam skripsi ini adalah penelitian deskriptif dimana penelitian ini tidak dimaksudkan untuk

menguji hipotesis dan penelitian ini merupakan pencarian fakta dengan interpretasi.

Adapun langkah-langkah yang akan digunakan oleh peneliti dalam membahas masalah penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Merumuskan masalah

Sebelum peneliti melakukan penelitian, terlebih dahulu peneliti menyusun rencana penelitian yang dimulai dari suatu masalah tentang meminimumkan total biaya produksi dengan program dinamik (*dynamic programming*).

2. Mengumpulkan data

Mengumpulkan data merupakan standar utama dari suatu penelitian. Dalam hal ini peneliti mengumpulkan data dengan observasi, wawancara, dokumentasi. Sumber data dari penelitian ini terdiri dari data primer yaitu berupa data permintaan, data kapasitas produksi dan kapasitas gudang dan data sekunder yang merupakan biaya yang dikeluarkan dalam memperoleh barang jadi.

3. Menganalisis Data

Langkah yang dilakukan adalah meramalkan permintaan dengan menggunakan regresi linier kemudian menggunakan metode program dinamik untuk menentukan total biaya minimum.

4. Membuat kesimpulan.

Kesimpulan merupakan gambaran langkah dari pembahasan atas apa yang sedang ditulis. Kesimpulan didasarkan pada data yang telah dikumpulkan dan merupakan jawaban dari permasalahan yang dikemukakan.

5. Melaporkan

Langkah terakhir dari penelitian adalah menyusun laporan dari penelitian yang telah dilakukan, yaitu berupa skripsi yang digunakan sebagai syarat memperoleh gelar sarjana.

1.8 Sistematika Penulisan

Sistematika pembahasan merupakan rangkaian urutan dari beberapa uraian penjelasan dalam suatu karya ilmiah. Dalam kaitannya dengan penulisan skripsi ini, kami menyusun sistematika pembahasan sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Menjelaskan secara umum mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan masalah, batasan masalah, asumsi, manfaat penelitian, metode penelitian dan sistematika pembahasan.

BAB II : KAJIAN PUSTAKA

Membahas kajian teori yang berhubungan dengan permasalahan dalam penelitian yaitu tentang dasar teori yang digunakan untuk proses analisis.

BAB III : PEMBAHASAN

Membahas tentang langkah-langkah dalam menyelesaikan hasil penelitian dan berisi ulasan tentang jawaban dari rumusan masalah

BAB IV : PENUTUP

Dalam bab ini akan di uraikan kesimpulan dan saran-saran yang berhubungan dengan topik pembahasan yang ada.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Riset Operasi

Riset operasi yang berasal dari Inggris merupakan suatu hasil studi operasi-operasi militer selama Perang Dunia II. Setelah perang selesai, potensi komersialnya segera disadari dan pengembangannya telah menyebar dengan cepat di Amerika Serikat, dimana ia lebih dikenal dengan nama Riset Operasi atau *Operation Research* (disingkat *OR*). Istilah Riset Operasi pertama kali digunakan pada Tahun 1940 oleh Mc Closky dan Trefthen di suatu kota kecil, Bowdsey, Inggris. Arti riset operasi (*Operation Research*) telah banyak didefinisikan oleh beberapa ahli. *Morse* dan *Kimball* mendefinisikan riset operasi sebagai metode ilmiah (*Scientiific Method*) yang memungkinkan para manajer mengambil keputusan mengenai kegiatan yang mereka tangani dengan dasar kuantitatif. Sedangkan *Churchman*, *Arkoff* dan *Arnoff* pada tahun 1950-an mengemukakan pengertian riset operasi sebagai aplikasi metode-metode, teknik-teknik dan peralatan-peralatan ilmiah dalam menghadapi masalah-masalah yang timbul di dalam operasi perusahaan dengan tujuan ditemukannya pemecahan yang optimum masalah-masalah tersebut. Dua penulis lain, *Miller* dan *M.K Starr*, mengartikan riset operasi sebagai peralatan manajemen yang menyatukan ilmu pengetahuan, matematika, dan logika dalam kerangka pemecahan masalah-masalah yang dihadapi sehari-hari, sehingga akhirnya permasalahan tersebut dapat dipecahkan secara optimal.

Dari ketiga definisi di atas dapat disimpulkan bahwa riset operasi berkenaan dengan pengambilan keputusan optimal dalam, dan penyusunan model dari, sistem-sistem baik deterministik maupun probabilistik yang berasal dari kehidupan nyata. Aplikasi-aplikasi ini, yang terjadi dalam pemerintahan, bisnis, teknik, ekonomi, serta ilmu pengetahuan alam dan sosial ditandai dengan kebutuhan untuk mengalokasikan sumber daya-sumber daya yang terbatas; karena sifat dasar organisasi secara hakiki adalah “immaterial” dan riset operasi (berarti *research on operations*), yang mengandung baik pendekatan maupun bidang aplikasi, sangat berguna dalam menghadapi masalah-masalah bagaimana mengarahkan dan mengkoordinasi operasi-operasi atau kegiatan-kegiatan dalam suatu organisasi dengan segala batasan-batasannya melalui prosedur “*search of optimality*”(Pangestu, 2000:3).

2.2 Persamaan Regresi Linier dan Koefisien Korelasi

Model regresi yang paling sederhana, yaitu garis lurus. Dalam hal ini terdapat satu apa yang disebut **peubah bebas**, dinamakan X , dan satu **peubah tak bebas** yang bergantung pada X , dinamakan Y . Model Regrsi Linier Sederhana dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Y' = a + bX$$

Dengan :

Y' = Nilai yang diukur/dihitung pada variabel tak bebas

X = nilai tertentu dari variabel Bebas

a = Y pintasan, (nilai Y' bila $X = 0$)

b = kemiringan dari garis regresi (kenaikan atau penurunan Y' untuk setiap perubahan satu-satuan X) atau koefisien regresi, mengukur besarnya pengaruh X terhadap Y kalau X naik satu unit.

Nilai dari a dan b pada persamaan regresi dapat dihitung dengan rumus di bawah ini :

$$b = \frac{\sum x_i y_i}{\sum x_i^2} \quad (2.2.1)$$

$$x_i = X_i - \bar{X}, y_i = Y_i - \bar{Y} \text{ dengan } i = 1, 2, \dots, n$$

atau

$$b = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \quad (2.2.2)$$

$$a = \sum \frac{Y_i}{n} - b \sum \frac{X_i}{n} \quad (2.2.3)$$

Model regresi tidak terlepas dari koefisien korelasi. Koefisien korelasi KK merupakan indeks atau bilangan yang digunakan untuk mengukur keeratan (kuat, lemah, atau tidak ada) hubungan antar variabel. Koefisien korelasi memiliki nilai antara -1 dan +1 ($-1 \leq KK \leq +1$).

- a. Jika KK bernilai positif maka variabel-variabel berkorelasi positif. Semakin dekat nilai KK ke +1 semakin kuat korelasinya, demikian pula sebaliknya.
- b. Jika KK bernilai negatif maka variabel-variabel berkorelasi negatif. Semakin dekat nilai KK ke -1 semakin kuat korelasinya, demikian pula sebaliknya.

- c. Jika KK bernilai 0 (nol) maka variabel-variabel tidak menunjukkan korelasi
- d. Jika KK bernilai +1 atau -1 maka variabel-variabel menunjukkan korelasi positif atau negatif yang sempurna.

Untuk menentukan keeratan hubungan antara korelasi antarvariabel tersebut, berikut ini diberikan nilai-nilai dari KK sebagai patokan.

1. $KK = 0$, tidak ada korelasi
2. $0 < KK \leq 0,20$, korelasi sangat rendah/lemah sekali
3. $0,20 < KK \leq 0,40$, Korelasi rendah/lemah tapi pasti
4. $0,40 < KK \leq 0,70$, korelasi yang cukup berarti
5. $0,70 < KK \leq 0,90$, korelasi yang tinggi, kuat
6. $0,90 < KK < 1,00$, Korelasi sangat tinggi, kuat sekali, dapat diandalkan
7. $KK = 1$, korelasi sempurna

(William. 1987. Hal:170)

2.3 Definisi Algoritma Rekursif

Sebuah objek disebut berulang (rekursif, *recursive*) jika setiap objek mengandung dirinya sendiri atau didefinisikan dengan dirinya sendiri. Hubungan ini dapat ditemukan tidak hanya dalam matematika, tetapi juga pada kehidupan sehari-hari. Dalam matematika, definisi rekursif sebuah fungsi adalah definisi

fungsi yang menggunakan fungsi tersebut. Sebagai contoh, $f(n)$ didefinisikan sebagai berikut.

$$f(n) = nf(n - 1) \quad (2.3.1)$$

Bagaimana menentukan nilai $f(4)$? berdasarkan definisi 2.3.1, $f(4)$ dapat dirumuskan sebagai :

$$f(4) = 4f(3) \quad (2.3.2)$$

Nilai $f(3)$ tidak diketahui, tetapi berdasar definisi, nilai $f(3)$ dapat dihitung dengan :

$$f(3) = 3f(2) \quad (2.3.3)$$

Nilai $f(2)$ pun tidak diketahui, tetapi berdasar definisi, nilai $f(2)$ dapat dihitung dengan mengalikan 2 dengan $f(1)$, sehingga perhitungan $f(4)$ dapat dituliskan sebagai :

$$f(4) = 4(3)(2)f(1) \quad (2.3.4)$$

Berdasar definisi (2.3.1), perhitungan $f(4)$ akan berlanjut tanpa pernah berhenti,

$$f(4) = 4(3)(2)(1)(0)(-1)(-2)(-3) \quad (2.3.5)$$

Oleh karena itu, untuk melengkapi definisi rekursif harus ditentukan sebuah kondisi kapan perulangan berhenti. Definisi rekursif lengkap fungsi, $f(n)$ di atas adalah :

$$f(n) = nf(n - 1) \text{ untuk } n > 1$$

$$f(1) = 1 \quad (2.3.6)$$

Berdasar definisi baru, $f(4)$ dapat dihitung dan berhenti jika pada $f(1)$, sehingga

$$f(4) = 4f(3)$$

$$f(4) = 4(3)f(2)$$

$$f(4) = 4(3)(2)f(1)$$

$$f(4) = 4(3)(2)(1)$$

$$f(4) = 24$$

Perulangan (*recursion*) memegang peranan penting dalam banyak definisi matematika. Beberapa contoh definisi matematika tersebut adalah bilangan asli (*natural number*) dan fungsi faktorial :

1. Bilangan asli

1 adalah bilangan asli

Suksesor bilangan asli adalah bilangan asli

2. Fungsi faktorial, $n!$ (untuk integer on-negatif), seperti contoh fungsi di atas.

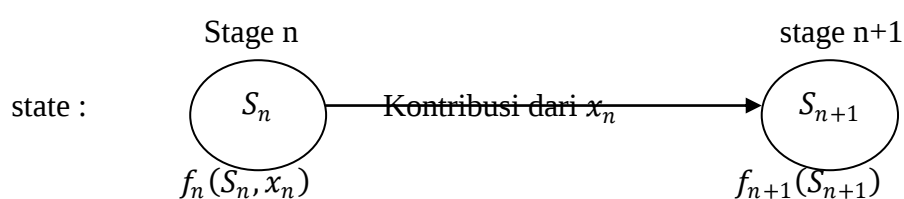
a. $0! = 1$

b. Jika $n > 0$, maka $n! = n(n - 1)!$

(Fathul.2004:223)

2.4 Program Dinamik Deterministik

Pada bagian ini akan dikemukakan pendekatan program dinamis sebagai persoalan deterministik, di mana *state* pada *stage* berikutnya sepenuhnya ditentukan oleh *state* dan keputusan pada *stage* ini. *Dynamic programming* deterministik ini dapat diterangkan dengan diagram berikut:



Dengan demikian, maka pada *stage* n , prosesnya akan berada pada *state* S_n . Pada *state* ini dibuat keputusan x_n , kemudian proses bergerak ke *state* S_{n+1} pada *stage* $(n+1)$. Dari titik ini ke depan, nilai fungsi tujuan untuk keputusan optimumnya telah terlebih dahulu dihitung, yaitu $f_{n+1}(S_{n+1})$. Keputusan memilih x_n juga memberikan kontribusi terhadap fungsi tujuan, yang dengan menggabungkan kedua besaran ini akan diperoleh nilai fungsi tujuan $f_n(S_n, x_n)$ yang berawal pada *stage* n . minimumkan nilai tersebut dengan memperhatikan x_n sehingga diperoleh $f_n(S_n) = f_n(S_n, x_n)$. setelah hal ini dilakukan untuk semua nilai S_n yang mungkin, maka prosedur penyelesaiannya bergerak kembali pada persoalan dengan satu *stage*.

Suatu cara untuk mengategorikan persoalan program dinamis deterministik ini adalah dengan melihat bentuk fungsi tujuannya. Sebagai contoh, fungsi tujuannya mungkin meminimumkan jumlah kontribusi dari masing-masing *stage* atau dapat pula memaksimumkannya atau meminimumkan hasil perkaliannya, dan sebagainya. Cara pengategorian yang lain didasarkan pada keadaan dari kumpulan (set) *state* pada suatu *stage*. Artinya, apakah *state* S_n dapat direpresentasikan sebagai variabel *state* diskrit atau kontinu, atau mungkin diperlukan suatu *vector state* (lebih dari satu variabel) (Ahmad Dimiyati.1994.285).

2.5 Ciri-ciri Dasar *Dynamic Programming*

Dalam dunia usaha (bisnis), para manajer sering berhadapan dengan pengambilan keputusan yang mencakup beberapa periode waktu. Program dinamis atau *dynamic programming* adalah suatu teknik tentang optimasi proses

banyak tahap. Suatu masalah pengambilan keputusan yang *multistage* dipisahkan menjadi suatu seri masalah (atau sub masalah) yang berurutan dan saling berhubungan. Programasi dinamis dikembangkan pertama kali oleh Richard E. Bellman pada tahun 1957. Konsep dasarnya diungkapkan dalam *Principle of Optimality*. Ciri-ciri dasar dari suatu masalah *dynamic programming* adalah:

1. Dalam masalah *dynamic programming*, keputusan tentang suatu masalah ditandai dengan optimasi pada tahap berikutnya, bukan keserentakan. Ini berarti, jika suatu masalah akan diselesaikan dengan *dynamic programming*, ia harus dipisahkan menjadi n sub problem.
2. *Dynamic programming* berkaitan dengan masalah-masalah dimana pilihan atau keputusan dibuat pada masing-masing tahap. Seluruh kemungkinan pilihan dicerminkan, di atur atau keduanya, oleh system status atau *state* pada setiap tahap.
3. Berkaitan dengan setiap keputusan pada setiap tahap adalah *return function* yang mengevaluasi pilihan yang dibuat dalam arti sumbangan yang diberikan kepada tujuan keseluruhan (maksimasi atau minimasi).
4. Pada setiap tahap proses keputusan dihubungkan dengan tahap yang berdekatan melalui fungsi transisi. Fungsi ini dapat berupa kuantitas yang diskrit maupun kontinu tergantung pada sifat-sifat masalah.
5. Suatu hubungan rekursif digunakan untuk menghubungkan kebijaksanaan optimum pada tahap n dengan $n-1$. Ada dua macam prosedur rekursif yaitu *foreward* dan *backward*. Hubungan itu adalah :

Foreward recursive equation (perhitungan dari depan ke belakang)

$$f_0(X_0) = 0$$

$$f_j * (X_j) = \text{opt}\{R_j(k_j) @ f_{j-1} * (X_j @ k_j)\}$$

Backward recursive equation (perhitungan dari belakang ke depan)

$$f_n(Y_n) = 0$$

$$f_j * (Y_j) = \text{opt}\{R_j(k_j) @ f_{j+1} * (Y_j @ k_j)\}, j = 1, 2, \dots, n$$

Keterangan :

- a. $f^*(X)$ atau $f^*(Y)$ = optimum return function
- b. X atau Y = state
- c. $X @ k$ atau $Y @ k$ = fungsi transisi
- d. j = tahap ke-
- e. k = variabel keputusan

Perbedaan pokok antara metode forward dan backward terletak dalam cara mendefinisikan state. Simbol @ menyatakan hubungan matematik antara X_j atau Y_j dengan k_j , misalnya tambah, kurang, kali atau akar dan lain-lain.

6. Dengan menggunakan hubungan rekursif ini, prosedur penyelesaian bergerak dari tahap ke tahap sampai kebijaksanaan optimum tahap terakhir ditemukan. Sekali kebijaksanaan optimum tahap n telah ditemukan, n komponen keputusan dapat ditemukan kembali dengan melacak balik melalui fungsi transisi tahap n (Sri Mulyono.2004:157).

Prinsip dasar pendekatan *dynamic programming* adalah bahwa masalah dapat dibagi dalam bagian-bagian masalah yang lebih kecil. Masalah yang lebih kecil atau submasalah ini disebut sebagai tahap atau titik keputusan. Dalam *dynamic programming* diasumsikan bahwa dalam membagi masalah ke dalam

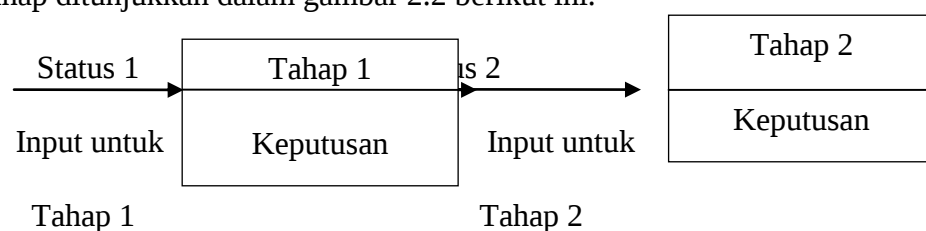
submasalah, suatu masalah dapat dievaluasi lebih mudah. Oleh karena itu, *dynamic programming* disebut juga model *multiproses* atau model *multitahap*. Suatu proses keputusan bertahap ganda adalah deterministik apabila hasil dari tiap-tiap keputusan diketahui secara pasti. Proses urutan pembagian masalah dalam model *dynamic programming* digambarkan sebagai berikut.



Gambar 2.1 Urutan pembagian masalah

Pendekatan penyelesaian masalah dalam *dynamic programming* dilakukan secara maju. Penyelesaian dimulai pada awal proses dan berjalan maju dengan selalu menggunakan keputusan optimal dari keputusan sebelumnya. Dengan proses penyelesaian semacam ini, maka akan didapatkan suatu set keputusan yang optimal.

Prinsip kedua dalam model *dynamic programming* adalah tentang status. Pengertian status dalam *dynamic programming* adalah arus informasi dari suatu tahap ke tahap berikutnya. Arus informasi dari suatu tahap yang masuk ke tahap lain disebut *status input*. Status input ini penting karena keputusan pada tahap berikutnya tergantung dari status input sebelumnya. Hubungan antara status input dengan tahap ditunjukkan dalam gambar 2.2 berikut ini.



Gambar 2.2 Hubungan status input dengan tahap

Dari gambar 2.2 di atas tampak bahwa status input untuk tahap 2 merupakan status output untuk tahap keputusan sebelumnya, yaitu tahap keputusan 1. Sedangkan status output dari tahap keputusan 1 merupakan status input untuk tahap keputusan berikutnya, atau tahap keputusan 2.

Prinsip ketiga dalam model *dynamic programming* adalah tentang variabel keputusan. Variabel keputusan menyatakan berbagai alternatif yang dapat dipilih pada saat melakukan atau mengambil keputusan pada tahap tertentu. Berbagai alternatif keputusan yang dapat diambil dalam setiap tahap keputusan dapat dibatasi dengan sejumlah persyaratan yang dikenakan dalam struktur masalah.

Prinsip keempat dalam model *dynamic programming* adalah tentang fungsi transformasi. Fungsi transformasi menjelaskan bagaimana hubungan antara tahap-tahap keputusan dalam *dynamic programming* saling berhubungan. Fungsi transformasi ini juga menyatakan tentang hubungan fungsional nilai status pada setiap tahap keputusan.

Hubungan status dalam tahap yang berurutan bersifat hubungan yang berulang-ulang. Sebagai contoh, jika terdapat tahap keputusan n dan hubungannya dengan tahap keputusan $n-1$ maka perhitungan nilai status untuk $n-1$ digunakan nilai status n dan keputusan pada tahap n dengan hubungan yang bersifat berulang.

Dalam model *dynamic programming*, notasi atau simbol yang digunakan meliputi hal-hal sebagai berikut.

n : Menyatakan banyaknya tahap keputusan, dengan urutan tahapnya adalah $1, 2, \dots, n$

S_n : Menyatakan status input ke tahap keputusan n . Nilai dari status atau merupakan S_n nilai yang dihasilkan dari tahap keputusan sebelumnya, yaitu $n - 1$.

D_n : Menyatakan alternatif keputusan yang diambil pada tahap keputusan n .

R_n : Menyatakan *return* pada tahap keputusan n .

2.6 Konsep-Konsep dan Karakteristik-Karakteristik Dasar

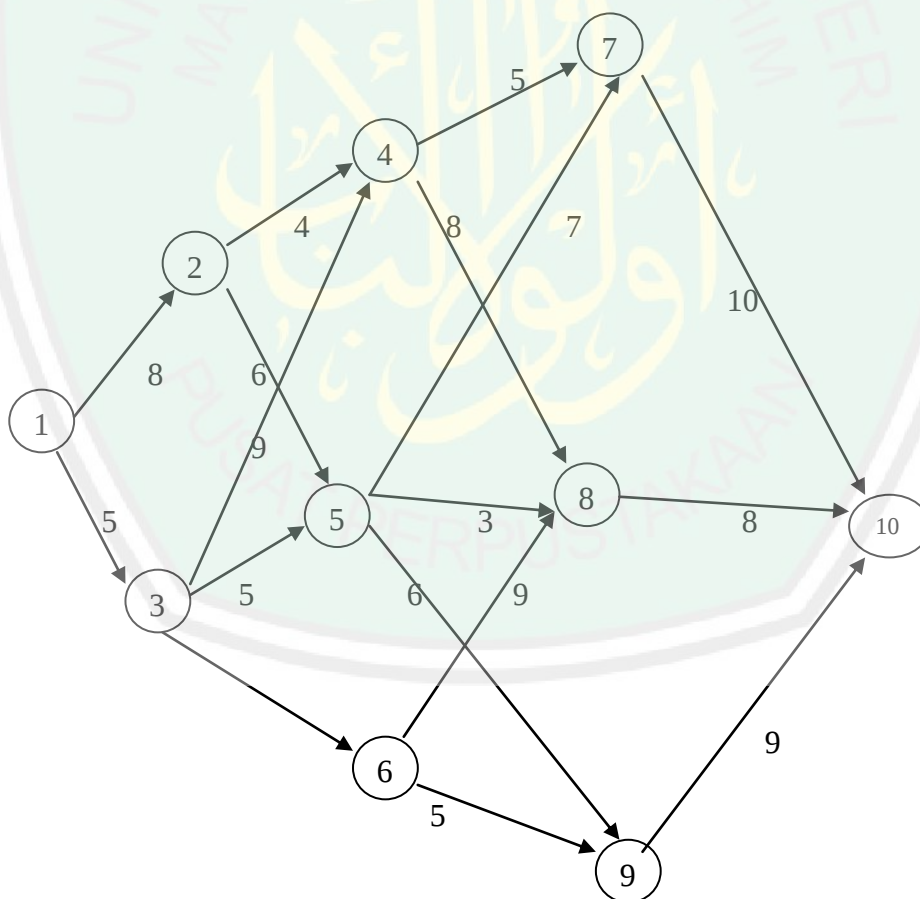
1. Masalah Jalur Optimum

Sebuah truk paket dapat melakukan pengiriman barang dari tempat asal ke tujuan pengiriman terakhir dengan melalui rute yang bermacam-macam. Setiap rute memiliki sejumlah tempat yang berbeda-beda, yang dinyatakan dengan lingkaran. Gambar di bawah menunjukkan rute yang mungkin dilalui (tanda panah) dengan biaya-biayanya. Dalam masalah ini tujuannya adalah memilih rute yang paling rendah biayanya (minimum total cost) untuk sampai ke tempat tujuan. Rute dengan biaya yang paling rendah sering disebut jalur optimum (optimum path). Dalam masalah-masalah yang mirip/hampir sama, mungkin tujuannya adalah untuk meminimumkan jarak atau periode waktu di samping biaya.

Dalam network ada 10 lingkaran dengan nomor yang telah ditentukan. Lingkaran 1 adalah tempat asal dan lingkaran 10 adalah tujuan pengiriman terakhir. Mulai dari lingkaran 1, truk paket harus memutuskan mana rute yang akan diambil, melalui lingkaran 2 atau 3. Ini adalah segmen pertama dari rute pengiriman dan sering disebut *stage* (tahap). Ada 4 tahap dalam

masalah ini, setiap tahap mempunyai submasalah sebagai bagian dari masalah yang lebih besar. Pengambilan keputusan untuk memilih rute sering disebut *states* (ketetapan). Setiap ketetapan harus diputuskan rute khusus untuk melakukan pengiriman sampai tujuan terakhir tercapai.

Pemilihan suatu jalur optimum memerlukan pemakaian suatu kebijakan (policy) yang memberikan hasil yang paling baik, yang mencakup setiap tahap dan setiap ketetapan yang mungkin dari network. Kebijakan yang paling baik ini disebut *optimal policy*



Gambar 2.5.1 Network Flowchart

2. Prosedur Perhitungan

Teknik perhitungan programasi dinamis terutama didasarkan pada prinsip optimasi recursive (bersifat pengulangan) yang diketahui sebagai prinsip optimalisasi (*principle of optimality*). Proses ini mengandung arti bahwa bila dibuat keputusan multistage mulai pada tahap tertentu, kebijaksanaan untuk tahap-tahap selanjutnya tergantung pada ketetapan tahap permulaan tanpa menghiraukan bagaimana diperoleh suatu ketetapan tertentu tersebut.

Untuk memudahkan pemahaman prinsip optimalisasi, dipakai pemecahan masalah jalur optimum di atas. Bila $f_n(C)$ menunjukkan biaya total minimum yang dihubungkan dengan jalur optimum dalam network. Notasi C_{ij} menunjukkan biaya yang terlibat dalam pergerakan dari lingkaran ke- i pada tahap tertentu ke lingkaran be_j dalam tahap berikutnya. Kemudian persamaan untuk kebijaksanaan optimal dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$f_n(C) = \min\{C_{ij} + f_j(C)\}$$

Di mana $f_j(C)$ adalah biaya minimum perjalanan dari lingkaran ke- j dalam satu tahap ke lingkaran terakhir. Persamaan ini disebut *recursive equation*. Dengan bergerak ke belakang dari lingkaran terakhir ke tiga lingkaran yang menunjukkan tiga ketetapan dalam tahap IV, didapatkan biaya-biaya pemakaian rute ini sebesar :

$$f_7(C) = C_{7,10} = 10$$

$$f_8(C) = C_{8,10} = 8$$

$$f_9(C) = C_{9,10} = 9$$

Kemudian, dalam hal ini ada tiga lingkaran dalam tahap III. Harus diputuskan jalur dengan biaya terendah yang meliputi tahap III dan IV melalui lingkaran-lingkaran perantara. Lingkaran 4 mempunyai dua rute yang menuju ke lingkaran terakhir, 10, melalui lingkaran-lingkaran perantara, 7 dan 8. Maka didapatkan hasil berikut ini, dengan menggunakan persamaan recursive :

$$f_4(C) = \min \begin{cases} C_{4,7} + f_7(C) = 5 + 10 = 15 \\ C_{4,8} + f_8(C) = 8 + 8 = 15 \end{cases} = 15$$

Dengan dapat dipilihnya tiga rute dari lingkaran 5 untuk mencapai lingkaran 10, didapatkan hasil sebagai berikut ini :

$$f_5(C) = \min \begin{cases} C_{5,7} + f_7(C) = 5 + 10 = 17 \\ C_{5,8} + f_8(C) = 3 + 8 = 11 \\ C_{5,9} + f_9(C) = 6 + 9 = 15 \end{cases} = 11$$

Sama dengan cara di atas, dua jalur dari lingkaran 6 ke 10 mempunyai biaya-biaya sebagai berikut :

$$f_6(C) = \min \begin{cases} C_{6,8} + f_8(C) = 9 + 8 = 17 \\ C_{6,9} + f_9(C) = 5 + 9 = 14 \end{cases} = 14$$

Dengan membandingkan ketiga biaya minimum di atas, 15, 11 dan 14, maka dipilih nilai terkecil dari ketiganya, yaitu 11. Ini menunjukkan jalur dengan biaya terendah dari tahap III. Jadi, jalur tersebut adalah $5 \rightarrow 8 \rightarrow 10$.

Sekarang, rute diperluas dengan mengikutsertakan lingkaran-lingkaran dalam tahap II dan mencari jalan dengan biaya terendah yang mencakup tahap II, III dan IV. Karena ada dua lingkaran dalam tahap II, didapatkan hasil sebagai berikut :

$$f_2(C) = \min \begin{cases} C_{2,4} + f_4(C) = 4 + 15 = 19 \\ C_{2,5} + f_5(C) = 6 + 11 = 17 \end{cases} = 17$$

$$f_3(C) = \min \begin{cases} C_{3,4} + f_4(C) = 9 + 15 = 24 \\ C_{3,5} + f_5(C) = 5 + 11 = 16 \\ C_{3,6} + f_6(C) = 4 + 14 = 18 \end{cases} = 16$$

Dipilih nilai yang lebih kecil yaitu 16 di antara dua nilai minimum dari persamaan-persamaan di atas. Jadi, least-cost path menghubungkan lingkaran-lingkaran $3 \rightarrow 5 \rightarrow 8 \rightarrow 10$ dengan biaya 16.

Akhirnya, dihitung biaya untuk keseluruhan tahap. Persamaan recursive untuk dua rute yang dimulai dari lingkaran 1 termasuk seluruh tahap adalah:

$$f_1(C) = \min \begin{cases} C_{1,2} + f_2(C) = 8 + 17 = 25 \\ C_{1,3} + f_3(C) = 5 + 16 = 21 \end{cases} = 21$$

Dalam masalah ini nilai minimum adalah 21. Jadi, least-cost path untuk keseluruhan tahap dapat ditentukan, yaitu yang menghubungkan lingkaran-lingkaran $1 \rightarrow 3 \rightarrow 5 \rightarrow 8 \rightarrow 10$ dengan biaya total sebesar 21.

2.7 Pernyataan Matematis *Dynamic Programming*

Masalah *dynamic programming* dapat dinyatakan dalam bentuk umum :

Maksimumkan

$$f_n(X) = \sum_{j=1}^n r_j(X_j) , \text{ untuk } X_j \geq 0 \quad (2.5.1)$$

Dengan batasan,

$$X = \sum_{j=1}^n X_j$$

dan $X_j \geq 0 (j = 1, 2, \dots, n)$

Dimana :

$f_n(X)$ = Penghasilan total dari seluruh kegiatan (tahap)

X_j = Kuantitas sumber daya yang dialokasikan ke kegiatan (tahap) ke-j

$r_j(X_j)$ = penghasilan (reward) dari kegiatan ke-j

μ = Jumlah kegiatan-kegiatan (tahap-tahap) bebas (independent)

X = Sumber daya total yang tersedia untuk μ kegiatan-kegiatan

Dalam masalah umum di atas, penghasilan (return) maksimum dari seluruh kegiatan ditentukan oleh sumber daya total X yang tersedia dan penghasilan dari kegiatan-kegiatan individual $r_j(X_j)$. Oleh sebab itu, penghasilan keseluruhan dari μ kegiatan-kegiatan dapat dinyatakan oleh suatu urutan, fungsi-fungsi sebagai berikut :

$$f_n(X) = \max_{X_j} F(X_1, X_2, \dots, X_{n-1}, X_n)$$

Sumber daya total yang tersedia X harus dialokasikan secara berurutan ke semua kegiatan-kegiatan pada tahap-tahap yang berbeda, untuk mencapai hasil yang maksimum. Bila dialokasikan sejumlah X_n dari sumber daya ke kegiatan ke- n di mana $0 \leq X_n \leq X$, akan didapatkan penghasilan $f_n(X_n)$ dari kegiatan tersebut. Masih dipunyai sejumlah $(X - X_n)$ sumber daya yang tersedia untuk $(n-1)$ kegiatan. Bila penghasilan total dari $(n-1)$ kegiatan ditunjukkan oleh

$$f_{n-1}(X - X_n) = \sum_{j=1}^{n-1} r_j(X_j) \quad X_j \geq 0$$

Penghasilan total dari μ kegiatan dapat dinyatakan sebagai

$$f_n(X) = r_n(X_n) + f_{n-1}(X - X_n)$$

Kuantitas sumber daya optimal yang dialokasikan ke- n kegiatan X_n , menentukan nilai $(X - X_n)$, dan hal ini, sebaliknya, akan menentukan nilai maksimum persamaan penghasilan total. Oleh sebab itu, masalah programasi dinamis dapat dinyatakan dalam bentuk fungsi umum sebagai :

$$f_n(X) = \max\{r_n(X_n) + f_{n-1}(X - X_n)\} \quad n = 2, 3, \dots$$

Persamaan ini disebut sebagai *recursive equation*. Persamaan recursif dapat digunakan baik untuk perhitungan ke depan maupun ke belakang dalam pemecahan masalah-masalah yang multistage. Bila keputusan dibuat dari tahap awal bergerak ke depan sampai tahap terakhir, prosedur perhitungannya disebut metode *forward induction*. Prosedur kebalikannya disebut metode *backward induction*. Kedua metode ini mengarahkan ke penyelesaian optimal yang sama dari suatu masalah programasi dinamis. Dan yang penting untuk diperhatikan, bahwa setiap penyelesaian dari submasalah digunakan sebagai masukan (input) untuk penyelesaian submasalah berikutnya, baik itu bergerak ke depan maupun ke belakang. Jadi, prosedur perhitungannya meliputi hanya 2 aspek : submasalah sekarang yang sedang dalam perhitungan dan hasil perhitungan submasalah yang persis sebelumnya (Pangestu.2000:168).

2.8 Fungsi Pengendalian Persediaan

Masalah pengendalian persediaan merupakan salah satu masalah penting yang dihadapi oleh perusahaan. Pendekatan-pendekatan kuantitatif akan sangat

membantu dalam memecahkan masalah ini. Sejak tahun 1951, para ahli telah memusatkan perhatiannya pada kemungkinan penggunaan pendekatan matematis untuk membantu pengambilan keputusan dalam menentukan tingkat persediaan yang optimal. Mulai saat itu makin berkembang peralatan-peralatan kuantitatif yang dapat digunakan dalam pemecahan masalah pengendalian persediaan.

Alasan utama yang menyebabkan perhatian terhadap masalah pengendalian persediaan demikian besar adalah karena pada kebanyakan perusahaan persediaan merupakan bagian atau “porsi” yang besar yang tercantum dalam neraca. Persediaan yang terlalu besar maupun terlalu kecil dapat menimbulkan masalah-masalah yang pelik. Kekurangan persediaan bahan mentah akan mengakibatkan adanya hambatan-hambatan pada proses produksi. Kekurangan persediaan barang dagangan akan menimbulkan kekecewaan pada langganan dan akan mengakibatkan perusahaan kehilangan mereka. Kelebihan persediaan akan menimbulkan biaya ekstra di samping risiko. Sehingga dapat dikatakan bahwa manajemen persediaan yang efektif dapat memberikan sumbangan yang berarti kepada keuntungan perusahaan.

Fungsi utama pengendalian persediaan adalah “menyimpan” untuk melayani kebutuhan perusahaan akan bahan mentah/barang jadi dari waktu ke waktu. Fungsi ini ditentukan oleh berbagai kondisi seperti :

- a. Apabila jangka waktu pengiriman bahan mentah relatif lama maka perusahaan perlu persediaan bahan mentah yang cukup untuk memenuhi kebutuhan perusahaan selama jangka waktu pengiriman. Atau pada perusahaan dagang, persediaan barang dagangan harus cukup untuk melayani

permintaan langganan selama jangka waktu pengiriman barang dari supplier atau produsen.

- b. Seringkali jumlah yang dibeli atau diproduksi lebih besar daripada yang dibutuhkan. Hal ini disebabkan karena membeli dan memproduksi dalam jumlah yang besar pada umumnya lebih ekonomis. Karenanya sebagian barang/bahan yang belum digunakan disimpan sebagai persediaan.
- c. Apabila permintaan barang bersifat musiman sedangkan tingkat produksi setiap saat adalah konstan maka perusahaan dapat melayani permintaan tersebut dengan membuat tingkat persediaannya ber-fluktuasi mengikuti fluktuasi permintaan. Tingkat produksi yang konstan umumnya lebih disukai karena biaya-biaya untuk mencari dan melatih tenaga kerja baru, upah lembur, dan sebagainya (bila tingkat produksi berfluktuasi) akan lebih besar daripada biaya penyimpanan barang di gudang (bila tingkat persediaan berfluktuasi).
- d. Selain untuk memenuhi permintaan langganan, persediaan juga diperlukan apabila biaya untuk mencari barang/bahan pengganti atau biaya kehabisan barang/bahan (*Stockout cost*) relatif besar (Pangestu.2000:206).

2.9 Komponen-Komponen Biaya Produksi

Masalah utama yang ingin dicapai oleh pengendalian persediaan adalah meminimumkan biaya operasi total perusahaan. Jadi, ada dua keputusan yang perlu diambil dalam hal ini, yaitu berapa jumlah yang harus dipesan setiap kali pemesanan, dan kapan pemesanan itu harus dilakukan. Dalam menentukan jumlah

yang dipesan pada setiap kali pemesanan, pada dasarnya harus dipertemukan dua titik ekstrim yaitu memesan dalam jumlah yang sebesar-besarnya untuk meminimumkan *ordering cost*, dan memesan dalam jumlah yang sekecil-kecilnya untuk meminimumkan *carrying cost*. Kedua titik ekstrim ini mempunyai pengaruh yang tidak menguntungkan perusahaan. Hasil yang terbaik akan diperoleh dengan mempertemukan keduanya.

Berbagai macam biaya yang perlu diperhitungkan di saat mengevaluasi masalah persediaan. Di antara biaya-biaya tersebut, ada tiga kelompok utama, yakni :

- a. *Ordering dan Procurement Cost*.
- b. *Holding cost* atau *Carrying cost*.
- c. *Shortage cost*.

Ordering dan procurement cost merupakan total biaya pemesanan dan pengadaan bahan sehingga siap untuk dipergunakan atau diproses lebih lanjut dengan kata lain, mencakup pula biaya-biaya pengangkutan, pengumpulan, pemilikan, penyusunan dan penempatan di gudang, sampai kepada biaya-biaya manajerial dan klerikal yang berhubungan dengan pemesanan sampai penempatan bahan/barang di gudang. Untuk dapat membedakan secara tegas antara kedua macam biaya tersebut (*Ordering dan procurement cost*) dapat dilihat dari sifat “*fixed-variable*” biaya-biaya yang dikeluarkan pada waktu pemesanan. Seringkali total kedua biaya tersebut bervariasi menurut jumlah barang yang dipesan, misalnya, apabila harga barang ditetapkan dengan “*quantity discount*”. Dalam hal ini total biaya pemesanan dapat dikelompokkan menjadi dua. Pertama, kelompok

biaya pemesanan yang bersifat “*fixed*”, yang tidak tergantung pada jumlah barang yang dipesan. Kedua, kelompok bidang pemesanan yang bersifat “*variable*”, yang tergantung pada jumlah barang yang dipesan. Bagian yang bersifat *fixed* disebut *ordering cost*, sedangkan yang bersifat variabel disebut *procurement cost*.

Holding cost atau *carrying cost* timbul karena perusahaan menyimpan persediaan. Biaya ini sebagian besar merupakan biaya penyimpanan (secara fisik) disamping pajak dan asuransi barang yang disimpan unsure penting (dan merupakan proporsi yang besar) dalam *holding cost* adalah *opportunity cost* dan pada dana yang tertahan di dalam persediaan, yang mungkin akan lebih menguntungkan bila ditanamkan/digunakan untuk keperluan lain. Tentunya *opportunity cost* ini tergantung pada berapa jumlah barang yang disimpan sebagai persediaan dan berapa lama ia disimpan. Karena itu seringkali biaya penyimpanan dinyatakan per satuan nilai persediaan.

Shortage cost timbul apabila ada permintaan terhadap barang yang kebetulan sedang tidak tersedia di gudang. Untuk barang-barang tertentu, langganan dapat diminta untuk menunda pembeliannya atau dengan kata lain langganan diminta untuk menunggu. Dalam hal ini *shortage cost* yang timbul selain biaya ekstra untuk membuat lagi barang yang dipesan, juga berupa berkurangnya “*godwill*” langganan, apabila pesannya terlambat dipenuhi. Tetapi, untuk barang kebutuhan sehari-hari langganan tidak dapat diminta untuk menunda pembeliannya atau diminta untuk “*back order*”. Dalam hal ini perusahaan akan kehilangan langganan karena ia akan segera mencari barang yang dibutuhkannya di perusahaan lain.

Dalam mengevaluasi kebijaksanaan di bidang persediaan, biaya-biaya yang disebutkan di atas harus diperhatikan. Satu hal yang perlu diingat adalah bahwa yang diperhitungkan adalah biaya-biaya yang relevan (*relevant cost*) yang meliputi seluruh biaya yang timbul karena kebijaksanaan persediaan tersebut. Akibatnya beberapa biaya perlu diabaikan, misalnya sewa gudang tidak dapat dikategorikan sebagai “*carrying cost*” apabila sewa gudang tetap dibayar tanpa tergantung pada jumlah barang yang disimpan di sana untuk kasus ini sewa gudang harus diperlakukan sebagai unsur biaya *overhead* seperti halnya gaji. Unsur *overhead* tidak diperhitungkan dalam perhitungan biaya persediaan. Dan dalam praktek sangat tergantung pada keputusan manajemen perusahaan (Pangestu, 2000:208).

2.10 Kajian Agama

Muamalah secara harfiah berarti “pergaulan” atau hubungan antar manusia. Dalam pengertian harfiah yang bersifat umum ini, muamalah berarti perbuatan atau pergaulan manusia di luar ibadah. Muamalah merupakan perbuatan manusia dalam menjalin hubungan atau pergaulan antar sesama manusia sedang ibadah merupakan hubungan atau “pergaulan manusia dengan Tuhan”. Sebagai istilah khusus dalam hukum Islam, fikih muamalah adalah fikih yang mengatur hubungan antar individu dalam sebuah masyarakat. Dengan pengertian yang luas ini, hubungan antar individu dalam sebuah masyarakat. Dengan pengertian yang luas ini, hubungan antar individu yang dikenal dengan bidang perkawinan, waris,

qadla dan lain sebagainya, selain ibadah, masuk dalam wilayah pengertian muamalah.

Dengan mempertimbangkan pembidangan aspek-aspek hukum Islam yang populer, maka yang dimaksudkan dengan fikih muamalah, adalah sebagaimana yang disampaikan oleh Musthofa Ahmad al-Zarqa, “Hukum-hukum yang berkaitan dengan perbuatan manusia dan hubungan sesama manusia dalam urusan kebendaan, hak-hak kebendaan serta penyelesaian perselisihan di antara mereka” (Ghufron.2002:2). Memperhatikan pengertian terakhir yang disampaikan di atas, fikih muamalah dapat dipahami sebagai hukum perdata Islam tetapi terbatas pada hukum kebendaan dan hukum perikatan. Sedangkan hukum keluarga tidak tercakup di dalamnya, melainkan masuk dalam *ahwal al-syahshiyah*.

Agama, baik Islam maupun non-Islam, pada esensinya merupakan panduan atau bimbingan moral (nilai-nilai ideal) bagi perilaku manusia. Panduan moral tersebut pada garis besarnya bertumpu pada ajaran akidah, aturan hukum (syari’ah) dan budi pekerti luhur (*akhlakul karimah*). Objek kajian ekonomi adalah perbuatan atau perilaku manusia yang berkaitan dengan fungsi produksi, distribusi dan konsumsi. Tampaklah, bahwa antara agama (Islam) dan ekonomi terdapat ketersinggungan objek. Dalam kaitan antara keduanya, Islam berperan sebagai panduan moral terhadap fungsi produksi, distribusi dan konsumsi.

Merencanakan penjadwalan produksi merupakan wewenang manusia sebagai bentuk usaha untuk mencapai tujuan akhir sesuai dengan keinginan. Sejauh ini manusia sebagai makhluk ciptaan-Nya hanya berwenang merencanakan dan berusaha atas segala hal yang belum terjadi. Hal di atas tidak terlepas dari

peran penting manusia sebagai khalifah yang mempunyai peran penting manusia sebagai khalifah yang mempunyai peran menjaga, memelihara dan melestarikan segala sesuatu di muka bumi. Dalam hal ini Allah SWT telah berfirman :

وَإِذْ نَجَّيْنَاكَ مِنَ آلِ فِرْعَوْنَ يَسُومُونَكَ سُوءَ الْعَذَابِ يُذَبِّحُونَ أَبْنَاءَكَ وَيَسْتَحْيُونَ نِسَاءَكَ وَفِي ذَٰلِكُمْ بَلَاءٌ مِّن رَّبِّكَ عَظِيمٌ ﴿٤٩﴾

Artinya : Dan (Ingatlah) ketika kami selamatkan kamu dari (Fir'aun) dan pengikut-pengikutnya; mereka menimpakan kepadamu siksaan yang seberat-beratnya, mereka menyembelih anak-anakmu yang laki-laki dan membiarkan hidup anak-anakmu yang perempuan. dan pada yang demikian itu terdapat cobaan-cobaan yang besar dari Tuhanmu.

Matematika pada dasarnya berkaitan dengan pekerjaan menghitung, sehingga tidak salah jika kemudian ada yang menyebut matematika adalah ilmu hitung atau al-hisab. Dalam urusan hitung-menghitung ini, Allah adalah rajanya. Allah sangat cepat dalam menghitung dan sangat cepat (Abdussakir,2007: 83).

أُولَٰئِكَ لَهُمْ نَصِيبٌ مِّمَّا كَسَبُوا ۖ وَاللَّهُ سَرِيعُ الْحِسَابِ ﴿٢٠٢﴾

Artinya : Mereka Itulah orang-orang yang mendapat bahagian daripada yang mereka usahakan; dan Allah sangat cepat perhitungannya.

Ayat tersebut memperlihatkan bahwa Allah cepat dalam membuat perhitungan dan sangat teliti. Sebagai khaliq, Allah adalah raja dari ahli matematika. Oleh karena itu, manusia sebagai makhluk ciptaan-Nya minimal mempunyai kemampuan untuk menghitung dan mengerti tentang perhitungan. Perencanaan suatu jadwal produksi tidak terlepas dari arti penting sebuah kata “waktu”.

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ ﴿٦١﴾

Artinya : Sesungguhnya kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran.

Dalam ayat lain Allah SWT berfirman :

وَالْعَصْرِ ﴿١﴾ إِنَّ الْإِنْسَانَ لِرَبِّهِ لَكَنَ خُسْرٍ ﴿٢﴾

Artinya : Demi masa. Sesungguhnya manusia itu benar-benar dalam kerugian.

Kedua ayat di atas mengisyaratkan pentingnya memperhatikan waktu (perhitungan) dalam menjalankan suatu rencana. Surat Al'ashr memberikan gambaran kerugian yang berlimpah bagi mereka yang tidak memperhatikan waktunya dengan baik. Kajian Al-Qur'an juga memberikan stimulus pada kegiatan komersial dan perdagangan dengan cara mendorong semangat petualangan dan perniagaan. Dalam Islam tidak dikenal adanya batas demarkasi antara kehidupan ruhaniah dan kehidupan materi karena semua amal perbuatan yang dilakukan demi menaati perintah Allah dipandang sebagai perbuatan baik dan ibadah. Jika seseorang mengikuti jalan Allah dalam setiap bidang amal perbuatan, tidak peduli apakah perbuatannya itu berupa mengerjakan sholat di masjid, bekerja di ladang, atau berlayar di lautan, semuanya di hitung sebagai ibadah di sisi Allah SWT. Dalam hubungan ini Allah berfirman :

فَإِذَا قُضِيَتِ الصَّلَاةُ فَانتَشِرُوا فِي الْأَرْضِ وَابْتَغُوا مِن فَضْلِ اللَّهِ وَاذْكُرُوا اللَّهَ كَثِيرًا

لَعَلَّكُمْ تَفْلَحُونَ ﴿١٠﴾

Artinya : Apabila Telah ditunaikan shalat, Maka bertebaranlah kamu di muka bumi; dan carilah karunia Allah dan ingatlah Allah banyak-banyak supaya kamu beruntung.

Bahkan sewaktu pelaksanaan ibadah haji, kaum Muslim diizinkan berdagang dan melakukan perniagaan lainnya untuk menambah penghasilan :

لَيْسَ عَلَيْكُمْ جُنَاحٌ أَنْ تَبْتَغُوا فَضْلًا مِّن رَّبِّكُمْ ۚ فَإِذَا أَفَضْتُمْ مِّنْ عَرَفَاتٍ
فَاذْكُرُوا اللَّهَ عِندَ الْمَشْعَرِ الْحَرَامِ ۖ وَاذْكُرُوهُ كَمَا هَدَيْتُمْ وَإِنْ كُنْتُمْ مِّنْ
قَبْلِهِ لَمَنِ الضَّالِّينَ ﴿١٩٨﴾

Artinya : Tidak ada dosa bagimu untuk mencari karunia (rezki hasil perniagaan) dari Tuhanmu. Maka apabila kamu Telah bertolak dari 'Arafat, berdzikirlah kepada Allah di Masy'arilharam..... (QS. Al-Baqarah :198)

Ayat ini menghilangkan salah satu pengertian yang menganggap bahwa mengerjakan usaha dagang atau berniaga yang bersifat keduniawian tidak diizinkan selama musim haji.

BAB III

PEMBAHASAN

3.1 Identifikasi Variabel

Dalam identifikasi variabel ini ada dua macam variabel penting dalam program dinamik yaitu variabel status (*state variabel*) dan variabel keputusan (*decision variabel*). Di dalam masalah ini variabel-variabel dibedakan sebagai berikut :

- Variabel status adalah jumlah persediaan yang masuk pada tahap n
- Variabel keputusan adalah jumlah produk yang diproduksi pada tahap n

Data penelitian ini diambil oleh peneliti dari Perusahaan Roti “Sari Baru” Malang periode April 2009-Maret 2010:

Tabel 3.1 Data Penelitian, Sumber : Diadaptasi dari Perusahaan Roti “Sari Baru” Malang Pada Bulan April 2010

NO	PERIODE (X)	PRODUKSI	PERMINTAAN (Y)
1	April 2009	25236	12750
2	Mei 2009	25560	13470
3	Juni 2009	26100	15240
4	Juli 2009	27000	15852
5	Agustus 2009	27300	15780
6	September 2009	26100	16716
7	Oktober 2009	26700	17124
8	November 2009	27000	16710
9	Deseber 2009	27450	18060
10	Januari 2010	28392	19200
11	Februari 2010	29340	19650
12	Maret 2010	29436	20760

3.2 Peramalan Permintaan

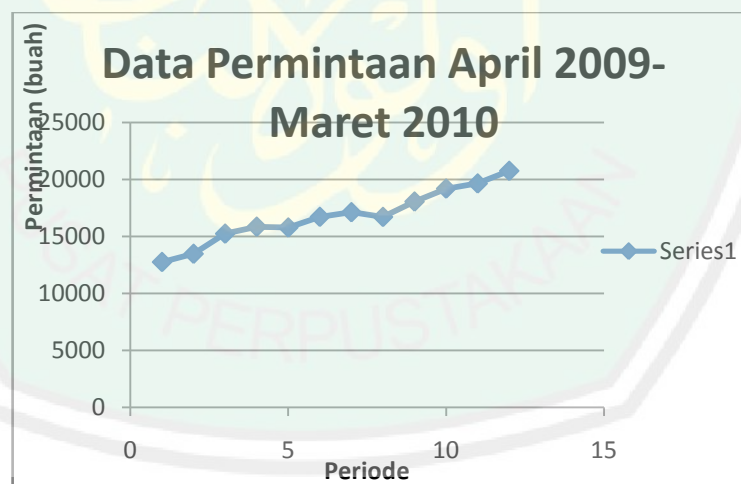
Metode yang digunakan dalam skripsi ini adalah metode regresi linier untuk meramalkan jumlah permintaan selama 12 periode mendatang. Adapun langkah-langkah peramalan yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Mengumpulkan data historis permintaan

Data historis permintaan roti pada 12 periode yang lalu dapat dilihat pada Tabel 4.1.

2. Scatter Plot Diagram

Yaitu mengubah data historis permintaan kedalam bentuk grafik.



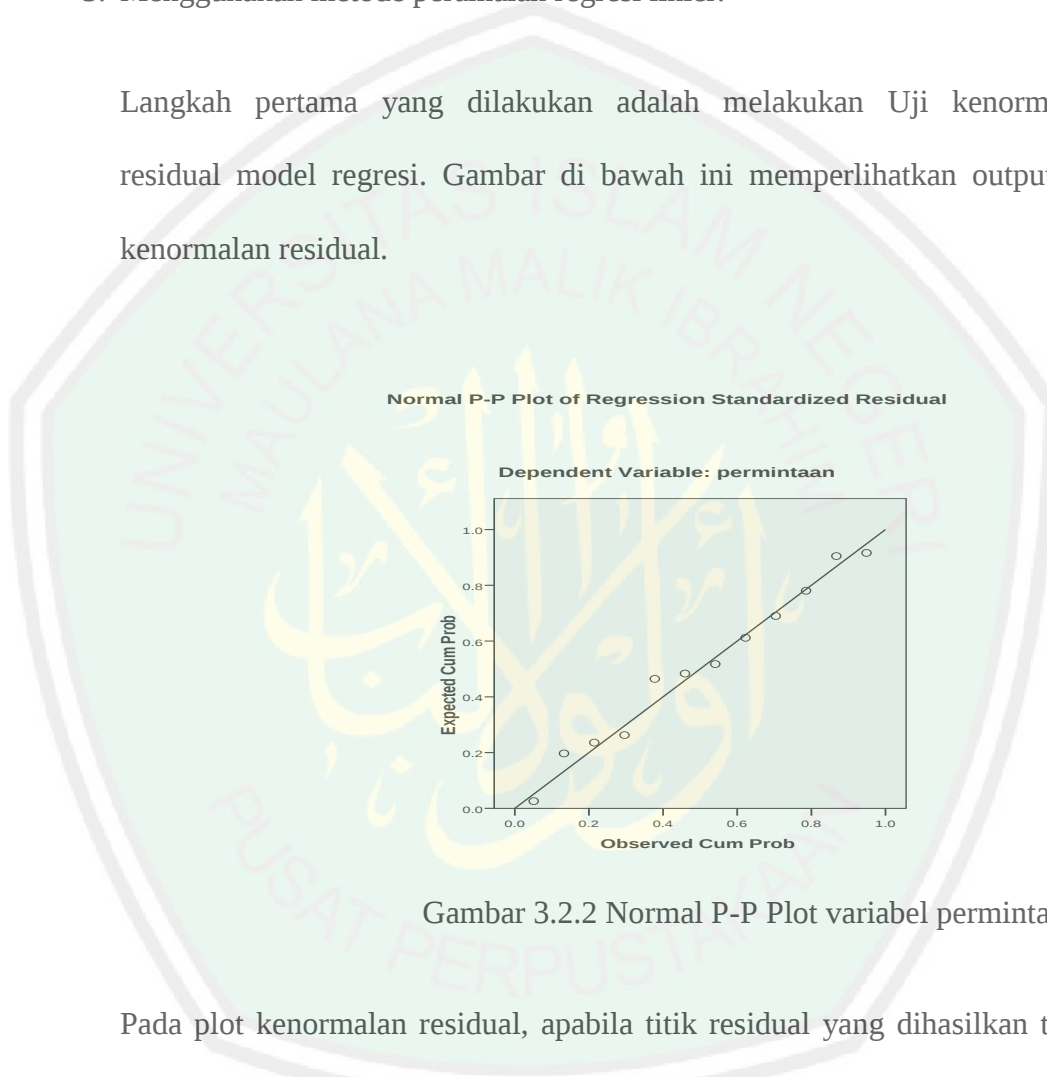
Gambar 3.2.1 Grafik Permintaan Periode April 2009-Maret 2010

Dari gambar diatas diketahui bahwa nilai-nilai Y (Permintaan) yang dinyatakan pada sumbu vertikal (ordinat) dan nilai-nilai X (periode) yang dinyatakan pada sumbu horizontal (absis) memiliki hubungan yang positif,

artinya bahwa seiring bertambahnya periode maka jumlah permintaan juga mengalami peningkatan.

3. Menggunakan metode peramalan regresi linier.

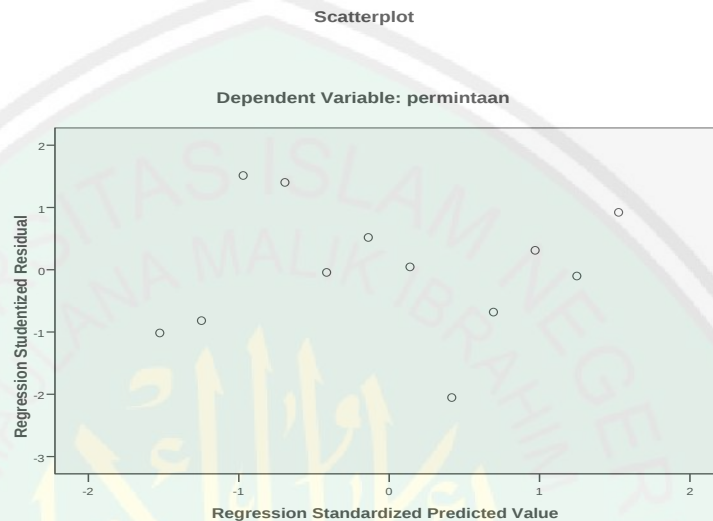
Langkah pertama yang dilakukan adalah melakukan Uji kenormalan residual model regresi. Gambar di bawah ini memperlihatkan output uji kenormalan residual.



Gambar 3.2.2 Normal P-P Plot variabel permintaan

Pada plot kenormalan residual, apabila titik residual yang dihasilkan telah sesuai atau mendekati garis lurus yang ditentukan berdasarkan data (residual), maka residual dapat dikatakan telah mengikuti distribusi normal. Sebaliknya, apabila residual tidak mengikuti garis lurus atau banyak yang menyimpang, maka ada indikasi bahwa residual tidak mengikuti distribusi normal. Sedangkan pada gambar di atas, residual terbentuk mendekati garis

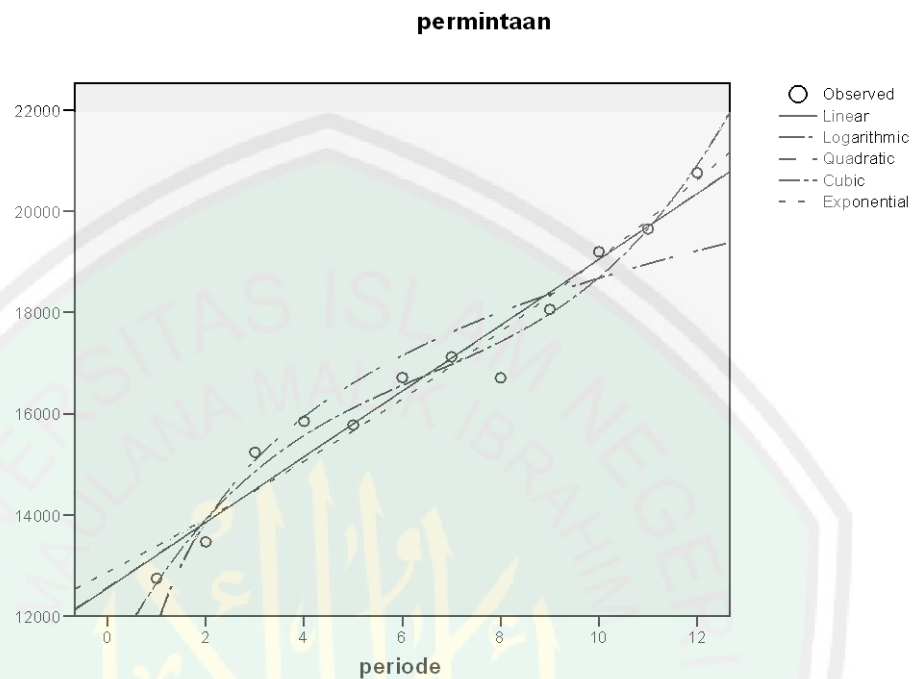
lurus sehingga dari grafik, kita dapat menduga bahwa residual model regresi yang dibuat mengikuti distribusi normal.



Gambar 3.2.3 Scatterplot untuk variabel permintaan

Jika dilihat grafik di atas maka akan terlihat bahwa terdapat sebaran data yang menuju ke arah kanan atas dengan membentuk *slope* yang positif. Dari grafik di atas tersebut dapat disimpulkan bahwa Permintaan pasar akan roti secara positif mempengaruhi periode (waktu).

Selanjutnya, langkah kedua adalah membuat plot atau diagram pencar (*scatter plot*).



Gambar 3.2.4 Scatter plot untuk menguji kelinieran

Garis lurus yang terdapat pada diagram pencar pada gambar 4.2.4 yang memperlihatkan adanya hubungan antara kedua variabel disebut garis regresi atau garis perkiraan (Supranto.1994 :170). Garis regresi ini mewakili nilai Y yang diprakirakan dari X. Plot diatas menyerupai atau mendekati garis lurus, sehingga dalam kasus ini digunakanlah model regresi linier. Dari Lampiran 1. dengan menggunakan rumus $(Y - Y') = e$ Dapat diketahui bahwa galat dari kasus ini adalah 18.

Tabel 3.2.5 Descriptive Statistics

Descriptive Statistics			
	Mean	Std. Deviation	N
permintaan	16776,00	2395,621	12
periode	6,50	3,606	12

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa mean dari permintaan adalah 16776 dan mean dari periode adalah 6,5. Standar deviasi untuk permintaan adalah 2396 dan standar deviasi untuk periode adalah 3,6.

Tabel 3.2.6 Correlations

Correlations		permintaan	periode
Pearson Correlation	permintaan	1,000	,977
	periode	,977	1,000
Sig. (1-tailed)	permintaan	.	,000
	periode	,000	.
N	permintaan	12	12
	periode	12	12

Bagian ini adalah untuk mengetahui ada tidaknya hubungan antara variabel permintaan dan variabel periode. Pada setiap kejadian, suatu hubungan dapat dinyatakan dengan perhitungan korelasi antara dua variabel. Koefisien korelasi r adalah suatu ukuran asosiasi (linier) relatif antara dua variabel. Ia dapat bervariasi dari 0 (yang menunjukkan tidak ada korelasi) hingga ± 1 (yang menunjukkan korelasi sempurna). Jika korelasi lebih besar dari 0, dua variabel dikatakan berkorelasi positif dan jika kurang dari 0 dikatakan berkorelasi negatif.

Koefisien korelasi antara variabel permintaan dengan variabel periode adalah sebesar 0,97 artinya kedua variabel ini saling terikat. Dari tabel di atas juga terlihat bahwa nilai Signifikansi sebesar 0,000. Untuk melihat signifikansi koefisien korelasi, maka jika nilai Signifikansi Lebih kecil daripada nilai taraf kesalahan 5% maka terdapat hubungan yang signifikan antara dua variabel tersebut.

Dari Lampiran 2. Dapat diketahui bahwa Besar koefisien determinasi (R^2) berfungsi untuk mengetahui besarnya persentase pengaruh variabel tergantung permintaan yang dapat diprediksi dengan menggunakan variabel periode. Artinya pengaruh variabel permintaan terhadap periode adalah 95%, sedangkan sisanya 5% dipengaruhi oleh variabel lain selain variabel periode.

Pada Lampiran 2. Tabel Coefficients dapat diketahui persamaan regresi untuk kasus ini, yang berguna untuk mengetahui angka konstan dan uji hipotesis signifikansi koefisien regresi. Sehingga persamaan regresi dalam kasus ini adalah $Y' = 12556 + 649X$

Dimana Y' adalah ramalan permintaan dan X adalah periode. Koefisien regresi X sebesar 649 mempunyai arti bahwa setiap penambahan 1 periode maka ada penambahan jumlah permintaan roti sebesar 649 buah. Dengan perhitungan manual juga didapatkan nilai

$$a = \sum \frac{Y_i}{n} - b \sum \frac{X_i}{n}$$

$$b = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

adalah sebagai berikut :

$$b = \frac{12 \sum 1401372 - \sum 78 \sum 201312}{12 \sum 650 - 6084} = 649$$

$$a = \sum \frac{201312}{12} - 649 \sum \frac{78}{12} = 12556$$

Tabel 3.2.7 Perhitungan data permintaan April 2009-Maret

PERIODE	X	Y	X.Y	X ²	Y ²
April 2009	1	12750	12750	1	162562500
Mei 2009	2	13470	26940	4	181440900
Juni 2009	3	15240	45720	9	232257600
Juli 2009	4	15852	63408	16	251285904
Agustus 2009	5	15780	78900	25	249008400
September 2009	6	16716	100296	36	279424656
Oktober 2009	7	17124	119868	49	293231376
November 2009	8	16710	133680	64	279224100
Deseber 2009	9	18060	162540	81	326163600
Januari 2010	10	19200	192000	100	368640000
Februari 2010	11	19650	216150	121	386122500
Maret 2010	12	20760	249120	144	430977600
Jumlah	78	201312	1401372	650	3440339136

Tabel 3.2.8 Anova

ANOVA(b)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	60279778,573	1	60279778,573	211,564	,000(a)
	Residual	2849245,427	10	284924,543		
	Total	63129024,000	11			

a Predictors: (Constant), periode

b Dependent Variable: permintaan

Hipotesis dan Pengujian Korelasi

Menguji ada tidaknya hubungan antara X dan Y dengan menggunakan

Uji-F.

- Hipotesis
 - $H_0 : \rho = 0$ (Koefisien korelasi tidak berarti)
 - $H_1 : \rho \neq 0$ (Koefisien korelasi berarti)
- Keputusan :
 - Jika $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka H_0 diterima

- Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_0 ditolak
- $F_{hitung} = 211,564$ (Dapat dilihat dari tabel **Anova**)
- $F_{tabel} =$ Untuk mencari F_{tabel} digunakan

ketentuan :

- $\alpha = 0,05;$
- $F_{tabel} = F_{(\alpha; v_1, v_2)} = F_{(0.05; 1, 10)} = 4,96$

karena $F_{hitung} (211,564) > F_{tabel} (4,96)$ maka H_0 ditolak. Artinya, nilai koefisien korelasi sebesar 95% cukup berarti, dengan kata lain variabel permintaan mempunyai pengaruh terhadap periode.

Hipotesis dan Pengujian Koefisien Regresi

Uji t ini digunakan untuk menguji signifikansi konstanta dan variabel periode.

- Hipotesis
 - $H_0 : b = 0$ (koefisien regresi tidak berarti)
 - $H_1 : b \neq 0$ (koefisien regresi berarti)
- Keputusan :
 - Jika $t_{hitung} < t_{tabel}$ maka H_0 diterima
 - Jika $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka H_0 ditolak
 - $t_{hitung} = 14,545$ (Dapat dilihat dari tabel

Coefficients)

- $t_{tabel} =$ Untuk mencari t_{tabel} digunakan ketentuan:
 - $\alpha = 0,05;$
 - $DF = (\text{jumlah data} - 2)$ atau $12 - 2 = 10$
 - $t_{tabel} = 1,812$
- karena $t_{hitung} (14,545) > t_{tabel} (1,812)$ maka H_0 ditolak. Artinya, Koefisien regresi signifikan.

Menguji Signifikansi hubungan linier pada model regresi linier.

$H_0: b = 0$ (tidak ada hubungan linier pada model regresi)

H1: $b \neq 0$ (ada hubungan linier pada model regresi)

Sig. $0,000 < \alpha \ 0,05$ (Tabel Anova)

Karena nilai Signifikansi $< \alpha$ maka dapat disimpulkan bahwa menolak H0.

Ini artinya ada hubungan linier pada model regresi linier ini.

Sehingga hasil peramalan permintaan untuk 12 periode mendatang dapat diperoleh seperti yang terlihat pada tabel 4.2.9. Selanjutnya untuk mengukur ketepatan peramalan maka digunakan nilai tengah kesalahan absolut (MAD). Dengan menggunakan rumus :

$$MAD = \sum_{i=1}^n \frac{|e_i|}{n}$$

$$MAD = \frac{4578}{12} = 381,5$$

Tabel 3.2.9 Hasil Peramalan Permintaan Periode April 2010-Maret 2011

NO	Periode	Ramalan Permintaan (buah)
1	April 2010	20993
2	Mei	21642
3	Juni	22291
4	Juli	22940
5	Agustus	23589
6	September	24238
7	Oktober	24887
8	November	25536
9	Desember	26185
10	Jan 2011	26834
11	Februari	27483
12	Maret	28132

- Menyesuaikan hasil peramalan dengan prosentase cacat.

Sebelum melakukan perencanaan produksi dengan menggunakan *dynamic programming* , maka hasil peramalan permintaan harus disesuaikan terlebih dahulu dengan prosentase cacat produk yang diperoleh dengan rumus :

$$P_n = \frac{F_n}{1 - P}$$

Dengan :

P_n = Jumlah yang harus diproduksi pada periode ke-n

F_n = peramalan permintaan pada periode ke-n

P = Persentase cacat, yaitu 1%

$$P_1 = \frac{F_1}{1 - 0,01}$$

$$= \frac{20993}{0,99}$$

$$= 21205,05051 = 21205$$

$$P_2 = \frac{F_2}{1 - 0,02}$$

$$= \frac{21642}{0,99} = 21861$$

Maka hasil jumlah produk yang harus diproduksi setelah melalui penyelesaian terhadap prosentase cacat adalah seperti tabel dibawah ini.

Tabel 3.2.10 Hasil penyesuaian terhadap prosentase cacat produk periode April 2010-Maret 2011

NO	Periode	Jumlah yang harus diproduksi (buah)
1	April 2010	21205
2	Mei	21861
3	Juni	22516
4	Juli	23172
5	Agustus	23827
6	September	24483
7	Oktober	25138
8	November	25794
9	Desember	26449
10	Jan 2011	27105
11	Februari	27761
12	Maret	28416

Sumber : Pengolahan data

3.3 Perencanaan Produksi dengan Metode Program Dinamik

Hasil pada tabel 4.2.10 digunakan untuk melakukan penyusunan produksi dengan menggunakan metode *dynamic programming* untuk menentukan jumlah produksi yang harus dilakukan pada setiap periode agar diperoleh suatu keuntungan yang optimal nantinya. Perencanaan produksi ini menggunakan metode *dynamic programming* berdasarkan hasil perhitungan maju, sehingga perhitungan dimulai dari tahap ke-1 bergerak maju hingga tahap ke-12. Pendekatan pemrograman dinamis di sini bersifat deterministik karena pola permintaan roti diketahui secara pasti. Dalam penelitian ini digunakan metode *dynamic programming* dikarenakan *Dynamic programming* merupakan suatu teknik matematika yang digunakan untuk mengoptimalkan proses pengambilan keputusan secara bertahap ganda. Dalam teknik ini, keputusan yang menyangkut suatu persoalan dioptimalkan secara bertahap dan bukan secara sekaligus.

Fungsi tujuan yang diinginkan disini adalah meminimalkan total biaya produksi selama 12 periode mendatang. Sedangkan fungsi pembatasnya adalah bahwa jumlah produksi yang dilakukan tidak melebihi kapasitas gudang penyimpanan dan produksi akan dilakukan berdasarkan hasil peramalan yang diperoleh dari metode peramalan terbaik.

1. Fungsi tujuan :

$$\text{Min } C = \sum_{n=1}^{12} (A \cdot X_n + B \cdot I_n)$$

Keterangan :

- a. A = biaya variabel produk (Rp. 3000)
- b. B = biaya penunjang (Rp. 300)
- c. X_n = Jumlah produksi pada periode ke- n
- d. I_n = Banyaknya persediaan pada periode ke- n

2. Fungsi pembatas

- Jumlah produksi yang dilakukan tidak melebihi kapasitas produksi yang tersedia. Formulasi matematisnya, yaitu : $I_n + S_n - G \leq X_n \leq I_n + S_n$

- Jumlah persediaan tidak melebihi kapasitas gudang penyimpanan.
Kapasitas gudang penyimpanan untuk produk roti tawar adalah 3000 unit. Formulasi Matematisnya yaitu :

$$0 \leq I_n \leq G$$

$$0 \leq I_n \leq 3000$$

Maka diperoleh fungsi pembatas adalah sebagai berikut :

$$X_1 \geq 21205$$

$$X_1 + X_2 \geq 43066$$

$$X_1 + X_2 + X_3 \geq 65582$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \geq 88754$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 \geq 112581$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 \geq 137064$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 \geq 162202$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 \geq 187996$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 \geq 214445$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} \geq 241550$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} \geq 269311$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} \geq 297727$$

$$I_n \leq 3000, n = 1, 2, 3, \dots, 12$$

$$I_n = I_{n-1} + X_n - S_n$$

$$I_n \geq 0 \text{ dan } X_n \geq 0$$

(Pangestu.2000.170)

3. Proses Perhitungan Dengan Program Dinamik

1. Menentukan peubah keputusan

Banyaknya periode adalah 12 sehingga ($n = 1, 2, 3, \dots, 12$).

2. *State variabel* (S): pada tahap ke- n , *state variabel* didefinisikan sebagai banyaknya penjualan atau permintaan dalam periode ke- n .

3. Menentukan Tujuan

Misalkan C adalah biaya produksi dari seluruh kegiatan maka tujuan pada kasus ini adalah meminimumkan total biaya produksi selama 12 periode mendatang.

4. Menentukan hubungan rekursif yang sesuai.

Dalam penelitian ini, digunakan rekursif maju dimana dimulai dari tahap 1-12.

5. Melakukan perhitungan terhadap data berdasarkan hubungan rekursif yang diperoleh untuk memperoleh hasil optimal.

Menurut Hamdy A. Taha dalam bukunya yang berjudul Riset Operasi, maka untuk menyatakan persamaan rekursif secara matematis, maka digunakanlah simbol-simbol berikut ini,

$R_j(k_j)$ = pendapatan alternatif k_j pada tahap j

$f_j(x_j)$ = keuntungan optimal tahap 1, 2, ..., dan j jika keadaan x_j

jadi dapat ditulis persamaan rekursifnya adalah,

$$f_1(x_1) = \max\{R_1(k_1)\}$$

$$f_j(x_j) = \max\{R_j(k_j) + f_{j-1}(x_{j-1})\}$$

Taha.1993.369)

dalam kasus ini, penyelesaian yang optimal dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan rekursif :

$$f_n(I_n) = \min\{(Ax_n + Y(I_n) + f_{n-1}(I_{n-1}))\}$$

$$n = 1, 2, 3, \dots, 12$$

Setelah persediaan akhir setiap periode diukur dari perbedaan antara jumlah persediaan awal, ditambah produksi dan volume penjualan (yaitu penjualan awal ditambah produksi dikurangi penjualan), didapatkan :

$$I_n = I_{n-1} + x_n - S_n$$

Atau

$$I_{n-1} = I_n + S_n - x_n$$

(untuk $n = 1, 2, 3$)

(3.3.1)

Di mana I_n adalah jumlah penjualan dalam periode n . Sehingga didapatkan

$$\text{besar persediaan } 0 \leq I_{n-1} \leq G$$

Jumlah produksi x_n dapat ditunjukkan sebagai

$$I_n + S_n - G \leq x_n \leq I_n + S_n$$

Persamaan rekursif dalam masalah ini adalah dalam bentuk

$$f_n(I_n) = \min\{(Ax_n + B(I_n)) + f_{n-1}(I_{n-1})\}$$

Persamaan rekursif di atas dapat ditulis dengan memasukkan persamaan (3.3.1), sebagai berikut :

$$f_n(I_n) = \min\{(Ax_n + B(I_n)) + f_{n-1}(I_n + S_n - X_n)\}$$

Keterangan :

- a. $f_n(I_n)$ = biaya produksi minimum roti pada tahap n dalam banyak persediaan S
- b. Ax_n = Biaya produksi x buah roti dalam tahap n
- c. $B(I_n)$ = Biaya perawatan yang dikenakan terhadap tahap n apabila dalam banyaknya persediaan I
- d. S_n = Banyaknya Permintaan atau penjualan dalam tahap n

3.4 Prosedur Perhitungan Metode Program dinamik

Langkah terakhir yang dilakukan adalah melakukan penyusunan perencanaan jadwal produksi dengan biaya minimum menggunakan metode program dinamik untuk jangka waktu perencanaan satu tahun dengan periode satu bulan, sehingga terdapat 12 tahap pelaksanaan yang dimulai pada bulan April 2010-Maret 2011. Solusi optimal akan diperoleh berdasarkan jumlah total biaya produksi minimum yang diperoleh dari masing-masing alternatif kebijakan produksi yang disusun.

Untuk mendapatkan jumlah produk yang paling optimal yang harus diproduksi dari kondisi diatas, maka harus beberapa tahap yang tiap tahapnya itu selalu berhubungan.

Untuk Tahap 1 April 2010

Dalam tahap ini terdapat 4 alternatif kebijakan produksi yang berdasarkan akan perbedaan jumlah barang jadi yang terdiri dari 0, 1000, 2000 dan 3000 buah di gudang penyimpanan. Sesuai dengan 4.4.1 maka pada tahap ini persamaan rekursifnya adalah

$$f_1(I_1) = \text{Min} \{(A \cdot X_1 + B \cdot I_1)\}$$

$$I_1 + S_1 - I_0 \leq X_1 \leq I_0 + S_0$$

$$21205 \leq X_1$$

diketahui $S_1 = 21205$ (jumlah penjualan dalam periode pertama dan $0 \leq I_1 \leq 3000$), dari hal ini didapatkan hasil sebagai berikut :

$$f_1(0) = (3000 \cdot 21205 + 300 \cdot 0) = 63615000$$

$$f_1(1000) = (3000 \cdot 22205 + 300 \cdot 1000) = 66915000$$

$$f_1(2000) = (3000 \cdot 23205 + 300 \cdot 2000) = 70215000$$

$$f_1(3000) = (3000 \cdot 24205 + 300 \cdot 3000) = 72515000$$

Dapat dilihat bahwa dari 4 variasi persediaan terdapat satu alternatif yang menghasilkan biaya minimum. Sehingga kebijakan yang dipilih adalah kebijakan yang menghasilkan biaya produksi minimum. Dalam tahap ini biaya produksi minimum terdapat pada $I_1 = 0$ dengan biaya Rp. 63.615.000,-.

Untuk Tahap 2 Mei 2010

Untuk tahap ini perhitungannya tidak hanya pada tahap 2 itu saja, tetapi juga memperhitungkan biaya produksi pada tahap sebelumnya (tahap 1) sesuai dengan alternatif kebijakan produksi yang dipilih dengan jumlah persediaan roti 0, 1000, 2000 dan 3000 buah. Pada tahap ini terdapat 16 alternatif kebijakan produksi, ini berdasarkan $I_2 + S_2 - 3000 \leq X_2 \leq I_2 + S_2$ yang artinya jumlah roti yang akan diproduksi paling sedikit dari jumlah persediaan roti ditambah jumlah permintaan dikurangi dengan kapasitas gudang dan paling besar yang diproduksi sebesar jumlah persediaan roti dengan jumlah permintaan roti pada tahap itu.

nilai $f_2(I_2)$ bergantung pada $f_1(I_1)$, sehingga perhitungan untuk tahap 2 ini adalah

$$f_2(I_2) = \text{Min} \{(A.X_2 + B.I_2) + f_1(I_2 + S_2 - X_2)\}$$

bila $I_2 = 0$ maka,

$$f_2(0) = \text{Min} \{(A.X_2 + B.I_2) + f_1(I_2 + S_2 - X_2)\}$$

nilai dari $f_2(0)$ bila $18861 \leq X_2 \leq 21861$ adalah

$$\begin{aligned} & f_2(0) \\ &= \min \begin{cases} (3000.18861 + 300.0) + f_1(0 + 21861 - 18861) = 130098000 \\ (3000.19861 + 300.0) + f_1(0 + 21861 - 19861) = 129798000 \\ (3000.20861 + 300.0) + f_1(0 + 21861 - 20861) = 129498000 \\ (3000.21861 + 300.0) + f_1(0 + 21861 - 21861) = 129198000 \end{cases} \end{aligned}$$

Dengan persamaan rekursif $f_2(I_2) = \text{Min} \{(A.X_2 + B.I_2) + f_1(I_2 + S_2 - X_2)\}$ dapat diketahui bahwa total biaya yang minimum diperoleh pada produksi dengan jumlah persediaan $I_2 = 0$.

Untuk Tahap 3 Juni 2010

Dalam tahap 3 ini terdapat 16 alternatif kebijakan produksi dengan jumlah persediaan 0, 1000, 2000 dan 3000 buah. Dalam masing-masing alternatif kebijakan produksi terdapat satu kebijakan yang menghasilkan biaya minimum. Oleh sebab itu alternatif yang dipilih adalah alternatif yang menghasilkan total biaya minimum. Dengan persamaan rekursif $f_3(I_3) = \text{Min} \{(A.X_3 + B.I_3) + f_2(I_3 + S_3 - X_3)\}$, $I_3 + S_3 - 3000 \leq X_3 \leq I_3 + S_3$ dapat diketahui bahwa total biaya yang minimum diperoleh pada produksi dengan jumlah persediaan $I_3 = 0$.

Perhitungan tersebut berulang sampai tahap ke-12 yaitu Maret 2011. Pada lampiran 2 dapat diketahui bahwa setiap tahap terdapat 16 alternatif kebijakan produksi, kecuali pada tahap pertama yang mempunyai 4 alternatif kebijakan produksi. Berdasarkan ringkasan hasil yang diperoleh pada lampiran 3 dapat diketahui bahwa untuk setiap tahapnya, total biaya yang minimum diperoleh pada produksi dengan jumlah persediaan $(I_n) = 0$. Hal ini cukup masuk akal karena dengan semakin sedikit atau bahkan dengan tidak adanya persediaan di gudang maka akan mengurangi jumlah total biaya karena kecilnya biaya simpan yang terjadi. Dari lampiran 4 Kita dapat melihat biaya minimum tiap-tiap tahap dan juga jumlah produksi maupun jumlah persediaan.

Setelah melakukan perhitungan dengan menggunakan program dinamis maka dapat diketahui rencana produksi untuk setiap periode yaitu produksi dengan biaya yang minimum dan akan menghasilkan suatu solusi yang optimal pada keseluruhan tahap penjadwalan.

Hasil penjadwalan produksi untuk 12 periode mendatang dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 3.4 Hasil penjadwalan produksi roti periode April 2010-Maret 2011

Periode	Permintaan (buah)	Produksi (buah)	Persediaan (Buah)	Biaya Minimum (Rp.)
April 2010	21205	21205	0	63615000
Mei 2010	21861	21861	0	65583000
Juni 2010	22516	22516	0	67548000
Juli 2010	23172	23172	0	69516000
Agustus 2010	23827	23827	0	71481000
September 2010	24483	24483	0	73449000
Oktober 2010	25138	25138	0	75414000
November 2010	25794	25794	0	77382000
Desember 2010	26449	26449	0	79347000
Januari 2011	27105	27105	0	81315000
Februari 2011	27761	27761	0	83283000
Maret 2011	28416	28416	0	85248000
Total	297727	297727	0	893181000

Sumber : Hasil pengolahan data

Berdasarkan tabel 4.5 di atas dapat diketahui bahwa jumlah produksi roti untuk April 2010-Maret 2011 selalu sama dengan jumlah permintaan konsumen sehingga pada setiap tahapnya tidak memiliki persediaan gudang. Berdasarkan hasil tersebut, biaya total minimum selalu diperoleh pada angka persediaan $I_n = 0$. Hal ini dapat terjadi karena dengan semakin sedikit persediaan atau bahkan tidak adanya persediaan akan mengurangi jumlah biaya total karena kecilnya biaya simpan bila dibandingkan dengan biaya produksi. Jumlah total biaya yang dikeluarkan untuk jadwal produksi selama 12 periode tersebut adalah Rp. 893.181.000,-. Ini merupakan hasil optimal dalam meminimumkan biaya produksi dengan menggunakan program dinamik.

3.5 Kalkulasi Biaya

3.5.1 Kondisi Tanpa Menggunakan Metode Program Dinamik

Proses perhitungan biaya pada kondisi tanpa menggunakan metode Program Dinamik melibatkan biaya yang terjadi akibat tidak tepatnya jumlah produksi, dalam kasus ini perusahaan roti “Sari Baru” selalu mengalami kelebihan produksi sehingga menyebabkan keuntungan yang diperoleh oleh perusahaan tidak optimal.

Tabel 3.5.1 Kelebihan produksi periode April 2009-Maret 2010

NO	PERIODE	PRODUKSI	PERMINTAAN	LEBIH
1	April 2009	25236	12750	12486
2	Mei 2009	25560	13470	12090
3	Juni 2009	26100	15240	10860
4	Juli 2009	27000	15852	11148
5	Agustus 2009	27300	15780	11520
6	September 2009	26100	16716	9384
7	Oktober 2009	26700	17124	9576
8	November 2009	27000	16710	10290
9	Desember 2009	27450	18060	9390
10	Januari 2010	28392	19200	9192
11	Februari 2010	29340	19650	9690
12	Maret 2010	29436	20760	8676
	Total	325614	201312	124302

Sumber : Perusahaan roti “Sari Baru”

Dari tabel 3.5.1 terlihat bahwa pada 12 periode yang lalu perusahaan roti mengalami kelebihan produksi sebanyak 124302 buah. Dengan prosentase bahwa perusahaan akan mengalami kelebihan produksi dengan prosentase yang sama pada periode-periode mendatang, maka prosentase kelebihan produksi untuk perusahaan roti pada 12 periode mendatang adalah

$$\text{prosentase kelebihan produksi} = \frac{\text{Total kelebihan}}{\text{Total produksi}} \times 100\%$$

$$= \frac{124302}{325614} \times 100\%$$

$$= 38\%$$

Sehingga kelebihan produksi yang akan dialami oleh perusahaan untuk periode April 2010-Maret 2011 adalah :

$$= 38\% \times \text{jumlah produksi}$$

$$= 0,38 \times 297727$$

$$= 113136,26 = 113136 \text{ buah}$$

Maka total keuntungan yang didapatkan adalah

$$= (\text{jumlah permintaan} - \text{kelebihan produksi}) \times 0,2 \times 6000$$

$$= (297727 - 113136) \times 0,2 \times 6000$$

$$= \text{Rp. 221.509.200, -}$$

Dengan asumsi keuntungan sebesar 20% dari harga jual (harga jual = Rp. 6000,-).

Jadi karena terjadinya kelebihan produksi sebesar 38% maka keuntungan yang diperoleh adalah Rp. 221.509.200,-

3.5.2 Kondisi dengan Menggunakan Program Dinamik

Setelah menggunakan metode Program Dinamik untuk merencanakan penjadwalan produksi maka jumlah permintaan konsumen selalu dapat dipenuhi sehingga keuntungan yang diperoleh perusahaan dapat optimal. Artinya (dengan asumsi yang sama) keuntungan yang diperoleh setelah menggunakan Program dinamik adalah :

$$\begin{aligned}
 &= \text{total permintaan} \times 0,2 \times 6000 \\
 &= 297727 \times 1200 \\
 &= \text{Rp. } 357.272.400,-
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan pada kalkulasi biaya dapat dilihat bahwa setelah menggunakan metode Program dinamik jumlah total keuntungan yang dapat diperoleh akan lebih optimal yaitu sebesar Rp. 357.272.400,- sedangkan keuntungan yang dicapai perusahaan sebelum menggunakan metode Program dinamik adalah Rp.221.509.200,-. Sehingga terdapat jumlah perbedaan keuntungan yang dicapai sebesar $\text{Rp. } 357.272.400 - \text{Rp. } 221.509.200 = \text{Rp. } 135.763.200,-$. Hal ini terjadi karena sebelum menggunakan metode Program Dinamik perusahaan mengalami kelebihan produksi sebesar 38% sehingga terdapat keuntungan yang tidak didapat oleh perusahaan, sedangkan setelah menggunakan metode Program dinamik perusahaan selalu dapat memenuhi permintaan konsumen. Jadi keuntungan yang didapatkan lebih optimal.

3.6 Pembahasan Kajian Agama

Dalam penelitian ini, penulis membahas tentang penerapan Program Dinamik dalam memecahkan masalah penjadwalan produksi dengan biaya yang minimum. Salah satu langkah yang diharapkan dapat digunakan untuk perencanaan jadwal produksi sehingga terwujud efisiensi yang baik dalam masalah pengeluaran biaya. Berdasarkan hasil pembahasan di atas, bahwa penyelesaian Program Dinamik mendapatkan biaya produksi yang optimal. Ilmu matematika dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah Program Dinamik. Dalam menyelesaikan Program Dinamik dibutuhkan ketelitian dan kecermatan. Islam menekankan keharusan melakukan penyelidikan yang teliti dan pengamatan yang benar terhadap fakta-fakta konkret dalam alam semesta untuk kemudian merenungkan temuannya itu untuk mencapai kebenaran yang hakiki. Sebagai manusia yang tidak terlepas dari kesalahan maka dalam melakukan perhitungan harus dengan teliti untuk mendapatkan kebenaran dalam hasil perhitungannya. Seperti yang telah dijelaskan pada QS. Maryam :94

لَقَدْ أَحْصَاهُمْ وَعَدَّهُمْ عَدًّا ۖ

Artinya : Sesungguhnya Allah Telah menentukan jumlah mereka dan menghitung mereka dengan hitungan yang teliti.

Al-Qur'an mengajak manusia untuk menyelidiki, mengungkapkan keajaiban dan rahasianya serta memerintahkan manusia untuk memanfaatkan kekayaan yang melimpah untuk kesejahteraan hidupnya. Al-Qur'an mengajak manusia untuk menyaksikan eksistensi Tuhan melalui ciptaan-Nya mengungkapkan rahasia-rahasia akan realitas konkret yang hidup di langit dan di bumi untuk dimanfaatkan bagi kesejahteraan hidupnya. Ilmu matematika banyak

memberikan manfaat bagi manusia dalam kehidupan sehari-hari, misalnya dalam ilmu waris, zakat, perdagangan dll.

Ibnu Mas'ud dalam tafsir tematik Muhammad Ali mentafsirkan makna menghambur-hamburkan dengan menginfakkan harta buka dalam kebaikan dan bukan untuk sesuatu yang bermanfaat. Qatadah juga menyatakan bahwa menghambur-hamburkan harta adalah menginfakkannya dalam kemaksiatan kepada Allah dan dalam kerusakan. Dengan demikian sedikit atau banyak yang dikeluarkan tidak menjadi ukuran melainkan dalam hal apa harta itu dikeluarkan.

فَبِمَا رَحْمَةٍ مِّنَ اللَّهِ لِنْتَ لَهُمْ وَلَوْ كُنْتَ فَظًّا غَلِيظَ الْقَلْبِ لَانْفَضُّوا مِنْ حَوْلِكَ
فَاعْفُ عَنْهُمْ وَاسْتَغْفِرْ لَهُمْ وَشَاوِرْهُمْ فِي الْأَمْرِ فَإِذَا عَزَمْتَ فَتَوَكَّلْ عَلَى اللَّهِ إِنَّ اللَّهَ
يُحِبُّ الْمُتَوَكِّلِينَ ﴿١٥٩﴾

Artinya : Maka disebabkan rahmat dari Allah-lah kamu berlaku lemah Lembut terhadap mereka. sekiranya kamu bersikap keras lagi berhati kasar, tentulah mereka menjauhkan diri dari sekelilingmu. Karena itu ma'afkanlah mereka, mohonkanlah ampun bagi mereka, dan bermusyawaratlah dengan mereka dalam urusan itu*. Kemudian apabila kamu Telah membulatkan tekad, Maka bertawakkallah kepada Allah. Sesungguhnya Allah menyukai orang-orang yang bertawakkal kepada-Nya.

* Maksudnya: urusan peperangan dan hal-hal duniawiyah lainnya, seperti urusan politik, ekonomi, kemasyarakatan dan lain-lainnya.

Kesungguhan bekerja dibarengi dengan harapan serta optimisme akan kehadiran bantuan ilahi. Sebuah kata yang tepat menggambarkan eksistensi manusia sebagai makhluk ciptaan-Nya. Manusia sejauh ini hanya bisa membuat rencana dan menyusun anggaran terhadap segala sesuatu yang belum terjadi, terlaksana atau tidak sebuah rencana hanya karena kehendak dan izin Allah SWT semata. Fatawakkal 'alallah maka setelah kamu telah berencana dan berusaha

berserah dirilah (Tawakkal) kepada Allah, karena tidak semua dan belum tentu apa yang sudah direncanakan manusia bisa terwujud.

Konsep pemasaran merupakan falsafah perusahaan yang menyatakan bahwa pemasaran keinginan pembeli adalah syarat utama bagi kelangsungan hidup perusahaan. Segala kegiatan perusahaan dalam bidang produksi, teknik, keuangan dan pemasaran diarahkan pada usaha untuk mengetahui keinginan pembeli dan kemudian memuaskan keinginan tersebut dengan mendapatkan laba. Jadi, bagian pemasaran mempunyai peranan aktif sejak dimulainya proses produksi. Nabi Muhammad SAW meyakini bahwa kesuksesan bisnis yang berkelanjutan hanya dapat dicapai dengan cara-cara yang sehat. Beliau melarang menyembunyikan cacat barang yang diperdagangkan, melarang jual beli yang mengandung ketidakpastian (*gharar*), dan tindakan-tindakan yang tidak baik lainnya (antonio,2007:96). Dalam pemasaran menawarkan barang juga harus menunjukkan keistimewaan, kebaikan tanpa harus menyembunyikan keburukan (cacat) dari barang yang diperjualbelikan untuk membelinya, itulah yang disebut dengan marketing (pemasaran) (taufik,2004), dalam QS. Ash-Shaff ayat 10-13,

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا هَلْ أَذُكُم عَلَىٰ تَجَرَّةٍ تُنجِيكُمْ مِّنْ عَذَابِ ٱلْإِيمِ ۖ تَوَمُّونَ ٱللَّهِ
وَرَسُولَهُۥ وَتُجَاهِدُونَ فِي سَبِيلِ ٱللَّهِ بِأَمْوَالِكُمْ وَأَنفُسِكُمْ ۚ ذَٰلِكُمْ خَيْرٌ لَّكُمْ إِن كُنتُمْ
تَعْلَمُونَ ﴿١٠﴾ يَغْفِرْ لَكُمْ ذُنُوبَكُمْ وَيُدْخِلْكُمْ جَنَّاتٍ تَجْرَىٰ مِن تَحْتِهَا ٱلْأَنْهَارُ وَمَسْكِنٌ
طَيِّبٌ فِي جَنَّتِ عَدْنٍ ۚ ذَٰلِكَ ٱلْفَوْزُ ٱلْعَظِيمُ ﴿١١﴾ وَأُخْرَىٰ تُحِبُّونَهَا ۖ نَصْرٌ مِّنَ ٱللَّهِ وَفَتْحٌ
قَرِيبٌ ۖ وَبَشِيرٌ لِّلْمُؤْمِنِينَ ﴿١٢﴾ .

Artinya :

10. *Hai orang-orang yang beriman, sukakah kamu Aku tunjukkan suatu perniagaan yang dapat menyelamatkanmu dari azab yang pedih?*
11. *(yaitu) kamu beriman kepada Allah dan RasulNya dan berjihad di jalan Allah dengan harta dan jiwamu. Itulah yang lebih baik bagimu, jika kamu Mengetahui.*
12. *Niscaya Allah akan mengampuni dosa-dosamu dan memasukkanmu ke dalam jannah yang mengalir di bawahnya sungai-sungai; dan (memasukkan kamu) ke tempat tinggal yang baik di dalam jannah 'Adn. Itulah keberuntungan yang besar.*
13. *Dan (ada lagi) karunia yang lain yang kamu sukai (yaitu) pertolongan dari Allah dan kemenangan yang dekat (waktunya). dan sampaikanlah berita gembira kepada orang-orang yang beriman.*

Dengan penjelasan ayat diatas jelas bahwa Allah selalu memerintahkan untuk berbuat kebaikan dalam segala dimensi kehidupan, dalam jual beli (bisnis) manusia diperintahkan untuk memperlihatkan keistimewaan-keistimewaan barang yang diperjualbelikan agar konsumen tertarik untuk membelinya, seperti dijelaskan “*perniagaan yang dapat menyelamatkanmu dari azab yang pedih?*”. Dari arti ayat tersebut tersirat makna bahwa setiap apa yang kita kerjakan harus didasari oleh Allah dan Rasulnya yaitu dengan tidak berbuat curang demi mendapat keuntungan yang besar dan yang paling penting kita harus memberikan pelayanan yang terbaik pada konsumen.

Kepuasan konsumen mendasari persahaan melakukan kompetisi meningkatkan pelayanan yang terbaik agar konsumen tetap menggunakan barang dan jasa yang ditawarkan oleh perusahaan tersebut. Allah mengisyaratkan kompetisi dengan kata “*berlomba-lombalah*”. Karena dengan berlomba-lomba (berkompetisi) kita akan dapat menyingkap faktor-faktor yang menyebabkan suatu perusahaan bangkrut, kebinasaan dan kelemahan dan kemudian diantisipasi. Nabi Muhammad SAW adalah contoh nyata pebisnis yang sukses dan contoh seorang manajemen yang tidak diragukan lagi kehebatannya. Dimana Rasulullah selalu

mementingkan dagannya (bisnis), beliau selalu menjaga kualitas pelayanan terhadap konsumennya.

Hidup Hemat Dalam Pandangan Islam

"Allah akan memberikan rahmat kepada seseorang yang berusaha dari yang baik, membelanjakannya dengan pertengahan, dan dapat menyisihkan kelebihan untuk menjaga pada hari dia miskin dan membutuhkannya." (HR. Muslim dan Ahmad). Kita merasa sudah bekerja keras dalam menjemput rezeki. Siang maupun malam kita pertaruhkan kesempatan untuk berusaha. Tetapi dalam praktiknya, kita tidak pernah merasa cukup. Selalu kekurangan. Ujung-ujungnya, kebiasaan 'gali lubang tutup lubang' menjadi 'sahabat setia' kita dalam menjalani siklus kehidupan ini. Bekerja dan berusaha adalah mulia. Bahkan Allah sangat mencintai orang yang senang bekerja dan berusaha (QS. Az-Zumar: 39),

قُلْ يَاقَوْمِ أَعْمَلُوا عَلَىٰ مَكَانَتِكُمْ إِنِّي عَمِلْتُ فَسَوْفَ تَعْلَمُونَ ﴿٣٩﴾

Artinya : 39. Katakanlah: "Hai kaumku, Bekerjalah sesuai dengan keadaanmu, Sesungguhnya Aku akan bekerja (pula), Maka kelak kamu akan mengetahui,

Sisi lain Rasulullah pun memuji orang yang bekerja sebagai ladang pahala dan ibadah. Rasulullah bersabda, "Barangsiapa yang pulang ke rumahnya di sore hari dan merasakan kelelahan karena kedua tangannya bekerja di siang hari, maka pada malam itu dia akan mendapat ampunan Allah SWT." (HR. Thabrani). Seorang menantu Rasulullah, Ali bin Thalib ra juga pernah mengatakan, "Bekerjalah kamu untuk dunia seolah-olah engkau hidup selamanya, dan bekerjalah kamu untuk akherat, seolah-olah kamu akan mati besok."

Merujuk pada hadits di atas dan ucapan Ali bin Thalib di atas, jelas kiranya bahwa bekerja keras untuk mencari nafkah agar tidak menjadi beban orang lain merupakan karakter kuat seorang muslim. Persoalannya kenapa sudah bekerja keras tetapi tidak pernah cukup? .

Islam mengajarkan bekerja merupakan kemuliaan. "Allah sungguh sangat mencintai orang yang berjerih payah untuk mencari yang halal." (HR. Al-Dailami). Dengan kata lain, berangkat pagi pulang petang dalam rangka mencari nafkah untuk keluarga merupakan jihadnya seorang muslim. Rasulullah bersabda, "Sungguh Allah mencintai hambanya yang bekerja. Barangsiapa yang bersusah payah mencari nafkah untuk keluarganya, maka ia laksana seorang yang bertempur di medan perang membela agama Allah." (HR. Ahmad).

Hadits tersebut merupakan bukti penghargaan Islam terhadap mereka yang senang bekerja serta menjauhi sikap malas. Ringkasnya, salah satu ajaran Islam yang mengesankan yaitu Islam tidak menyuruh umatnya menjadi pemalas. Bahkan sebaliknya, Islam adalah agama yang menuntun agar umatnya produktif dalam bekerja, berusaha dan beribadah. Keseimbangan ini merupakan bukti bahwa Islam merupakan agama universal.

Selain meningkatkan produktivitas, Islam pun mengajarkan umatnya agar terbiasa dengan pola dan budaya hemat. Hal tersebut sebagaimana tercantum dalam Al-Qur'an surat Lukman ayat 34,

إِنَّ اللَّهَ عِنْدَهُ عِلْمُ السَّاعَةِ وَيُنَزِّلُ الْغَيْثَ وَيَعْلَمُ مَا فِي الْأَرْحَامِ وَمَا تَدْرِي نَفْسٌ مَّاذَا تَكْسِبُ غَدًا وَمَا تَدْرِي نَفْسٌ بِأَيِّ أَرْضٍ تَمُوتُ إِنَّ اللَّهَ عَلِيمٌ خَبِيرٌ ﴿٣٤﴾

Artinya : 34. Sesungguhnya Allah, Hanya pada sisi-Nya sajalah pengetahuan tentang hari Kiamat; dan Dia-lah yang menurunkan hujan, dan mengetahui apa yang ada dalam rahim. dan tiada seorangpun yang dapat mengetahui (dengan pasti) apa yang akan diusahakannya besok[1187]. dan tiada seorangpun yang dapat mengetahui di bumi mana dia akan mati. Sesungguhnya Allah Maha mengetahui lagi Maha Mengenal.

[1187] Maksudnya: manusia itu tidak dapat mengetahui dengan pasti apa yang akan diusahakannya besok atau yang akan diperolehnya, namun demikian mereka diwajibkan berusaha.

Konteks ini ditegaskan kembali dalam Al-Qur'an surat Al-Furqon ayat 67,

وَالَّذِينَ إِذَا أَنْفَقُوا لَمْ يُسْرِفُوا وَلَمْ يَقْتُرُوا وَكَانَ بَيْنَ ذَلِكَ قَوَامًا ﴿٦٧﴾

Artinya : 67. Dan orang-orang yang apabila membelanjakan (harta), mereka tidak berlebihan, dan tidak (pula) kikir, dan adalah (pembelanjaan itu) di tengah-tengah antara yang demikian.

Berpijak dari kedua ayat di atas, kita dapat menggarisbawahi bahwa budaya hemat memiliki aplikasi yang sejajar dengan perintah Allah. Oleh karena itu setiap muslim perlu memahami pentingnya meningkatkan budaya hemat dalam kehidupan sehari-hari. Pertama, hemat sebagai upaya menyimpan kelebihan setelah kebutuhan primer terpenuhi. Hemat tidak berarti kikir. Hemat adalah pola hidup pertengahan. Rasulullah pernah berdialog dengan Jabir, "Mengapa engkau berlebih-lebihan?" Jabir menjawab, "Apakah di dalam wudhu tidak boleh berlebih-lebihan, wahai Rasulullah?" Rasulullah menjawab, "Ya janganlah engkau

berlebih-lebihan ketika wudhu meskipun engkau berada pada air sungai yang mengalir."

Kedua, hemat sebagai modal untuk kemaslahatan generasi setelah kita. Hidup kita tak kan lama. Meskipun demikian, tidak berarti selama kita hidup seadanya. Karena Rasulullah pernah menyampaikan nasehat, "Sesungguhnya engkau meninggalkan ahli warismu dalam keadaan kaya itu lebih baik daripada engkau meninggalkan mereka dalam keadaan miskin. Mereka menerima kecukupan dari orang lain. Mungkin orang lain memberinya atau mungkin menolaknya. Sesungguhnya tidaklah engkau memberikan nafkah dengan ikhlas karena Allah kecuali engkau akan mendapat pahala karenanya." (HR. Muttafaq 'alaih).

Ketiga, hemat sebagai upaya pendekatan diri kepada Allah. Karena sikap hemat merupakan perintah Allah, maka jika kita terbiasa dengan pola hidup hemat, sebenarnya kita tengah melakukan pendekatan diri dan melaksanakan perintah-Nya.

Dalam islam secara tegas Allah SWT melarang kita untuk hidup boros. Allah SWT secara tegas melarang, bukan menghimbau, kita menghambur-hamburkan harat seperti ditegakan dalam AlQur'an Ali-Isra 17 ayat 26-27

وَأَتِ ذَا الْقُرْبَىٰ حَقَّهُ وَالْمِسْكِينَ وَابْنَ السَّبِيلِ وَلَا تُبَذِّرْ تَبْذِيرًا ﴿٢٦﴾ إِنَّ الْمُبَذِّرِينَ
كَانُوا إِخْوَانَ الشَّيْطَانِ ۖ وَكَانَ الشَّيْطَانُ لِرَبِّهِ كَفُورًا ﴿٢٧﴾

Artinya :

26. Dan berikanlah kepada keluarga-keluarga yang dekat akan haknya, kepada orang miskin dan orang yang dalam perjalanan dan janganlah kamu menghambur-hamburkan (hartamu) secara boros.

27. Sesungguhnya pemboros-pemboros itu adalah Saudara-saudara syaitan dan syaitan itu adalah sangat ingkar kepada Tuhannya.

Pada ayat pertama, kita diingatkan untuk terlebih dahulu membantu orang lain. Sungguh hanya mereka yang mau berpikir dan berniat baik sajalah yang bisa mengambil manfaat dari perintah tersebut. Sementara ayat kedua secara lebih jelas menggambarkan akibat jika kita manusia melalaikan perintah tersebut. Allah dengan tegas menggolongkan kita sebagai sesuatu dari syaitan yang sudah jelas-jelas akan mendapat sanksi setimpal seperti dijanjikan Allah. Selain itu dalam Surat Ar-Raff :31

﴿يَبْنَىٰٓءَآدَمَ خُذُوْا زِيْنَتَكُمْ عِنْدَ كُلِّ مَسْجِدٍ وَكُلُوْا وَاشْرَبُوْا وَلَا تُسْرِفُوْا ۚ إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِيْنَ﴾

Artinya :

31. Hai anak Adam, pakailah pakaianmu yang indah di setiap (memasuki) mesjid[534], makan dan minumlah, dan janganlah berlebih-lebihan[535]. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berlebih-lebihan.

[534] Maksudnya: tiap-tiap akan mengerjakan sembahyang atau thawaf keliling ka'bah atau ibadat-ibadat yang lain.

[535] Maksudnya: janganlah melampaui batas yang dibutuhkan oleh tubuh dan jangan pula melampaui batas-batas makanan yang diharamkan.

Kemudian dalam surat Al-An'am ayat 141

﴿وَهُوَ الَّذِىۤ اَنْشَا۟ جَنَّٰتٍۭ مَّعْرُوْشٰتٍۭ وَغَيْرِ مَّعْرُوْشٰتٍۭ وَالنَّخْلَ وَالزَّرْعَ مُخْتَلِفًا۟ۢ اُكْلُهُۥمُ وَالزَّيْتُوْنَ وَالرُّمَّانَ مُتَشٰبِهًاۭ۟ وَغَيْرِ مُتَشٰبِهٍۭ ۚ كُلُوْا مِنْ ثَمَرِهٖۙۤ اِذَا۟ اَثْمَرُوْۤا۟ حَقَّۙ يَوْمَۙ حَصَادِهٖۙ وَلَا تُسْرِفُوْۤا ۚ إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِيْنَ﴾

Artinya :

141. Dan dialah yang menjadikan kebun-kebon yang berjunjung dan yang tidak berjunjung, pohon korma, tanam-tanaman yang bermacam-macam buahnya, zaitun dan delima yang serupa (bentuk dan warnanya) dan tidak sama (rasanya). makanlah dari buahnya (yang bermacam-macam itu) bila dia berbuah, dan tunaikanlah haknya di hari memetik hasilnya (dengan disedekahkan kepada fakir miskin); dan janganlah kamu berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang yang berlebih-lebihan.

Akhir kata, melaksanakan hidup hemat dan menjauhi sikap boros merupakan langkah awal dalam memperbaiki manajemen keuangan rumah tangga kita sekaligus sebagai wahana pendekatan ilahiyah, begitu juga dengan perusahaan roti “Sari baru” Malang, jika mereka mempunyai penjadwalan produksi yang baik, maka perusahaan dapat mengoptimalkan biaya produksi yang keluar sehingga mendapatkan keuntungan yang optimal.



BAB IV

KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan kepada perusahaan roti “Sari Baru” Malang, maka langkah pertama dalam memperoleh total biaya minimum adalah menggunakan metode regresi linier dalam meramalkan permintaan untuk 12 periode mendatang, kemudian langkah kedua digunakan metode program dinamik untuk memperoleh total biaya minimum sehingga diperoleh jumlah permintaan untuk 12 periode mendatang (April 2010-Maret 2011) adalah 21205, 21861, 22516, 23172, 23827, 24483, 25138, 25794, 26449, 27105, 27761, 28416 buah. Adapun jumlah produksi untuk 12 periode mendatang (April 2010-Maret 2011) adalah 21205, 21861, 22516, 23172, 23827, 24483, 25138, 25794, 26449, 27105, 27761, 28416 buah dengan total biaya produksi minimum sebesar Rp. 893.181.000. Perencanaan penjadwalan produksi dengan menggunakan metode Program Dinamik memberikan hasil yang lebih optimal dari segi keuntungan apabila dibandingkan dengan keuntungan yang diperoleh tanpa menggunakan metode Program Dinamik.

4.2 Saran

Pada skripsi ini penulis hanya melakukan penyusunan rencana penjadwalan produksi untuk satu jenis produk, diharapkan untuk penelitian selanjutnya dilakukan untuk beberapa jenis produk. Metode program dinamis pada skripsi ini bersifat deterministik, selanjutnya dapat dilakukan penelitian untuk metode program dinamis yang bersifat stokastik.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdusysykir. 2007. *Ketika Kyai Mengajar Matematika*. Malang: UIN-Malang Pres
- Antonio, M. Syafi'i. 2007. *Muhammad SAW The Super Leader Super Manager*. ProLM:Jakarta
- Arikunto, Suharsini. 2005. *Manajemen Penelitian*. Jakarta : PT. Rineka Cipta
- Bronson, Richard. 1996. *Operation Research*. Erlangga : Jakarta
- Dimyati, Ahmad. 1994. *Operation Research*. Bandung : PT Sinar Baru Algensindo
- Mas'adi, Ghufro A. 2002. *Fiqh Muamalah Kontektual*. PT. Raja Grafindo Persada : Jakarta
- Mulyono, Sri. 2004. *Operation Research*. Lembaga Penerbit Fak. Ekoomi UI
- Muslich, Dr. Muhammad, M.B.A. 2009. *Metode Pengambilan Keputusan Kuantitatif*. Bumi Aksara: Jakarta
- Prawirosentono, Suyadi. 2005. *Riset Operasi dan Ekonofisika*. Jakarta : Bumi Aksara
- Scheffler, William C. 1987. *Statistika Untuk Biologi, Farmasi, Kedokteran, dan Ilmu yang Bertautan*. ITB Terbitan kedua
- Siswanto. 2007. *Operation Research jilid 2*. Jakarta : Erlangga
- Subagyo, Pangestu dkk. 2000. *Dasar-Dasar Operations Research Edisi 2*. Yogyakarta : PT. BPFE
- Sudarmanto, R. Gunawan. 2005. *Analisis Regresi Linier Ganda dengan SPSS*. Yogyakarta : Graha Ilmu
- Sugiyono, dkk. 2004. *Statistika Untuk Penelitian dan Aplikasinya dengan SPSS 10.0 for Windows*. Bandung: Alfabeta

Sulaiman, Wahid. *Analisis Regresi Menggunakan SPSS*. Yogyakarta: ANDI

Supranto, J. 1994. *Statistik Teori dan Aplikasi Jilid 1*. Jakarta : Erlangga

Taha, Hamdy A. 1996. *Riset Operasi Edisi Kedua*. Jakarta : Binarupa Aksara

Taufik, M. Ali. 2004. *Praktik Manajemen Berbasis Al-Qur'an*. Gema Insani : Jakarta

Wahid, Fathul. 2004. *Dasar-Dasar Algoritma dan Pemrograman*. Yogyakarta : Andi offset



Lampiran 1. Peramalan Permintaan Dengan Metode Regresi Linier

PERIODE	X	Y	X.Y	X^2	Y^2	Y'	ERROR
Apr-09	1	12750	12750	1	162562500	13205	-455
Mei	2	13470	26940	4	181440900	13854	-384
Juni	3	15240	45720	9	232257600	14503	737
Juli	4	15852	63408	16	251285904	15152	700
Agustus	5	15780	78900	25	249008400	15801	-21
September	6	16716	100296	36	279424656	16450	266
Oktober	7	17124	119868	49	293231376	17099	25
November	8	16710	133680	64	279224100	17748	-1038
Deseber	9	18060	162540	81	326163600	18397	-337
Jan-10	10	19200	192000	100	368640000	19046	154
Februari	11	19650	216150	121	386122500	19695	-45
Maret	12	20760	249120	144	430977600	20344	416
April	13			169		20993	18
Mei	14			196		21642	
Juni	15			225		22291	
Juli	16			256		22940	
Agustus	17			289		23589	
September	18			324		24238	
Oktober	19			361		24887	
November	20			400		25536	
Desember	21			441		26185	
Jan-11	22			484		26834	
Februari	23			529		27483	
Maret	24			576		28132	

Lampiran 2. Hasil output dengan SPSS

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df 1	df 2	Sig. F Change	
1	,977 ^a	,955	,950	533,783	,955	211,564	1	10	,000	1,417

a. Predictors: (Constant), periode

b. Dependent Variable: permintaan

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	12555,818	328,521		38,219	,000					
	periode	649,259	44,637	,977	14,545	,000	,977	,977	,977	1,000	1,000

a. Dependent Variable: permintaan

Lampiran 3. Hasil Perhitungan dengan *Dynamic Programming*

Tahap 1 (April 2010)

I1	X1	A.X1	B.I1	Total Cost	Optimal
0	21205	63615000	0	63615000	63615000
1000	22205	66615000	300000	66915000	
2000	23205	69615000	600000	70215000	
3000	24205	72615000	900000	73515000	

Tahap 2 (Mei 2010)

I2	X2	A.X2	B.I2	Cost tahap 2	$f_1(I_2+S_2-X_2)$	Total Cost	Optimal
0	18861	56583000	0	56583000	73515000	130098000	129198000
0	19861	59583000	0	59583000	70215000	129798000	
0	20861	62583000	0	62583000	66915000	129498000	
0	21861	65583000	0	65583000	63615000	129198000	
1000	19861	59583000	300000	59883000	73515000	133398000	132498000
1000	20861	62583000	300000	62883000	70215000	133098000	
1000	21861	65583000	300000	65883000	66915000	132798000	
1000	22861	68583000	300000	68883000	63615000	132498000	
2000	20861	62583000	600000	63183000	73515000	136698000	135798000
2000	21861	65583000	600000	66183000	70215000	136398000	
2000	22861	68583000	600000	69183000	66915000	136098000	
2000	23861	71583000	600000	72183000	63615000	135798000	
3000	21861	65583000	900000	66483000	73515000	139998000	139098000
3000	22861	68583000	900000	69483000	70215000	139698000	
3000	23861	71583000	900000	72483000	66915000	139398000	
3000	24861	74583000	900000	75483000	63615000	139098000	

Tahap 3 (Juni 2010)

I3	X3	A.X3	B.I3	Cost tahap 3	f2(I3+S3-X3)	Total Cost	Optimal
0	19516	58548000	0	58548000	139098000	197646000	196746000
0	20516	61548000	0	61548000	135798000	197346000	
0	21516	64548000	0	64548000	132498000	197046000	
0	22516	67548000	0	67548000	129198000	196746000	
1000	20516	61548000	300000	61848000	139098000	200946000	200046000
1000	21516	64548000	300000	64848000	135798000	200646000	
1000	22516	67548000	300000	67848000	132498000	200346000	
1000	23516	70548000	300000	70848000	129198000	200046000	
2000	21516	64548000	600000	65148000	139098000	204246000	203346000
2000	22516	67548000	600000	68148000	135798000	203946000	
2000	23516	70548000	600000	71148000	132498000	203646000	
2000	24516	73548000	600000	74148000	129198000	203346000	
3000	22516	67548000	900000	68448000	139098000	207546000	206646000
3000	23516	70548000	900000	71448000	135798000	207246000	
3000	24516	73548000	900000	74448000	132498000	206946000	
3000	25516	76548000	900000	77448000	129198000	206646000	

Tahap 4 (Juli 2010)

I4	X4	A.X4	B.I4	Cost tahap 4	f3(I4+S4-X4)	Total Cost	Optimal
0	20172	60516000	0	60516000	206646000	267162000	266262000
0	21172	63516000	0	63516000	203346000	266862000	
0	22172	66516000	0	66516000	200046000	266562000	
0	23172	69516000	0	69516000	196746000	266262000	
1000	21172	63516000	300000	63816000	206646000	270462000	269562000
1000	22172	66516000	300000	66816000	203346000	270162000	

1000	23172	69516000	300000	69816000	200046000	269862000	
1000	24172	72516000	300000	72816000	196746000	269562000	
2000	22172	66516000	600000	67116000	206646000	273762000	272862000
2000	23172	69516000	600000	70116000	203346000	273462000	
2000	24172	72516000	600000	73116000	200046000	273162000	
2000	25172	75516000	600000	76116000	196746000	272862000	
3000	23172	69516000	900000	70416000	206646000	277062000	276162000
3000	24172	72516000	900000	73416000	203346000	276762000	
3000	25172	75516000	900000	76416000	200046000	276462000	
3000	26172	78516000	900000	79416000	196746000	276162000	

Tahap 5 (Agustus 2010)

I5	X5	A.X5	B.I5	Cost tahap 5	f4(I5+S5-X5)	Total Cost	Optimal
0	20827	62481000	0	62481000	276162000	338643000	337743000
0	21827	65481000	0	65481000	272862000	338343000	
0	22827	68481000	0	68481000	269562000	338043000	
0	23827	71481000	0	71481000	266262000	337743000	
1000	21827	65481000	300000	65781000	276162000	341943000	341043000
1000	22827	68481000	300000	68781000	272862000	341643000	
1000	23827	71481000	300000	71781000	269562000	341343000	
1000	24827	74481000	300000	74781000	266262000	341043000	
2000	22827	68481000	600000	69081000	276162000	345243000	344343000
2000	23827	71481000	600000	72081000	272862000	344943000	
2000	24827	74481000	600000	75081000	269562000	344643000	
2000	25827	77481000	600000	78081000	266262000	344343000	
3000	23827	71481000	900000	72381000	276162000	348543000	347643000
3000	24827	74481000	900000	75381000	272862000	348243000	

3000	25827	77481000	900000	78381000	269562000	347943000	
3000	26827	80481000	900000	81381000	266262000	347643000	

Tahap 6 (September 2010)

I6	X6	A.X6	B.I6	Cost tahap 6	f5(I6+S6-X6)	Total Cost	Optimal
0	21483	64449000	0	64449000	347643000	412092000	411192000
0	22483	67449000	0	67449000	344343000	411792000	
0	23483	70449000	0	70449000	341043000	411492000	
0	24483	73449000	0	73449000	337743000	411192000	
1000	22483	67449000	300000	67749000	347643000	415392000	414492000
1000	23483	70449000	300000	70749000	344343000	415092000	
1000	24483	73449000	300000	73749000	341043000	414792000	
1000	25483	76449000	300000	76749000	337743000	414492000	
2000	23483	70449000	600000	71049000	347643000	418692000	417792000
2000	24483	73449000	600000	74049000	344343000	418392000	
2000	25483	76449000	600000	77049000	341043000	418092000	
2000	26483	79449000	600000	80049000	337743000	417792000	
3000	24483	73449000	900000	74349000	347643000	421992000	421092000
3000	25483	76449000	900000	77349000	344343000	421692000	
3000	26483	79449000	900000	80349000	341043000	421392000	
3000	27483	82449000	900000	83349000	337743000	421092000	

Tahap 7 (Oktober 2010)

I7	X7	A.X7	B.I7	Cost tahap 7	f6(I7+S7-X7)	Total Cost	Optimal
0	22138	66414000	0	66414000	421092000	487506000	486606000
0	23138	69414000	0	69414000	417792000	487206000	

0	24138	72414000	0	72414000	414492000	486906000	
0	25138	75414000	0	75414000	411192000	486606000	
1000	23138	69414000	300000	69714000	421092000	490806000	489906000
1000	24138	72414000	300000	72714000	417792000	490506000	
1000	25138	75414000	300000	75714000	414492000	490206000	
1000	26138	78414000	300000	78714000	411192000	489906000	
2000	24138	72414000	600000	73014000	421092000	494106000	493206000
2000	25138	75414000	600000	76014000	417792000	493806000	
2000	26138	78414000	600000	79014000	414492000	493506000	
2000	27138	81414000	600000	82014000	411192000	493206000	
3000	25138	75414000	900000	76314000	421092000	497406000	496506000
3000	26138	78414000	900000	79314000	417792000	497106000	
3000	27138	81414000	900000	82314000	414492000	496806000	
3000	28138	84414000	900000	85314000	411192000	496506000	

Tahap 8 (November 2010)

I8	X8	A.X8	B.I8	Cost tahap 8	f7(I8+S8-X8)	Total Cost	Optimal
0	22794	68382000	0	68382000	496506000	564888000	563988000
0	23794	71382000	0	71382000	493206000	564588000	
0	24794	74382000	0	74382000	489906000	564288000	
0	25794	77382000	0	77382000	486606000	563988000	
1000	23794	71382000	300000	71682000	496506000	568188000	567288000
1000	24794	74382000	300000	74682000	493206000	567888000	
1000	25794	77382000	300000	77682000	489906000	567588000	
1000	26794	80382000	300000	80682000	486606000	567288000	
2000	24794	74382000	600000	74982000	496506000	571488000	570588000
2000	25794	77382000	600000	77982000	493206000	571188000	

2000	26794	80382000	600000	80982000	489906000	570888000	
2000	27794	83382000	600000	83982000	486606000	570588000	
3000	25794	77382000	900000	78282000	496506000	574788000	573888000
3000	26794	80382000	900000	81282000	493206000	574488000	
3000	27794	83382000	900000	84282000	489906000	574188000	
3000	28794	86382000	900000	87282000	486606000	573888000	

Tahap 9 (Desember 2010)

I9	X9	A.X9	B.I9	Cost tahap 9	f7(I9+S9-X9)	Total Cost	Optimal
0	23449	70347000	0	70347000	573888000	644235000	643335000
0	24449	73347000	0	73347000	570588000	643935000	
0	25449	76347000	0	76347000	567288000	643635000	
0	26449	79347000	0	79347000	563988000	643335000	
1000	24449	73347000	300000	73647000	573888000	647535000	646635000
1000	25449	76347000	300000	76647000	570588000	647235000	
1000	26449	79347000	300000	79647000	567288000	646935000	
1000	27449	82347000	300000	82647000	563988000	646635000	
2000	25449	76347000	600000	76947000	573888000	650835000	649935000
2000	26449	79347000	600000	79947000	570588000	650535000	
2000	27449	82347000	600000	82947000	567288000	650235000	
2000	28449	85347000	600000	85947000	563988000	649935000	
3000	26449	79347000	900000	80247000	573888000	654135000	653235000
3000	27449	82347000	900000	83247000	570588000	653835000	
3000	28449	85347000	900000	86247000	567288000	653535000	
3000	29449	88347000	900000	89247000	563988000	653235000	

Tahap 10 (Januari 2011)

I10	X10	A.X10	B.I10	Cost tahap 10	f9(I10+S10-X10)	Total Cost	Optimal
0	24105	72315000	0	72315000	653235000	725550000	724650000
0	25105	75315000	0	75315000	649935000	725250000	
0	26105	78315000	0	78315000	646635000	724950000	
0	27105	81315000	0	81315000	643335000	724650000	
1000	25105	75315000	300000	75615000	653235000	728850000	727950000
1000	26105	78315000	300000	78615000	649935000	728550000	
1000	27105	81315000	300000	81615000	646635000	728250000	
1000	28105	84315000	300000	84615000	643335000	727950000	
2000	26105	78315000	600000	78915000	653235000	732150000	731250000
2000	27105	81315000	600000	81915000	649935000	731850000	
2000	28105	84315000	600000	84915000	646635000	731550000	
2000	29105	87315000	600000	87915000	643335000	731250000	
3000	27105	81315000	900000	82215000	653235000	735450000	734550000
3000	28105	84315000	900000	85215000	649935000	735150000	
3000	29105	87315000	900000	88215000	646635000	734850000	
3000	30105	90315000	900000	91215000	643335000	734550000	

Tahap 11 (Februari 2011)

I11	X11	A.X11	B.I11	Cost tahap 11	f10(I11+S11-X11)	Total Cost	Optimal
0	24761	74283000	0	74283000	734550000	808833000	807933000
0	25761	77283000	0	77283000	731250000	808533000	
0	26761	80283000	0	80283000	727950000	808233000	
0	27761	83283000	0	83283000	724650000	807933000	

1000	25761	77283000	300000	77583000	734550000	812133000	811233000
1000	26761	80283000	300000	80583000	731250000	811833000	
1000	27761	83283000	300000	83583000	727950000	811533000	
1000	28761	86283000	300000	86583000	724650000	811233000	
2000	26761	80283000	600000	80883000	734550000	815433000	814533000
2000	27761	83283000	600000	83883000	731250000	815133000	
2000	28761	86283000	600000	86883000	727950000	814833000	
2000	29761	89283000	600000	89883000	724650000	814533000	
3000	27761	83283000	900000	84183000	734550000	818733000	817833000
3000	28761	86283000	900000	87183000	731250000	818433000	
3000	29761	89283000	900000	90183000	727950000	818133000	
3000	30761	92283000	900000	93183000	724650000	817833000	

Tahap 12 (Maret 2011)

I12	X12	A.X12	B.I12	Cost tahap 12	f11(I12+S12-X12)	Total Cost	Optimal
0	25416	76248000	0	76248000	817833000	894081000	893181000
0	26416	79248000	0	79248000	814533000	893781000	
0	27416	82248000	0	82248000	811233000	893481000	
0	28416	85248000	0	85248000	807933000	893181000	
1000	26416	79248000	300000	79548000	817833000	897381000	896481000
1000	27416	82248000	300000	82548000	814533000	897081000	
1000	28416	85248000	300000	85548000	811233000	896781000	
1000	29416	88248000	300000	88548000	807933000	896481000	
2000	27416	82248000	600000	82848000	817833000	900681000	899781000
2000	28416	85248000	600000	85848000	814533000	900381000	
2000	29416	88248000	600000	88848000	811233000	900081000	
2000	30416	91248000	600000	91848000	807933000	899781000	

3000	28416	85248000	900000	86148000	817833000	903981000	903081000
3000	29416	88248000	900000	89148000	814533000	903681000	
3000	30416	91248000	900000	92148000	811233000	903381000	
3000	31416	94248000	900000	95148000	807933000	903081000	



Lampiran 4. Ringkasan Perhitungan Metode *Dynamic Programming*

Tahap 1 (April 2010)

X1	A.X1	B.I1	Total Cost	Optimal
21205	63615000	0	63615000	63615000
22205	66615000	300000	66915000	
23205	69615000	600000	70215000	
24205	72615000	900000	73515000	

$$f_1(I_1) = \text{Min} \{(A.X_1 + B.I_1)\}, I_1 + S_1 - I_0 \leq X_1 \leq I_1 + S_1$$

Tahap 2 (Mei 2010)

I2	X2	A.X2	B.I2	Cost tahap 2	f1(I2+S2-X2)	Total Cost	Optimal
0	21861	65583000	0	65583000	63615000	129198000	129198000
1000	22861	68583000	300000	68883000	63615000	132498000	
2000	23861	71583000	600000	72183000	63615000	135798000	
3000	24861	74583000	900000	75483000	63615000	139098000	

$$f_2(I_2) = \text{Min} \{(A.X_2 + B.I_2) + f_1(I_2 + S_2 - X_2)\}$$

$$I_2 + S_2 - 3000 \leq X_2 \leq I_2 + S_2$$

Tahap 3 (Juni 2010)

I3	X3	A.X3	B.I3	Cost tahap 3	f2(I3+S3-X3)	Total Cost	Optimal
0	22516	67548000	0	67548000	129198000	196746000	196746000
1000	23516	70548000	300000	70848000	129198000	200046000	
2000	24516	73548000	600000	74148000	129198000	203346000	
3000	25516	76548000	900000	77448000	129198000	206646000	

$$f_3(I_3) = \text{Min} \{(A.X_3 + B.I_3) + f_2(I_3 + S_3 - X_3)\}$$

$$I_3 + S_3 - 3000 \leq X_3 \leq I_3 + S_3$$

Tahap 4 (Juli 2010)

I4	X4	A.X4	B.I4	Cost tahap 4	f3(I4+S4-X4)	Total Cost	Optimal
0	23172	69516000	0	69516000	196746000	266262000	266262000
1000	24172	72516000	300000	72816000	196746000	269562000	
2000	25172	75516000	600000	76116000	196746000	272862000	
3000	26172	78516000	900000	79416000	196746000	276162000	

$$f_4(I_4) = \text{Min} \{(A.X_4 + B.I_4) + f_3(I_4 + S_4 - X_4)\}$$

$$I_4 + S_4 - 3000 \leq X_4 \leq I_4 + S_4$$

Tahap 5 (Agustus 2010)

I5	X5	A.X5	B.I5	Cost tahap 5	f4(I5+S5-X5)	Total Cost	Optimal
0	23827	71481000	0	71481000	266262000	337743000	337743000
1000	24827	74481000	300000	74781000	266262000	341043000	
2000	25827	77481000	600000	78081000	266262000	344343000	
3000	26827	80481000	900000	81381000	266262000	347643000	

$$f_5(I_5) = \text{Min} \{(A.X_5 + B.I_5) + f_4(I_5 + S_5 - X_5)\}$$

$$I_5 + S_5 - 3000 \leq X_5 \leq I_5 + S_5$$

Tahap 6 (September 2010)

I6	X6	A.X6	B.I6	Cost tahap 6	f5(I6+S6-X6)	Total Cost	Optimal
0	24483	73449000	0	73449000	337743000	411192000	411192000
1000	25483	76449000	300000	76749000	337743000	414492000	
2000	26483	79449000	600000	80049000	337743000	417792000	
3000	27483	82449000	900000	83349000	337743000	421092000	

$$f_6(I_6) = \text{Min} \{(A.X_6 + B.I_6) + f_5(I_6 + S_6 - X_6)\}$$

$$I_6 + S_6 - 3000 \leq X_6 \leq I_6 + S_6$$

Tahap 7 (Oktober 2010)

I7	X7	A.X7	B.I7	Cost tahap 7	f6(I7+S7-X7)	Total Cost	Optimal
0	25138	75414000	0	75414000	411192000	486606000	486606000
1000	26138	78414000	300000	78714000	411192000	489906000	
2000	27138	81414000	600000	82014000	411192000	493206000	
3000	28138	84414000	900000	85314000	411192000	496506000	

$$f_7(I_7) = \text{Min} \{(A.X_7 + B.I_7) + f_6(I_7 + S_7 - X_7)\}$$

$$I_7 + S_7 - 3000 \leq X_7 \leq I_7 + S_7$$

Tahap 8 (November 2010)

I8	X8	A.X8	B.I8	Cost tahap 8	f7(I8+S8-X8)	Total Cost	Optimal
0	25794	77382000	0	77382000	486606000	563988000	563988000
1000	26794	80382000	300000	80682000	486606000	567288000	
2000	27794	83382000	600000	83982000	486606000	570588000	
3000	28794	86382000	900000	87282000	486606000	573888000	

$$f_8(I_8) = \text{Min} \{(A.X_8 + B.I_8) + f_7(I_8 + S_8 - X_8)\}$$

$$I_8 + S_8 - 3000 \leq X_8 \leq I_8 + S_8$$

Tahap 9 (Desember 2010)

I9	X9	A.X9	B.I9	Cost tahap 9	f7(I9+S9-X9)	Total Cost	Optimal
0	26449	79347000	0	79347000	563988000	643335000	643335000
1000	27449	82347000	300000	82647000	563988000	646635000	
2000	28449	85347000	600000	85947000	563988000	649935000	
3000	29449	88347000	900000	89247000	563988000	653235000	

$$f_9(I_9) = \text{Min} \{(A.X_9 + B.I_9) + f_8(I_9 + S_9 - X_9)\}$$

$$I_9 + S_9 - 3000 \leq X_9 \leq I_9 + S_9$$

Tahap 10 (Januari 2011)

I10	X10	A.X10	B.I10	Cost tahap 10	f9(I10+S10-X10)	Total Cost	Optimal
0	27105	81315000	0	81315000	643335000	724650000	724650000
1000	28105	84315000	300000	84615000	643335000	727950000	
2000	29105	87315000	600000	87915000	643335000	731250000	
3000	30105	90315000	900000	91215000	643335000	734550000	

$$f_{10}(I_{10}) = \text{Min} \{(A.X_{10} + B.I_{10}) + f_9(I_{10} + S_{10} - X_{10})\}$$

$$I_{10} + S_{10} - 3000 \leq X_{10} \leq I_{10} + S_{10}$$

Tahap 11 (Februari 2011)

I11	X11	A.X11	B.I11	Cost tahap 11	f10(I11+S11-X11)	Total Cost	Optimal
0	27761	83283000	0	83283000	724650000	807933000	807933000
1000	28761	86283000	300000	86583000	724650000	811233000	
2000	29761	89283000	600000	89883000	724650000	814533000	
3000	30761	92283000	900000	93183000	724650000	817833000	

$$f_{11}(I_{11}) = \text{Min} \{(A.X_{11} + B.I_{11}) + f_{10}(I_{11} + S_{11} - X_{11})\}$$

$$I_{11} + S_{11} - 3000 \leq X_{11} \leq I_{11} + S_{11}$$

Tahap 12 (Maret 2011)

I12	X12	A.X12	B.I12	Cost tahap 12	f11(I12+S12-X12)	Total Cost	Optimal
0	28416	85248000	0	85248000	807933000	893181000	893181000
1000	29416	88248000	300000	88548000	807933000	896481000	
2000	30416	91248000	600000	91848000	807933000	899781000	
3000	31416	94248000	900000	95148000	807933000	903081000	

$$f(I_{12}) = \text{Min} \{ (A \cdot X_{12} + B \cdot I_{12}) + f_{11}(I_{12} + S_{12} - X_{12}) \}$$

$$I_{12} + S_{12} - 3000 \leq X_{12} \leq I_{12} + S_{12}$$

