

**PERAMALAN JUMLAH PENDERITA DEMAM BERDARAH
MENGUNAKAN MODEL ARIMA MUSIMAN
(Studi Kasus di RSUD Kabupaten Sidoarjo)**

SKRIPSI

Oleh:
IKA MILASARI
NIM. 04510031



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) MALANG
MALANG
2008**

**PERAMALAN JUMLAH PENDERITA DEMAM BERDARAH
MENGUNAKAN MODEL ARIMA MUSIMAN
(Studi Kasus di RSUD Kabupaten Sidoarjo)**

SKRIPSI

Diajukan Kepada:
Universitas Islam Negeri Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Oleh:
IKA MILASARI
NIM. 04510031



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) MALANG
MALANG
2008**

**PERAMALAN JUMLAH PENDERITA DEMAM BERDARAH
MENGUNAKAN MODEL ARIMA MUSIMAN
(Studi Kasus di RSUD Kabupaten Sidoarjo)**

SKRIPSI

Oleh :
IKA MILASARI
NIM. 04510031

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal:
16 Oktober 2008

Pembimbing I

Pembimbing II

Sri Harini, M.Si
NIP. 150 318 321

Abdul Aziz, M.Si
NIP. 150 377 256

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika

Sri Harini, M.Si
NIP. 150 318 321

**PERAMALAN JUMLAH PENDERITA DEMAM BERDARAH
MENGUNAKAN MODEL ARIMA MUSIMAN
(Studi Kasus di Kabupaten Sidoarjo)**

SKRIPSI

Oleh:
IKA MILASARI
NIM. 04510031

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Tanggal 21 Oktober 2008

Susunan Dewan Penguji	Tanda Tangan
1. Penguji Utama : <u>Usman Pagalay, M. Si</u> NIP. 150 327 240	()
2. Ketua : <u>Abdussakir, M. Pd</u> NIP. 150 327 247	()
3. Sekretaris : <u>Sri Harini, M. Si</u> NIP. 150 318 321	()
4. Anggota : <u>Abdul Aziz, M. Si</u> NIP. 150 377 256	()

**Mengetahui dan Mengesahkan,
Ketua Jurusan Matematika**

Sri Harini, M. Si
NIP. 150 318 321

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : IKA MILASARI

NIM : 04510031

Jurusan : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan hasil 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, 13 Oktober 2008

Yang membuat pernyataan

Ika Milasari
NIM. 04510031

MOTTO

*SEBAIK-BAIK MANUSIA ADALAH
YANG PALING BERMANFAAT BAGI ORANG LAIN*

(HR. Bukhari dan Muslim)



PERSEMBAHAN

Karya Kecil yang pertama ini kusembahkan teruntuk :

*Ayah dan ibu tercinta, Bapak Sugiono dan Ibu Nasipah
Adikku Tersayang, Mochammad Lutfi*

“SENYUM DAN KEBAHAGIAAN KALIAN ADALAH TUJUAN HIDUPKU”

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Puji syukur Allah tuhan semesta alam, berkat rahmat dan izin-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir perkuliahan dengan lancar. Sholawat dan salam penulis persembahkan kepada nabi Muhammad S.A.W, berkat perjuangannya yang telah menghadirkan pencerahan untuk umat manusia dan menjadi motivasi bagi penulis untuk belajar, berusaha dan menjadi yang terbaik..

Dalam merampungkan tugas akhir perkuliahan penulis berusaha dengan sekuat tenaga dan pikiran, namun penulis menyadari bahwa tanpa partisipasi dari banyak pihak tugas akhir ini dapat terselesaikan. Dengan iringan do'a dan kerendahan hati izinkanlah penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. H. Imam Suprayogo, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Malang
2. Prof. Drs. Sutiman B. Sumitro, SU, D.Sc, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Malang
3. Sri Harini, M.Si. selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Malang serta dosen pembimbing.
4. Abdul Aziz, M.Si. selaku pembimbing Agama.
5. Dosen jurusan Matematika yang telah banyak memberikan pelajaran dan didikan, Bapak Budi Manfaat, M.Si, terima kasih atas masukan dan arahannya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Pemerintah kota Sidoarjo, khususnya Rumah Sakit Umum Daerah Sidoarjo, atas izin melakukan riset di kota Sidoarjo.

7. Kedua orang tua (Bapak Sugiono dan Ibu Nasipah), dan Nenek tercinta (Sampura), yang tak henti-hentinya memanjatkan doa serta bekerja memeras keringat untuk pendidikan, kebahagiaan dan kesuksesan masa depan penulis.
8. Adik tersayang (Mochammad Lutfi), semangat dan kerja keras serta membuang rasa malu untuk hal yang halal akan menjadi inspirasi dalam setiap langkah hidup penulis .
9. Sahabat Luluk Norholiday, semua kebaikan mengingatkan penulis sosok sahabat terbaik, serta sahabat-sahabat di Wisma Rahmad yang senantiasa mengisi hari-hari penulis selama di Malang.
10. Teman-teman Matematika angkatan 2004, canda tawa kalian kan selalu terngiang dalam benakku.
11. Semua pihak yang tidak mungkin penulis sebut satu persatu, atas keiklasan bantuan moril dan sprituil penulis ucapkan terima kasih.

Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat dan dapat menambah wawasan keilmuan Matematika khususnya tentang bahaya Demam Berdarah Dengue (DBD), Tentunya koreksi, saran, dan kritik konstruktif senantiasa penulis harapkan demi kesempurnaan dalam penulisan tugas akhir ini.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Malang, 9 Oktober 2008

Penulis

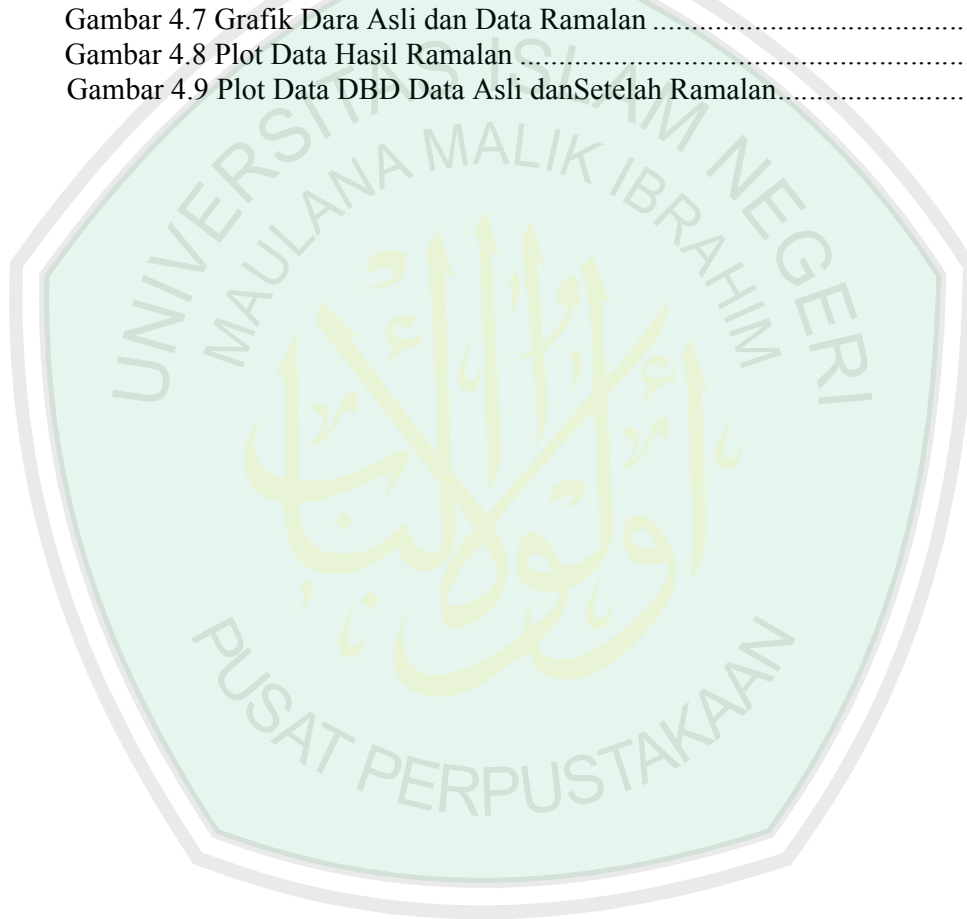
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGAJUAN	
HALAMAN PERSETUJUAN	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	
HALAMAN MOTTO	
HALAMAN PERSEMBAHAN	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
ABSTRAK	vii
BAB I : PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Pembahasan.....	5
BAB II : KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Peramalan (<i>forecasting</i>).....	6
2.2 <i>Time series</i>	7
2.3 Metode ARIMA.....	9
2.3.1 Model <i>Autoregresive</i> (AR).....	9
2.3.2 Model <i>Moving Average</i> (MA).....	15
2.3.3 Model <i>Autoregresive Moving Average</i> (ARMA).....	19
2.3.4 Model <i>Autoregresive Integrated Moving Average</i> (ARIMA)....	21
2.3.5 Model ARIMA Musiman.....	23
2.4 Stasioner dan Non-Stasioner.....	24
2.4.1 Stasioner.....	24
2.4.2 Uji Stasioneritas.....	27
2.4.3 Menghilangkan ketidakstasioneran.....	27
2.5 Autokorelasi.....	29
2.5.1 Koefisien Autokorelasi.....	29
2.5.2 Sebaran Penarikan Contoh Autokorelasi.....	31
2.6 Penyusunan Model Deret Berkala.....	32
2.6.1 Identifikasi Model.....	32
2.6.2 Pendugaan Parameter.....	33
2.6.3 Pemeriksaan Diagnostik.....	33

2.7 Demam Berdarah.....	34
2.7.1 Diagnosis Penderita Demam Berdarah	35
2.7.2 Ciri-ciri Nyamuk Aedes Aegypti.....	35
2.7.3 Epidemi	36
2.7.4 Distribusi Kasus DBD/DHF Menurut Kelompok Umur.....	38
2.7.5 Upaya Pencegahan dan Pemberantasan Jentik Aedes Aegypti	39
2.8 Hubungan Antara Al Quran, Peramalan dan Penyakit.....	41
BAB III : METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Pendekatan Penelitian.....	44
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian	44
3.3 Uji Kestasioneran Model.....	45
3.4 Jenis dan Sumber Data	45
3.5 Prosedur Pengumpulan Data.....	45
3.6 Teknis Analisis.....	45
BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Deskriptif Data DBD/DHF	47
4.2 Plot Data	50
4.3 Identifikasi Model	50
4.4 Pendugaan Parameter	55
4.5 Pengujian Model	56
BAB V : PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

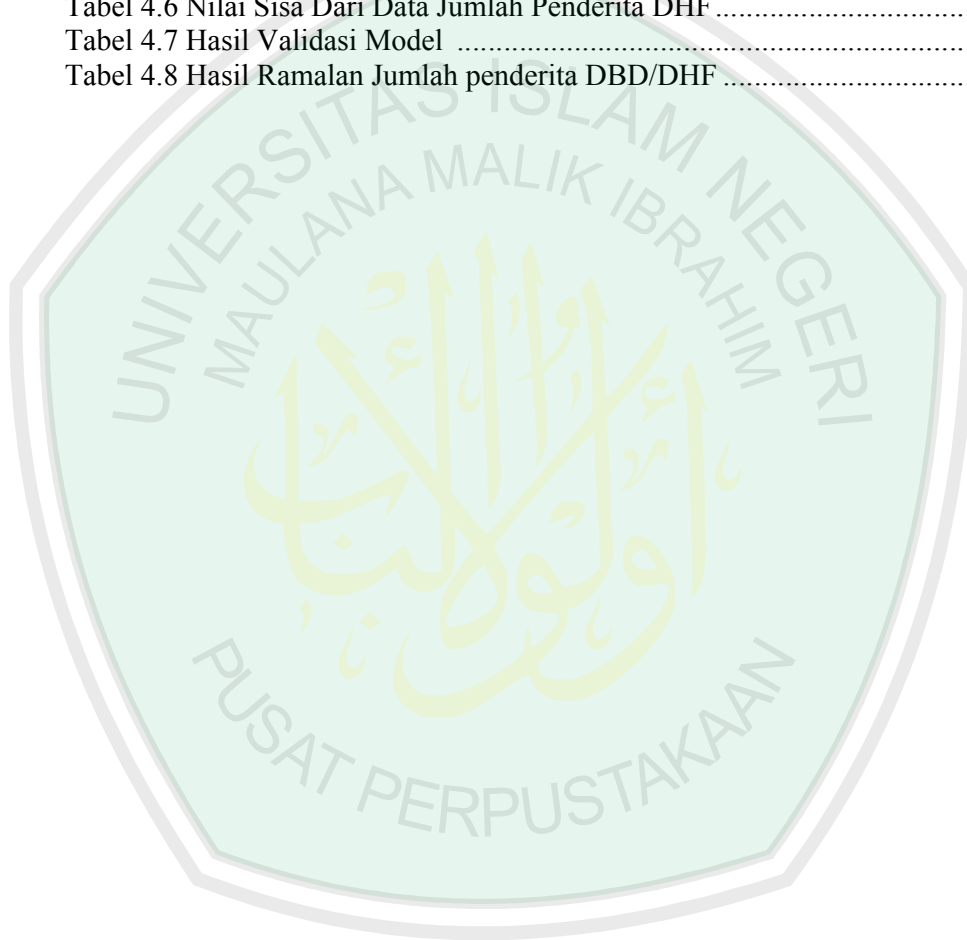
DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 4.1 Grafik Jumlah Penderita DBD.....	48
Gambar 4.2 Grafik DBD Pertahun.....	49
Gambar 4.3 Plot Autokorelasi Dari Data Asli.....	51
Gambar 4.4 Plot Data Setelah Dilakukan Pembedaan Pertama.....	51
Gambar 4.5 Plot ACF Setelah Pembedaan Pertama.....	52
Gambar 4.6 Plot PACF Setelah Pembedaan Pertama.....	54
Gambar 4.7 Grafik Dara Asli dan Data Ramalan.....	57
Gambar 4.8 Plot Data Hasil Ramalan.....	59
Gambar 4.9 Plot Data DBD Data Asli dan Setelah Ramalan.....	59



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 4.1 Laporan Data DBD/DHF RSUD Kab Sidoarjo.....	47
Tabel 4.2 Deskriptif Statistik Jumlah kasus DBD/DHF.....	48
Tabel 4.3 ACF jumlah kasus DBD/DHF.....	51
Tabel 4.4 ACF Setelah Dilakukan Pembedaan Pertama.....	52
Tabel 4.5 Pendugaan Parameter ARIMA (1.1.1) x (1,1,1) ₂₄	55
Tabel 4.6 Nilai Sisa Dari Data Jumlah Penderita DHF.....	56
Tabel 4.7 Hasil Validasi Model.....	56
Tabel 4.8 Hasil Ramalan Jumlah penderita DBD/DHF.....	58



ABSTRAK

Milasari, Ika. 2008. **Peramalan Jumlah Penderita Demam Berdarah Menggunakan Model ARIMA Musiman (Studi Kasus di RSUD Kabupaten Sidoarjo)**. Skripsi, Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Malang.
Pembimbing: (I) Sri Harini, M.Si. (II) Abdul Aziz, M.Si.

Kata Kunci: Peramalan, ARIMA, *Seasonal*, *Autoregressive* (AR), *Integrated* (I), *Moving Average* (MA).

Metode ARIMA adalah salah satu metode peramalan yang ada dalam statistik, metode ini termasuk dari jenis model kausal, model kausal ini biasanya menggunakan analisis regresi untuk menentukan variabel mana yang signifikan mempengaruhi variabel dependen. Selain menggunakan model regresi model ini juga dapat menggunakan metode *ARIMA* atau metode *BOX-JENKIN*, untuk mencari model terbaik yang dapat digunakan dalam peramalan. Metode ARIMA berasal dari penggabungan antara *Autoregressive* (AR), *Moving Average* (MA). Metode ARIMA yang sesuai dengan data DBD di RSUD Kabupaten Sidoarjo adalah Model ARIMA Musiman (*Seasonal ARIMA Models*), dimana data jumlah penderita demam berdarah mengalami peningkatan pada musim penghujan dibandingkan musim kemarau. Dengan menggunakan metode ini maka hasil yang diperoleh lebih sesuai dari pada metode peramalan yang lain.

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan model ARIMA musiman, diketahui bahwa nilai parameter untuk AR(1) diperkirakan sebesar 0,7362, dengan AR (1) musiman sebesar -0,681, sedangkan parameter untuk MA(1) sebesar 0,9748 dengan MA(1) musiman sebesar 0,7183. Sehingga persamaan untuk jumlah penderita DBD di RSUD kabupaten Sidoarjo adalah :

$$X_t = (1,7362)X_{t-1} - (0,7362)X_{t-2} + (0,319)X_{t-24} + 0,681X_{t-48} - 0,9748e_{t-1} - (1,3984)e_{t-24}.$$

Sehingga ramalan untuk periode dua tahun berikutnya, terhitung mulai bulan Maret tahun 2008 – Februari tahun 2010 adalah 189, 94, 139, 83, 86, 89, 95, 101, 104, 102, 107, 125, 146, 162, 129, 97, 107, 128, 158, 140, 161, 197, 230, 205 penderita.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Matematika berasal dari bahasa Yunani yaitu *mathema* yang diartikan sebagai sains, ilmu pengetahuan, atau belajar, dan juga *mathematikos* adalah suka belajar. Matematika dalam bahasa Belanda disebut *Wiskunde* atau ilmu pasti, yang kesemuanya berkaitan dengan penalaran. Sebagian besar masyarakat menganggap matematika hanya merupakan ilmu menghitung bilangan-bilangan dengan menggunakan beberapa operasi dasar; tambah, kurang, kali dan bagi. Seiring perkembangan zaman, ilmu matematika berkembang dan hadir sebagai hal yang mendasar dan perlu dipelajari pada setiap disiplin keilmuan (Wikipedia Indonesia, 2007:13).

Masalah yang sering kali muncul di tengah-tengah kehidupan masyarakat pun seringkali membutuhkan penyelesaian dari disiplin ilmu ini, seperti permasalahan pemerintah yang dewasa ini sering dikejutkan dengan berbagai masalah diluar dugaan, misalnya: bencana alam, melambungnya harga minyak dunia, kekacauan politik, maupun meningkatnya jumlah penderita beberapa jenis penyakit, seperti Demam Berdarah yang saat ini meresahkan masyarakat, untuk itu pemerintah haruslah tanggap darurat dalam mengatasi berbagai jenis masalah tersebut, agar tercapai hal yang diharapkan dengan tidak merugikan kedua belah pihak baik masyarakat maupun pemerintah.

Sejak pertama kali ditemukan di Indonesia, jumlah kasus DHF/DBD menunjukkan kecenderungan meningkat baik dalam jumlah maupun luas wilayah yang terjangkit dan secara sporadis selalu terjadi kejadian luar biasa (KLB) setiap tahunnya. Berdasarkan grafik data DBD/DHF kabupaten Sidoarjo menunjukkan bahwa jumlah penderita mengalami peningkatan pada bulan-bulan tertentu di tiap tahunnya.

Salah satu cabang ilmu matematika yang membahas tentang masalah diatas adalah ilmu statistik. pada cabang ilmu ini banyak ditemukan metode peramalan yang dapat diaplikasikan dalam kehidupan, pada kasus DBD diatas, dimana pada musim penghujan perkembangan nyamuk *Aedes Aegypti* mengalami peningkatan dan berakibat pada peningkatan jumlah penderita demam berdarah, sehingga model peramalan yang sesuai adalah model ARIMA musiman (*Seasonal ARIMA models*).

Metode ARIMA merupakan persatuan atau penggabungan antara model *Autoregressive (AR)*, *Integrated (I)* dan *Moving Average (MA)*. Dalam menyusun metode ini hal pertama yang harus dilakukan adalah membuat plot data, selanjutnya menganalisis data sehingga dapat ditentukan model yang sesuai untuk peramalan tingkat penderita demam Berdarah, setelah model persamaan yang tepat telah ditemukan maka peramalan untuk satu periode atau beberapa periode yang akan datang dapat ditentukan.

Didalam kitab suci Al Qur'an, peramalan disinggung dalam surat Yusuf ayat 47- 48, Sebagai mana firman Allah :

مِمَّا قَلِيلًا إِلَّا سُنْبُلِهِ ۚ فِي فِئْتِهِ حَصَدُكُمْ فَمَا دَابَّ سِنِينَ سَبْعَ تَرَعُونَ قَالَ
 مِمَّا قَلِيلًا إِلَّا هُنَّ قَدَّمْتُمْ مَا يَأْكُلْنَ شِدَادٌ سَبْعُ ذَلِكَ بَعْدَ مِنْ يَأْتِي ثُمَّ تَأْكُلُونَ
 تَحْصِنُونَ ﴿٤٧﴾

Artinya :

47. Yusuf berkata” supaya kamu bertanam tujuh tahun(lamanya) sebagaimana biasa, maka apa yang kamu tuai hendaknya kamu biarkan dibulirnya kecuali sedikit untuk kamu makan.
48. kemudian sesudah itu akan datang tujuh tahun yang amat sulit, yang akan menghabiskan apa yang kamu simpan untuk menghadapinya(tahun sulit), kecuali dari bibit gandum yang kamu simpan.

Didalam ayat diatas tersirat makna bahwa Nabi Yusuf diperintah oleh Allah untuk merencanakan ekonomi pertanian untuk masa lima belas tahun, hal ini dilakukan untuk menghadapi terjadinya krisis pangan menyeluruh atau musim paceklik. Menghadapi masalah ini Nabi Yusuf memberikan usul diadakannya perencanaan pembangunan pertanian yang akhirnya praktik pelaksanaannya diserahkan kepada Nabi Yusuf, berkat perencanaan yang matang itulah Mesir dan daerah-daerah sekelilingnya turut mendapat berkahnya (Qardhawi, 1998:137).

Adanya musim paceklik yang tersirat dalam surat yusuf diatas menunjukkan bahwa pertanian bersifat musiman, sehingga peramalan yang sesuai adalah peramalan model ARIMA musiman.

Berdasarkan latar belakang diatas maka penulis tertarik untuk mengambil judul skripsi “Peramalan Jumlah Penderita Demam Berdarah Menggunakan Model ARIMA Musiman (Studi kasus di RSUD Kabupaten Sidoarjo)“.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat ditentukan rumusan masalah yaitu bagaimana meramalkan jumlah penderita demam berdarah menggunakan model ARIMA musiman.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui langkah-langkah peramalan penderita demam berdarah menggunakan model ARIMA musiman (*Seasonal ARIMA Models*).

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian yang dilakukan kabupaten Sidoarjo adalah:

a. Bagi Rumah Sakit Umum kabupaten Sidoarjo

Dapat mengetahui besarnya jumlah penderita demam berdarah untuk masa-masa yang akan datang, sehingga dapat dijadikan acuan untuk mengambil langkah yang tepat dalam mengambil suatu keputusan.

b. Bagi Penulis

Dapat mengetahui bahwa ilmu matematika dapat diaplikasikan pada kehidupan sehari-hari yang sangat berguna bagi masyarakat.

1.5 Batasan Masalah

Untuk menghindari agar permasalahan tidak semakin meluas maka penulis membatasi pembahasan penelitian pada masalah sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan RSUD kabupaten Sidoarjo.
2. Data yang diambil adalah data bulanan jumlah penderita Demam Berdarah, terhitung mulai bulan Januari 1998 sampai bulan Februari 2008.
3. Jenis data yang diteliti dikhususkan pada data penderita demam berdarah/DHF.
4. Metode analisis data yang digunakan adalah metode ARIMA dengan model ARIMA musiman.

1.6 Sistematika Pembahasan

Dalam pembahasan penelitian ini, penulis menggunakan sistematika pembahasan yang terdiri dari lima bab, dibagi dalam sub bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Memberikan uraian yang meliputi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika pembahasan.

BAB II : KAJIAN TEORI

Pada bab ini dibahas mengenai teori-teori yang digunakan sebagai acuan di dalam pembahasan masalah yang diambil dari berbagai literatur (buku, majalah, internet, dll).

BAB III : METODE PENELITIAN

Meliputi pendekatan dan jenis penelitian, lokasi pengambilan data, jenis dan sumber data serta teknis analisis data.

BAB IV : PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang pembahasan penelitian dari hasil pencarian data.

BAB V : PENUTUP

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dari bab-bab sebelumnya serta saran-saran yang berkaitan dengan permasalahan yang dikaji.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Peramalan (*Forecasting*)

Peramalan (*forecasting*) merupakan prediksi nilai-nilai sebuah variabel berdasarkan kepada nilai-nilai yang sudah diketahui dari variabel tersebut. (Makridarkis, 1999). Peramalan berasal dari kata ramalan, pada dasarnya ramalan merupakan dugaan atau perkiraan mengenai terjadinya suatu peristiwa atau kejadian diwaktu yang akan datang (Supranto, 1983).

Dari kedua pendapat diatas maka peramalan adalah memperkiraan apa yang terjadi dimasa yang akan datang, sedangkan ramalan adalah hasil dari perkiraan peramalan. Untuk menaksir kejadian yang akan datang diperlukan suatu data, yaitu data masa lampau ($t-1$), data masa sekarang (t), dan data dimasa yang akan datang ($t+1$).

Adapun jenis teknik peramalan antara lain:

A. Model Deret Berkala (runtut waktu)

Model ini berusaha memprediksi masa depan dengan menggunakan data historis (Mudrajad, 2001:143) dan membuat asumsi bahwa apa yang terjadi di masa depan adalah fungsi dari apa yang terjadi di masa lalu untuk memprediksi. Model berkala ini menggunakan metode proyeksi rata-rata bergerak (*moving average*), pemulusan exponensial (*exponensial smoothing*), dan *trend*.

B. Model Kausal

Model ini memasukkan dan menguji variabel-variabel yang diduga mempengaruhi variabel dependen (Mudrajad, 2001:144), model kausal ini biasanya menggunakan analisis regresi untuk menentukan variabel mana yang significant mempengaruhi variabel dependen. Akan tetapi model ini juga dapat menggunakan metode *ARIMA* atau metode *BOX-JENKIN*, untuk mencari model terbaik yang dapat digunakan dalam peramalan.

C. Model Kualitatif

Model deret berkala dan model kausal lebih mengandalkan data kuantitatif, sedangkan pada model kualitatif berupaya memasukkan faktor-faktor subjektif dalam model peramalan (Mudrajad, 2001:144).

2.2 Time Series

Data berkala atau *time series* adalah data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu untuk menggambarkan suatu perkembangan atau kecenderungan keadaan/peristiwa/kegiatan. Biasanya jarak atau interval dari waktu ke waktu sama.

Contoh data berkala adalah sebagai berikut :

- a) Pertumbuhan ekonomi suatu negara pertahun.
- b) Jumlah produksi minyak perbulan.
- c) Indeks harga saham per hari (Boediono, 2004:131).

Rangkaian waktu, data berkala atau *time series* merupakan serangkaian pengamatan tertahap suatu peristiwa, kejadian, gejala ataupun variabel yang diambil dari waktu ke waktu, dicatat secara teliti menurut urutan waktu terjadinya,

dan kemudian disusun sebagai data statistik. Pada umumnya pengamatan dan pencatatan itu dilakukan dalam jangka waktu tertentu, misalnya tiap akhir tahun, tiap permulaan tahun, tiap sepuluh tahun, dan sebagainya (Sutrisno, 1995:432).

Dari suatu rangkaian waktu akan dapat diketahui apakah peristiwa atau gejala tersebut berkembang mengikuti pola-pola perkembangan yang teratur atau tidak. Jika rangkaian waktu menunjukkan pola yang teratur, maka akan dapat dibuat suatu ramalan yang cukup kuat mengenai tingkah laku gejala yang dicatat, dan atas dasar ramalan itulah dapat dibuat rencana-rencana yang cukup untuk dapat dipertanggung jawabkan.

Menurut Boediono (2004), terdapat empat jenis komponen rangkaian waktu yaitu :

1. Gerakan jangka panjang (*long time movement*)

Gerakan trend jangka panjang adalah suatu gerakan yang menunjukkan arah perkembangan atau kecenderungan secara umum dari deret berkala yang meliputi jangka waktu yang panjang. Pada umumnya jangka waktu yang digunakan sebagai ukuran adalah sepuluh tahun lebih, ciri gerakan ini kadang-kadang menunjukkan variasi sekuler yang menyerupai garis lurus, yang disebut garis arah (*trend line*).

2. Gerak musiman (*seasonal variation*)

Ciri dari gerakan ini adalah gerakan yang mempunyai pola-pola tetap atau identik dari waktu ke waktu dengan jangka waktu tertentu, gerakan tersebut dapat terjadi karena adanya peristiwa-peristiwa tertentu.

3. Gerak melingkar (*siklis*)

Gerak ini merupakan variasi rangkaian waktu yang menunjukkan gerakan berayun di sekitar arah atau kurva arah. Lingkaran atau siklik itu bisa bersifat berkala atau tidak. Dalam bidang ekonomi dan perdagangan untuk menilai hal ini harus diadakan observasi sedikitnya satu tahun penuh.

4. Gerakan acak (*random*)

Gerakan random adalah rangkaian waktu yang menunjukkan gerakan yang tak teratur yang disebabkan oleh faktor-faktor di luar dugaan, seperti wabah, gempa bumi, dan sebagainya.

2.3 Metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

2.3.1 Model Autoregressive (AR)

Autoregressive merupakan suatu bentuk regresi, akan tetapi bukan menghubungkan variabel bebas dengan variabel terikat. Model ini digunakan untuk mengukur tingkat keeratan (*association*) antara X_t dengan X_{t-k} , apabila pengaruh dari *time lag* 1,2,3..., dan seterusnya sampai $k-1$ dianggap terpisah (Makridarkis, 1999:407). Pada model ini menunjukkan nilai X_t sebagai fungsi linier dari sejumlah X_t aktual sebelumnya (Mudrajad, 2001:178).

Bentuk umum peramalan model *Autoregressive*:

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \phi_3 X_{t-3} + \dots + \phi_p X_{t-p} + e_t \quad (2.1)$$

dimana :

$X_{t-1}, X_{t-2}, X_{t-3}, \dots, X_{t-p}$: Variabel yang menentukan

X_t : Variabel yang diramalkan

ϕ_p : Parameter AR ordo ke- p

e_t : galat

dari (2.1) masih terdapat beberapa bentuk persamaan yang lain, tergantung pada derajat susunan (orde) dari p , sehingga dapat ditulis dengan AR (p). Bila $p = 1$ maka dapat ditulis AR (1) dan seterusnya.

Contoh :

1. model AR (1) dapat ditulis sebagai:

$$X_t = \phi X_{t-1} + e_t$$

$X_{t-1} = \phi X_{t-2} + e_{t-1}$, bila persamaan ini disubstitusikan ke dalam (2.1) akan

diperoleh :

$$X_t = \phi(\phi X_{t-2} + e_{t-1}) + e_t$$

$$X_t = \phi^2 X_{t-2} + \phi e_{t-1} + e_t \quad (2.2)$$

$$X_{t-2} = \phi_1 X_{t-3} + e_{t-2}, \quad (2.3)$$

bila (2.3) disubstitusikan kedalam (2.2) akan diperoleh :

$$X_t = \phi^2 (\phi_1 X_{t-3} + e_{t-2}) + \phi_1 e_{t-1} + e_t$$

$$X_t = \phi^3 X_{t-3} + \phi^2 e_{t-2} + \phi_1 e_{t-1} + e_t \quad (2.4)$$

Apabila pensubstitusian ini dilanjutkan dari X_{t-1} untuk observasi pertama, maka

akan menghasilkan bentuk umum yaitu:

$$X_t = \phi_1^{n-1} X_{t-n+1} + \phi_1^{n-2} X_{t-n+2} + \dots + \phi_1^3 e_{t-3} + \phi_1^2 e_{t-2} + \phi_1 e_{t-1} + e_t \quad (2.5)$$

2. Model AR (2) dapat dituliskan dengan persamaan :

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + e_t \quad (2.6)$$

$$X_{t-1} = \phi_1 X_{t-2} + \phi_2 X_{t-3} + e_{t-1}, \quad (2.7)$$

Bila (2.7) disubstitusikan ke (2.5) diperoleh :

$$\begin{aligned} X_t &= \phi_1(\phi_1 X_{t-2} + \phi_2 X_{t-3} + e_{t-1}) + \phi_2 X_{t-2} + e_t \\ &= \phi_1^2 X_{t-2} + \phi_1 \phi_2 X_{t-3} + \phi_1 e_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + e_t \\ &= (\phi_1 + \phi_2) X_{t-2} + \phi_1 \phi_2 X_{t-3} + \phi_1 e_{t-1} + e_t \end{aligned} \quad (2.8)$$

Dengan demikian penerapan model (AR) untuk peramalan membutuhkan

3 pemecahan masalah, yaitu :

a) Menyusun persamaan yang tepat untuk

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \phi_3 X_{t-3} + \dots + \phi_p X_{t-p} + e_t \quad (2.9)$$

b) Menentukan nilai p

c) Mengestimasi/memperkirakan $\phi_1, \phi_2, \phi_3, \dots, \phi_n$ sehingga dapat dilakukan penyusunan peramalan.

Agar (2.7) bersifat stasioner, maka model tersebut harus memenuhi sifat kestasioneran, yaitu apabila $\phi b = 0$ atau $(B) < 1$, dimana B adalah operator langkah mundur (*Backward Shift Operator*). Sehingga persamaan tersebut menjadi $\phi(B) y = e_t$, dimana :

$$\phi(B) = (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p) \quad (2.10)$$

dari contoh di atas agar memenuhi kondisi yang stasioner maka:

1) Model AR (1)

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + e_t$$

$$X_t - \phi_1 X_{t-1} = e_t$$

$$(1 - \phi_1 B) X_t = e_t$$

$$X_t = e_t (1 - \phi_1 B)^{-1}$$

persamaan karakteristiknya $(1 - \phi B) = 0$; sehingga nilai $|\phi| < 1$ atau $-1 < \phi < 1$

2) Model AR (2)

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + e_t$$

$$X_t - \phi_1 X_{t-1} - \phi_2 X_{t-2} = e_t$$

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2) = e_t$$

persamaan karakteristiknya $(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2) = 0$

Selang nilai yang diijinkan untuk model AR (2) adalah sebagai berikut:

$$-1 < \phi_2 < 1 \text{ dan } -2 < \phi_1 < 2 \quad (\text{Makridarkis, 1999:460}).$$

Untuk mencari taksiran awal model atau fungsi autokorelasi AR (p) adalah sebagai berikut:

Diketahui persamaan umumnya :

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + e_t \quad (2.11)$$

apabila kedua sisi (2.11) dikalikan X_{t-k} dimana $k = 1, 2, 3, \dots, p$ hasilnya adalah :

$$X_{t-k} X_t = \phi_1 X_{t-k} X_{t-1} + \phi_2 X_{t-k} X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-k} X_{t-p} + X_{t-k} e_t \quad (2.12)$$

dengan memasukkan nilai harapan (*Expected Value*) pada (2.12) dan diasumsikan stasioner, persamaan tersebut akan menjadi :

$$E[X_{t-k} X_t] = \phi_1 E[X_{t-k} X_{t-1}] + \phi_2 E[X_{t-k} X_{t-2}] + \dots + \phi_p E[X_{t-k} X_{t-p}] + E[X_{t-k} e_t] \quad (2.13)$$

Sehingga diperoleh :

$$\gamma_k = \phi_1 \gamma_{k-1} + \phi_2 \gamma_{k-2} + \dots + \phi_p \gamma_{k-p} \quad (2.14)$$

dengan

γ_k : kovarian antara X_t dan X_{t-k}

$E[X_{t-k} X_t]$: nilai harapan ruas kiri (2.11) didefinisikan sebagai kovarian antara X_{t-k} dan X_t ; dimana variabel-variabel tersebut terpisah sejauh k periode waktu.

$E[X_{t-k} e_t]$: Nol, karena nilai-nilai kesalahan bersifat acak dan tidak berkorelasi dengan nilai-nilai X_{t-k} sebelumnya.

Karena $\rho_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0}$ maka kedua sisi (2.14) dibagi dengan ragam X_t yaitu γ_0

hasilnya adalah :

$$\rho_k = \phi_1 \rho_{k-1} + \phi_2 \rho_{k-2} + \dots + \phi_p \rho_{k-p} \quad (2.15)$$

Apabila pada $k = 1, 2, 3, \dots, p$, maka dari (2.15) akan diperoleh persamaan linier

$\phi_1, \phi_2, \phi_3, \dots, \phi_p$ dan $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \dots, \rho_p$ yang dikenal dengan persamaan Yule Walker

yaitu: $\rho_1 = \phi_1 + \phi_2 \rho_1 + \phi_3 \rho_2 + \dots + \phi_p \rho_{p-1}$

$$\rho_2 = \phi_1 \rho_1 + \phi_2 + \phi_3 \rho_1 + \dots + \phi_p \rho_{p-2}$$

$$\rho_3 = \phi_1 \rho_2 + \phi_2 \rho_1 + \phi_3 + \dots + \phi_p \rho_{p-3}$$

⋮

$$\rho_p = \phi_1 \rho_{p-1} + \phi_2 \rho_{p-2} + \phi_3 \rho_{p-3} + \dots + \phi_p \quad (2.16)$$

dimana $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \dots, \rho_p$ adalah nilai teoritis autokorelasi berturut-turut untuk selang waktu, $t = 1, 2, 3, \dots, p$ dan $\phi_1, \phi_2, \phi_3, \dots, \phi_p$ merupakan parameter autoregresif dari proses model AR (p). Karena nilai teoritis untuk $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \dots, \rho_p$ tidak diketahui, maka dapat diganti nilai penaksirannya, yaitu $r_1, r_2, r_3, \dots, r_p$. Pada (2.16) dapat dipecahkan untuk $\phi, \phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ guna memperoleh penaksiran awal model AR (Makridarkis, 1999:498).

Maka persamaan Yule-Walker (2.14) menjadi:

$$\rho_k = \phi_1 \rho_{k-1} + \phi_2 \rho_{k-2} + \phi_3 \rho_{k-3} + \dots + \phi_p \rho_{k-p}, \quad k = 1, 2, 3, \dots$$

untuk menduga nilai autokorelasi model AR (1) pada (2.16) dengan $p = 1$ diperoleh : $\rho_1 = \phi_1$

bila ρ_1 yang tidak diketahui, diduga oleh r_1 akan diperoleh nilai penduga parameter ϕ_1 untuk proses AR (1), yaitu:

$\hat{\phi}_1 = r_1$ sedangkan untuk $p = 2$ metode AR (2) dari (2.16) akan diperoleh :

$$\rho_1 = \phi_1 + \phi_2 \rho_1 \tag{2.17}$$

$$\rho_2 = \phi_1 \rho_1 + \phi_2 \tag{2.18}$$

bila ρ_1 dan ρ_2 diduga masing-masing oleh r_1 dan r_2 kemudian disubstitusikan ke (2.17) dan (2.18) akan dihasilkan penduga untuk AR (2) sebagai berikut :

$$r_1 = \phi_1 + \phi_2 r_1 \Rightarrow \phi_1 = r_1 - \phi_2 r_1$$

$$r_2 = \phi_1 r_1 + \phi_2 \Rightarrow \phi_2 = r_2 - \phi_1 r_1$$

maka $r_1 = \phi_1 + \phi_2 r_2$

$$= \phi_1 + (r_2 - \phi_1 r_1) r_1$$

$$= \phi_1 + (r_1 r_2 - \phi_1 r_1^2)$$

$$r_1 - r_1 r_2 = \phi_1 - \phi_1 - r_1^2$$

$$\phi_1 (1 - r_1^2) = r_1 - r_1^2$$

$$\hat{\phi}_1 = \frac{r_1 - r_1 r_1^2}{1 - r_1^2} \quad (2.19)$$

$$\hat{\phi}_2 = \frac{r_1 (1 - r_2)}{1 - r_1^2} \quad (2.20)$$

2.3.2 Model *Moving Average* (MA)

Moving Average adalah hubungan yang menyatakan nilai saat ini sebagai jumlah berbobot dari gangguan kecil (*white noise*) pada waktu sebelumnya atau tergantung pada nilai-nilai sebelumnya dari unsur kesalahan. Bentuk umum dari *Moving Average* adalah:

$$X_t = e_t - \theta_1 e_{t-1} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (2.21)$$

dimana:

$e - e_{t-1} - \dots - e_{t-q}$: Nilai-nilai terdahulu dari kesalahan.

e_t : Kesalahan pada saat t

θ_q : Parameter MA yang berordo ke-q

Model *Moving Average* memberikan hasil ramalan X_t berdasarkan atas kombinasi linier dari kesalahan-kesalahan yang lalu (Mudrajad, 2001:180). Hal ini

berbeda dengan model *Autoregressive* yang menyatakan bahwa X_t sebagai fungsi linier dari p nilai-nilai sebenarnya dari X_t pada masa-masa sebelumnya.

Agar (2.19) dikatakan deret waktu yang stasioner, maka harus dapat dinyatakan sebagai model *Moving Average* yang konvergen, artinya mempunyai orde yang berhingga, untuk itu diperlukan pembatasan-pembatasan terhadap parameter $\theta_2 (1,2,3,\dots,q)$ seperti pada *Autoregressive*. Jika $\theta(B)$ dinyatakan sebagai fungsi dalam B , maka persamaan karakteristiknya adalah :

$$\theta(B) = 0 \text{ atau } 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q = 0 \quad (2.22)$$

Sedangkan model MA(q) dapat dikatakan model yang konvergen, jika harga mutlak akar-akar persamaan karakteristik pada (2.22) lebih dari satu ($\theta(B) > 1$).

Contoh:

1) model MA(1)

$$X_t = e_t - \theta_1 e_{t-1}$$

$$X_t = (1 - \theta_1 B)e_t$$

Persamaan karakteristik $(1 - \theta_1 B) = 0$

$$B = \frac{1}{\theta_1} = \theta_1^{-1}$$

sehingga $|\theta| < 1$ atau θ_1 harus terletak antara $-1 < \theta_1 < 1$

2) Model MA (2)

$$X_t = e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2}$$

Persamaan karakteristiknya $(1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2) = 0$

Menurut Makridarkis (1999:460) selang yang diijinkan untuk model MA (2) mengikuti ketentuan sebagai berikut :

$$-1 < \theta_2 < 1$$

$$-2 < \theta_1 < 2$$

Telah diketahui bahwa fungsi autokorelasi model MA (q) adalah :

$$X_t = e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \theta_3 e_{t-3} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (2.23)$$

Jika kedua sisi dikalikan dengan X_{t-k} maka menghasilkan :

$$X_{t-k} X_t = X_{t-k} [(e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \theta_3 e_{t-3} - \dots - \theta_q e_{t-q}) (e_{t-k} - \theta_1 e_{t-k-1} - \theta_2 e_{t-k-2} - \theta_3 e_{t-k-3} - \dots - \theta_q e_{t-k-q})] \quad (2.24)$$

Apabila memasukkan nilai harapan pada kedua sisi (2.24)

$$\gamma_{k_t} = E[(e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \theta_3 e_{t-3} - \dots - \theta_q e_{t-q}) (e_{t-k} - \theta_1 e_{t-k-1} - \theta_2 e_{t-k-2} - \theta_3 e_{t-k-3} - \dots - \theta_q e_{t-k-q})] \quad (2.25)$$

Nilai harapan (2.25) akan tergantung pada nilai k , jika $k = 0$ maka persamaan tersebut menjadi :

$$\gamma_0 = E(e_t e_{t-0}) + \theta_1^2 E(e_{t-1} e_{t-0-0}) + \theta_2^2 E(e_{t-2} e_{t-0-2}) + \dots + \theta_q^2 E(e_{t-q} e_{t-0-q}) \quad (2.26)$$

Karena $E(e_t e_{t-i}) = 0$, untuk $i \neq 0$ dan $E(e_t e_{t-i}) = \sigma^2$, untuk $i = 0$ maka (2.26) menjadi :

$$\gamma_0 = \sigma_e^2 + \theta_2^2 \sigma_e^2 + \theta_3^2 \sigma_e^2 + \dots + \theta_q^2 \sigma_e^2 \quad (2.27)$$

Bila faktor σ_e^2 dipisahkan, maka (2.27) dapat ditulis ulang sebagai :

$$\gamma_0 = (1 + \theta_2^2 + \theta_3^2 + \dots + \theta_q^2) \sigma_e^2 \quad (2.28)$$

(2.27) adalah varian dari proses MA (q). Dan jika $k = 1$, (2.25) menjadi :

$$\gamma_1 = -\theta_1 E(e_{t-1}e_{t-1}) + \theta_1 \theta_2 E(e_{t-2}e_{t-2}) + \dots + \theta_{q-1} \theta_q E(e_{t-q}e_{t-q}) \quad (2.29)$$

$$\gamma_1 = -\theta_1 \sigma_e^2 + \theta_1 \theta_2 \sigma_e^2 + \dots + \theta_{q-1} \theta_q^2 \quad (2.30)$$

Secara umum untuk $k = k$, (2.25) menjadi :

$$\gamma_k = -\theta \sigma_e^2 + \theta_1 \theta_{k+1} \sigma_e^2 + \theta_2 \theta_{k+2} \sigma_e^2 + \dots + \theta_{q-k} \theta_q \sigma_e^2 \text{ atau}$$

$$\gamma_k = (-\theta + \theta_1 \theta_{k+1} + \theta_2 \theta_{k+2} + \dots + \theta_{q-k} \theta_q) \sigma_e^2 \quad (2.31)$$

Bila (2.31) dibagi (2.28) akan menghasilkan :

$$\rho_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} = \frac{(-\theta + \theta_1 \theta_{k+1} + \theta_2 \theta_{k+2} + \dots + \theta_{q-k} \theta_q) \sigma_e^2}{(1 + \theta_1^2 + \theta_2^2 + \theta_3^2 + \dots + \theta_q^2) \sigma_e^2} \quad (2.32)$$

Apabila $q = 1$ maka (2.32) menjadi :

$$\rho_k = \frac{-\theta}{1 + \theta_1^2} \quad (2.33)$$

Dari (2.33) bila $k = 1$, maka diperoleh:

$$\rho_1 \theta_1^2 + \theta_1 + \rho_1 = 0 \quad (2.34)$$

Bila ρ_1 diganti oleh penaksirnya r_1 , akan diperoleh:

$$r_1 \theta_1^2 + \theta_1 + r_1 = 0 \quad (2.35)$$

Sedangkan untuk proses MA(2), (2.32) menjadi:

$$\rho_1 = \frac{-\theta(1 - \theta_2)}{1 + \theta_1^2 + \theta_2^2} \quad (2.36)$$

$$\rho_2 = \frac{-\theta_2}{1 + \theta_1^2 + \theta_2^2} \quad (2.37)$$

2.3.3 Autoregressive Moving Average (ARMA)

Model ini merupakan gabungan dari *Autoregressive* (AR) dan *Moving Average* (MA), yang merupakan prosedur yang praktis dan sederhana, sehingga dengan penggunaan gabungan kedua model itu maka autokorelasinya dapat dipertimbangkan baik nilai yang berturut-turut pada masa-masa sebelumnya dari variabel yang diramalkan maupun nilai yang berturut-turut dari kesalahan atas masing-masing periode yang lalu.

Model AR dan MA dapat digabungkan ke dalam persamaan yang sama.

Gabungan kedua model tersebut dinamakan ARMA (p,q).

Adapun persamaan umum ARMA adalah :

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} + e_t + \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (2.38)$$

Contoh :

1) Model ARMA(1,1)

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + e_t - \theta_1 e_{t-1} \quad (2.39)$$

2) Model ARMA(2,1)

Ini berarti terdapat kombinasi antar model AR (2) dan MA (1) :

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + e_t - \theta_1 e_{t-1}$$

3) model ARMA (2,2)

Ini juga berarti terdapat kombinasi antar model AR (2) dan MA (2) :

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2}$$

Pada model ARMA, syarat kestasionerannya mengikuti model AR (p) sedangkan model kekonvergenannya mengikuti model MA (q). Untuk

memperoleh taksiran awal model-model ARMA, maka (2.14) dan (2.25) harus dikombinasikan dan diambil nilai harapannya, sehingga diperoleh:

$$\begin{aligned} \gamma_k = & \phi_1 E(X_t X_{t-k}) + \dots + \phi_p E(X_{t-p} X_{t-k}) + E(e_t X_{t-k}) \\ & - \theta_1 E(e_{t-1} X_{t-k}) - \dots - \theta_q E(e_{t-q} X_{t-k}) \end{aligned} \quad (2.40)$$

Apabila $k > q$, maka $E(e_t X_{t-k}) = 0$, sehingga

$$\gamma_k = \phi_1 \gamma_{k-1} + \phi_2 \gamma_{k-2} + \dots + \phi_p \gamma_{k-p} \quad (2.41)$$

Apabila $k < q$, galat sebelumnya dan X_{t-k} akan berkorelasi, dan autokovarian akan dipengaruhi oleh bagian dari proses rata-rata bergerak, yang perlu diikutsertakan (Makridarkis, 1999:503).

Ragam dan autokovarian dari proses ARMA (1,1) diperoleh sebagai berikut :

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + e_t - \theta_1 e_{t-1} \quad (2.42)$$

Dengan mengalikan kedua sisi pada (2.42) oleh X_{t-k} , diperoleh :

$$X_{t-k} X_t = \phi_1 X_{t-k} X_{t-1} + X_{t-k} e_t - \theta_1 X_{t-k} e_{t-1} \quad (2.43)$$

Bila memasukkan nilai harapan pada (2.43) akan menghasilkan :

$$E(X_{t-k} X_t) = \phi_1 E(X_{t-k} X_{t-1}) + E(X_{t-k} e_t) - \theta_1 E(X_{t-k} e_{t-1}) \quad (2.44)$$

Apabila $k = 0$ maka:

$$\gamma_0 = \phi_1 \gamma_1 + E[(\phi_1 X_{t-1} + e_t - \theta_1 e_{t-1})e_t] - \theta_1 e[(\phi_1 X_{t-1} + e_t - \theta_1 e_{t-1})e_{t-1}] \quad (2.45)$$

Karena $X_t = \phi_1 X_{t-1} + e_t - \theta_1 e_{t-1}$

$$\gamma_0 = \phi_1 \gamma_1 + \sigma_e^2 - \theta_1 (\Phi_1 - \theta_1) \sigma_e^2$$

Sama halnya, apabila $k = 1$,

$$\gamma_1 = \phi_1 \gamma_0 - \theta_1 \sigma_e^2 \quad (2.46)$$

Pemecahan (2.45) dan (2.46) untuk γ_0 dan γ_1 menghasilkan :

$$\gamma_0 = \frac{1 + \theta_1^2 - 2\phi_1\theta_1}{1 - \phi_1^2} \quad (2.47)$$

$$\gamma_1 = \frac{(1 - \phi_1\theta_1)(\phi_1 - \theta)}{1 - \phi_1^2} \quad (2.48)$$

Hasil pembagian (2.47) dan (2.46) adalah :

$$\rho_1 = \frac{(1 - \phi_1\theta_1)(\phi_1\theta_1)}{1 + \theta_1^2 - 2\phi_1\theta_1} \quad (2.49)$$

Akhirnya, apabila $k = 2$, fungsi autokorelasi (2.15) menjadi :

$$\rho_2 = \phi_1\rho_1 \quad \text{atau} \quad \phi_1 = \frac{\rho_2}{\rho_1} \quad (2.50)$$

2.3.4 Model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA)

Pada kenyataannya, suatu model deret waktu tidak selalu bersifat stasioner, maka data tersebut dapat dibuat lebih mendekati atau bahkan bersifat stasioner dengan melakukan pembedaan (*differencing*) pada data aslinya. Misal data pembedaan pertama : $W_t = X_t - X_{t-1}$

Misal untuk model AR(1), yaitu $\phi(B)X_t = e_t$ dimana data belum stasioner, maka agar data tersebut stasioner, persamaan karakteristik $\phi(B) = 0$ harus dipenuhi.

Untuk itu model diuraikan menjadi :

$$\begin{aligned} \phi(B)W_t &= e_t \\ \phi(B)(1-B)^d X_t &= e_t \\ \phi(B)\nabla^d X_t &= e_t \end{aligned} \quad (2.51)$$

jika $\nabla^d X_t = W_t$, maka persamaan (2.51) merupakan model Autoregresive bagi W_t , dimana W_t merupakan hasil dari pembedaan orde ke-d dari deret X_t , sebaliknya X_t merupakan hasil dari integrasi dengan orde-p. Selanjutnya ∇^d disebut sebagai operator pembedaan atau orde pembedaan.

Model lain dari hasil integrasi ini adalah model IMA (d,q) dan model campuran ARIMA (p,d,q).

1. model IMA (d,q)

$$(1-B)^d X_t = \theta(B)e_t$$

$$\nabla^d X_t = \theta(B)e_t$$

$$\text{dimana } \theta(B) = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q)$$

2. model ARIMA (p,d,q)

$$\phi(B)(1-B)^d X_t = \theta(B)e_t$$

$$\phi(B)\nabla^d X_t = \theta(B)e_t$$

$$\text{dimana } \phi(B) = (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p)$$

$$\theta(B) = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q)$$

Karena model integrasi merupakan model yang stasioner bagi deret $W_t = (1-B)X_t$, maka karakteristik model ini mengikuti model stasioner pada model AR (p) dan MA (q).

2.3.5. Model *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) Musiman*

Metode ARIMA telah ditunjukkan pada bagaian sebelumnya, dengan rumus umum :

$$\phi(B)(1-B)^d X_t = \theta(B)e_t \quad (2.52)$$

Pada kenyataannya ada beberapa data yang memperlihatkan pola musiman seperti : jumlah pasien penderita demam berdarah (DBD/DHF), besarnya penjualan pakaian saat menjelang lebaran dan lain sebagainya. Ciri dari gerakan ini adalah gerakan yang mempunyai pola-pola tetap atau identik dari waktu ke waktu dengan jangka waktu tertentu, gerakan tersebut dapat terjadi karena adanya peristiwa-peristiwa tertentu. Sehingga model umum untuk ARIMA musiman adalah :

$$\Phi_p(B^s)(1-B^s)^D X_t = \Theta_Q(B^s)e_t \quad (2.53)$$

Dengan $\Phi_p(B^s)$ = parameter AR musiman orde ke- p

$\Theta_Q(B^s)$ = parameter MA musiman orde ke- p

$$\Phi_p(B^s) = 1 - \Phi_1 B^s - \Phi_2 B^{2s} - \dots - \Phi_p B^{ps}$$

$$\Theta_Q(B^s) = 1 - \Theta_1 B^s - \Theta_2 B^{2s} - \dots - \Theta_Q B^{Qs}$$

s = musiman

Andaikan (2.53) $p = 1$, $s = 12$, $D = 0$ dan $Q = 0$ maka

$$(1 - \Phi B^{12})X_t = e_t \quad (2.54)$$

Jika $\Phi = 0.9$, ACF dari $\{b_t\}$ sesuai $\rho_{j(12)} = (0,9)^j$.

Demikian pula jika $p = 0$, $s = 12$, $D = 0$ dan $Q = 1$

$$\text{Sehingga } X_t = (1 - \Theta B^{12})e_t \quad (2.55)$$

Kombinasi dari (2.52) dan (2.53) didapatkan model ARIMA musiman Box-Jenkins yaitu:

$$\Phi_p(B^s)\phi_p(B)(1-B)^d(1-B^s)^D \dot{X}_t = \theta_q(B)\Theta_Q(B^s)e_t \quad (2.56)$$

Dimana $\dot{X}_t = X_t - \mu$ jika $D = 0$

dan $\dot{X}_t = X_t$ untuk yang lain.

Sering kali $\phi_p(B)$ dan $\theta_q(B)$ dinyatakan sebagai bentuk dari AR dan MA sedangkan $\Phi_p(B^s)$ dan $\Theta_Q(B^s)$ masing-masing merupakan bentuk dari AR musiman dan MA musiman. Pada (2.56) sering kali dinotasikan dengan ARIMA $(p,d,q) \times (P,D,Q)$ dimana s berarti periode musiman.

2.4 Stasioner dan Non-Stasioner

2.4.1 Stasioner

Maddala dalam (Mudrajad, 2001:174) menjelaskan bahwa tujuan analisis data runtut waktu adalah mempelajari struktur temporal (dinamik) dari data. Bila data yang dianalisis hanya satu jenis data runtut waktu (*time series*), disebut analisis runtut waktu univariat, misalnya data penjualan obat antibiotik selama satu tahun. Sedangkan jika terdapat beberapa data dari periode yang sama dinamakan analisis data multivariat, seperti data bulanan dari hubungan tingkat kejahatan dengan banyak pengangguran.

Analisis runtut waktu, seperti model pendekatan Box-Jenkins mendasarkan analisis pada data runtut waktu yang stasioner, sedangkan arti dari stasioner adalah apabila suatu data runtut waktu memiliki rata-rata atau kecenderungan bergerak menuju rata-rata. Untuk data yang stasioner, bila digambar data tersebut maka akan sering melewati sumbu horizontal, dan autokorelasinya akan menurun dengan teratur untuk *lag* (selang waktu) yang cukup besar. Dalam prakteknya jarang diperlukan perbedaan sampai melebihi perbedaan kedua, karena data asli pada umumnya tidak stasioner dengan hanya satu atau dua tingkat (Makridarkis, 1999:418).

Sebaliknya bagi data yang tidak stasioner, varians menjadi semakin besar bila data jumlah runtut waktu diperluas, tidak sering melewati sumbu horizontal, dan autokorelasinya tidak cenderung menurun (Mudrajad, 2001:174).

Notasi yang sangat bermanfaat adalah operator langkah mundur (*Backward Shift*), B menurut Makridarkis (1999:452) yang penggunaannya adalah :

$$BX_t = X_{t-1} \quad (2.58)$$

Dengan kata lain, notasi B pada X_t , mempunyai pengaruh menggeser data satu periode ke belakang. Dua penerapan B untuk X_t akan menggeser data tersebut 2 periode ke belakang, sebagai berikut :

$$B(BX_t) = B^2 X_t = X_{t-2} \quad (2.59)$$

Untuk data bulanan, pada bulan yang sama pada tahun sebelumnya, maka digunakan B^{12} dan notasinya adalah $B^{12}x_t = X_{t-12}$.

Operator langkah mundur tersebut sangat tepat untuk menggambarkan proses pembedaan (*differencing*). Sebagai contoh, apabila suatu deret berkala tidak stasioner, maka data tersebut dapat dibuat lebih mendekati stasioner dengan melakukan pembedaan pertama dari deret data dan (2.60) memberi batasan mengenai apa yang dimaksud dengan pembedaan pertama.

Pembedaan pertama

$$X'_t = X_t - X_{t-1} \quad (2.60)$$

Dengan menggunakan operator langkah mundur, (2.60) dapat ditulis menjadi:

$$X'_t = X_t - BX_t = (1 - B)X_t \quad (2.61)$$

Dari (2.61) dapat dilihat bahwa pembedaan pertama dinyatakan oleh $(1 - B)X_t$.

Sama halnya apabila perbedaan orde ke-dua (perbedaan pertama dari perbedaan sebelumnya) harus dihitung maka:

$$\begin{aligned} X''_t &= X'_t - X'_{t-1} \quad (2.62) \\ &= (X_t - X_{t-1}) - (X_{t-1} - X_{t-2}) \\ &= X_t - 2X_{t-1} + X_{t-2} \\ &= (1 - 2B + B^2)X_t \\ &= (1 - B)^2 X_t \end{aligned}$$

Dari (2.61) dapat dilihat bahwa perbedaan orde kedua diberi notasi $(1 - B)^2 X_t$, dimana notasi tersebut tidak sama dengan perbedaan kedua yang dinotasikan dengan $1 - B^2$. Secara umum perbedaan orde ke- d untuk mencapai nilai yang stasioner maka dapat ditulis sebagai berikut :

$$\text{Pembedaan orde ke-}d = (1 - B)^d X_t \quad (2.63)$$

sebagai deret yang stasioner, dan model umum ARIMA (0,d,0) akan menjadi :

$$(1 - B)^d X_t = e_t \quad (2.64)$$

2.4.2 Uji Stasioneritas

Stasioneritas berarti bahwa tidak terdapat pertumbuhan atau penurunan pada data. Data secara kasarnya harus horizontal sepanjang sumbu waktu. Dengan kata lain, fluktuasi data berada pada sekitar suatu nilai rata-rata yang konstan, tidak tergantung pada waktu dan ragam dari fluktuasi tersebut.

Nilai-nilai autokorelasi dari data stasioner akan turun sampai nol sesudah *time lag* kedua dan ketiga, sedangkan untuk data yang tidak stasioner, nilai-nilai tersebut berbeda secara signifikan dari nol untuk beberapa periode waktu. Secara grafik, autokorelasi data yang tidak stasioner memperlihatkan suatu *trend* searah diagonal dari kanan ke kiri bersama dengan meningkatnya jumlah *time lag*.

Adanya suatu *trend* (linier atau tidak linier) dalam data berarti bahwa setiap nilai yang berturut-turut akan berkorelasi positif satu sama lainnya. Secara umum autokorelasi r_k untuk data yang tidak distasionerkan relatif lebih besar dan positif, sampai nilai k menjadi cukup besar, sehingga kesalahan random mulai mendominasi autokorelasi.

2.4.3 Menghilangkan Ketidakstasioneran

Untuk menghilangkan ketidakstasioneran sebelum pembuatan deret berkala perlu dilakukan pembedaan (*differencing*). Metode ini merupakan metode alternatif yang cocok untuk model-model ARIMA (Makridarkis, 1999:417).

Misalkan suatu deret angka sederhana 2,4,6...20 mengandung trend linier yang tidak bersifat acak. Dengan mengurangkan nilai-nilai yang berurutan, 4-2, 6-4,

...20-18, maka diperoleh deret angka 2,2...,2 yang stasioner. Jadi untuk mendapatkan kestasioneran dapat dibuat deret angka baru yang terdiri dari perbedaan angka antara periode yang berturut-turut seperti pada (2.60) deret baru X' akan mempunyai $n-1$ nilai dan akan stasioner apabila trend dari data awal X_t adalah linier (ordo pertama).

Apabila autokorelasi dari data yang dibedakan pertama tidak mendekati nol sesudah *lag* kedua atau ketiga, hal ini menunjukkan bahwa stasioneritas tidak dicapai dan oleh karena itu perbedaan pertama dari data yang telah dibedakan pertama dapat dilakukan seperti (2.61), X''_t dinyatakan sebagai deret perbedaan orde kedua (*second order differences*), dimana deret ini akan mempunyai $n - 2$ nilai.

Tabel 2.1 Contoh Deret Berkala Dengan Perbedaan Pertama Dan Kedua

(1) Periode t	(2) Deret Berkala X_t	(3) Perbedaan pertama $X' = X_t - X_{t-1}$	(3) Perbedaan kedua $X'' = X'_t - X'_{t-1}$
1	2,44	-	-
2	5,30	2,86	-
3	8,97	3,67	0,81
4	13,88	4,91	1,24
5	19,58	5,70	0,79
6	26,99	7,41	1,71
7	35,95	8,96	1,55

Pada kolom 3 Tabel 2.1 berisi perbedaan pertama, yang diperoleh dengan menggunakan (2.60) :

$$X'_2 = X_2 - X_1 = 5,30 - 2,44 = 2,86$$

$$X'_3 = X_3 - X_2 = 8,97 - 5,30 = 3,67$$

:

$$X'_7 = X_7 - X_6 = 8,96 - 7,41 = 8,96$$

Untuk X'_1 tidak mempunyai nilai, oleh karena itu deret perbedaan pertama hanya mempunyai n-1 nilai pengamatan.

Pembedaan kedua di tabel 2.1 (kolom 4) diperoleh dengan menggunakan

(2.62) :

$$X''_3 = X'_3 - X'_2 = 3,67 - 2,86 = 0$$

$$X''_4 = X'_4 - X'_3 = 4,91 - 3,67 = 1,24$$

⋮

$$X''_7 = X'_7 - X'_6 = 8,96 - 7,41 = 1,55$$

2.5 Autokorelasi

2.5.1 Koefisien Autokorelasi

Kunci statistik di dalam analisis deret berkala adalah koefisien autokorelasi (atau korelasi deret berkala itu sendiri dengan selisih waktu (*lag*) 0, 1 periode atau lebih) (Makridarkis, 1999:398). Misalkan variabel Y_t menyatakan banyaknya penderita penyakit tertentu untuk 8 periode waktu yang lalu, dan mempunyai nilai seperti yang terlihat dari kolom 2 Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Deret Berkala Dari Banyaknya Penderita Penyakit Kulit

(1) Periode t	(2) Variabel awal Y_t	(3) Var dg time lag 1 Y_{t-1}	(4) Var dg time lag 2 Y_{t-2}
1	13	-	-
2	8	13	-
3	15	8	13
4	4	15	8
5	4	4	15
6	12	4	4
7	11	12	4
8	7	11	12

Atas dasar data pada tabel 2.2, Y_t dapat digambarkan sebagai berikut :

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + e_t \quad (2.65)$$

(2.65) adalah model AR(2) atau ARIMA (2.0.0) yang menggambarkan Y_t sebagai suatu fungsi linier dari dua nilai sebelumnya. variabel-variabel Y_{t-1} dan Y_{t-2} secara mudah dapat dibuat dengan memindahkan nilai-nilai pada tabel tersebut masing-masing satu dan dua periode. Hasilnya berupa hilangnya satu nilai pada Y_{t-1} dan dua nilai untuk Y_{t-2} , Autokorelasi antara Y_t dengan Y_{t-1} dan antara Y_{t-1} dengan Y_{t-2} dapat dihitung tanpa kesulitan. Autokorelasi pertama akan menyatakan bagaimana nilai-nilai Y yang berurutan berkaitan satu sama lainnya, dan autokorelasi kedua menyatakan bagaimana hubungan antara masing-masing nilai X yang terpisah dua periode.

Koefisien korelasi sederhana dapat dicari dengan menggunakan persamaan dibawah ini :

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Y_t - \bar{Y})(Y_{t+k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2} \quad (2.66)$$

Dimana *time lag* 1, 2, 3, 4, ..., k

Y_t = Variabel awal

Y_{t+k} = Variabel dengan *time lag* 1, 2, 3, 4, ..., k

Data Y_t diasumsikan stasioner (baik nilai tengah maupun ragamnya). Jadi kedua nilai tengah \bar{Y} dan \bar{Y}_{t-1} dapat diasumsikan bernilai sama.

2.5.2 Sebaran Penarikan Contoh Autokorelasi

Koefisien Autokorelasi merupakan alat yang berharga untuk menyelidiki data empiris, akan tetapi teori statistik r_k sangat kompleks, juga di dalam beberapa kasus yang ada. Menurut Makridarkis (1999:401) untuk kasus khusus untuk himpunan data acak yang stasioner, penarikan contoh r_k sudah diketahui dan dapat digunakan secara praktis.

Terdapat dua cara untuk mendekati masalah ini, cara pertama adalah dengan mempelajari nilai r_k sekali setiap waktu dan mengembangkan rumus galat untuk memeriksa apakah r_k tertentu nyata berbeda dari nol, rumus sederhana yang dapat digunakan adalah :

$$Se_{r_k} = 1\sqrt{n} \quad (2.67)$$

Cara kedua adalah mempertimbangkan seluruh nilai r_k , kemudian membuat suatu pengujian untuk melihat apakah kelompok tersebut secara nyata berbeda dengan nol. Hal ini dapat menggunakan uji Box-Pierce untuk sekumpulan nilai-nilai r_k yang didasarkan pada nilai statistik Q, yaitu :

$$Q = n \sum_{k=1}^m r^2 k \quad (2.68)$$

dan Q menyebar mengikuti sebaran Chi-kuadrat dengan derajat bebas (m-p-q).

Secara teoritis seluruh koefisien autokorelasi untuk suatu deret bilangan acak harus nol, apabila ρ_k digunakan sebagai simbol untuk autokorelasi populasi, maka autokorelasi untuk sample yang berbeda akan mempunyai distribusi di sekitar ρ_k . Distribusi ini dapat ditetapkan dengan menggunakan teori statistik. Dengan demikian suatu deret data dapat disimpulkan bersifat acak apabila koefisien korelasi yang dihitung berada dalam selang $1,96 \pm \frac{1}{\sqrt{n}}$

2.6 Penyusunan Model Deret Berkala

Menurut Spyros Makridarkis (1999:389) penyusunan model deret berkala terdiri dari tiga tahap, yaitu : identifikasi model, pendugaan dan pengujian parameter serta penerapannya (meramalkan modelnya).

2.6.1 Identifikasi Model

Langkah awal dalam mengidentifikasi model adalah menentukan apakah data berkala yang akan digunakan bersifat stasioner atau tidak. Jika diketahui bahwa data tidak stasioner maka dilakukan penstasioneran terlebih dahulu dengan metode pembedaan (*differencing*). Stasioneritas terjadi pada sebuah data jika tidak terdapat peningkatan maupun penurunan pada data. Data tetap berada pada sumbu horizontal sepanjang waktu. Dengan kata lain, frekwensi data berada disekitar suatu nilai rata-rata yang konstan, tidak tergantung pada waktu.

Setelah langkah awal tersebut dipenuhi, yaitu telah memperoleh data yang stasioner, maka langkah selanjutnya adalah menentukan bentuk dari model yang akan digunakan dengan cara membandingkan koefisien autokorelasi dan

autokorelasi parsial dari data tersebut untuk dicoba dengan distribusi yang bersesuaian dengan model ARIMA musiman.

2.6.2 Pendugaan Parameter

Setelah berhasil menetapkan identifikasi model sementara, langkah selanjutnya adalah pendugaan parameter. Misalnya model ARIMA (1,1) telah dipilih, maka model matematika dan bentuk peramalannya adalah :

$$X_t = \phi_0 + \phi_1 X_{t-1} + e_t - \theta_1 e_{t-1} \quad \text{dan} \quad \hat{X}_t = \phi_0 + \phi_1 X_{t-1} - \theta_1 e_{t-1}$$

Dengan menggunakan persamaan peramalan, maka harus ditentukan nilai untuk ϕ_1 dan θ_1 . Dimana nilai ini dapat ditentukan dengan menggunakan Software Minitab, yaitu dengan meminimumkan jumlah kuadrat nilai sisa sebagai kriteria untuk memilih nilai yang optimal.

2.6.3 Pemeriksaan Diagnostik

Sebelum menggunakan model tersebut, perlu dilakukan pengujian terlebih dahulu untuk membuktikan apakah model tersebut layak untuk digunakan. Pengujian dapat dilakukan dengan menguji autokorelasi residual $\varepsilon_t = X_t - \hat{X}_t$, untuk meyakinkan bahwa residual tersebut secara *significant* berbeda nyata dari nol. Jika perbedaanya tidak *significant*, maka model tersebut tidak layak. Oleh karena itu harus mengulangi lagi langkah pertama dan kedua untuk menulis model alternatif.

2.7 Demam Berdarah

Menurut Soedarmo (1998:45) Demam Berdarah Dengue adalah penyakit penyesuaian diri seseorang terhadap iklim tropis. Penyakit ini merupakan penyakit umum, dimana kawasan yang beriklim tropis dan curah hujannya tinggi sangat cocok dalam perkembangbiakannya. Penyakit ini ditularkan oleh gigitan nyamuk *Aedes Aegypti* dan *albopictus* dari genus *flavivirus*, famili *flaviviridae*. Sesuai dengan patokan WHO tahun 1975 membagi derajat penyakit DHF menjadi empat yaitu :

Derajat I : demam disertai gejala tidak khas dan satu-satunya manifestasi perdarahan ialah uji tourniquet positif.

Derajat II : derajat I disertai perdarahan spontan dikulit atau diperdarahan lain.

Derajat III : ditemukannya kegagalan sirkulasi, yaitu nadi cepat dan lembut, tekanan nadi menurun (≤ 20 mmHg) atau lipotensi disertai kulit yang dingin, lembab, dan penderita menjadi gelisah.

Derajat IV : renjatan berat dengan nadi yang tidak dapat diraba dan tekanan darah yang tidak dapat diukur.

Sejak pertama kali ditemukan di Indonesia, jumlah kasus DBD menunjukkan kecenderungan meningkat baik dalam jumlah maupun luas wilayah yang terjangkit dan secara sporadis selalu terjadi kejadian luar biasa (KLB) setiap tahunnya. Merebaknya kembali kasus DBD ini menimbulkan reaksi dari berbagai kalangan. Departemen kesehatan telah mengupayakan berbagai strategi dalam mengatasi kasus ini. Pada awalnya strategi yang digunakan adalah melalui pengasapan (*fogging*) kemudian diperluas dengan menggunakan larvasida yang

ditaburkan ke tempat penampungan air yang sulit dibersihkan. Akan tetapi kedua metode tersebut belum memperlihatkan hasil yang maksimal.

2.7.1 Diagnosis Penderita Demam Berdarah

Patokan gejala klinik DBD/DHF menurut WHO (1975) untuk membuat diagnosis DHF ditetapkan sebagai berikut (Soedarmo, 1998:44) :

1. Demam tinggi dan mendadak serta terus-menerus selama 2-7 hari.
2. Manifestasi perdarahan, termasuk setidaknya *uji tourniquet* dan salah satu bentuk lain (*patekia, purpura, ekimosis, epistaksis, perdarahan gusi, hematemesis atau melena*).
3. Pembesaran hati.
4. Renjatan yang ditandai oleh nadi lemah, cepat disertai tekanan nadi menurun (menjadi 20 mmHg atau kurang) tekanan darah menurun (tekanan sistolik menurun sampai 80 mmHg atau kurang) disertai kulit yang teraba dingin dan lembab terutama pada ujung hidung, jari dan kaki, penderita menjadi gelisah, timbul *sianosis* di sekitar mulut.

2.7.2 Ciri-ciri Nyamuk Aedes Aegypti

Sebagai langkah antisipasi dalam kehidupan sehari-hari lebih baiknya senantiasa hati-hati dan mengenali bentuk dari nyamuk *Aedes aegypti*, adapun ciri-cirinya adalah :

1. Badan kecil, warna hitam dengan bintik-bintik putih.
2. Hidup di dalam dan di sekitar rumah.
3. Menggigit atau menghisap darah pada siang hari.

4. Senang hinggap pada pakaian yang bergantung dalam kamar.
5. Bersarang dan bertelur di genangan air jernih di dalam dan sekitar rumah bukan di got/comberan, di dalam rumah: bak mandi, tampayan, vas bunga, tempat minum burung dan lain-lain.

2.7.3 Epidemi

Dalam kamus ilmiah, epidemi adalah wabah, penyakit sampar. Dalam bahasa Yunani epidemi (*epi* = pada, *demos* = penduduk). Epidemi didefinisikan sebagai wabah penyakit yang menyerang penduduk atau masyarakat di kawasan tertentu. Tingkat epidemi dipengaruhi oleh jumlah populasi pada manusia, jumlah populasi nyamuk atau gigitan nyamuk *Aedes Aegypti*, dan pola hidup masyarakat.

Nothnagel (1905) dalam Soedarmo (2005) telah merinci epidemi dengue yang berjangkit sejak penyakit dilaporkan pertama kali di Batavia sampai dengan permulaan abad ke-20, sebagai berikut :

- 1779-1800 Penyakit dengue pertama kali dilaporkan di Batavia dan pada waktu bersamaan di Kairo dan Aleksandria. Pada tahun 1780 penyakit dengue dilaporkan di pantai Coromandel di daerah Arab Saudi dan Turki. Pada tahun 1780 suatu wabah dengue meletus di Philadelphia. Pada tahun 1784 meletus epidemi pertama di Eropa, yaitu di Caditz dan Sevilla. Epidemi kedua terjadi di Caditz pada tahun 1788. Pada akhir abad ke-18 dengue dilaporkan dari Grenada (kepulauan Antillen Kecil)
- 1813-1823 Epidemi di Lima (Peru).

- 1824-1828 Selama tahun 1824-1825, penyakit menyebar ke sebagian besar daerah tropis dan Subtropis. Pada tahun 1826-1828 dengue menyebar dan menimbulkan epidemi hebat di sebagian besar India barat, kepulauan Virginia, dan Kepulauan Antillen Besar dan Kecil (Havana 1826, St. Thomas 1827)
- 1830-1870 Penyakit dilaporkan timbul kembali sebagai epidemi di daerah tropis dan subtropis. Pada masa ini 2 hal menonjol, yaitu terdapatnya penyakit dengue untuk pertama kali di Amerika Selatan, yaitu di Rio DeJaneiro, dan di benua Eropa yang menderita dua kali serangan epidemi, yaitu pada tahun 1863 dan 1867. pelabuhan Cadiz di Spanyol Selatan merupakan pusat epidemi.
- 1871-1873 Wabah dengue hebat terjadi pada tahun 1871-1873, mula-mula di pantai Afrika Timur (Zanzibar), kemudian di pantai Arab (Aden, Jeddah, Mekah, Madinah, dan Tanyef), dan Port Said, kemudian disebar dengan perantara kapal pengangkut militer dari Aden ke Bombay, Kananur, dan Calcutta. Penyebaran meluas lagi ke negara-negara yang berbatasan dengan samudera India, yaitu Calcutta, Madras, Rangoon, Cina, Formosa, Jawa, Sulawesi, dan Sumatra. Epidemi penting terjadi di daerah pantai Persia, di pulau mauritius dan reunion di pantai timur Afrika, di Tripoli dan Senegambia. Pada tahun 1873 epidemi terjadi di bagian selatan Amerika Utara yang berbatasan dengan Teluk Meksiko, Louisiana, Alabama, dan sebagainya.

- 1876-1888 Pada tahun 1876 terjadi epidemi di Hongkong dan pada 1878 penyakit timbul di Ismailia, meluas ke Aleksandria, dan seterusnya ke dataran sungai Nil. Pada tahun 1880-1881 di beberapa kota pelabuhan di Laut Merah terutama Jeddah terjadi letupan epidemi; 1885-1886 di kepulauan Fiji, 1887 Gibraltar, 1888 Siprus, dan pada tahun bersamaan di Charlottesville (Virginia). Di Beirut, dalam periode 1861-1889, terjadi epidemi sebanyak tidak kurang dari 14 kali.
- 1889 Letupan pandemi influenza terjadi di Timur Tengah dan serangan pertama berjangkit di Damaskus dan Jerussalem. Namun, dengue tetap dilaporkan terjadinya terutama pada bulan november di beberapa tempat secara kontinyu bergantian dengan influenza. Pada tahun 1885 di kepulauan Fiji, epidemi influenza dan dengue terjadi dalam waktu berurutan, bahkan saling menutupi.
- 1890-1895 Beberapa wabah dilaporkan di St. Louis (1890) dan hongkong (1895)

2.7.4 Distribusi Kasus DHF Menurut Kelompok Umur.

Distribusi proporsi kasus DHF menurut kelompok umur di Jawa Timur tahun 1996-2000.

tahun	Kelompok umur					
	<1 th	1-4 th	5-9 th	10-14 th	15-44 th	>45 th
1996	2.21	18.42	38.25	24.40	15.60	1.11
1997	1.97	15.15	35.24	23.90	21.71	2.03
1998	2.93	14.98	30.53	21.68	27.25	2.63
1999	3.31	17.98	34.92	21.31	19.54	2.91
2000	1.97	12.32	27.65	20.77	33.65	3.64

Sumber: Dinas kesehatan propinsi Jawa Timur, 2001 (Soegeng S, 2004:4)

2.7.5 Upaya Pencegahan dan Pemberantasan Jentik Aedes Aegypti

Pemberantasan DHF seperti juga penyakit menular lainnya, didasarkan pada pemutusan rantai penularan. Dalam hal DHF, komponen penularan terdiri dari virus, *Aedes Aegypti*, dan manusia. Karena sampai saat ini belum terdapat vaksin yang efektif terhadap virus itu, maka pemberantasan ditujukan pada manusia dan terutama pada vektornya.

Kawasan Asia tenggara (baca: Indonesia) perkembangbiakan dan penyebaran DHF sangat tinggi. Hal ini disebabkan distribusi nyamuk sangat berkaitan dengan populasi penduduk. Semakin padat populasi penduduk pada suatu daerah, epidemiologi virus dengue mirip dengan virus saluran pernapasan, yaitu meluasnya infeksi secara cepat. Dengan demikian, di daerah yang populasi penduduknya padat dan distribusi nyamuknya sangat tinggi, potensi transmisi virus meningkat dan peluang terbentuknya endemi DHF pada daerah tersebut sangat tinggi. Hal ini juga dipengaruhi oleh jumlah gigitan nyamuk (*biting rate*), umur, dan kepadatan vektor.

Dengan demikian, diharapkan dapat dicegah epidemi DHF apabila dapat dibuat *natural declines in dengue transmission* secara artifisial. Prinsip yang tepat dalam pencegahan DHF (Dit.Jen.P3M., Dep.Kes.R.I., 1976) ialah sebagai berikut (Soedarmo, 2005:57) :

1. Memanfaatkan perubahan keadaan nyamuk akibat pengaruh alamiah dengan melaksanakan pemberantasan vektor pada saat sedikit terdapatnya kasus DHF/DBD.

2. Memutuskan lingkaran penularan dengan menahan kepadatan vektor pada tingkat sangat rendah untuk memberikan kesempatan penderita *viremi* sembuh secara spontan
3. Mengusahakan pemberantasan vektor di pusat daerah penyebaran, yaitu sekolah dan rumah sakit, termasuk daerah di sekitarnya.
4. Mengusahakan pemberantasan vektor di semua daerah berpotensi penularan tinggi

Pemberantasan DHF didasarkan atas pemutusan rantai penularan yang dapat dilaksanakan dengan cara sebagai berikut;

1. Perlindungan perorangan untuk mencegah gigitan *Aedes aegypti* yang dapat dilakukan dengan jalan meniadakan sarang nyamuk dalam rumah. Cara terbaik ialah pemasangan kasa penolak nyamuk. Cara lain yang dapat dilakukan ialah (a) menggunakan *mosquito repellent* dan insektisida dalam bentuk *spray* (raid, mortein, dsb.), (b) menuangkan air panas pada saat bak mandi berisi air sedikit, (c) memberikan cahaya matahari langsung lebih banyak. Penderita DHF yang dirawat di rumah sakit diberikan tempat tidur dengan kelambu.
2. Pemberantasan vektor jangka panjang

Cara yang harus dilakukan terus-menerus untuk meniadakan *Aedes aegypti* adalah membuang secara baik kaleng, botol, ban, dan semua yang mungkin dapat menjadi tempat nyamuk bersarang. Vas bunga satu minggu sekali ditukar airnya. Dinding bagian dalam bak mandi dan tempat penyimpanan air digosok secara teratur pada saat permukaan rendah untuk menyingkirkan telur

nyamuk. Sebelum mengisi kembali, tempat penyimpanan air sebaiknya dikosongkan terlebih dahulu untuk menyingkirkan larva.

3. Apabila dana dan sarana terbatas, usaha pemberantasan vektor dapat dibantu dengan menggunakan bahan kimia.

Beberapa cara lain yang dapat digunakan ialah;

1. Membunuh larva dengan butir-butir abate SG 1% pada tempat penyimpanan air dengan dosis 1 ppm (*part per-million*), yaitu 10 gram untuk 100 liter air. Cara ini sebaiknya diulangi dalam jangka waktu 2-3 bulan
2. Melakukan *fogging* dengan *melathion* atau *fenitrothinion* dengan dosis 438 gram/ha; dilakukan dalam rumah dan di sekitar rumah dengan menggunakan larutan 4% dalam solar atau minyak tanah. Dengan adanya wabah, usaha pemberantasan vektor jangka panjang perlu ditingkatkan, sedangkan *fogging* dilaksanakan sekurang-kurangnya 2 kali dengan jarak antara 10 hari di rumah penderita dan 100 meter sekelilingnya, rumah sakit tempat penderita dirawat dan sekitarnya, sekolah penderita dan sekitarnya dan akhirnya sekolah, rumah sakit lain dan pasar di dekatnya.

2.8 Hubungan Antara Al-Quran, Peramalan dan Penyakit

Statistik merupakan cabang matematika yang bekerja pada pengumpulan data, pengolahan data, analisis data, dan penarikan kesimpulan. Kegiatan utama dalam statistik adalah pengumpulan data, dalam hal ini Al-Quran membicarakannya dalam Surat Al-Qomar 52 :

وَكُلُّ شَيْءٍ فَعَلُوهُ فِي الزُّبُرِ



Artinya:

“Dan segala sesuatu yang telah mereka perbuat tercatat dalam buku-buku catatan”.

Peramalan adalah ketrampilan untuk menghitung atau menilai sesuatu dengan berpijak pada kejadian-kejadian sebelumnya, sebagai mana firman Allah dalam Surat Yusuf ayat 47-48, dimana di dalamnya tersirat makna bahwa Nabi Yusuf diperintah oleh Allah untuk merencanakan ekonomi pertanian untuk masa lima belas tahun, hal ini dilakukan untuk menghadapi terjadinya krisis pangan menyeluruh atau musim paceklik.

Al Quran adalah sumber dari segala macam ilmu, sehingga tidak hanya peramalan yang ada di dalamnya. Al Quran juga menyebutkan penyakit sebagai mana yang terkandung dalam Surat Shaad ayat 41:

وَعَذَابٍ مُّنتَصِبٍ الشَّيْطَانُ مَسْنِيَّ أَنِّي رَبَّهُ نَادَى إِذْ أَيُّوبَ عَبْدَنَا وَأَدَّكَرُ

Artinya:

Dan ingatlah akan hamba kami Ayyub ketika ia menyeru Tuhan-nya: "Sesungguhnya aku diganggu syaitan dengan kepayahan dan siksaan."

Ayat diatas menjelaskan bahwa Nabi Ayyub menderita penyakit kulit yang sangat parah (kusta) dalam kurun waktu yang lama, sehingga ia ditinggalkan oleh istri dan anak-anaknya akan tetapi karena kesabarannya maka Allah mengembalikan segala kebahagiaannya, yaitu berkumpulnya kembali istri dan anak-anaknya.

Salah satu contoh peramalan yang ada didalam Al-Quran adalah masalah perekonomian yang tersurat dalam surat Yusuf ayat 47- 48, akan tetapi karena Al-

Quran bersifat fleksibel maka peramalan juga dapat digunakan di berbagai bidang, seperti masalah kesehatan yaitu penyakit, peramalan penyakit yang dapat dilakukan adalah mengetahui jumlah dari penderita penyakit.

Peramalan yang dilakukan manusia adalah upaya untuk mencari pegangan dalam pengambilan suatu keputusan, akan tetapi hasil dari rencana manusia dapat berubah bergantung pada upaya-upaya yang mereka lakukan untuk menjadi yang lebih baik, sebagai mana firman Allah dalam surat Ar Ra'du ayat 11 :

بِأَنْفُسِهِمْ مَا يُغَيِّرُوا حَتَّىٰ بِقَوْمٍ مَا يُغَيِّرُ لَا إِلَهَ إِلَّا اللَّهُ

Artinya:

Allah tidak akan merubah nasib seseorang jika ia tidak berusaha mengubah nasibnya.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian

Dalam penelitian ini pendekatan yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif, yaitu suatu pendekatan penelitian yang menggunakan data berupa data numerik, menurut Kuontur (2004:104) penelitian kuantitatif adalah penelitian yang informasi dan datanya dikelola dengan statistik, dimana jenis penelitiannya adalah penelitian deskriptif, yaitu penelitian yang memberikan gambaran atau uraian atas suatu keadaan sejernih mungkin tanpa ada perlakuan terhadap obyek yang diteliti, dan metode yang digunakan penulis adalah metode studi kasus, yaitu pada RSUD Kabupaten Sidoarjo.

Adapun hal yang menjadi pusat perhatian peneliti pada kabupaten Sidoarjo adalah daerah Sidoarjo merupakan daerah rawa-rawa, jumlah penduduk yang cukup padat, serta adanya penyakit demam berdarah yang akhir-akhir ini meresahkan dan menghantui masyarakat Sidoarjo karena banyaknya korban jiwa akibat kaganasan gigitan nyamuk *Aedes Aegypti* ini.

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai tanggal 01 Maret sampai dengan 31 Maret 2008, di RSUD kabupaten Sidoarjo, Jalan Mojopahit No. 667 Sidoarjo kode pos 61215 .

3.3 Identifikasi Variabel

Variabel dalam penelitian ini diartikan sebagai sesuatu yang akan menjadi objek pengamatan penelitian, adapun variabel dalam penelitian ini adalah data banyaknya penderita demam berdarah setiap bulan selama sepuluh tahun dua bulan terhitung dari Januari 1998 - Februari 2008.

3.4 Jenis dan Sumber Data

Berdasarkan sumber data yang digunakan adalah data sekunder, berupa data yang sudah dikumpulkan oleh pihak RSUD kabupaten Sidoarjo. Adapun jenis datanya adalah data runtut waktu (*Time Series*) karena secara kronologis data tersebut disusun berdasarkan waktu yang digunakan untuk melihat pengaruh perubahan dalam rentan waktu tertentu.

3.5 Prosedur Pengumpulan Data

Prosedur pengumpulan data yang digunakan untuk mendukung model analisis dilakukan dengan cara mengambil data sekunder, yaitu dengan mencatat data-data penderita demam berdarah perbulan yang telah dikumpulkan pihak RSUD kabupaten Sidoarjo.

3.6 Teknis Analisis Data

Setelah data yang diperlukan terkumpul, maka langkah selanjutnya adalah menganalisis data tersebut. Untuk memudahkan proses analisis data maka peneliti menggunakan bantuan *software Minitab Release 14*. Adapun rancangan analisis yang dilakukan adalah :

- Membuat plot data yang ada secara grafis.
- Melakukan pengujian kestasioneran, apabila diketahui bahwa data tidak stasioner dalam mean maka perlu distasionerkan dengan cara pembedaan (*differencing*) sedangkan apabila data tidak stasioner dalam varian maka dilakukan *transformasi* data, jika data sudah stasioner maka dicari nilai ACF dan PACF dan merumuskan model umum.
- Mencari parameter model dan menetapkan model sementara.
- Menguji apakah parameter tersebut *significant* dan layak untuk dijadikan model (dengan melakukan validasi model dengan menggunakan data real), jika tidak layak perlu dilakukan uji kesesuaian model dengan mencari alternatif model lain.
- Menetapkan model terbaik untuk peramalan.

Setelah model yang tepat telah ditemukan maka peramalan untuk satu periode atau beberapa periode yang akan datang dapat ditentukan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Plot Data DBD/DHF

Penyakit Demam Berdarah atau yang lebih populer disebut dengan DHF merupakan salah satu penyakit yang menakutkan karena banyak menimbulkan korban jiwa. Pasien demam berdarah berasal dari berbagai golongan, baik kelas atas, menengah, maupun menengah ke bawah, serta tidak mengenal usia, baik lansia, dewasa maupun anak-anak dan tidak menutup kemungkinan adalah balita. Dalam setiap bulannya terdapat pasien yang dirujuk ke rumah sakit untuk menjalani perawatan yang lebih intensif. Berdasarkan data jumlah penderita DBD/DHF yang diperoleh penulis dari RSUD Sidoarjo bagian Rekam Medis selama sepuluh tahun terakhir adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Laporan Data DHF (Dengue Haemorrhagic Fever) RSUD Kabupaten Sidoarjo Tahun 1998 - 2008.

no	th	jan	feb	mart	aprl	Mei	jun	jul	agt	sep	okt	nop	des
1	1998	93	97	115	165	251	78	42	29	25	16	9	24
2	1999	14	19	20	21	28	27	11	12	8	11	26	27
3	2000	14	25	50	42	63	62	37	40	40	48	42	52
4	2001	100	99	145	179	220	124	78	40	31	37	58	61
5	2002	57	83	70	66	107	78	48	25	33	38	43	38
6	2003	50	66	38	57	47	37	25	11	15	20	6	30
7	2004	47	55	178	42	41	12	12	7	6	4	5	8
8	2005	8	37	81	68	37	20	50	89	132	90	123	189
9	2006	252	210	169	236	190	187	102	54	39	27	19	41
10	2007	81	94	113	100	183	157	114	66	38	41	42	62
11	2008	67	116	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sumber: Data Rekam Medis RSUD Kabupaten Sidoarjo tahun 2008.

Dari Tabel 4.1 di atas diperoleh deskriptif statistiknya sebagai berikut:

Tabel 4.2 Deskriptif Statistik Jumlah Kasus DHF

Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Min	Max	Q1	Median
	148								

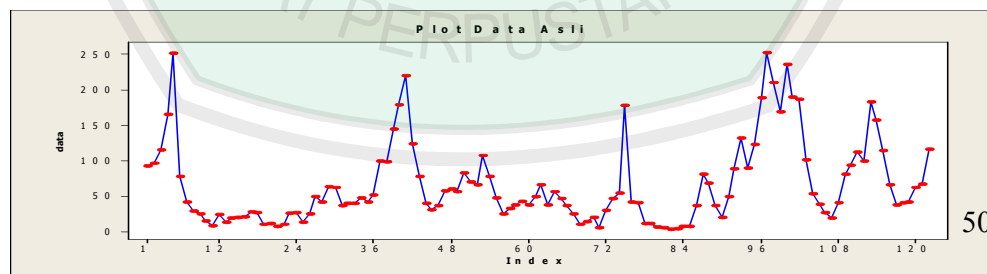
jumlah kasus DHF	122	0	66.26	5.24	57.84	4	252	25.75	45
------------------	-----	---	-------	------	-------	---	-----	-------	----

Sumber: Data diolah tahun 2008

Tabel 4.2 di atas menunjukkan bahwa nilai rata-rata jumlah penderita DHF selama 122 bulan terakhir (Januari 1998 - Februari 2008) adalah 66,26. hal ini berarti bahwa rata-rata setiap bulan RSUD Sidoarjo menerima 66 pasien penderita DBD/DHF.

Jumlah pasien terendah dalam setiap bulan selama kurun waktu sepuluh tahun adalah 4 orang, yaitu yang terjadi pada bulan Oktober tahun 2004, sedangkan jumlah pasien tertingginya mencapai 252 kasus yaitu pada bulan Januari tahun 2006, hal ini terjadi karena pada bulan tersebut terjadi musim penghujan dengan intensitas yang tinggi. Dan pada tahun 2006 ini terjadi jumlah penderita DHF mengalami peningkatan yang cukup *significant* seperti kejadian yang terjadi lima tahun yang lalu yaitu di tahun 2001.

Langkah awal dalam analisis data deret berkala adalah membuat plot data secara grafis, pada Tabel 4.1 tentang laporan data bulanan penderita DBD/DHF selama 10 tahun terakhir dapat digambar grafiknya sebagai berikut :



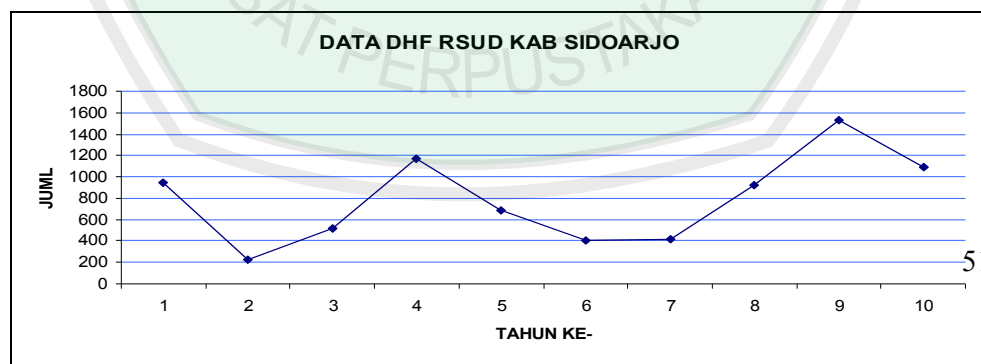
Gambar 4.1 Grafik Jumlah Penderita DHF (Januari 1998 - Februari 2008)

Dari Gambar 4.1 di atas nampak bahwa grafik tidak stasioner, karena terdapat pertumbuhan atau penurunan data, dimana data tidak stabil pada nilai

tengah, dengan kata lain fluktuasi data tidak berada di sekitar nilai rata-rata yang konstan. Untuk itu perlu dilakukan *differencing* pada data sampai data tersebut stasioner, setelah dicapai data yang stasioner, baru dilakukan uji stasioneritas.

Plot data DBD/DHF mengalami peningkatan dan penurunan pada bulan-bulan tertentu. hal ini menunjukkan adanya faktor musiman. Peningkatan yang signifikan tampak pada bulan pertama sampai dengan bulan kelima (Januari 2008 sampai Mei tahun 1998) hal ini terulang kembali pada bulan ke-36 sampai dengan bulan ke-41 yaitu pada bulan Desember tahun 2000 sampai bulan Mei tahun 2001. Peningkatan jumlah penderita DHF tersebut tidak lepas dari faktor alam, yaitu musim penghujan dengan intensitas tinggi sehingga di beberapa daerah mengalami bencana banjir dan didukung oleh letak geografis kabupaten Sidoarjo yang merupakan daerah dataran rendah dengan jumlah penduduk yang cukup padat.

Untuk menunjukkan adanya pola jumlah penderita DBD/DHF pada setiap tahunnya maka dari tabel 4.1 dapat dibuat grafiknya sebagai berikut :



Gambar 4.2 Grafik data pada tahun 1998 sampai 2007

Pada Gambar 4.2 nampak bahwa setiap lima tahun sekali terjadi peningkatan jumlah penderita DBD/DHF yang signifikan, kejadian ini terjadi

pada tahun 2001 dan 2006, dimana pada tahun 2006 ini kasus DBD/DHF di Sidoarjo dinyatakan sebagai KLB (kejadian luar biasa).

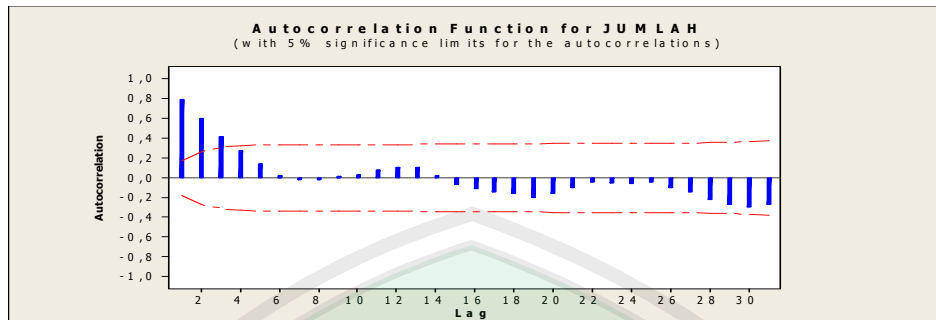
4.2 Uji Stasioner Model

Untuk mengidentifikasi suatu model ARIMA pada data DBD/DHF adalah menghitung koefisien Autokorelasi dan Autokorelasi Parsial dari data asli. Plot Autokorelasi dari data asli yang disajikan dalam Gambar 4.4 menunjukkan bahwa data belum stasioner, karena masih terlihat adanya trend searah diagonal dari kanan ke kiri bersama dengan meningkatnya jumlah *time lag* pada data dan nilai autokorelasinya tidak turun mendekati nol dengan cepat, selain itu nilai-nilai Autokorelasinya secara signifikan berbeda dari nol untuk beberapa periode waktu. Hal ini nampak pada ACF data asli yang disajikan dalam Tabel 4.3 sebagai berikut :

Tabel 4.3 ACF jumlah kasus DBD/DHF

Lag	ACF	T	LBQ				
1	0.790974	8.74	78.22	17	-0.141062	-0.82	168.41
2	0.600605	4.42	123.70	18	-0.159115	-0.92	172.09
3	0.417359	2.67	145.84	19	-0.196295	-1.13	177.75
4	0.278449	1.69	155.78	20	-0.160050	-0.91	181.55
5	0.141916	0.84	158.38	21	-0.104181	-0.59	183.17
6	0.026080	0.15	158.47	22	-0.041904	-0.24	183.44
7	-0.019792	-0.12	158.52	23	-0.054786	-0.31	183.90
8	-0.021581	-0.13	158.59	24	-0.060013	-0.34	184.46
9	0.018110	0.11	158.63	25	-0.039867	-0.22	184.70
10	0.033224	0.20	158.78	26	-0.101793	-0.57	186.34
11	0.083634	0.49	159.73	27	-0.145159	-0.81	189.69
12	0.111380	0.65	161.44	28	-0.221708	-1.23	197.60
13	0.111870	0.65	163.18	29	-0.268333	-1.47	209.31
14	0.025579	0.15	163.27	30	-0.292814	-1.58	223.41
15	-0.066897	-0.39	163.90	31	-0.270071	-1.43	235.54
16	-0.107238	-0.62	165.54				

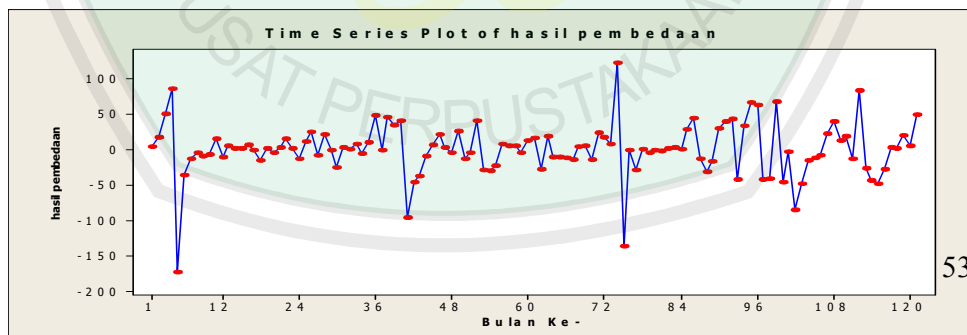
Dari Tabel 4.3 di atas dapat diperoleh plot ACF dengan banyaknya *lag* adalah sebagai berikut :



Gambar 4.3 plot Autokorelasi Dari Data Asli

Dari Gambar 4.3 di atas dapat dilihat bahwa pada *lag* 1, 2, dan 3 nilai ACF tidak mendekati nol dan secara nyata nilai ACFnya berada diluar selang r_k yang berarti bahwa data untuk kasus DBD/DHF adalah tidak stasioner.

Untuk mencapai data yang stasioner perlu dilakukan pembedaan (*differencing*) dari data asli yaitu dengan mengurangi data sekarang dengan data satu periode sebelumnya, dan jumlah datanya adalah $n - 1$ yang berarti bahwa untuk pembedaan pertama ini jumlah datanya menjadi 121, adapun data setelah pembedaan pertama akan disajikan pada Gambar 4.4 berikut :



Gambar 4.4 Plot Data Setelah Dilakukan Pembedaan Pertama

Dari Gambar 4.4 di atas dapat dilihat bahwa pola data sudah stasioner kecuali pada titik tertentu, jika data setelah pembedaan pertama diperoleh, maka

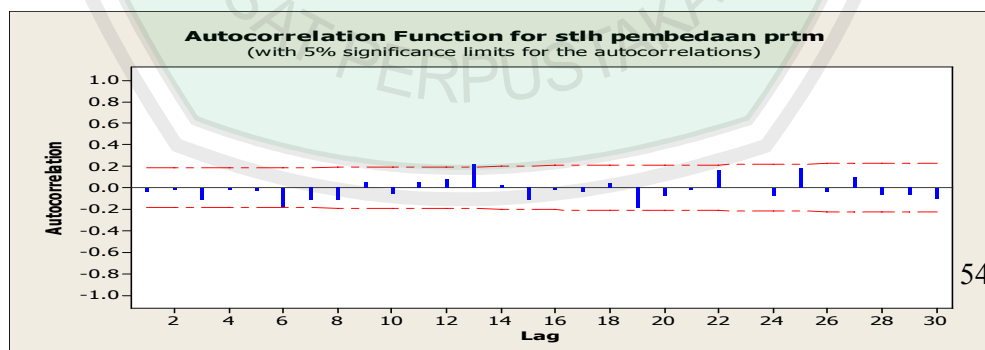
nilai ACF untuk data yang diperoleh setelah pembedaan pertama disajikan dalam

Tabel 4.4

Tabel 4.4 Tabel ACF Setelah Dilakukan Pembedaan Pertama.

Lag	ACF	T	LBQ				
1	-0.031421	-0.35	0.12	17	-0.041903	-0.41	19.98
2	-0.018705	-0.21	0.17	18	0.044663	0.43	20.27
3	-0.110014	-1.21	1.69	19	-0.193659	-1.87	25.74
4	-0.019104	-0.21	1.74	20	-0.072869	-0.68	26.52
5	-0.021660	-0.24	1.80	21	-0.017217	-0.16	26.56
6	-0.173195	-1.88	5.68	22	0.166802	1.56	30.75
7	-0.119859	-1.26	7.56	23	0.001079	0.01	30.75
8	-0.113517	-1.18	9.25	24	-0.072281	-0.66	31.55
9	0.053388	0.55	9.63	25	0.185481	1.69	36.88
10	-0.060173	-0.62	10.12	26	-0.030572	-0.27	37.03
11	0.048845	0.50	10.44	27	0.101859	0.91	38.67
12	0.073655	0.75	11.18	28	-0.066487	-0.59	39.38
13	0.214592	2.18	17.53	29	-0.066495	-0.59	40.09
14	0.026875	0.26	17.63	30	-0.098296	-0.86	41.68
15	-0.120682	-1.18	19.67				
16	-0.019412	-0.19	19.73				

Dari Tabel 4.4 di atas memperlihatkan bahwa untuk lag 1 sampai lag 30 nilai ACF-nya mendekati nol dan berada pada selang r_k untuk membuktikan hal ini maka dari Tabel 4.4 akan dibuat plot ACF setelah pembedaan pertama seperti Gambar 4.5 sebagai berikut :



Gambar 4.5 Plot ACF Setelah Pembedaan Pertama

Dari Gambar 4.5 diatas tampak bahwa nilai ACF berada pada sumbu horizontal sepanjang waktu seiring bertambahnya lag serta nilai autokorelasinya

turun sampai nol sesudah *time lag* ke-1. Berarti bahwa data telah mencapai stasioner dan orde $d = 1$ untuk *differencing* karena hanya mengalami satu kali pembedaan. Untuk menetapkan nilai r_k berasal dari populasi nilai ACF dapat dilakukan pengujian dengan selang kepercayaan 95% sebagai berikut :

$$n = 122$$

$$s_e r_k = \frac{1}{\sqrt{122}} = 0,091$$

$$-Z^{\frac{\alpha}{2}} (s_e r_k) \leq r_k \leq Z^{\frac{\alpha}{2}} (s_e r_k)$$

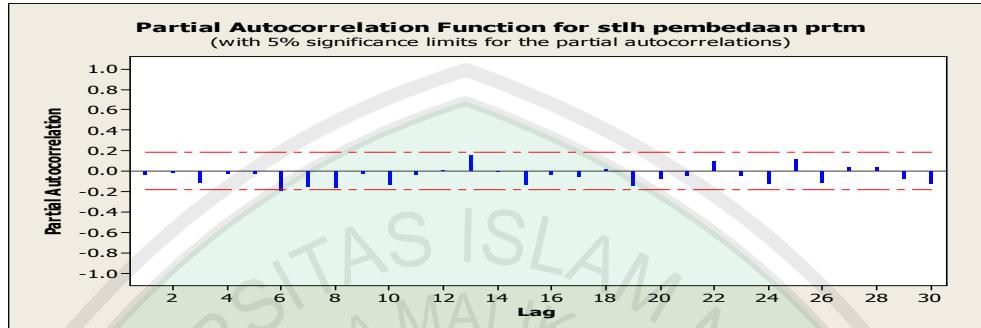
$$-1,96(0,091) \leq r_k \leq +1,96(0,091)$$

$$-0,18745 \leq r_k \leq 0,18745$$

Sebelum dilakukan pembedaan pertama pada gambar 4.4 batas nyata r_1 sampai r_{30} untuk data DHF berada diluar selang r_k yaitu untuk $r_1, r_2,$ dan r_3 . Akan tetapi setelah dilakukan pembedaan pertama dipenuhi nilai r_k dengan batas $-0,18745 \leq r_k \leq 0,18745$ yang berarti bahwa 95% dari seluruh koefisien korelasi bernilai nol yang berarti data sudah bersifat acak, kecuali pada *lag* 13 dan 19 karena pada *lag* ini, nilai ACFnya berada diluar selang koefisien korelasi (r_k), akan tetapi tidak signifikan. Bila melihat data yang ada pada bulan Mei ke bulan Juni, jumlah penderita mengalami penurunan yang sangat tajam mencapai 133 pasien. Untuk *lag* ke 19 juga terjadi penurunan jumlah penderita sampai 126 pasien yaitu dari bulan Maret 2004 ke bulan April 2004.

Langkah identifikasi selanjutnya setelah memperoleh keyakinan data bersifat stasioner adalah mencari model sementara, untuk itu perlu dibuat plot

Autokorelasi parsial (PACF) untuk data yang telah stasioner seperti yang tampak pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Plot Autokorelasi Parsial (PACF) Setelah Pembedaan Pertama

Dua model yang diusulkan dari pengujian pengujian koefisien autokorelasi dan autokorelasi parsial, yaitu MA(1) dan AR(1) karena dari kedua koefisien nampak sempurna menurun menuju nol pada lag kedua. Berdasarkan (2.54) maka model yang sesuai untuk meramalkan tingkat penderita DHF adalah ARIMA musiman dengan $p = 1, d = 1, q = 1, P = 1, D = 1, Q = 1$ dan nilai $s = 24$, atau ARIMA (1.1.1) x (1.1.1)₂₄ dengan bentuk :

$$\Phi_p(B^s)\phi_p(B)(1-B)^d(1-B^s)^D \dot{X}_t = \theta_q(B)\Theta_Q(B^s)e_t$$

$$\Phi_1(B^{24})\phi_1(B)(1-B)^1(1-B^{24})^1 \dot{X}_t = \theta_1(B)\Theta_1(B^{24})e_t$$

$$[1 - B(1 + \phi_1) + \phi_1 B^2][1 - B^{24}(1 + \Phi) + \Phi B^{48}] \dot{X}_t = [e_t - \theta_1 e_{t-1}][1 - \Theta B^{24}]$$

$$X_t = (1 + \phi_1)X_{t-1} - \phi_1 X_{t-2} + (1 + \Phi)X_{t-24} - \Phi X_{t-48} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - (\Theta(1 + \theta))e_{t-24} \quad 56$$

4.3 Pendugaan Parameter

Setelah menetapkan model sementara, langkah selanjutnya adalah mencari parameter-parameter yang berhubungan dengan model. Adapun hasil dari pendugaan parameter dapat dilihat dari Tabel 4.5

Tabel 4.5 Pendugaan parameter ARIMA (1.1.1) x (1.1.1)₂₄

Final Estimates of Parameters					
Type		Coef	SE Coef	T	P
AR	1	0.7362	0.0674	10.92	0.000
SAR	24	-0.6810	0.1111	-6.13	0.000
MA	1	0.9748	0.0047	206.71	0.000
SMA	24	0.7183	0.1242	5.78	0.000

Dari tabel Tabel 4.5 di atas, parameter untuk AR(1) diperkirakan sebesar 0,7362, dengan AR (1) musiman sebesar -0,681, sedangkan parameter untuk MA(1) sebesar 0,9748 dengan MA(1) musiman sebesar 0,7183, dengan berpijak pada hal ini maka model peramalan untuk jumlah penderita demam berdarah yaitu:

$$X_t = (1 + \phi_1)X_{t-1} - \phi X_{t-2} + (1 + \Phi)X_{t-24} - \Phi X_{t-48} + e_t - \theta e_{t-1} - \Theta e_{t-24} + \theta\Theta e_{t-24}$$

$$X_t = (1,7362)X_{t-1} - (0,7362)X_{t-2} + (0,319)X_{t-24} + 0,681X_{t-48} - 0,9748e_{t-1} - 0,7183e_{t-24} - 0,68e_{t-24} + e_t$$

4.4 Pengujian Model

Sebelum model tersebut digunakan untuk meramal, perlu dilakukan pengujian kelayakan parameter dari model tersebut. Dari model AR(1) dan MA(1) dan konstanta telah signifikan pada taraf kepercayaan 0,05, karena pada musiman

24 dengan melewati musim 12 nilai p value adalah 0,02 sehingga semua parameter tersebut layak digunakan sebagai model peramalan.

Setelah parameter tersebut diuji, perlu kiranya dilakukan pemeriksaan diagnostik, yaitu dengan mempelajari nilai sisanya seperti Tabel 4.6 berikut:

Tabel 4.6 Nilai Sisa Dari Data Jumlah Penderita DHF

	Modified Box-Pierce	(Ljung-Box)	Chi-Square	statistic
Lag	12	24	36	48
Chi-Square	11.7	25.3	35.0	63.5
DF	7	19	31	43
P-Value	0.02	0.150	0.283	0.022
χ^2	14.07	30.1	43.8	67.5

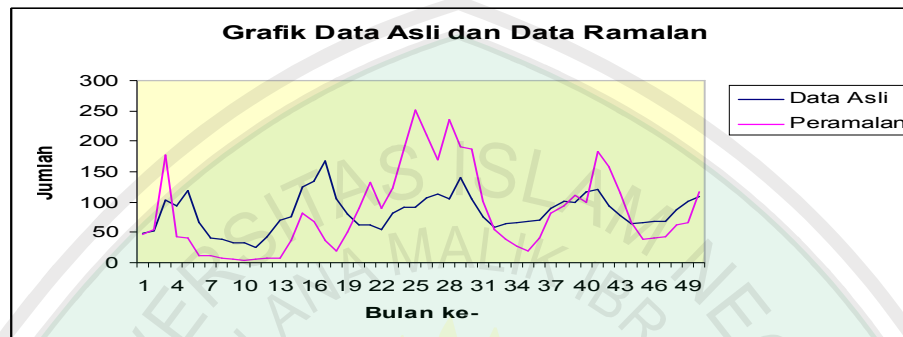
Dari Tabel 4.6 diatas, diketahui nilai Chi-Square lebih kecil dari χ^2 tabel untuk derajat bebas pada taraf kepercayaan 0,05. Dengan demikian model dianggap telah sesuai. Untuk lebih meyakinkan bahwa model tersebut sesuai maka perlu dilakukan validasi model dengan data yang sudah ada, seperti yang pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Validasi Model Untuk Periode November 2008 – Februari 2008

Forecasts from period 118				
95 Percent Limits				
Period	Forecast	Lower	Upper	Actual
119	41.345	-20.520	103.209	42.000
120	42.008	-35.745	119.762	62.000
121	31.156	-54.625	116.936	67.000
122	65.030	-25.276	155.336	116.000

Tabel 4.7 diatas menjelaskan bahwa hasil ramalan untuk bulan November adalah 41 pasien sedangkan data riilnya 42 pasien, dan untuk bulan Desember sebesar 42 pasien dengan data riil sebesar 62 pasien. Untuk lebih meyakinkan

bahwa model yang diajukan sesuai maka pada Gambar 4.7 akan ditunjukkan plot data ramalan bersama dengan plot data asli mulai bulan ke-73 (Januari tahun 2004-Februari 2008).



Gambar 4.7 Perbandingan Plot Data Asli Dengan Data Ramalan

Berdasarkan model yang telah diajukan, maka dapat diartikan bahwa peramalan jumlah penderita DHF/DBD di kabupaten Sidoarjo bergantung pada 1,7362 kali data satu periode sebelumnya, dikurangi 0,7362 kali dua periode sebelumnya ditambah 0,319 kali dua puluh empat periode sebelumnya ditambah 0,681 kali empat puluh delapan periode sebelumnya, dikurangi 0,9748 residual periode sebelumnya dikurangi 0,7183 kali residual dua puluh empat periode sebelumnya, dikurangi 0,68 kali residual dua puluh empat periode sebelumnya.

Jika data dua puluh empat periode sebelumnya yaitu sebesar 169 dan data empat puluh delapan periode sebelumnya sebesar 178 dengan residual dua puluh empat periode sebelumnya adalah 62,54 maka jumlah penderita DBD/DHF untuk bulan Maret 2008 (periode 123) adalah :

$$X_{123} = (1,7362)X_{t-1} - (0,7362)X_{t-2} + (0,319)X_{t-24} + 0,681X_{t-48} - 0,9748e_{t-1} - 0,7183e_{t-24} - 0,68e_{t-24}$$

$$X_{123} = (1,7362)116 - (0,7362)67 + (0,319)169 + (0,681)178 - (0,9748)50,97 -$$

$$(1.399)62,54$$

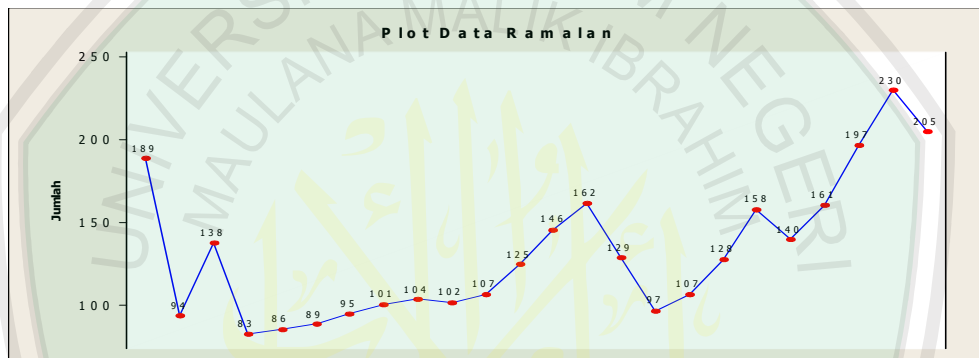
$$X_{123} = 189,991$$

Untuk bulan-bulan berikutnya juga dapat dihitung seperti model ramalan pada bulan Maret di atas. Tabel 4.8 berikut adalah hasil perhitungan ramalan sampai bulan Februari 2010.

Tabel 4.8 Hasil Ramalan Penderita DBD/DHF Untuk Bulan Maret 2008 – Februari 2010

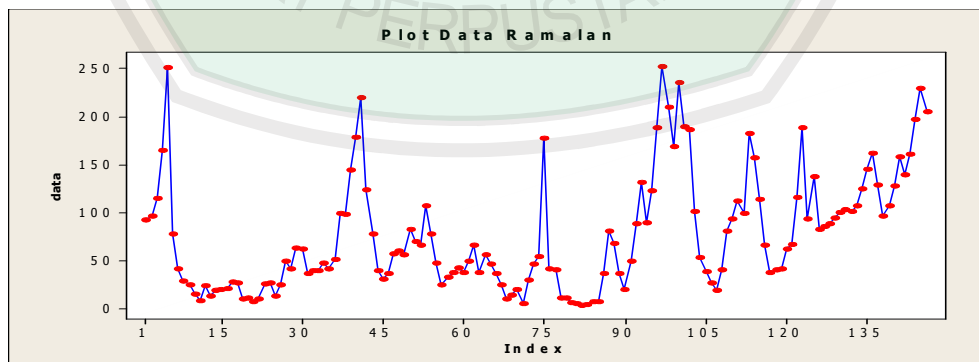
Forecasts from period 122				
Period	Forecast	95 Percent Limits		Actual
		Lower	Upper	
123	189.271	127.407	251.135	
124	94.027	16.274	171.781	
125	138.804	53.023	224.584	
126	83.964	-6.342	174.270	
127	86.494	-6.533	179.522	
128	89.590	-5.163	184.344	
129	95.889	-0.014	191.793	
130	101.714	5.004	198.423	
131	104.123	6.821	201.426	
132	102.561	4.800	200.321	
133	107.329	9.198	205.459	
134	125.016	26.573	223.458	
135	146.877	48.163	245.591	
136	162.506	63.548	261.464	
137	129.872	30.690	229.054	
138	97.790	-1.602	197.183	
139	107.747	8.154	207.340	
140	128.327	28.541	228.113	
141	158.625	58.652	258.599	
142	140.594	40.437	240.752	
143	161.219	60.880	261.557	
144	197.566	97.049	298.083	
145	230.033	129.340	330.727	
146	205.880	105.011	306.750	

Dari perhitungan ramalan berdasarkan tabel 4.7 diperoleh jumlah ramalan untuk periode dua tahun berikutnya, terhitung mulai bulan Maret tahun 2008 – Februari tahun 2010 adalah 189, 94, 139, 83, 86, 89, 95, 101, 104, 102, 107, 125, 146, 162, 129, 97, 107, 128, 158, 140, 161, 197, 230, 205 penderita DHF/DBD, jika ramalan tersebut diplot secara grafik maka akan tampak seperti Gambar 4.8 sebagai berikut :



Gambar 4.8 Plot Data Ramalan

Apabila data asli diplot bersama dengan data ramalan jumlah penderita DHF/DBD terlihat seperti gambar dibawah ini :



Gambar 4.9 Plot Data Jumlah Penderita DBD/DHF Setelah ramalan

Grafik diatas menjelaskan bahwa jumlah penderita DBD/DHF di kabupaten Sidoarjo untuk bulan berikutnya mengalami peningkatan yang tidak begitu signifikan, kejadian ini dipengaruhi oleh cuaca yang tak menentu serta bertambahnya jumlah pengungsi yang ada di pasar baru Porong. Akan tetapi setelah bulan Maret dengan perlahan jumlah penderita DBD/DHF di kabupaten Sidoarjo mengalami penurunan jika dibandingkan bulan sebelumnya, hal ini terjadi karena adanya beberapa faktor yaitu : datangnya musim kemarau dan semakin meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga kebersihan serta pelayanan kesehatan masyarakat yang semakin menyeluruh.

Peningkatan jumlah penderita Demam Berdarah terulang lagi pada bulan Oktober 1998 – April 2009, keadaan ini terjadi akibat datangnya musim penghujan. Jumlah penderita Demam Berdarah untuk tahun 2009 mengalami penurunan mulai bulan Mei – Agustus, dan setelah itu mengalami peningkatan lagi, puncak jumlah penderita penyakit ini selama kurun waktu 2 tahun yang akan datang terjadi pada bulan Januari tahun 2010 sebesar 230 penderita.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengumpulan data dan analisa data penelitian maka hal pertama yang harus dilakukan dalam peramalan adalah: 1) membuat plot data, 2) melakukan pengujian kestasioneran dengan mencari nilai ACF dan PACF, 3) mencari parameter model dan menetapkan model sementara, 4) menguji validasi model dengan menggunakan data riil. Berdasarkan hal ini, maka diketahui bahwa model yang tepat untuk meramalkan jumlah penderita demam berdarah di kota Sidoarjo adalah model ARIMA musiman $(1,1,1) \times (1,1,1)$, dengan musiman 24 dan parameter AR (1) diperkirakan sebesar 0,7362, dengan AR (1) musiman sebesar -0,681, sedangkan parameter untuk MA (1) sebesar 0,9748 dengan MA (1) musiman sebesar 0,7183. Sehingga persamaan untuk jumlah penderita DBD di kabupaten Sidoarjo adalah :

$$X_t = (1,7362)X_{t-1} - (0,7362)X_{t-2} + (0,319)X_{t-24} + 0,681X_{t-48} - 0,9748e_{t-1} - (1,339)e_{t-24}.$$

Jumlah ramalan untuk periode dua tahun berikutnya, terhitung mulai bulan Maret tahun 2008 – Februari tahun 2010 adalah 189, 94, 139, 83, 86, 89, 95, 101, 104, 102, 107, 125, 146, 162, 129, 97, 107, 128, 158, 140, 161, 197, 230, 205 penderita DHF/DBD.

Pada bulan-bulan berikutnya jumlah penderita akan mengalami penurunan, pada kenyataannya hal ini juga dapat berubah bergantung pada upaya pemerintah

kabupaten Sidoarjo dalam menekan tingkat penderita demam berdarah dengan berbagai metode seperti *Fogging*, mensosialisasikan program 3M, menaburkan bubuk abate, serta menghimbau masyarakat untuk pentingnya hidup bersih dan sehat.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan di atas maka dapat diajukan dua saran yaitu :

- 1) Diharapkan hasil penelitian ini dapat diaplikasikan untuk meramalkan tingkat penderita demam berdarah serta penyakit yang lain dan juga sebagai bahan pertimbangan bagi pihak pemerintahan kabupaten Sidoarjo untuk mengambil langkah yang tepat dalam menangani masalah ini.
- 2) Bagi para peneliti lain yang tertarik pada permasalahan yang sama yaitu peramalan diharapkan untuk dapat meneliti lebih lanjut faktor-faktor yang mempengaruhi peningkatan dan penurunan jumlah penderita demam berdarah dengan metode peramalan yang berbeda, agar penelitian-penelitian yang akan datang memiliki ruang lingkup yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Boediono dan Wayan, K. 2004. *Teori dan Aplikasi Statistika dan Probabilitas*. Bandung : P.T Remaja Rosdakarya Offset.
- Draper, NR and H, Smith. 2003. *Analisis Regresi Terapan edisi 2*. Alih bahasa Bambang Sumantri. Jakarta PT Gramedia.
- Hadi, S. 1995. *Statistik 3*. Yogyakarta : Andi Offset.
- Kuontur, R. 2004. *Metode Penelitian*. Jakarta : PPM
- Makridarkis, S and Wheelwright, SC. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan edisi ke-2*. Alih bahasa Untung Sus Andriyanto dan Abdul Basith. Jakarta : Erlangga.
- Qardhawi, Y. 1998. *Rasul Sumber Ilmu Pengetahuan*. Jakarta : Gema Insani Press.
- Supranto, J. 1983. *Statistik Teori dan Aplikasi*. Jakarta : Erlangga.
- Soedarmo, Sumarmo Soonaryo Poorwo. 1998. *Demam berdarah (Dengue) pada anak*. Jakarta : Universitas Indonesia Press.
- Soegijanto, S. 2004. *Demam Berdarah Dengue*. Surabaya : Airlangga University Press.
- Wei, William W.S. 1994. *Time Series Analysis*. California : Addison-Wesley Publising Compani, Inc.



DEPARTEMEN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Dinoyo Malang (0341)551345
Fax. (0341)572533

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : IKA MILASARI
NIM : 04510031
Fakultas/ Jurusan : Sains Dan Teknologi/ Matematika
Judul skripsi : Peramalan Jumlah Penderita Demam Berdarah
Menggunakan Model ARIMA Musiman (Studi Kasus di
RSUD Kabupaten Sidoarjo)
Pembimbing I : Sri Harini, M.Si
Pembimbing II : Abdul Aziz, M.Si.

No	Tanggal	HAL	Tanda Tangan	
1	21 Februari 2008	Proposal	1.	
2	5 Maret 2008	ACC Proposal		2.
3	12 Maret 2008	Konsultasi BAB I dan II	3.	
4	19 Maret 2008	Revisi BAB I dan II		4.
5	9 April 2008	ACC BAB I dan II	5.	
6	25 Juni 2008	Konsultasi BAB III dan IV		6.
7	4 Juli 2008	Revisi BAB III dan IV	7.	
8	9 Juli 2008	ACC BAB III dan IV		8.
9	1 Agustus 2008	Konsultasi BAB IV dan V	9.	
10	22 September 2008	Revisi BAB IV dan V		10.
11	26 September 2008	ACC BAB IV dan V	11.	
12	27 September 2008	Konsultasi Keagamaan		12.
13	11 Oktober 2008	Revisi Keagamaan	13.	
14	13 Oktober 2008	ACC Keagamaan		14
15	13 Oktober 2008	Konsultasi Keseluruhan	15	
16	16 Oktober 2008	ACC Keseluruhan		16

Malang, 16 Oktober 2008
Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika

Sri Harini, M.Si
NIP. 150 318 321