

Ramalan Kepekatan Oksigen Terlarut Menggunakan Analisis Siri Masa di Sungai Langat, Hulu Langat Selangor

Hafizan Jauhir & Sharifuddin M. Zain

Jabatan Kimia, Fakulti Sains
Universiti Malaya
Kuala Lumpur

Zainol Mustafa

Pusat Pengajian Sains Matematik,
Fakulti Sains dan Teknologi,
Universiti Kebangsaan Malaysia
Bangi, Selangor

Azme Khamis

Pusat Pengajian Sains
Kolej Universiti Teknologi Tun Hussein Onn
Batu Pahat, Johor

Abstrak Kajian ini difokuskan kepada data oksigen terlarut (DO) Sungai Langat bagi tempoh sepuluh tahun iaitu dari tahun 1988 sehingga tahun 1997. Data lapan tahun (1988-1995) digunakan untuk mendapatkan model ramalan terbaik menggunakan analisis siri masa (Model ARIMA). Manakala data tahun ke sembilan dan kesepuluh (1996 dan 1997) digunakan sebagai data ujian kebaikan padanan ke atas model. Data ini dicerap di stesen pensampelan yang digunakan oleh Jabatan Alam Sekitar Malaysia di Sungai Langat Selangor. Hasil kajian mendapati berlaku penurunan kepekatan DO yang agak seragam dari tahun 1988 sehingga 1995, iaitu berlaku peningkatan pencemaran ke atas air sungai di Sungai Langat yang boleh dikaitkan dengan peningkatan guna tanah akibat daripada peningkatan dalam pembangunan prasarana dan populasi di kawasan tersebut. Kajian cuba memaparkan kepentingan dan kegunaan anal-

isi siri masa, ARIMA dalam meramal DO untuk perancangan masa hadapan demi pemuliharaan alam sekitar di stesen kajian.

Katakunci Oksigen terlarut (DO), analisis siri masa, model ARIMA, Sungai Langat

Abstract *This study is focused on dissolved oxygen (DO) data at Sungai Langat for ten years starting from 1988 to 1997. The eight years data (1988-1995) has been used to get the best model using time series analysis (ARIMA model) where the year 9th and 10th data (i.e 1996 and 1997) was used as a control data in goodness of fit test for the model. Data was taken from the sampling station used by the Jabatan Alam Sekitar Malaysia at Sungai Langat, Selangor. It was found that there is a uniform dropped of DO from 1988 to 1997 which means there is an increase in river water pollution at Sungai Langat which also indicates there is in land use for infrastructure development and population within that area. This study tries enhance the important and the use of time series analysis, ARIMA in order to predict DO for future planning and as a tool to save the environment at the station under study.*

Keywords *Dissolved oxygen (DO), time series analysis, ARIMA model, Sungai Langat.*

1 Pengenalan

Kebanyakan komuniti air diperolehi daripada sumber air permukaan. Bagi menghasilkan air minuman yang berkualiti tinggi dari sumber air permukaan, bahan-bahan pencemar dalam air mentah seperti sedimen, pewarna organik, bahan kimia pencemar dan mikroorganisma mesti disingkirkan melalui proses rawatan air. Bagi melakukan ini, loji rawatan air yang moden mestilah melalui proses rawatan fizikal dan proses rawatan kimia. Keupayaan proses ini berhubung kait dengan kriteria air mentah yang memasuki loji. Bagi mengoptimumkan proses rawatan dan menyediakan air minuman yang berkualiti tinggi dari sudut ekonomi, kemampuan untuk meramal kualiti air mentah pada masa hadapan adalah sangat diperlukan oleh industri rawatan air. Ini akan memberikan amaran awal terhadap sebarang perubahan dalam kualiti air mentah yang akan juga memerlukan perubahan dalam kaedah rawatan. Kaedah ini adalah lebih baik dan boleh dipercayai berbanding dengan kaedah lama di mana perubahan proses rawatan akan dibuat selepas keadaan kualiti air berubah. Kaedah ini boleh memudaratkan pengguna kerana sebarang pencemaran yang tidak diramalkan terlebih dahulu dan kaedah pencegahan awal tidak dapat dilakukan. Amaran awal terhadap sebarang perubahan akan membolehkan perancangan dan pengoptimuman kaedah proses rawatan bagi memenuhi perubahan dalam kualiti air mentah. Bagi mencapai objektif ini, kaedah analisis siri masa digunakan bagi mendapatkan model statistik yang seterusnya boleh meramal kandungan oksigen terlarut didalam sungai. Kajian ini bertujuan untuk menunjukkan kelebihan teknik pemodelan statistik melalui kajian oksigen terlarut dan hubungannya dengan aktiviti guna tanah di Sungai Langat.

2 Latarbelakang Kawasan Kajian

Mukim Hulu Langat merangkumi kawasan seluas 2,422.55 km persegi. Seluas 19.31 peratus kawasan ini masih diliputi hutan, 55.13 peratus kawasan pertanian, 6.20 peratus kawasan perumahan, 1.61 peratus perlombongan, 12.71 peratus kawasan tadahan dan 5.02 peratus lain-lain (Jadual 1). Hutan simpan merupakan kawasan tadahan hujan yang menyediakan bekalan air ke Sungai Langat sepanjang tahun. Kawasan disepanjang Sungai Langat merupakan kawasan pertanian yang menyumbang kepada ekonomi penduduk dikawasan ini. Aktiviti pertanian diusahakan oleh penduduk kawasan luar Bandar yang mendirikan penempatan mereka berhampiran dengan sungai. Aktiviti perdagangan dan perindustrian pula tertumpu di Pekan Hulu Langat dan Pekan Batu 18. Beberapa kawasan telah diusahakan untuk aktiviti rekreasi seperti kolam air panas Dusun Tua dan Resort Sungai Long. Beberapa anak sungai utama turut digunakan untuk aktiviti rekreasi seperti Sungai Lui, Sungai Congkak dan Sungai Langat. Aktiviti tanah ini mungkin menyumbangkan kemasukan bahan-bahan pencemar ke dalam Sungai Langat yang akan mempengaruhi kualiti air di kawasan kajian. Kepesatan peningkatan prasarana, peningkatan populasi, ledakan pembangunan sektor perindustrian dan sosio-ekonomi di kawasan ini telah menyumbangkan kepada peningkatan guna tanah dan seterusnya menyumbangkan kemasukan bahan pencemar ke dalam jasad air sungai.

Jadual 1. Peratusaan Guna Tanah Mengikut Keutamaan Di Sekitar Sungai Langat

Jenis Guna Tanah Utama	Keluasan (km persegi)	Peratusan Guna Tanah
Pertanian	1,335.57	55.13
Hutan	467.80	19.31
Kawasan Tadahan	308.36	12.73
Perumahan	150.12	6.20
Lain-laian	121.79	5.02
Perlombongan	38.91	1.61
Jumlah	2,422.55	100.00

Parameter oksigen terlarut (DO) adalah parameter yang paling meluas digunakan dalam menilai tahap kualiti air. Ia digunakan oleh mikroorganisma dalam pengoksidaan biokimia bagi bahan organik. Pengurangan kepekatan DO di dalam air mentah menunjukkan peningkatan pencemaran di dalam jasad air tersebut (Nazari J, et. al. [6]).

3 Metodologi Kajian

Analisis data siri masa amat popular dan digunakan secara meluas dan pelbagai bidang (Yule[10]). Objektif kajian ini mungkin berbeza dalam situasi tertentu, tetapi ramalan adalah matlamat terhadap analisis siri masa. Kertas ini memberikan fokus kepada siri masa dengan pemahaman teori dan kaedah yang diambilkira sebagai asas dan alat penting dalam peramalan.

Bagi memudahkan perbincangan, kita boleh menggambarkan siri masa sebagai indeks masa t terhadap z_t dan biarkan Ψ_{t-1} sebagai set maklumat yang sesuai digunakan pada masa $t - 1$. Ia seringkali diandaikan, tetapi tidak semestinya diperlukan, di mana Ψ_{t-1} adalah σ yang bersedia untuk membolehkan penggunaan nilai-nilai yang lepas terhadap z_t . Model untuk z_t boleh ditulis sebagai

$$z_t = f(\Psi_{t-1}) + a_t \quad (1)$$

yang mana a_t adalah urutan terhadap pembolehubah rawak ke- i (yang tertabur secara bebas/tak bersandar) dengan min sifar dan varians σ^2 terbatas atau nyata. Dari (1), a_t adalah satu langkah ke hadapan ralat ramalan terhadap z_t pada masa permulaan $t - 1$ dan mulai sekarang ia seringkali dirujuk sebagai inovasi atau gerakan terhadap siri pada masa t . Sejarah terhadap analisis siri masa adalah berkaitan dengan evolusi terhadap fungsi $f(\Psi_{t-1})$ dan perubahan $\{a_t\}$. Siri z_t adalah dikatakan pegun jika dua momen pertama jangka waktu pendek sebagai 'masa tidak berubah' di bawah translasi. Ini adalah anggapan $J(z_t) = \mu$, ia adalah pemalar, dan fungsi kovarians tempoh bergerak, $\gamma_l = \text{cov}(z_t, z_{t-l})$ adalah fungsi terhadap satu pembolehubah sahaja. Fungsi autokorelasi terhadap z_t pegun secara mudah apabila $\rho_l = \gamma_l / \gamma_0$. Sifat terhadap ρ_l adalah kunci kepada analisis siri masa.

Pemerhatian terhadap analisis siri masa melihat kepada konsep peramalan dan kawalan yang telah dipelopori oleh Box dan Jenkins pada tahun 1970 adalah satu peringkat yang sangat penting bagi analisis siri masa. Ia telah menyediakan pendekatan yang sistematik bagi membolehkan pengguna menggunakan kaedah siri masa dalam peramalan dengan betul. Ia telah mempopularkan model autoregresi penggabungan purata bergerak (ARIMA) dengan menggunakan prosedur pengulangan pemodelan yang terdiri daripada pengenaltian, jangkaan dan pemeriksaan model. Dalam rangka kerja terhadap andaian model (1), ARIMA(p, d, q) sebagai $W_t = (1 - B)^d z_t$ dan

$$f(\Psi_{t-1}) = c + \sum_{i=1}^p \Phi_i W_{t-1} - \sum_{j=1}^q \Theta_j a_{t-j} \quad (2)$$

yang mana p, d dan q adalah integer bukan negatif, c adalah pemalar dan B adalah operator pengunduran ke belakang (iaitu $Bz_t = z_{t-1}$). Siri w_t merujuk kepada perbezaan siri ke- d terhadap z_t menggunakan polinomial, bagi membolehkan model ARIMA ditulis dalam

bentuk yang ringkas $\Phi(B)(1 - B)z_t = c + \Theta(B)a_t$ yang mana $\Phi(B) = 1 - \sum_{i=1}^p \Phi_i B^i$ dan

$\Theta(B) = 1 - \sum_{j=1}^q \Theta_j B^j$ adalah dua polinomial dalam B . Dua polinomial ini $\Phi(B)$ dan $\Theta(B)$

tidak ada faktor umum dan semua nilai diluar unit bulatan atau putaran adalah sifar. Secara praktisnya, ia adalah umum untuk andaian lanjutan dengan a_t adalah taburan Gaussian. Andaian membayangkan z_t adalah pegun jika $d = 0$. Bila $d \neq 0$, z_t dikatakan mengandungi unit asalan atau mungkin unit asalan tak pegun.

Apabila model ARIMA telah terhasil dan telah dipastikan keupayaannya, maka model ini boleh digunakan untuk meramal nilai pada masa hadapan. Secara mudah, keadaan yang diharapkan terhadap model jika menggunakan punca kuasa dua min ralat sebagai kriteria. Permulaan dalam analisis siri masa dibahagikan kepada dua pendekatan iaitu pendekatan domin kekerapan dan pendekatan domin masa. Pendekatan domin masa menggunakan

fungsi autokorelasi, ρ , terhadap data dan model parametric, seperti model ARIMA, untuk menerangkan penggantungan dinamik terhadap siri (Box, et. al.[2]). Pendekatan domin kekerapan menumpu kepada analisis spektral atau kuasa taburan mengatasi kekerapan untuk mengkaji teori dan penggunaan terhadap analisis siri masa. Kuasa spektrum terhadap siri z_t pegun adalah merupakan transformasi siri Fourier terhadap fungsi autokorelasi, ρ , (Brillinger [3] dan Priestly [8]). Cooley dan Tukey [4] telah membuat kemajuan yang penting dalam analisis domin kekerapan dengan membuat jangkaan spektral yang berkesan.

Objektif terhadap analisis dan pengalaman daripada penganalisis adalah faktor penentuan di antara pendekatan yang mana satu untuk diguna. Tambahan pula perbezaan di antara kaedah Bayesian dan bukan Bayesian dalam analisis siri masa adalah semakin mengurang. Oleh itu tinggal sedikit perbezaan di antara dua kaedah tadi, tetapi isunya adakah perubahan terhadap amalan ini lebih baik daripada falsafahnya (lihat Kitagawa dan Garch[5] dan West dan Harison[9]), mereka telah menyediakan perspektif klasik dan Bayesian dalam analisis siri masa.

Dalam pemilihan model terbaik untuk analisis siri masa dua kaedah utama pemilihan telah digunakan, iaitu kaedah Kriteria Maklumat Aikake (AIC) (Aikake[1])

$$AIC = -2(\log\text{-kebolehjadian}) + 2(\text{bilangan parameter dalam model}) \quad (3)$$

dan kaedah Kriteria Schwartz Bayesian (SBC atau BIC)

$$SBC = n \ln \left\{ \frac{SSE}{n - k} \right\} + k \ln(n) \quad (4)$$

dengan SSE adalah hasil tambah kuasa dua ralat piawai, n adalah saiz sampel dan k adalah bilangan parameter. Nilai terkecil yang diberikan dalam persamaan (3) dan (4), menunjukkan model yang terbaik dan paling sesuai digunakan untuk memodelkan data seterusnya boleh digunakan untuk membuat peramalan.

4 Hasil Kajian dan Perbincangan

Kajian ini mengambil kira data DO Sungai Langat pada lapan tahun yang lepas bermula dari tahun 1988 sehingga tahun 1995. Data untuk lapan tahun ini digunakan untuk mendapatkan model ramalan terbaik manakala data tahun ke sembilan (1996) dan data tahun ke sepuluh (1997) digunakan sebagai data ujian ke atas model bagi memastikan model tersebut dapat membuat ramalan yang baik. Data ini dicerap hanya pada satu stesen pensampelan yang digunakan oleh Jabatan Alam Sekitar Malaysia iaitu stesen bernombor 2917642. Stesen ini terletak di $2^\circ 59.333'$ ke Utara dan $101^\circ 47.030'$ ke Timur. Kedudukannya berhampiran dengan jambatan Kajang.

Urutan data kepekatan DO selama lapan tahun dipaparkan secara graf melawan masa (Rajah 1) didapati berlaku penurunan kepekatan DO. Perbandingan ini dilakukan di antara empat tahun pertama (1988 hingga 1991) dengan empat tahun kedua (1992 hingga 1995) dengan purata kepekatan DO adalah 4.47 ppm dan 3.98 ppm. Ini menunjukkan kepada kita bahawa berlakunya peningkatan pencemaran ke atas air di Sungai Langat. Ini juga berhubungkait dengan peningkatan kadar guna tanah akibat peningkatan dalam pembangunan prasarana dan populasi di kawasan tersebut.

Rajah 1: Graf siri masa kepekatan DO (ppm) melawan masa (bulan) dari tahun 1988 hingga 1995

Dari analisis siri masa yang telah dilakukan didapati model ARIMA(1,1,2) merupakan model yang terbaik dalam meramal jumlah kepekatan bulanan DO di Sungai Langat. Model ARIMA(1,1,2) boleh ditulis seperti persamaan (5) berikut;

$$X_t = -0.010091 + 0.452598W_{t-1} + 0.450851W_{t-2} + Z_t + 0.394705Z_{t-1} \quad (5)$$

Perbandingan dengan beberapa model siri masa yang lain telah dilakukan, lihat Jadual 2 dan Jadual 3 serta Rajah 2. Beberapa parameter perbandingan telah dipilih bagi memilih model terbaik dari segi ketepatan ramalan yang dibuat. Di antara parameter tersebut adalah varians, AIC, SBC dan pekali korelasi, r . Nilai AIC atau SBC yang terkecil adalah model yang terbaik. Seterusnya ini disokong dengan nilai varians terkecil dan pekali korelasi yang besar. Perbandingan nilai min dan sisihan piawai di antara data sebenar dan data ramalan juga membantu memperkukuhkan lagi hujah dalam pemilihan model. Model yang baik, akan mempunyai nilai min dan sisihan piawai yang hampir sama di antara nilai sebenar dan nilai ramalan.

Berdasarkan paparan Rajah 2, dapat dilihat bahawa model ARIMA(1,1,2) dapat meramalkan nilai kepekatan DO bulanan dari tahun 1988 sehingga 1995 dengan baik. Di mana nilai ralatnya secara keseluruhannya adalah kecil. Hanya pada tiga tahun terakhir iaitu 1993, 1994 dan 1995, nilai ralatnya agak besar berbanding dengan tahun-tahun sebelumnya. Ini mungkin berpunca daripada faktor rawak yang tidak mampu diramalkan oleh model ini. Sebenarnya faktor rawak telah cuba diminimumkan dengan mengambil kira data dua belas bulan dalam setahun yang merangkumi perubahan cuaca yang berlaku seperti musim kering, hujan dan ribut. Namun begitu adalah sukar untuk mengurangkan ralat dalam faktor rawak yang berlaku dalam permulaan cerapan data dengan menggunakan model analisis siri masa ini.

Jika dilihat dari peratusan reja ralat (Rajah 3), dapat disimpulkan bahawa terdapat perbezaan yang agak besar di antara nilai cerapan dan nilai ramalan pada tahun 1993, 1994 dan 1995. Sebanyak 48% daripada reja ralat berada dalam julat di antara -10% dan 10% . Sebanyak 69% reja ralat terletak di antara -15% dan 15% , 79% reja ralat berada di antara -65% dan 65% , manakala hanya 6% reja ralat yang berada diluar julat ini. Peratus reja ralat terbesar berlaku dalam bulan Februari 1993, Oktober 1994 dan Februari 1995 iaitu sebanyak -279% , -300% dan -156% . Ini mungkin disumbangkan oleh faktor rawak yang sukar untuk diramalkan oleh model ARIMA(1,1,2) yang hanya berdasarkan data lampau. Jika dirujuk dari data hujan yang diperolehi dari Perkhidmatan Kajicuaca Malaysia, distesen Ampangan Ulu Langat, didapati terdapat perbezaan yang

Jadual 2. Parameter Perbandingan Dalam Pemilihan Model

Model	Varians	AIC	SBC	R
ARIMA(1,0,1)	0.6403	-36.7978	-29.1047	0.67
ARIMA(1,1,2)	0.5479	-38.9358	-38.9358	0.65
ARIMA(2,0,1)	0.6473	-33.7599	-23.5025	0.68
ARIMA(1,0,2)	0.6203	-37.8386	-27.5812	0.68
ARIMA(2,0,2)	0.6272	-34.7894	-21.9677	0.68

Jadual 3. Perbandingan Parameter Antara Data Cerapan dan Data Ramalan (1988—1995)

Nilai Statistik	Tahun							
	88	89	90	91	92	93	94	95
Min Cerapan (ppm)	5.7	4.7	3.0	4.5	3.7	3.9	4.2	4.08
Min Jangkaan (ppm)	5.4	4.7	3.6	4.5	3.9	4.2	4.4	4.18
SD Cerapan (ppm)	0.95	1.41	0.81	1.06	0.69	1.48	1.30	1.27
SD Jangkaan (ppm)	0.64	1.04	0.57	0.81	0.37	1.24	1.07	1.02
Pekali Korelasi r	0.89	0.73	0.87	0.66	0.40	0.57	0.52	0.56

Rajah 2: Perbandingan Graf Siri Masa Nilai Cerapan dengan Ramalan Model ARIMA(1,1,2) (1988–1995)

Rajah 3: Graf Peratus Rewja Ralat (%RE) di antara Nilai Cerapan dan Nilai Ramalan(1988–1995)

Rajah 4: Regresi Linear di antara Nilai Cerapan dan Nilai Ramalan DO (1988–1995)

cukup besar jumlah hujan pada bulan Januari, Februari dan Mac 1993 iaitu sebanyak 99.3 mm, 202.3 mm dan 155.2 mm. Keadaan yang hampir sama juga berlaku pada bulan Januari, Februari dan Mac 1995 dengan jumlah hujannya adalah 96.5 mm, 204.3 mm dan 352.4 mm. Ketidakupayaan model dalam meramalkan nilai kepekatan DO pada bulan-bulan tersebut mungkin disumbangkan oleh faktor perubahan cuaca yang berlaku secara mendadak dan berlaku diluar kebiasaan.

Jika diperhatikan pada bulan Oktober 1994, peratus RE yang besar mungkin disumbangkan oleh faktor kegiatan manusia disekitar stesen tersebut seperti peningkatan guna tanah, pembuangan bahan pencemar dan sebagainya. Alasan ini berdasarkan purata hujan bulanan yang dicerap dalam tahun 1994 adalah agak seragam. Jumlah hujan bulanan pada bulan September, Oktober dan November 1994 adalah 225.2 mm, 391.9 mm dan 261.0 mm. Justeru itu, bolehlah disimpulkan disini sumbangan cuaca sebagai faktor rawak adalah amat kecil.

Rajah 5: Prbandingan Graf Analisis Siri Masa di antara Nilai Cerapan dan Nilai Ramalan bagi 10 Tahun (1988–1997)

Rajah 6: Regresi Linear di antara Nilai Cerapan dan Nilai Ramalan DO (1996–1997)

Dari perbandingan graf di antara nilai cerapan dan nilai ramalan untuk 24 bulan yang berikutnya iaitu tahun 1996 dan 1997, didapati ia mempunyai nilai korelasi yang agak tinggi iaitu 0.79 (Rajah 6). Di sini dapat dilihat model ARIMA(1,1,2) dapat membuat

ramalan yang baik untuk kepekatan DO di Sungai Langat. Rajah 7, menunjukkan 96% data untuk kepekatan DO dalam tahun 1996 dan 1997 berada dalam julat -25% dan 25% untuk reja ralat. Hanya pada bulan Ogos 1997 didapati peratusan RE adalah sangat tinggi iaitu -200% .

Rajah 7: Graf Reja Ralat (%RE) di antara Nilai Cerapan dan Nilai Ramalan (1996–1997)

Jika diperhatikan dari purata hujan pada bulan Ogos, menunjukkan nilainya agak seragam. Purata hujan bagi bulan Julai dan Ogos adalah 180.1 mm dan 185.2 mm. Pada bulan September tiada cerapan direkodkan. Cerapan jumlah hujan bulanan terendah yang direkodkan adalah di bulan Mei berjumlah 45.8 mm iaitu tiga bulan sebelumnya. Dua kemungkinan faktor rawak boleh diandaikan berlaku sama ada ia disumbangkan oleh faktor perubahan cuaca atau faktor kegiatan manusia disekitar sungai. Secara keseluruhannya, boleh dikatakan bahawa tidak terdapat perbezaan yang signifikan di antara nilai cerapan berbanding dengan nilai ramalan. Dari ujian kebagusan penyuaian Khi Kuasa Dua, pada aras keertian 5% dapat disimpulkan bahawa terdapat bukti yang signifikan di antara nilai cerapan dan ramalan kepekatan DO. Dengan kata lain, ramalan menggunakan model ARIMA(1,1,2) adalah baik.

5 Kesimpulan

Hasil keputusan dan perbincangan yang telah dibuat, jelas di sini analisis siri masa amat sesuai digunakan dalam meramalkan kualiti air mentah di Sungai Langat. Menggunakan model ARIMA(1,1,2) kita boleh meramalkan apakah yang akan berlaku pada kepekatan DO untuk dua puluh empat bulan yang berikutnya. Seterusnya berpandukan kepada data yang diramalkan, kita boleh merancang program yang bersesuaian dalam mengawal sebarang perubahan kualiti air. Secara tidak langsung analisis siri masa boleh menjadi alat yang penting di dalam membuat keputusan oleh pihak yang terlibat di dalam pengurusan Sungai Langat khususnya dan sungai-sungai di Malaysia amnya.

Rujukan

- [1] H. Akaike, *A Look at the Statistical Model Identification. IEEE Transaction on Automatic Control*. AC-19 (1974), 716-723.
- [2] G. E. P. Box, G. M. Jenkins & G. C. Reinsel, *A Canonical Analysis of Multiple Time series*, Biometrika, 64 (1994), 355-365
- [3] D. R. Brillinger, *Time series: Data Analysis and Theory*, Holt, Rhinehart and Winston, New York, 1975.
- [4] J. W. Cooley & J. W. Tukey, *An Algorithm for the Machine Calculation of Complex Fourier Series*, Mathematics of Computation, 19 (1965), 297-301.
- [5] G. Kitagawa & G. Garsch, *Smoothness Priors Analysis of Time Series*, Springer-Verlag, New York, 1996.
- [6] Nazari Jaafar, Norhayati M. Tahir, Pazim Othman & C. W. Wang *Draft Final Report: Project on Water Pollution Control*, A Study to Classify Rivers in Malaysia (Phase V), Classification of Malaysian Rivers Vol. 7. langat River, University Malaya, Aug. 1999.
- [7] Perkhidmatan Kaji Cuaca Malaysia. Ringkasan Tahunan Pemerhatian Kaji cuaca 1988 - 1997, Feb. 1994.
- [8] M. B. Priestly, *Spectral Analysis and Time Series. Vol. I and II*, Academic Press, London, 1981.
- [9] M. West & P. J. Harrison., *Bayesian Forecasting and Dynamic Models*, Springer-Verlag, Berlin, 1989.
- [10] G. U. Yule, *On a Method of Investigating Periodicities in Disturbed Series with Special Reference to Wolfer's Sunspot Numbers*, Philosophical Transactions of the Royal Society London, Ser. A. 226, 1927, 267-298.