



**PERAMALN KADARALIR SUNGAI BERMUSIM  
DAN TIDAK BERMUSIM DENGAN KAEDAH  
PELICINAN EKSPONEN**

**S MUSA  
W A WAN MOHAMED**

**PROSIDING KEBANGSAAN AWAM 2007  
29 – 31 MEI 2007  
LANGKAWI KEDAH**

## Peramalan Kadarair Sungai Bermusim dan Tidak Bermusim dengan Kaedah Pelicinan Eksponen

<sup>1</sup>S. Musa <sup>2</sup>W. A. Wan Mohamed

Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Johor

### Abstrak

Data kadarair sungai adalah penting dan diperlukan oleh jurutera dalam merekabentuk, membina dan menjalankan projek pembangunan sumber air. Kajian ini bertujuan untuk mengaplikasikan model-model yang sesuai untuk peramalan jangka pendek bagi aliran sungai bulanan. Fokus utama ramalan ini dibuat terhadap dua jenis sungai yang mengalami keadaan bermusim dan tidak bermusim. Dua sungai yang dipilih ialah Sungai Muar di Kuala Pilah dan Sungai Triang di Kampung Chenor, Negeri Sembilan. Pengujian dan penilaian model-model tentatif dilakukan terhadap kedua-dua sungai bagi menentukan keupayaan model. Model yang mempunyai nilai Jumlah Variasi (Sum of Squared Errors, SSE), Purata Peratusan Ralat Mutlak (Mean Absolute Percentage Errors, MAPE) dan Ralat Purata Kolerasi (Root Mean Squared Errors, RMSE) terendah dipilih sebagai model terbaik untuk peramalan. Bagi data bermusim, Model Berhaluan Linear Bermusim (Linear Trend and An Additive Seasonal, LA) berkeupayaan meramal dengan baik manakala Model Berhaluan Lembab Tidak Bermusim (Damped Trend and No Seasonality, DN) adalah model terbaik bagi data tidak bermusim. Dengan hasil ramalan ini, mendapati model pelicinan eksponen menunjukkan satu pelaksanaan yang baik dalam ramalan aliran bulanan sungai.

*Kata Kunci* : Peramalan jangka pendek, kadarair sungai, model pelicinan eksponen

### 1.0 Pengenalan

#### 1.1 Latarbelakang

Terdapat banyak kaedah peramalan siri masa yang boleh digunakan untuk meramalkan kadarair sungai. Namun demikian, bukan semua kaedah tersebut boleh menghasilkan ramalan yang tepat. Peramalan yang tidak tepat akan mendatangkan kerugian kepada pihak pengurusan dan pengguna. Kesesuaian sesuatu kaedah peramalan adalah bergantung kepada jenis dan bilangan data yang ada.

Apabila banjir kilat berlaku, pada musim tengkujuh baru-baru ini sekitar Disember dan Januari 2006, banyak kejadian banjir kilat yang memberi kesan yang besar terhadap kehidupan dan aktiviti manusia. Kemusnahan dan kehilangan harta benda merupakan satu kerugian kepada kehidupan manusia. Apatah lagi, ada yang kehilangan nyawa dan tempat

tinggal akibat peristiwa yang tidak dijangkakan. Oleh sebab itu, ramalan terhadap fenomena ini penting untuk menyelesaikan masalah hidrologi.

Keupayaan untuk menghasilkan ramalan aliran sungai yang tepat boleh digunakan sepenuhnya dalam pengurusan bekalan air dan kawalan banjir (Viesman dan Lewis, 1996).

Maklumat dan data yang berkenaan peristiwa yang berlaku pada masa lampau diperlukan untuk menelaah peristiwa yang akan berlaku pada masa depan. Secara ringkasnya, langkah utama untuk penelahan adalah menganalisis data lampau untuk mengenal pasti pola yang boleh digunakan untuk memerihalkannya. Kemudian pola ini diperluaskan bagi menyediakan telahan. Strategi asas ini digunakan dalam kebanyakan teknik penelahan dan bergantung kepada andaian bahawa pola yang dikenalpasti itu akan berterusan.

Dalam kajian ini, data siri masa digunakan untuk menyediakan telahan. Kebiasaannya siri masa terdiri daripada satu set data tinjauan dalam pembolehubah y pada selang masa yang sama (Harvey, 1993). Data siri masa sering dikaji untuk menentukan haluan yang dapat digunakan untuk membuat penelahan.

Fokus utama dalam kajian ini adalah untuk menggunakan Model Pelicinan Eksponen dalam menentukan keupayaan menganalisa data siri masa kadar alir bulanan sungai bagi ramalan jangka pendek khususnya 1 bulan, 3 bulan dan 6 bulan. Data-data yang dicerap dari Sungai Triang di Kampung Chenor dan Sungai Muar di Kuala Pilah, Negeri Sembilan diaplikasikan bagi kaedah yang dipilih. Data-data ini diperolehi daripada Jabatan Saliran dan Perparitan, (JPS) Malaysia dalam bentuk aliran purata bulanan. Data siri masa data sungai yang berkenaan dipilih kerana ia mempunyai variasi bermusim (Sg. Muar) dan tidak bermusim (Sg. Triang) bagi kerja pemodelan ini.

Penganalisan dibuat dalam tempoh jangka pendek iaitu selama 6 bulan bagi menentukan keupayaan ramalan. Manakala hasil ramalan jangka pendek (1 bulan ke hadapan) diaplikasikan bagi keadaan bermusim atau tidak bermusim. Keputusan ramalan akan di bandingkan dengan data cerapan yang sebenar untuk menentukan ketepatananya.

### 1.2 Kajian-kajian Terdahulu

Menurut Bowerman dan O'Connell (1993), kaedah Pelicinan Eksponen merupakan teknik penelahan yang cuba mengesan perubahan dalam siri masa dengan menggunakan nilai siri masa terkini untuk memperbaharui anggaran bagi parameter yang mempengaruhi siri masa tersebut. Teknik pelicinan eksponen yang biasa diamalkan adalah pelicinan eksponen mudah, kaedah *Holt-Winters* serta pelicinan berganda.

Pelicinan eksponen merupakan kaedah penelahan yang memberikan pemberat

yang tidak sama kepada setiap nilai siri masa yang dicerap. Data cerapan terbaru lebih diberatkan berbanding dengan data cerapan terdahulu. Pemberat tersebut dikenali sebagai pemalar pelicinan. Fungsi pemalar pelicinan adalah untuk memberikan berat yang relatif kepada nilai cerapan dan ramalan yang terkini. Kaedah Holt-Winters juga digunakan untuk mengendalikan data yang bermusim. Contoh formula pelicinan yang mudah:

$$F_{t+1} = \alpha D_t + (1 - \alpha) F_t \quad (1.1)$$

di mana:

- $D_t$  = nilai sebenar
- $F_t$  = nilai yang diramalkan
- $\alpha$  = faktor pemberat, nilainya antara 0-1
- $t$  = tempoh masa

Pegels (1969) mengelaskan kaedah pelicinan eksponen tergolong dalam sembilan kaedah yang berbeza. Setiap kaedah yang dikelaskan dengan kesesuaian siri masa yang ada iaitu paras air yang tidak berubah, haluan yang bertambah dan tanpa bermusim, bermusim atau pelbagai musim.

Brown dan Garner (1985) telah membuat ramalan dengan menggunakan kaedah pelicinan eksponen secara automatik. Walau bagaimanapun mereka telah membangunkan kelas yang lebih umum daripada kaedah tersebut dengan pendekatan yang seragam untuk mengira jeda ramalan. Anggaran kemungkinan yang maksimum dan pengiraan yang tepat daripada model tersebut dikenali sebagai kriteria maklumat akaike (*Akaike's Information Criterion*).

Kaedah Pelicinan eksponen telah digunakan untuk kelas model yang lebih luas daripada kelas ARIMA. Banyak kes – kes yang lain boleh dipercayai apabila operasi penambahan diganti ke dalam persamaan oleh pelbagai penggunaannya (Hydman et al., 2002).

Hydman et al., (2000) telah mende-monstrasikan kaedah pelicinan eksponen

dengan mengaplikasikannya dari data M-Pertandingan dan M3-Pertandingan. Kaedah ini memberikan ramalan yang lebih tepat berbanding kaedah-kaedah lain. Ia juga sesuai untuk jangka masa pendek dengan data bermusim.

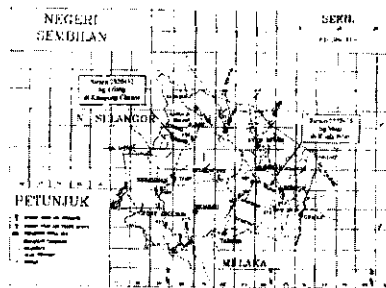
Selain itu, kaedah pelicinan eksponen merupakan kaedah alternatif untuk siri masa yang pelbagai haluan. Ia melibatkan permodelan kadar perkembangan tempatan yang lambat nisbahnya dalam menentukan arah haluan sendiri untuk ramalan yang menghasilkan kadar perkembangan dan paras tempatan (Hydman et al., 2002).

## 2.0 Metodologi Kajian

### 2.1 Lokasi dan rekod kajian

Dalam kajian ini, data dan rekod cerapan kadaralir sungai dalam bentuk purata bulanan diperlukan untuk analisis siri masa. Faktor yang mempengaruhi kriteria pemilihan sungai kajian ialah rekod kadaralir bulanan yang lengkap dan cukup untuk kerja pemodelan. Data cerapan kadaralir purata bulanan untuk dua stesen sungai diperolehi daripada Jabatan Pengairan dan Saliran Malaysia, untuk dijadikan sebagai kes kajian. Pelan lokasi disediakan seperti pada Rajah 2.1. Stesen-stesen yang dimaksudkan ialah:

- (a) Kes kajian 1: Stesen 2722413 – Sungai Muar di Kuala Pilah.
- (b) Kes kajian 2: Stesen 2920432 – Sungai Triang di Kampung Chenor.



**Rajah 2.1: Pelan lokasi kajian**

### 2.2 Set Data

Set data siri Sungai Muar terdiri daripada purata bulanan kadaralir sungai dari Januari 1985 hingga Disember 1996. Manakala set data siri masa Sungai Triang terdiri daripada purata bulanan kadaralir dari Januari 1989 hingga 1996. Set Pengujian data terdiri daripada 12 data terakhir bagi setiap kes. Analisa dibuat pada setiap kes dan model.

Model-model tentatif yang terlibat mempunyai ciri-ciri yang dikenali sebagai Model Tiada Haluan dan Tidak Bermusim(NN), Tiada Haluan dan Bermusim(NA), Tiada Haluan dan Pelbagai Musim(NM), Haluan Linear dan Tidak Bermusim (LN), Haluan Linear dan Bermusim(LA), Haluan Linear dan Pelbagai Musim (LM), Haluan Eksponen dan Tidak Bermusim(EN), Haluan Eksponen dan Bermusim(EA), Haluan Eksponen dan Pelbagai Musim (EM), Haluan Lembap dan Tidak Bermusim(DN), Haluan Lembap dan Bermusim(DA) dan Haluan Lembap dan Pelbagai Musim(DM).

Seterusnya, model-model tentatif dicadangkan berdasarkan analisa data bagi setiap kes dan model. Beberapa model tentatif disediakan untuk diuji keupayaan dan ketepatan meramal bagi jangka pendek. Hasil keputusan akan dinilai ketepatannya untuk dipilih sebagai model terbaik. Antara model tentatif yang dihasilkan pada setiap kes ialah:

1. Kes kajian 1 (Sungai Muar, Kuala Pilah)

- a) Model Pelicinan Eksponen [NN, NA, NM, LN, LA, LM, EN, EA, EM, DN, DA dan DM].

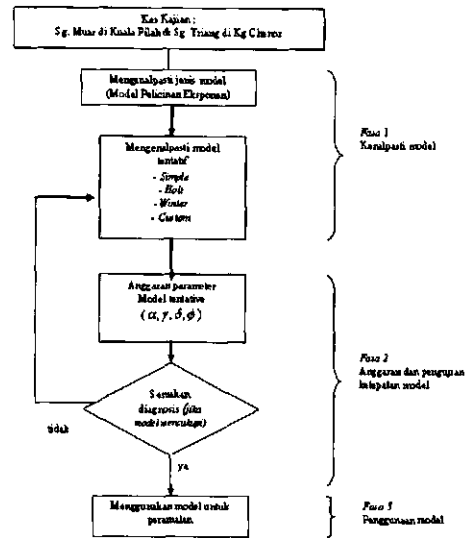
2. Kes kajian 2 (Sungai Triang di Kampung Chenor)

- a) Model Pelicinan Eksponen [NN, LN, EN dan DN].

Dengan model-model tentatif ini, anggaran parameter dan penilaian ketepatan model dapat dihasilkan dengan analisa terhadap pengujian data mentah. Pengujian dibuat bagi menentukan kesesuaian dan ketepatan model tentatif dalam meramal kadaralir sungai. Pemilihan dibuat bagi setiap kes dan model untuk digunakan dalam peramalan satu bulan ke hadapan.

Semakan diagnosis merupakan tahap menentukan keupayaan model membuat ramalan. Model yang baik jika perbezaan antara ramalan model dan data sebenar adalah kecil, teragih secara rawak dan bebas. Jika model yang dipilih tidak memuaskan, proses diulangi dengan memilih model yang lain untuk memperbaiki model sebelumnya.

Akhir sekali, model-model yang dipilih akan digunakan sebagai model ramalan kadaralir sungai yang telah dikemaskini selama satu bulan ke hadapan. Rajah 2.2 menunjukkan tahap-tahap dalam eksperimen untuk menghasilkan ramalan yang baik.



Rajah 2.2 : Tahap-tahap eksperimen yang dijalankan

Ralat keputusan peramalan juga dibandingkan untuk memastikan bahawa model yang dipilih mempunyai ralat yang kecil. Antaranya ialah Jumlah Variasi, Purata Peratusan Ralat Mutlak dan Ralat Purata Kolerasi.

### 3.0 Analisis Kajian

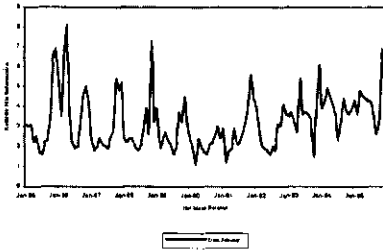
#### 3.1 Kes kajian 1 (Sungai Muar di Kuala Pilah)

Tahap pengesanan model pelicinan eksponen lebih kepada plotan yang dihasilkan pada Rajah 3.1. Hasil plotan ini menunjukkan turun naik berkitar secara rawak di sekitar aras purata yang tetap. Secara subjektifnya, pola data ini memberi maksud bahawa data siri masa ini mempunyai variasi bermusim.

Analisis data bermusim, data siri bulanan atau suku tahunan digunakan bagi menyemak keadaan ini. Jika dalam tempoh tersebut keadaan berulang maka, data adalah bermusim. Dalam hal ini, variasi yang berlaku sepanjang tahun tidak dapat



digambarkan dengan hanya satu cerapan yang berlaku sekali dalam tempoh setahun. Adalah sukar bahawa komponen siri masa yang digunakan tidak selalunya berlaku sendirian. Komponen ini boleh berlaku dalam sebarang gabungan atau boleh berlaku serentak. Walau bagaimanapun, perkara utama dalam pengkaedahan ini ialah mendapatkan model yang sepadan dengan pola data terdahulu yang ada.



**Rajah 3.1 : Plotan siri masa kadar alir purata bulanan Sungai Muar di Kuala Pilah**

Pada tahap ini, model-model tentatif yang dibangunkan digunakan bagi menganggar parameter-parameternya. Semua model tentatif memberikan parameter-parameter tersendiri apabila nilai SSE (*Sum of Squared Errors*) terkecil dipilih pada setiap model. Keadaan ini menunjukkan bahawa nilai parameternya bergantung kepada nilai SSE yang terkecil di dalam sesuatu model. Nilai SSE model-model tersebut ialah NA : 130.234, LA:130.152, EA: 135.246 dan DA : 130.683.

Berdasarkan Jadual 3.1, MAPE pada keempat-empat model terpilih ini menunjukkan bahawa ramalan model tersebut tepat. Ini kerana semua nilai MAPE model-model tersebut kurang daripada 10% . Pada data penyesuaian, model LA memberikan nilai MAPE terendah manakala untuk model EA nilai MAPE agak tinggi berbanding keempat-empat model tersebut.

Pun begitu, dengan RMSE pada Jadual 3.2 menunjukkan nilai ramalan pada semua model semakin rendah berbanding pada

data penyesuaian. Ini menunjukkan bahawa nilai yang terendah merupakan model terbaik. Jadi, pada data ramalan RMSE model LA memberikan nilai terendah manakala pada data penyesuaian model EA memberikan nilai terendah. Walaupun begitu, beza nilai RMSE antara model LA dan EA hanya 0.00846 sahaja. Dengan yang demikian, model LA dipilih sebagai model terbaik di dalam kes ini.

**Jadual 3.1 : MAPE bagi model-model tentatif Sungai Muar**

Model	MAPE untuk data penyesuaian ( <i>fit</i> )	MAPE untuk data ramalan ( <i>forecast</i> )
NA	0.94	0.21
LA	0.49	0.67
EA	3.69	4.91
DA	0.81	0.41

**Jadual 3.2 : RMSE bagi model-model tentatif Sungai Muar**

Model	RMSE untuk data penyesuaian ( <i>fit</i> )	RMSE untuk data ramalan ( <i>forecast</i> )
NA	1.52050	0.77264
LA	1.04775	0.77194
EA	1.03929	0.79556
DA	1.05534	0.78761

Tahap seterusnya ialah penyemakan diagnosis autokolerasi terhadap reja yang diuji. Berdasarkan semua autokolerasi reja. Kebanyakan model-model menghasilkan keadaan kolerasi reja yang rawak. Apabila dianalisa didapati model NA, LA, EA dan DA pada kes ini lebih baik daripada model-model yang lain. Pemilihan model NA, LA, EA dan DA juga bergantung kepada nilai SSE terendah daripada model yang lain. Secara ringkasnya, model yang mempunyai nilai SSE terendah adalah model terbaik dan padan dengan data yang digunakan.

Berdasarkan hasil analisa sebelum ini, keempat-empat model terbaik ini merupakan model pada data bermusim. Model LA merupakan model terbaik kerana

mempunyai nilai SSE terendah iaitu 130.152. Persamaan bagi model LA ini ialah:

$$F_{t+n} = l_t + hb_t + S_{t+h-m} \quad (1.2)$$

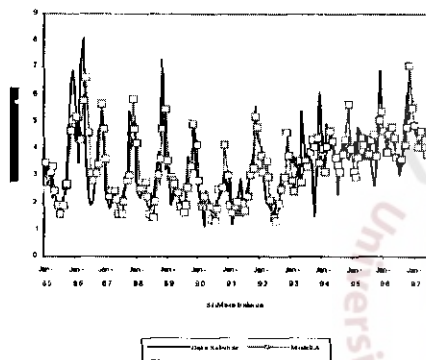
Dengan nilai pemberat  $\alpha_t$  yang berikut diperolehi:

$$\alpha_t = 0.5$$

$$\alpha_{t-1} = 0.5(0.5) = 0.25$$

$$\alpha_{t-2} = 0.5(0.5)^2 = 0.125$$

dengan ;  $\alpha = 0.5$



**Rajah 3.2 : Keupayaan model LA meramal kadar alir purata bulanan Sungai Muar di Kuala Pilah**

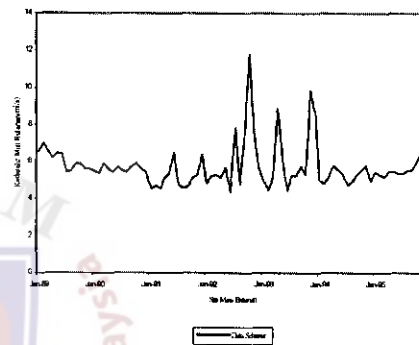
**Jadual 3.3 : Hasil ramalan model LA untuk bulan ke 144 dan 6 bulan ke hadapan bagi Sungai Muar**

Jangka masa	$\hat{y}_{144+t} (m^3/s)$
Jan-97	4.85212
Feb-97	4.08357
Mar-97	4.49661
Apr-97	4.68026
May-97	4.36717
Jun-97	3.83248

### 3.3 Kes kajian 2(Sungai Triang di Kampung Chenor)

Plotan pada Rajah 3.3 menunjukkan turun naik tidak berkisar secara rawak di sekitar aras purata yang tetap. Berlaku nilai kemuncak pada satu waktu sahaja pada penghujung tahun 1992 yang mana tempoh selainnya hampir sekata pada aras yang sama. Secara subjektifnya, pola data ini memberi maksud bahawa data siri masa ini tidak bermusim dan berkisar.

Dalam hal ini, variasi yang berlaku sepanjang tahun tidak dapat digambarkan dengan hanya satu cerapan yang berlaku sekali dalam tempoh setahun. Kaedahnya sama dengan kes kajian 1.



**Rajah 3.3: Plotan siri masa kadar alir min bulanan Sungai Triang di Kampung Chenor**

Data tak bermusim ini hanya dapat mengesan empat model tentatif yang boleh diuji pada tahap seterusnya. Jika dibandingkan dengan data siri masa Sungai Muar, data ini mengandungi komponen tidak bermusim. Oleh itu, model NN, LN, EN dan DN sahaja yang boleh digunakan di dalam analisa ini.

Keempat-empat model tentatif ini diuji dan dinilai kesesuaian dan keupayaannya terhadap data lampau. Model-model tentatif yang dibangunkan digunakan bagi menganggar parameter-parameternya. Parameter-parameter yang dihasilkan memberikan nilai SSE masing-masing dengan NN, LN, EN dan DN dengan nilai SSE iaitu 114.114, 118.699, 155.810 dan 118.638.

Berdasarkan nilai SSE, model NN menunjukkan model terbaik, tetapi pada plotan data penyesuaian menunjukkan plotan yang dihasilkan tidak sepadan (*fit*) dengan data asal. Manakala model LN menampakkkan kesesuaiannya apabila dipadankan dengan plotan siri masa.

Merujuk pula pada Jadual 3.4, MAPE pada data ramalan yang dihasilkan oleh model NN lebih rendah berbanding model lain. Tetapi pada data ramalan model LN lebih baik daripada semua model. Berbeza pula dengan model EN jauh lebih besar nilainya dengan model yang lain.

Jika dilihat pada Jadual 3.5, RMSE untuk data penyesuaian menunjukkan model EN paling rendah tetapi pada data ramalan RMSE model NN terendah antara semua. Tidak jauh berbeza dengan model LN dan DN masing-masing 0.28947 dan 0.28784.

**Jadual 3.4: MAPE bagi model-model tentatif Sungai Triang**

Model	MAPE untuk data penyesuaian ( <i>fit</i> )	MAPE untuk data ramalan ( <i>forecast</i> )
NN	2.24	1.40
LN	3.47	0.37
EN	4.59	4.07
DN	3.63	0.54

**Jadual 3.5: RMSE bagi model-model tentatif Sungai Triang**

Model	RMSE untuk data penyesuaian ( <i>fit</i> )	RMSE untuk data ramalan ( <i>forecast</i> )
NN	0.48348	0.27885
LN	0.44039	0.28947
EN	0.37255	0.50082
DN	0.44504	0.28784

Tahap seterusnya ialah penyemakan diagnosis autokolerasi terhadap reja yang diuji. Kebanyakan model-model menghasilkan keadaan kolerasi reja yang rawak. Semua model menghasilkan reja yang

signifikan pada tonjolan 1 dan tonjolan 13. Memandangkan perbezaan (reja) pada model DN lebih baik daripada semua model, ia boleh dipilih sebagai model terbaik. Tambahan pula nilai SSE kedua terendah daripada model NN dan MAPE kurang 10%. Pada model ini, pemilihan lebih bergantung kepada nilai SSE terendah sebagai model terbaik.

Pola yang dihasilkan model LN, EN dan DN menunjukkan kesepadanan dengan data sebenar. Tetapi pada model NN ia tidak menunjukkan sebarang perubahan dan tiada pola terbentuk. Dengan ini membuktikan bahawa model LN, EN dan DN adalah sesuai untuk peramalan.

Rajah 3.4 menggambarkan keupayaan model meramal siri masa dalam tempoh enam bulan ke hadapan. Masing –masing memberi nilai ramalan tersebut seperti Jadual 3.6. Akhirnya model DN dipilih sebagai model terbaik kerana mempunyai nilai SSE kedua terendah iaitu 118.638. Selain itu, model DN yang dihasilkan boleh ditunjukkan dalam bentuk berikut:

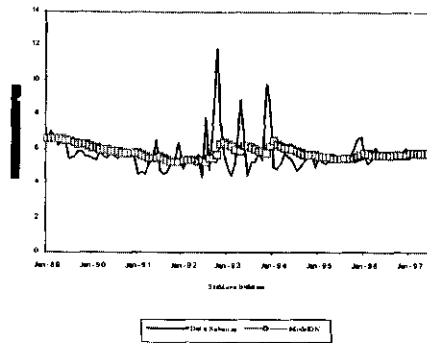
$$F_{t+n} = (1 + 0.1 + \dots + 0.1^{n-1})b_t \quad (1.3)$$

Dengan nilai pemberat  $\phi_t$  yang berikut diperolehi:

$$\begin{aligned} \phi_t &= 0.1 \\ \phi_{t-1} &= 0.1(0.9) = 0.09 \\ \phi_{t-2} &= 0.1(0.9)^2 = 0.081 \end{aligned} \quad (1.4)$$

dengan  $\alpha = 0.2$ ,  $\phi = 0.1$ .





**Rajah 3.4 : Keupayaan model DN meramal kadaralir purata bulanan Sungai Triang di Kampung Chenor**

**Jadual 3.6: Hasil ramalan model DN untuk bulan ke 96 dan 6 bulan ke hadapan**

Jangka masa	$\hat{y}_{96+t}$ ( $m^3/s$ )
Jan-97	5.72321
Feb-97	5.72321
Mar-97	5.72321
Apr-97	5.72321
May-97	5.72321
Jun-97	5.72321

Berdasarkan Jadual 3.6 di atas, menunjukkan bahawa ramalan bagi Sungai Triang untuk 6 bulan ke hadapan tidak menunjukkan perbezaan keputusan bagi setiap bulan. Ini disebabkan ramalan yang dibuat adalah bergantung kepada pola terdahulu dan haluan yang terbentuk adalah sekata.

### 3.3 Perbincangan

Model Pelicinan Eksponen mempunyai nilai MAPE dan RMSE yang rendah iaitu di bawah 10%. Kategori ini masih menghasilkan ramalan yang tepat. Akan tetapi, ramalan yang dibuat terhadap data siri masa ini menghasilkan kedudukan nilai MAPE dan RMSE yang meningkat mengikut tem-

poh terutamanya kes kajian 2. Walau bagaimanapun, ramalannya boleh digunakan kerana MAPE yang dihasilkan kurang daripada 10 % iaitu hasil ramalan yang sangat tepat.

Jika dilihat pada kes kajian 2, bagi model ini mendapati bahawa MAPE yang dihasilkan lebih rendah daripada kes kajian 1. Ini berkemungkinan data siri masa kadaralir min bulanan kes kajian ini lebih seragam dan tidak mengandungi komponen variasi bermusim dalam siri masa tersebut. Model kes kajian 2 ini juga merupakan model yang teringkas dengan bilangan parameter terendah.

Model-model yang telah dianalisa perlu dikemaskini setelah mempunyai data terkini. Untuk menghasilkan ramalan yang baik model dibina semula dengan menggunakan semua data siri masa termasuk data yang baru setiap enam bulan. Ini kerana kaedah peramalan model Pelicinan Eksponen adalah sesuai untuk peramalan jangkamasa pendek dengan peramalan satu bulan ke hadapan.

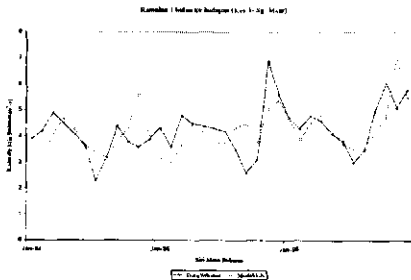
Memandangkan kajian ini menganalisa data siri bermusim dan tidak bermusim, memberi gambaran bahawa ketepatan hasil ramalan banyak bergantung kepada kesesuaian dan bilangan data siri masa yang ada. Begitu juga dengan komponen data siri masa yang banyak mempengaruhi bentuk haluan ramalan kadaralir sungai.

### 3.4 Ramalan satu bulan ke hadapan

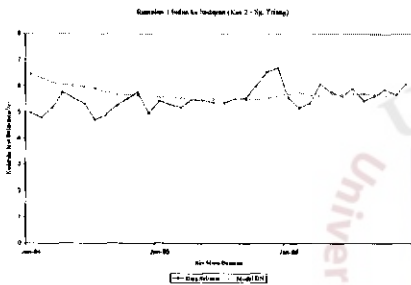
Selain itu, tempoh peramalan juga memainkan peranan penting kerana siri masa adalah ikon utama analisa ini. Keadaan ini telah ditunjukkan dengan hasil ramalan bagi satu bulan ke hadapan lebih baik daripada dua dan tiga bulan ke hadapan. Oleh yang demikian, peramalan bagi model-model ini dibuat dalam tempoh satu bulan ke hadapan bagi setiap kes.

Dari segi penggunaan model dalam meramal kadaralir bulanan untuk tempoh satu bulan ke hadapan ditunjukkan seperti Rajah 3.5 dan Rajah 3.6 . Kedua-dua kes

pada model ini menghasilkan ramalan yang baik dan tepat. Dengan ini, menunjukkan bahawa ramalan satu bulan ke hadapan boleh diaplikasikan bagi model-model ini untuk ramalan jangka pendek.



**Rajah 3.5: Ramalan satu bulan ke hadapan bagi Kadaralir Sungai Muar di Kuala Pilah**



**Rajah 3.6: Ramalan satu bulan ke hadapan bagi kadaralir Sungai Triang di Kampung Chenor**

#### 4.0 Kesimpulan dan Cadangan

Kajian ini telah memenuhi objektif kajian iaitu dengan membangun dan menilaikan model-model Pelicinan Eksponen untuk meramal kadaralir min bulanan sungai.

Kaedah ini menggunakan data cerapan aliran sungai yang lepas dalam membuat peramalan. Pun begitu, kaedah peramalan ini tidak mengabaikan kesan daripada proses yang lain seperti penyejatan dengan sepenuhnya kerana kesan tersebut telah diambil kira dengan secara tidak langsung dalam siri masa data cerapan aliran sungai.

Model Pelicinan Eksponen menunjukkan kemampuannya lebih tepat bagi per-

malan jangka panjang. Model ini lebih mudah dan ringkas berbanding model lain yang memerlukan penganalisaan yang lebih mendalam.

Pengujian dan pemilihan model terbaik bagi model Pelicinan eksponen agak sukar kerana pemilihan berdasarkan penilaian yang terhad.

Pemilihan data bermusim pada kes kajian 1 dan data tidak bermusim pada kes kajian 2 juga menunjukkan situasi yang berbeza dalam hasil peramalan.

Kesesuaian data memainkan peranan yang penting dalam menentukan ketepatan hasil ramalan. Bilangan data mesti mencukupi dan lengkap bagi membentuk model yang baik.

#### 4.1 Cadangan pada masa hadapan

Berdasarkan keputusan yang diperolehi, model pelicinan eksponen menghasilkan model peramalan yang baik dan jitu. Walau pun begitu, terdapat sebarang kesilapan dan ralat pengujian masih boleh dibaiki. Berikut merupakan beberapa cadangan bagi mempertingkatkan lagi ketepatan hasil ramalan bagi model Pelicinan Eksponen:

1. Membuat perbandingan ramalan dengan kaedah yang lain seperti model ARIMA, analisis regresi dan rangkaian neural bagi meramal kadaralir min bulanan sungai.
2. Meramal isipadu aliran sungai dengan menggunakan model Pelicinan Eksponen untuk jangka pendek.
3. Menganalisa siri masa yang telah diperbaiki dengan membuang 'outlier'.
4. Menggabungkan kaedah permodelan ARIMA atau Pelicinan eksponen dan rangkaian neural untuk meramal kadaralir bulanan sungai.

#### Rujukan, Simbol dan Unit

Andrew, C.H.(1993). "Times Series Models". 2<sup>nd</sup> ed.

- Great Britain : Berthouex, P.M and Box, G.E.(1996). "Time Series Models for Forecasting Wastewater Treatment Plant Performance." *Water Research*. 30(8). 1865-1875.
- Bloch, S.C. (2000). "Excel for Engineers and Scientists." United State of America : John Wiley and Sons, Inc, New York.
- Bowerman, B. L. and O'Connell, R. T.(1993). "Forecasting and Time Series : An Applied Approach." Third Edition. Belmont, California : Duxbury. 436 – 502.
- Brown, R.G. (1963). "Smoothing, Forecasting and Prediction of Discrete Time Series." Engle Cliffs N.J : Prentice Hall, Inc.
- Bruce, L.B. and Rechard T.O.(1992). "Penelahan Siri Masa : Konsep Satuan dan Pelaksanaan Komputer." Terjemahan: Madihah Khalid dan Zalina Mohd. Daud, Kuala Lumpur : Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Darbelly, G. A. and Slama, M (2000). "Forecasting the Short-term Demand for Electricity : Do Neural Networks Stand a Better Chance?" *International Journal of Forecasting*. 16. 71-83.
- Gardner Jr, E.S., Anderson Fletcher, E.A., and Wicks A.M.(2001). "Further Results on Focus Forecasting Versus Exponential Smoothing." *International Journal of Forecasting* .17. 287-293.
- Harvey, A. C. (1993). "Time Series Models." Second Edition. Hertfordshire : Harvester Wheatsheaf. 114 – 163.
- Hipel, K. W. and McLeod A. I (1994). "Time Series Modelling of Water Resources and Environment Systems." Amsterdam : Elsevier. 419 - 479.
- Hyndman, R.J., Koehler, A.B., and Snyder, R.P.(2002). "A State Space Framework for Automatic Forecasting Using Exponential Smoothing Methods." *International Journal of Forecasting*. 18. 439-454.
- Kottegoda, N.T., Natale, L., and Raiteri, E.(2000). "Statistical Modelling of Daily Streamflow Using rainfall input and curve number technique." *Journal of Hydrology*. 234.170-186.
- Mohd. Salleh Abu dan Zaidatun Tasir (2001). "Pengenalan Kepada Analisis Data Berkomputer SPSS 10.0 for Windows." Venton Publishing : Kuala Lumpur.
- Proietti, T.(2000). "Perbandingan komponen Bermusim bagi Struktur Model Siri Masa." *International Journal of Forecasting*. 16. 247-260.
- Schreider, S. Y., Jakeman, A. J., Dyer, B. G. and Francis, R. I. (1997). "A Combined Deterministic and Self – adaptive Stochastic Algorithm for Streamflow Forecasting with Application to Catchments of the Upper Murray Basin, Australia." *Environmental Modelling and Software*. 12 (1). 93 – 104.
- Snyder, R.P., Koehler, A.B., Hyndman, R.J., and Ord J.K.(2003). "Model Pelicinan Eksponen: Min dan Varian untuk 'Lead Time Demand'." *European Journal of Operational Research*.
- Snyder, R.P., Koehler, A.B., and Ord J.K.(2002). "Forecasting for Eventory Control with Exponential Smoothing." *International Journal of Forecasting* .18. 5-18.
- Taylor, J.W.(2003). "Exponential Smoothing with Damped Multiplicative Trend." *International Journal of Forecasting* .19. 715-725.
- Williams, D.W., and Miller D.(1999). "Level Adjusted Exponential Smoothing for Modelling Planned Discontinuities." *International Journal of Forecasting*. 15.273-289.

### 5.1 Simbol

- NN = No trend & no seasonality (Simple)  
 NA = No trend & an additive seasonal component.  
 NM = No trend & a multiplicative seasonal component.  
 LN = Linear trend component & no seasonality (Holt)  
 LA = Linear trend component & an additive seasonal component.  
 LM = Linear trend component & a multiplicative seasonal component (wint)



*Prosiding Kebangsaan Awam '07, Langkawi, Kedah, 29<sup>th</sup> – 31<sup>st</sup> Mei 2007*

*N = Exponential trend component & no seasonality.*

*EA = Exponential trend component & an additive seasonal component.*

*EM = Exponential trend component & a multiplicative seasonal component.*

*DN = Damped trend component & no seasonality.*

*DA = Damped trend component & an additive seasonal component.*

*DM = Damped trend component & a multiplicative seasonal component.*

