

# 6

# ANALISIS KRISIS AIR TAHUN 1998

## 6.1 PENGENALAN

Dalam bab ini penulis akan menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan berlakunya krisis air pada tahun 1998. Ia terbahagi kepada dua faktor utama iaitu faktor fizikal dan faktor manusia. Faktor fizikal ini melibatkan komponen hidrologi dan meteorologi serta fenomena cuaca yang berlaku. Manakala faktor manusia pula berkait tentang kesan daripada aktiviti-aktiviti yang dijalankan oleh manusia seperti pencemaran, permintaan dan sebagainya. Walau bagaimanapun kedua-dua faktor ini perlu dilihat secara bersama kerana ianya saling bertautan dalam menjana krisis air 1998. Di samping menganalisis punca-punca krisis air, penulis juga akan menganalisis sejauhmanakah punca krisis ini memberi impak kepada sumber air pada masa akan datang di kawasan kajian.

## 6.2 PUNCA KRISIS AIR 1998

Punca krisis air 1998 bertitik tolak daripada aktiviti pembangunan yang terlalu pesat di Lembah Kelang. Kebanyakan pembangunan yang dijalankan tidak menitiberatkan soal keselamatan alam sekitar walaupun telah berlaku beberapa tragedi bencana alam mahupun kekurangan bekalan air sebagai tanda amaran bencana alam. Keghairahan pembangunan ini akhirnya mengundang pelbagai masalah terhadap alam sekitar termasuklah sumber air.

Kepesatan pembangunan dalam sektor urbanisasi dan industri di kawasan kajian khususnya tidak berlaku sebagaimana pembangunan terhadap fasiliti dan sumber air yang ada. Keadaan ini akhirnya memberi tekanan terhadap sistem bekalan air di Lembah Kelang. Di samping itu, masalah pencemaran air mentah yang semakin teruk memburukan lagi keadaan kerana beberapa loji rawatan air tidak berkeupayaan merawat air mentah yang tercemar dan memaksa tindakan *shut down* dilakukan. Krisis air tidak dapat dielakan lagi apabila faktor fizikal iaitu *dry spell* dan fenomena el- Nino melanda semasa krisis yang mana memberikan kesan perubahan terhadap taburan hujan yang sedikit dan suhu yang tinggi.

### **6.2.1       FAKTOR HIDROMETEOROLOGI**

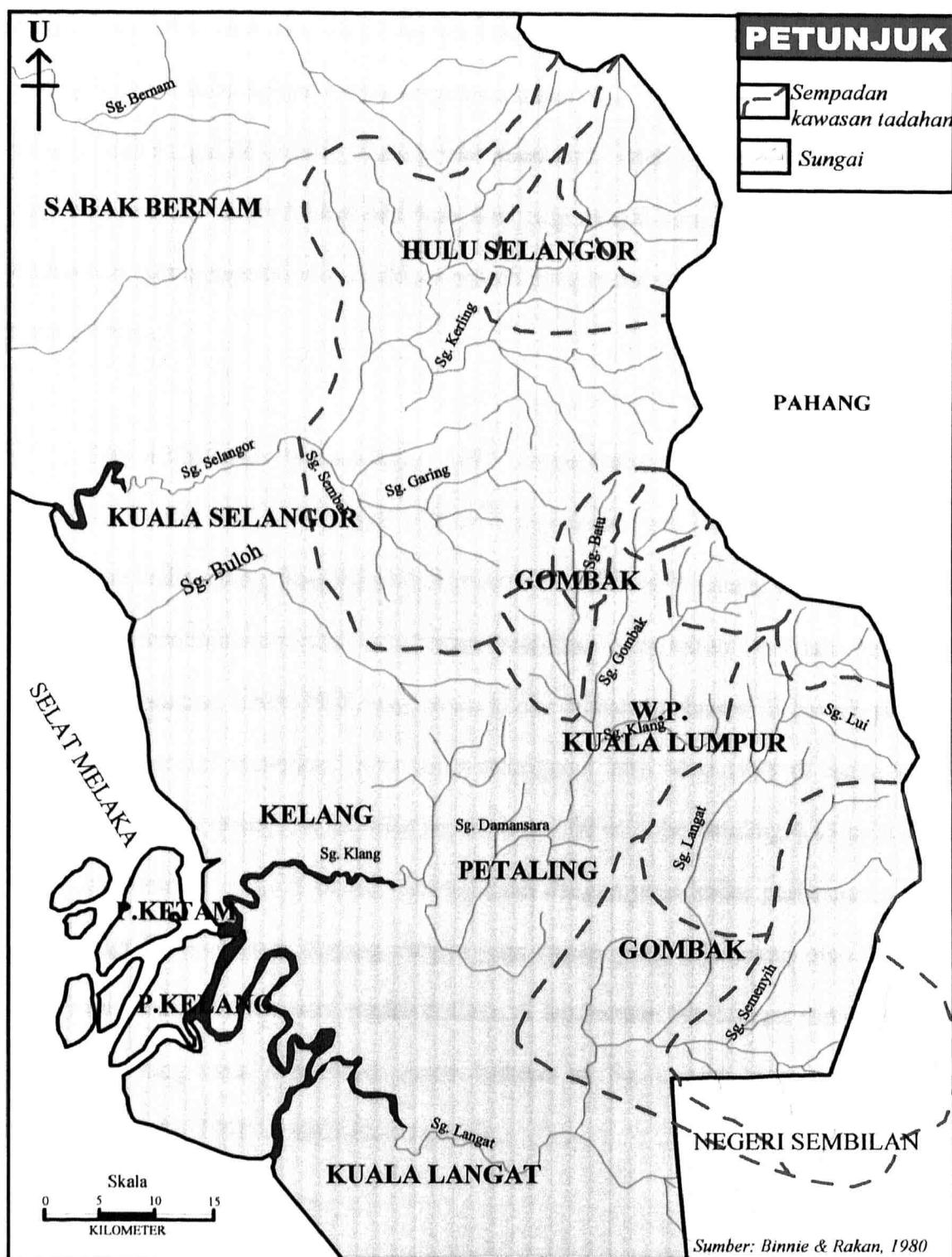
Faktor hidrometeorologi melibatkan kajian yang berkaitan dengan air dan juga iklim di sesuatu tempat. Kajian yang berkaitan dengan air ini termasuklah kitaran hidrologi dan juga elemen-elemen iklim seperti hujan, suhu, kelembapan dan juga pancaran cahaya matahari. Ia juga melibatkan beberapa fenomena cuaca ataupun iklim seperti musim kering, kemarau, El Nino dan La Nina. Kedua-dua bidang ini mempunyai pertalian dan memainkan peranan penting dalam kitaran hidrologi serta menentukan nasib sumber air. Perubahan yang berlaku biarpun sedikit seperti perubahan cuaca akan mempengaruhi penerimaan hujan. Apa yang dapat disaksikan adalah keadaan cuaca di awal tahun 1998 berbeza dari keadaan biasa. Walaupun hujan pada kebiasaannya dianggap kerap turun di Malaysia namun cuaca tidak bersifat statik.

Ini kerana terdapat waktu tertentu hujan turun dengan lebat dari kebiasaannya dan berkurangan dari apa yang dijangkakan.

## **6.2.2 FAKTOR HIDROLOGI**

Hidrologi ialah satu disiplin ilmu sains yang sangat luas. Hidrologi boleh dilihat sebagai satu kajian saintifik tentang kitaran air dan juga merupakan satu disiplin yang mengkaji sifat air, kewujudan dan pergerakannya di atas dan di bawah permukaan tanah. Ini menjelaskan bahawa bidang hidrologi adalah bidang yang mengkaji tentang bagaimana air terbentuk dan berperanan dalam keseluruhan aspek kehidupan manusia. Bagi melihat keadaan ini perlu diketahui apakah yang dimaksudkan konsep kitaran hidrologi. Ia merujuk kepada pergerakan air yang berterusan sama ada di atas atau di bawah permukaan bumi yang tidak ada permulaan dan akhir. Kitaran ini mendapat kuasa daripada tenaga solar (William & Donahue, 1994)

Apabila menyentuh air yang terdapat di permukaan bumi kawasan tadahan adalah kawasan yang sangat penting. Kawasan tadahan adalah kawasan yang telah disimpan untuk fungsi hidrologi yang berperanan menakung air hujan secara biologi, menyerap dan menyimpan air di dalam tanah dan mengawal air larian yang berlebihan ke empangan atau sungai. Peranan regim hidrologi di kawasan tadahan sangat penting kerana ia menjamin bekalan air untuk sesuatu kawasan secara berterusan. Sekiranya kawasan tadahan diganggu, mutu dan keupayaannya menakung dan menyimpan air bawah tanah akan terencat. Lembah Kelang bergantung sepenuhnya kepada sumber air permukaan untuk tujuan bekalan air bersih. Terdapat tiga kawasan tadahan utama iaitu Lembangan Sg. Langat dan Lembangan Sg. Kelang serta Lembangan Sg. Buloh ( rujuk peta 6.1)

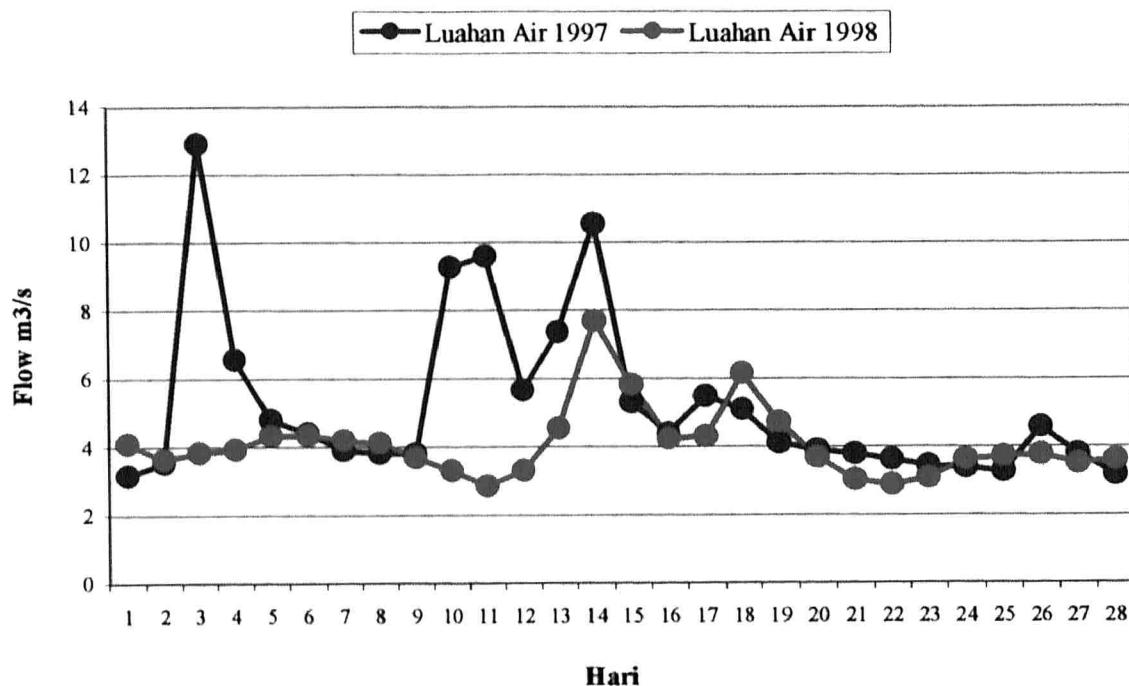


Peta 6.1 : Kedudukan Kawasan Tadahan di Negeri Selangor dan Lembah Kelang

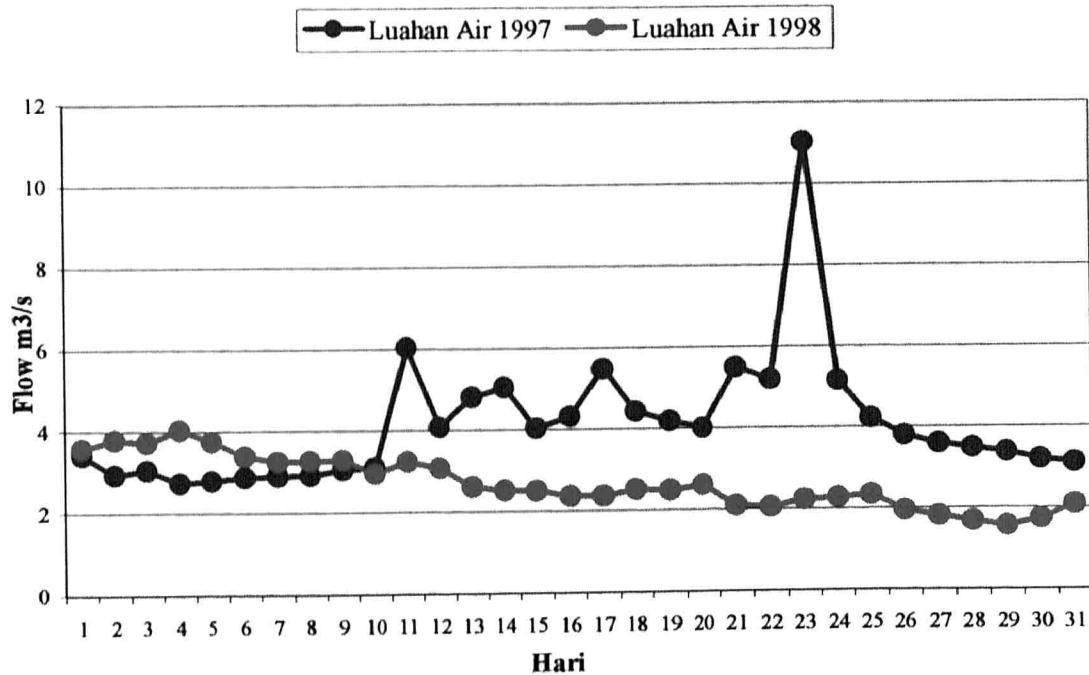
Krisis air yang berlaku tidak dapat lari daripada membincangkan tentang masalah hidrologi yang dihadapi di kawasan kajian. Ini termasuklah keadaan aras air sungai, *base flow* mahupun kadar luahan sesebuah sungai. Aras sungai di Lembah Kelang telah dibincangkan secara terperinci dalam bab 5 yang mana menunjukkan bahawa aras sungai di Lembah Kelang telah menurun. Oleh itu dalam bab ini penulis cuba menganalisis kadar luahan dan *base flow* bagi sungai-sungai di Lembah Kelang. Kedua-dua komponen ini menunjukkan bacaan yang berbeza daripada keadaan normal semasa krisis.

Jika dilihat pada bulan Februari 1997 mean luahan yang dicatatkan bagi Sg. Langat di Kajang adalah sebanyak  $5.26 \text{ m}^3/\text{s}$  manakala pada tahun 1998 bulan yang sama mean luahan yang dicatatkan lebih rendah iaitu  $4.08 \text{ m}^3/\text{s}$  sahaja. Dari segi luahan harian juga menunjukkan kadar yang tinggi dicatatkan pada tahun 1997 iaitu melebihi  $12 \text{ m}^3/\text{s}$  berbanding tahun 1998 yang mana kadar luahannya hanya di bawah paras  $8 \text{ m}^3/\text{s}$ . Keadaan ini berterusan pada bulan seterusnya iaitu Mac 1998 di mana kadar mean luahan yang dicatatkan semakin rendah iaitu  $2.69 \text{ m}^3/\text{s}$  berbanding  $4.13 \text{ m}^3/\text{s}$  pada tahun sebelumnya. Graf di bawah menunjukkan dengan jelas kadar perbezaan luahan harian bagi Sg. Langat di Kajang. Begitu juga kajian yang dijalankan oleh Ekhwan (1999) mendapati luahan yang rendah berlaku di lembangan Sg. Langat semasa krisis. Pada masa yang sama juga catuan sistem bekalan air Sg. Langat terpaksa dilakukan dalam bulan Mac 1998 kerana kekurangan air.

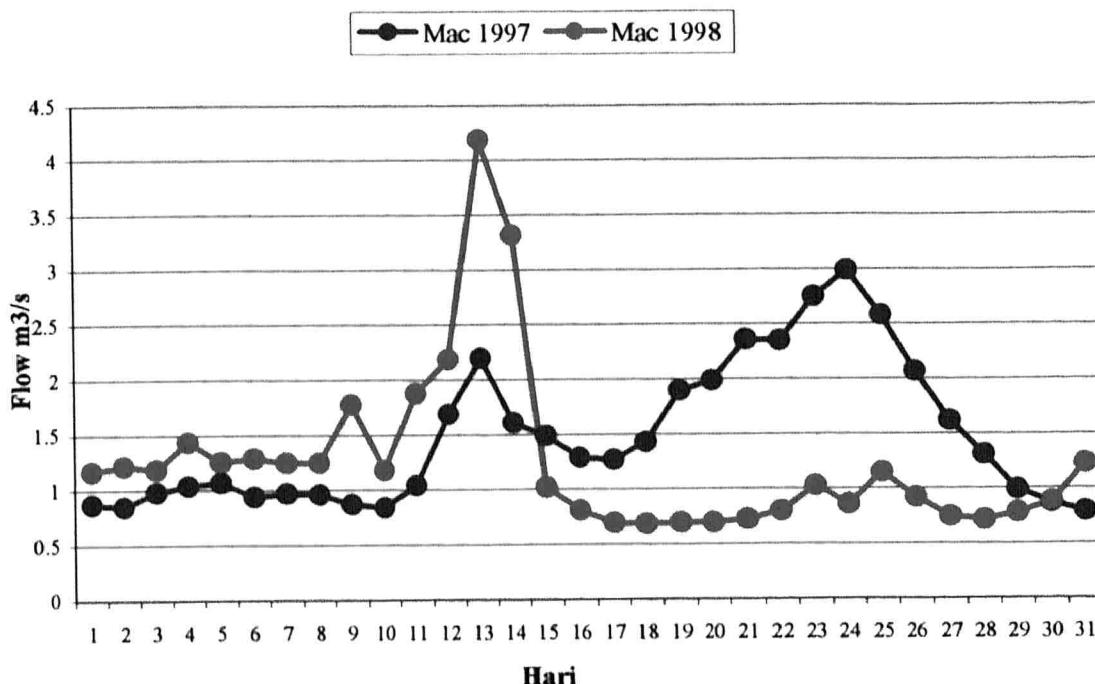
**Graf 6.1 : Perbandingan Kadar Luahan Sg. Langat di Kajang  
Bagi Bulan Februari**



**Graf 6.2 : Perbandingan Kadar Luahan Sg. Langat di Kajang  
Bagi Bulan Mac**



**Graf 6.3 : Perbandingan Kadar Luahan Sg. Semenyih di Kg. Rinching Bagi Bulan Mac**



Graf di atas pula menunjukkan Sg. Semenyih di Kg. Rinching juga mengalami kadar luahan yang rendah semasa krisis. Mean luahan bagi bulan Mac 1998 adalah  $1.28 \text{ m}^3/\text{s}$  berbanding  $1.48 \text{ m}^3/\text{s}$  pada tahun sebelumnya. Walaupun di awal bulan menunjukkan luahan harian tahun 1998 mengatasi tahun 1997 tetapi pertengahan bulan hingga ke akhir bulan Mac ianya telah menurun secara drastik. Penurunan yang mendadak ini menunjukkan bahawa ia dipengaruhi oleh imput air yang masuk adalah sedikit. Keadaan ini memaksa catuan bagi sistem bekalan air Sg. Semenyih dilakukan pada bulan April 1998. Selain luahan, bacaan *base flow* bagi Sg. Langat juga adalah rendah semasa krisis berlaku. Ini ditunjukkan melalui jadual di bawah.

**Jadual 6. 1 : Bacaan Base Flow Bagi Sg. Langat Semasa Musim Kemarau**

Tarikh	<i>Base Flow</i> (MGD)	No. of days without rain prior to reading
2 Jun 1998	41.00	3
10 Jun 1998	48.00	2
12 Jun 1998	22.00	4
2 Julai 1998	39.00	3

**Jadual 6. 2: Bacaan Base Flow Bagi Sg. Langat Selepas Musim Kemarau**

Tarikh	<i>Base Flow</i> (MGD)	No. of days without rain prior to reading
8 Oktober 1998	60.00	2
15 Oktober 1998	75.00	0
22 Oktober 1998	70.00	0
30 Oktober 1998	58.00	0

Sumber : Marzuki, 1998

Perubahan cuaca yang berlaku tidak hanya mengurangkan jumlah hujan yang diterima malah mempengaruhi juga aliran dasar (*base flow*) sesebuah sungai. Justeru itu, kajian yang dijalankan oleh pihak JBA Selangor mendapati bahawa berlaku perubahan bacaan yang rendah terhadap *base flow* semasa krisis berlaku. Jadual di atas, menunjukkan bacaan *base flow* di Sg. Langat semasa musim kemarau adalah amat kurang. Bermula bulan Jun hingga Julai 1998 jumlah *base flow* di Sg. Langat adalah 22.00 hingga 48.00 mgd sahaja. Manakala bacaan *base flow* jadual 6.2, menunjukkan jumlah yang lebih tinggi berbanding musim kemarau iaitu 58.00 hingga 75.00 mgd. Oleh yang demikian, faktor luahan yang rendah dan bacaan *base flow* yang rendah juga semasa krisis berlaku menjelaskan bahawa ia sudah pasti memberi kesan terhadap kuantiti air yang diperlukan tidak dapat dipenuhi. Ini bermakna sistem bekalan air di kawasan kajian tidak berupaya membekalkan air secara maksima.

### **6.2.3 METEOROLOGI**

Faktor meteorologi memainkan peranan penting terhadap sumber air di Malaysia. Ia terdiri daripada kerapan, suhu, cuaca dan sebagainya. Dalam krisis air yang berlaku, faktor ini melibatkan tiga elemen utama iaitu hujan, musim kemarau dan fenomena El-Nino. Ketiga-tiga elemen ini saling mempengaruhi antara satu sama lain yang telah menyebabkan timbulnya krisis kekurangan air di empangan.

#### **(i) Curahan hujan semasa krisis**

Semasa krisis berlaku, curahan hujan menunjukkan jauh lebih rendah berbanding semasa keadaan normal terutamanya dalam bulan November 1997 hingga Mac 1998. Ithnin (1998) dalam kajiannya menunjukkan bahawa hujan turun di kawasan Lembah Kelang adalah amat sedikit jumlahnya jika dibandingkan dengan purata hujan yang turun dalam tempoh waktu 1971-1997. Keadaan ini adalah sesuatu yang diluar jangkaan manusia dan dengan sebab inilah telah memberi kesan terhadap sumber air di kawasan tadahan. Menurut JBA Selangor, kekurangan hujan serta musim kemarau yang melanda penyebab berlakunya krisis ini.

Berdasarkan taburan hujan di kawasan Empangan Sg. Langat dan Empangan Sg. Semenyih untuk bulan Januari hingga April 1998 dibandingkan dengan purata bagi tahun 1986 hingga 1997 menunjukkan kadar taburan hujan yang jauh lebih rendah.

**Jadual 6.3 : Perbandingan Taburan Hujan (1986-1997) dan 1998 Di Empangan Langat**

Hujan/Bulan	Januari	Februari	Mac	April	Jan-April
Maksimum (mm)	102.3	252.98	393.95	383.2	
Minimum (mm)	39.37	13.0	7.0	6.0	
Purata (mm)	72.3	109.3	192.2	283.7	607.5
Tahun 1998 (mm)	59.0	41.1	24.8	108.9	233.8
Perbandingan Purata (1986-1997) & 1998	81.6 %	37.6 %	12.9 %	46.6 %	38.5 %

Sumber : JBAS., 1998

Berdasarkan jadual di atas, menunjukkan bahawa jumlah hujan di Empangan Sg. Langat adalah kurang dalam tahun 1998 jika dibandingkan dengan purata curahan tahun 1986-1997. Malah jumlah curahan hujan pada tahun 1998 untuk tempoh Januari hingga April hanyalah di antara 12.9 % – 81.6 % sahaja berbanding dengan purata untuk tahun 1986-1997. Jumlah ini hanya mencapai 38.5 % sahaja jika dibandingkan dengan tempoh yang sama. Bulan Mac 1998 mencatat hujan yang paling sedikit iaitu sebanyak 24.8 mm sahaja.

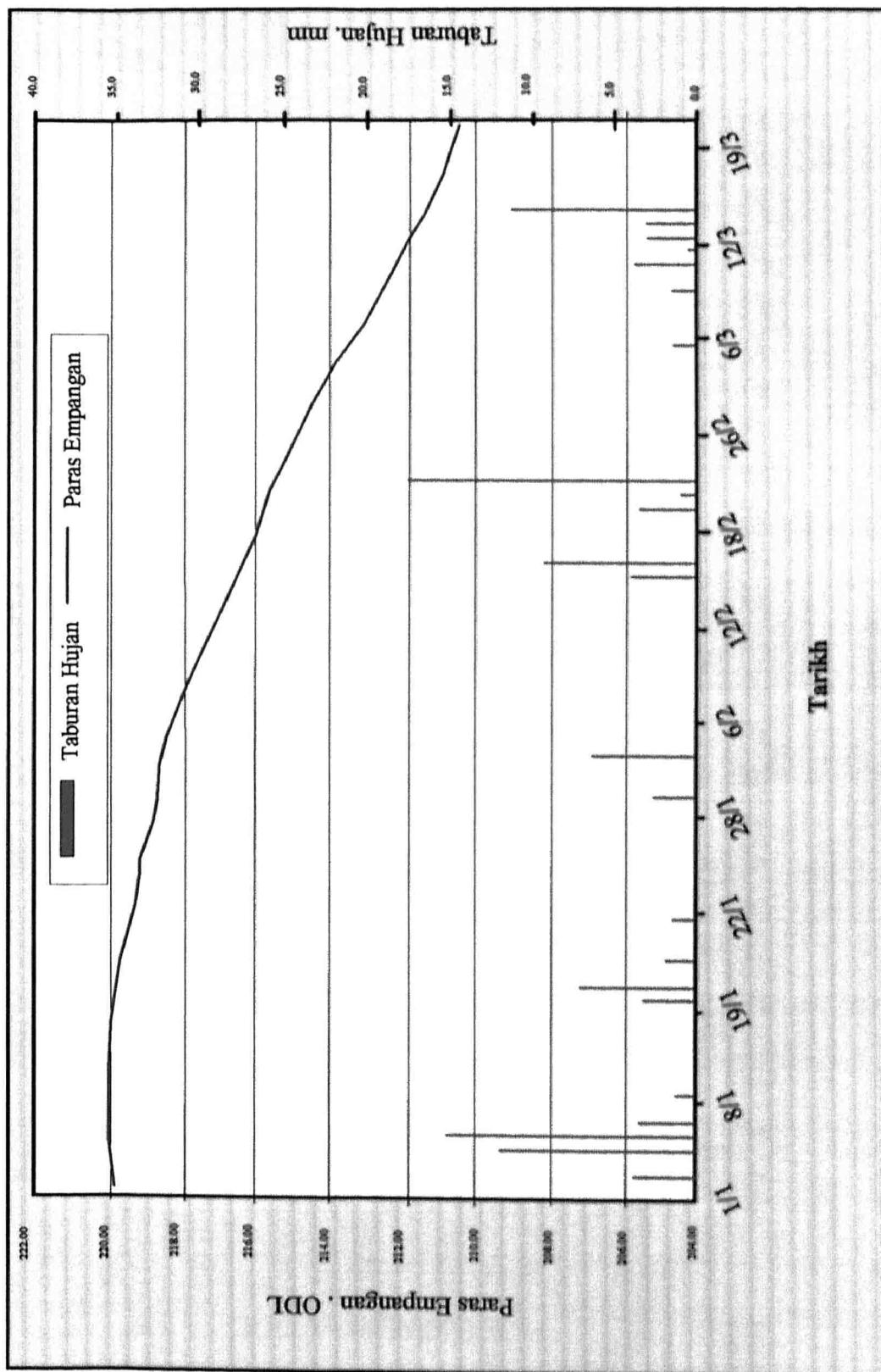
Empangan Sg. Semenyih juga tidak terkecuali mengalami kekurangan hujan. Berdasarkan rekod taburan hujan di empangan Sg. Semenyih antara bulan Januari-April 1998 menunjukkan kadar yang lebih rendah berbanding purata tahun 1986-1997. Jumlah hujan pada tahun 1998 untuk tempoh hanyalah diantara 37.1 % - 68.3 % sahaja berbanding purata bagi tahun 1998 hingga 1997. Jumlah ini hanya 50.0 % sahaja berbanding tempoh yang sama. Jadual di bawah menunjukkan bahawa kekurangan hujan amat ketara pada bulan Februari dan Mac.

**Jadual 6.4 : Perbandingan Taburan Hujan (1986-1997) dan 1998,  
Empangan Semenyih**

Hujan/Bulan	Januari	Februari	Mac	April	Jan-April
Maksimum (mm)	176.5	422.5	546.8	353.1	
Minimum (mm)	39.3	15.5	47.2	176.5	
Purata (mm)	93.7	170.6	272.0	271.9	808.2
Tahun 1998 (mm)	53.3	63.3	102.0	185.7	404.3
Perbandingan Purata (1986-1997) & 1998	56.9 %	37.1 %	37.5 %	68.3 %	50.0 %

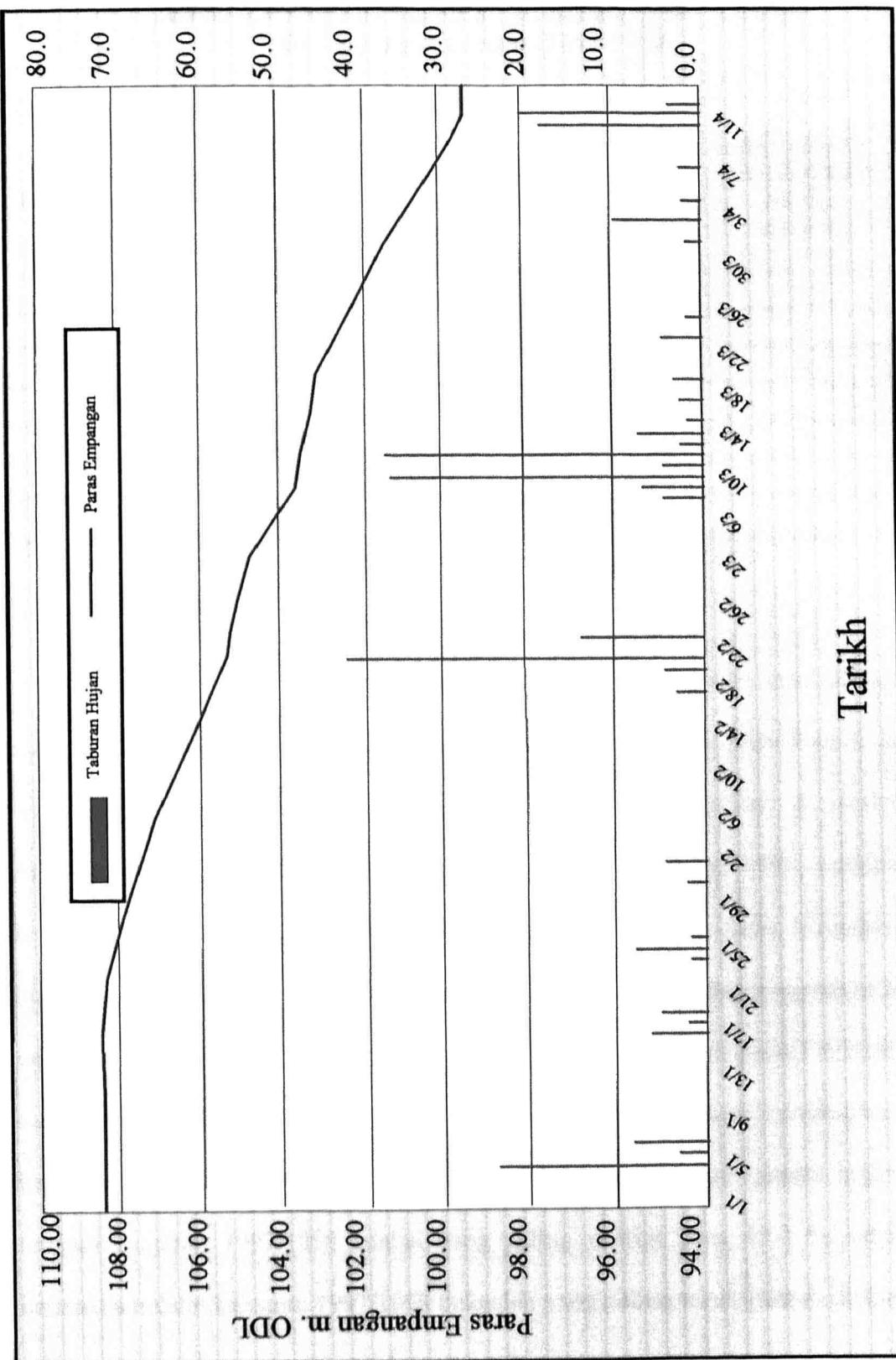
Sumber : JBAS, 1998b

Berdasarkan rekod kedua-dua empangan tersebut didapati kuantiti taburan hujan adalah terlalu berkurangan berbanding dengan tahun-tahun yang lepas. Kawasan-kawasan tadahan Empangan Sg. Langat dan Empangan Sg. Semenyih telah mengalami hampir 55 % kekurangan hujan berbanding dengan taburan-taburan hujan untuk tempoh 10 tahun terdahulu. Graf 6.4 dan 6.5, menunjukkan curahan hujan dan paras air di Empangan Sg. Langat dan Empangan Sg. Semenyih untuk tempoh di antara Januari hingga Mac 1998. Kedua-duanya menunjukkan jumlah hujan yang diterimasangat kurang malah terdapat beberapa hari sahaja hujan turun dalam sebulan. Keadaan ini telah memberi kesan terhadap paras air di kedua-dua empangan.



Graf 6.4 : Paras Empangan Langai dan Taburan Hujan Untuk Jan - Mac 1998

Sumber : Bahauai dptd JBAS, 1998b



Graf 6.5 : Paras Empangan Semenyih dan Taburan Hujan Untuk Jan - April 1998

Sumber: Ubahsuai drpd JBAS, 1998b

## ii) Musim kering

**Jadual 6.5: Ciri-ciri Kemarau Berdasarkan Data Hujan  
Di Empangan Langat (1947-1998)**

Bil	Permulaan	Berakhir	Purata bulanan intensiti hujan (G)	Tempoh (bulan) (P)	Indeks kemarau	Kedudukan berdasarkan indeks kemarau	% purata hujan dlm tempoh tsbt
1.	01.12.1997	30.5.1998	2.25	6	13.5	6	43.7
2.	01.7.1992	31.7.1993	2.1	13	27.2	2	50.9
3.	01.11.1989	28.2.1991	1.17	16	18.7	4	73.8
4.	01.10.1988	31.5.1989	1.5	8	12.0	7	64.4
5.	01.6.1986	31.7.1987	1.89	14	26.5	3	56.4
6.	01.9.1976	21.7.1977	1.39	11	15.3	5	63.4
7.	01.11.1951	31.3.1954	1.46	29	42.4	1	66.3

Sumber: Ahmad Jamaluddin Shaaban et.al.1999

Malaysia yang terletak di kawasan doldrum khatulistiwa amat jarang sekali mempunyai keadaan langit tidak berawan langsung meskipun pada musim kemarau teruk. Berdasarkan jadual 6.5, ciri-ciri kemarau yang dianalisa di stesen hujan Empangan Langat mendapati bahawa dari tahun 1951 hingga 1998, terdapat tujuh kejadian kemarau yang dikenalpasti. Kemarau yang berlaku pada November 1951 hingga Mac 1954 merupakan yang paling teruk sekali. Ini berdasarkan indeks kemarau iaitu 42.4 % merupakan nilai yang tertinggi. Kejadian kemarau pada 1997/1998 yang membawa kepada krisis air hanya berada di tempat yang ke enam berdasarkan indeks kemarau iaitu 13.5 % sahaja. Walau bagaimanapun, peratus purata hujan dalam tempoh kemarau 1997/1998 adalah yang paling sedikit iaitu 43.7 % sahaja. Ini bermakna musim kemarau 1997/1998 bukanlah yang paling teruk pernah dialami tetapi ia mampu menjaskan sumber bekalan air.

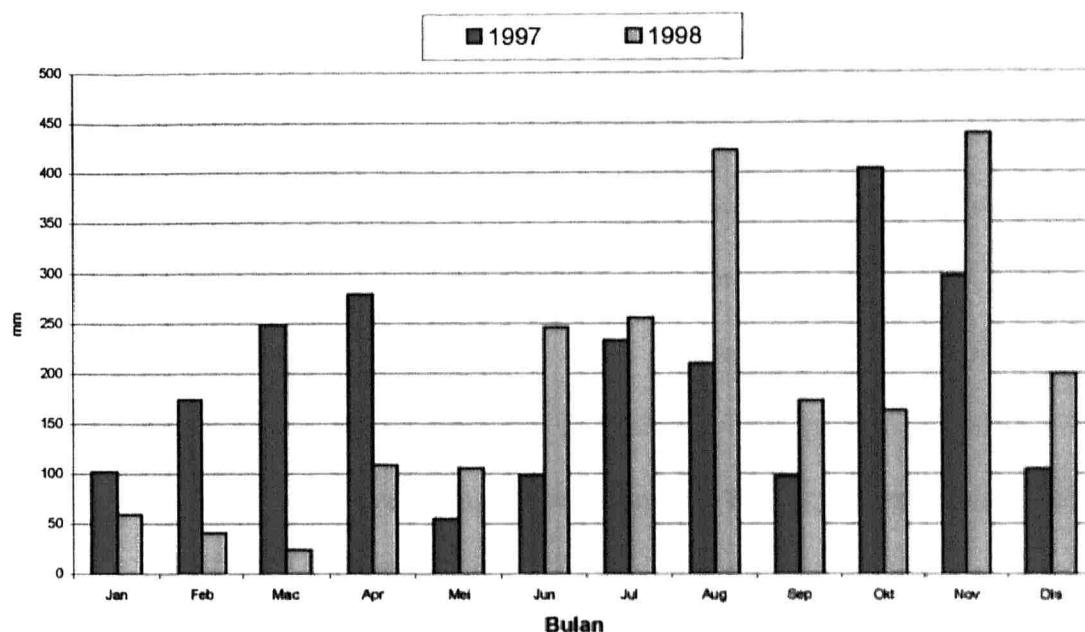
Sebelum musim kemarau bermula dalam bulan Jun 1997, simpanan air di Empangan Langat masih berada di tahap penuh. Kedatangan kemarau tersebut telah menyebabkan simpanan air di Empangan Langat telah dihabiskan sebanyak 65 % sehingga pertengahan Oktober 1997 (Marzuki, 1998). Tambahan pula, musim kemarau 1997 bersamaan dengan kejadian El Nino juga telah menambahkan lagi kekurangan hujan. Ini akhirnya menghasilkan penurunan air awal tahun 1998.

**Jadual 6.6 : Jumlah hujan, Paras Simpanan dan Pelepasan Air Dari Empangan Langat Tahun 1997/1998**

Bulan	Hujan (mm)	Level End of Month (FT)	Dam Release (ML)	Hujan (MM)	Level End of Month (FT)	Dam Release (ML)	Purata Hujan Bulanan (MM) 1988-1998
<b>Januari</b>	102.30	724.50	1909.98	59.00	716.80	4263.51	72.90
<b>Februari</b>	174.00	724.70	1737.46	41.10	703.20	7598.15	113.17
<b>Mac</b>	249.00	724.60	2689.50	24.80	686.00	7491.45	191.59
<b>April</b>	278.90	725.40	2478.39	108.90	677.70	3932.55	239.14
<b>Mei</b>	55.0	724.40	2452.96	105.80	674.30	1963.10	212.83
<b>Jun</b>	98.60	720.00	3864.90	246.10	674.50	1210.36	242.15
<b>Julai</b>	232.90	712.70	6305.61	255.80	674.60	1384.70	173.41
<b>Ogos</b>	209.80	704.30	6614.33	422.30	685.50	611.99	236.80
<b>September</b>	97.60	697.70	5335.86	173.00	691.10	548.43	261.92
<b>Oktober</b>	404.10	705.80	1914.97	163.20	684.00	4516.39	281.60
<b>November</b>	297.30	716.10	12.71	438.60	697.20	197.04	291.69
<b>Disember</b>	104.70	720.60	472.16	199.60	702.80	260.60	202.38

*Sumber : JBAS, 1998b*

**Graf 6.6 : Jumlah Hujan Bulanan Bagi Empangan Langat  
Tahun 1997 Dan 1998**



Graf 6.6, menunjukkan terdapat tiga bulan berturut-turut jumlah hujan yang diterima berada di bawah 100 mm iaitu dari bulan Januari hingga Mac 1998. Pada masa yang sama kehadiran musim kemarau yang telah lama dirasai menyebabkan pelepasan air dari empangan terpaksa dihentikan. Ini bermakna aliran air Sg. Langat kurang dan tidak dapat diproses. Dengan lain perkataan terlalu banyak aliran keluar berbanding aliran yang masuk ke dalam simpanan. Ini menyebabkan *difisit* air berlaku dan memaksa sistem bekalan Langat terhenti. Walaupun bulan April dan Mei 1998 jumlah hujan naik sedikit iaitu di atas 100 mm namun ianya tidak dapat menambahkan simpanan air di Empangan Langat. Apabila kemarau mula berundur, jumlah hujan yang direkodkan bertambah kepada 250 mm dalam bulan Jun dan Julai. Musim kemarau berhenti awal bulan Ogos dan jumlah hujan yang diterima naik kepada 422 mm menyebabkan simpanan air di Empangan naik dari 4 kaki hingga 15 kaki iaitu di atas paras kritikal.

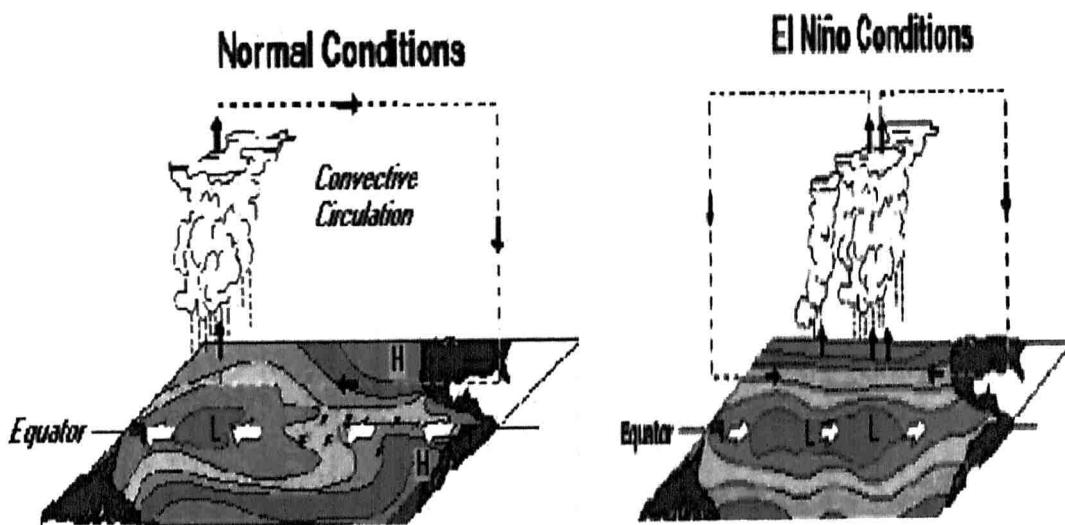
## **6.2.4 FENOMENA EL NINO**

El Nino bermaksud ‘anak kecil’ iaitu nama yang diberikan kepada arus panas yang muncul di pinggir laut Ekuador setiap musim perayaan Krismas (National Drought Mitigation Centre, 2001). Dalam bahasa orang Peru, mereka mengistilahkannya sebagai ‘corriente Del Nino’ ataupun ‘Current of the Chirst Child’. Kejadian El Nino mula dikenalpasti pada tahun 1890-an terutamanya yang berlaku di kawasan lautan Pasifik timur dan juga zon kering iaitu garisan khatulistiwa yang mencakupi 11,000 km menyeberangi lautan Pasifik. El Nino juga dianggap sebagai fenomena yang berlaku akibat perubahan tekanan udara di sesuatu kawasan yang mana memberi kesan ke kawasan yang lain. Oleh itu, El Nino adalah perubahan yang berlaku di dalam suhu lautan dan keadaan persekitaran di Pasifik yang menganggu cuaca di seluruh dunia dan ini disifatkan sebagai fenomena kepanasan suhu laut yang luar biasa di Equatorial Pasifik.

El Nino berlaku apabila arus tekanan rendah berubah di kawasan Zon Tropika dan berpindah dari timur ke barat iaitu sekitar  $160^{\circ}$  B. Apabila tekanan ini melalui Indonesia dan Australia tekanan arus rendah ini bertukar menjadi tekanan tinggi. Tekanan ini menyebabkan perubahan cuaca yang drastik berlaku. Selain itu aliran angin yang semakin lemah sehingga mengakibatkan wujudnya sejumlah besar air panas di perairan lautan Pasifik dan bergerak ke arah timur di sepanjang garisan Khatulistiwa ke arah Amerika Selatan. Suhu lautan yang panas itu akan berinteraksi dengan atmosfera di atasnya sehingga mengakibatkan gangguan terhadap sistem cuaca.

Semasa El Nino, perairan yang lebih panas di Pasifik tengah dan timur membekalkan haba dan lembapan tambahan kepada atmosfera yang berada di atasnya. Wap air dan udara panas pada permukaan lautan tersejat ke atas dan ini menyebabkan tekanan udara di tengah lautan pasifik adalah rendah. Udara bersama wap air daripada daratan sekeliling seperti Australia, Indonesia dan India akan bergerak ke arah lautan untuk mengisi ruangan udara panas yang telah tersejat itu. Kesannya hujan tidak turun di Australia, Malaysia, Indonesia dan India. Manakala udara lembap yang naik itu terpeluap lalu membentuk kawasan ribut petir yang luas dan hujan di kawasan berkenaan (*rujuk rajah di bawah*). Semasa keadaan normal, tekanan permukaan di Pasifik barat biasanya rendah manakala di tengah dan timur Pasifik adalah tinggi. Di bawah keadaan ini, pada amnya Pasifik barat adalah lembap sementara Pasifik tengah dan timur adalah kering.

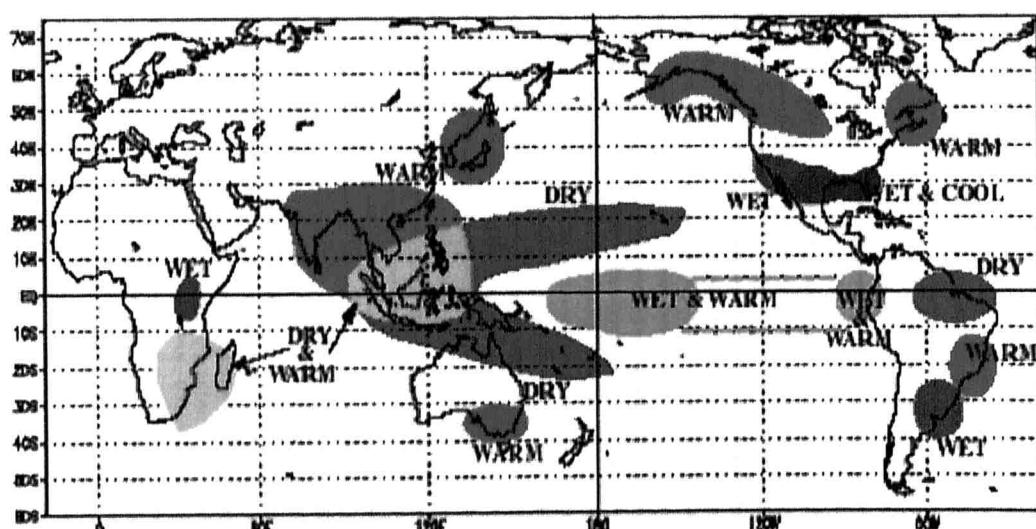
**Rajah 6.1 : Menunjukkan Keadaan Normal Dan Keadaan Semasa El Nino**



Sumber: [www.elnino.noaa.gov](http://www.elnino.noaa.gov)

Dalam tempoh 50 tahun lalu, sekurang-kurangnya 12 episod kejadian El Nino dicatatkan di Malaysia (*rujuk jadual 6.6*). Kesan daripada El Nino di kawasan tropika aktiviti-aktiviti ribut petir berpindah dari Pasifik barat ke kawasan Pasifik tengah dan timur yang mana menghasilkan keadaan yang kering luar biasa di Malaysia, Indonesia, Filipina dan Australia (*rujuk graf 6.7*). Kehadiran El Nino telah menyebabkan taburan hujan di Sabah dan Sarawak berada jauh di bawah paras purata semasa monsun barat daya (Jun-ogos) dan monsun timur laut (Nov-Feb). Sebaliknya di Semenanjung Malaysia taburan hujan adalah di bawah paras purata semasa monsun barat daya (Jun-Ogos). Keadaan El Nino yang lemah dikenal pasti memberi impak yang minimum kepada taburan hujan di Malaysia tambahan pula taburan hujan di bawah dan atas paras purata boleh juga berlaku dalam tahun-tahun yang bukan El Nino. Kejadian El Nino yang paling teruk sekali berlaku dalam tahun 1982/83 dan 1997/98 yang mana amat memberi kesan terhadap taburan hujan yang diterima.

Rajah 6.2: Perubahan Iklim Semasa Kejadian El Nino



Sumber: [www.kjc.gov.my](http://www.kjc.gov.my)

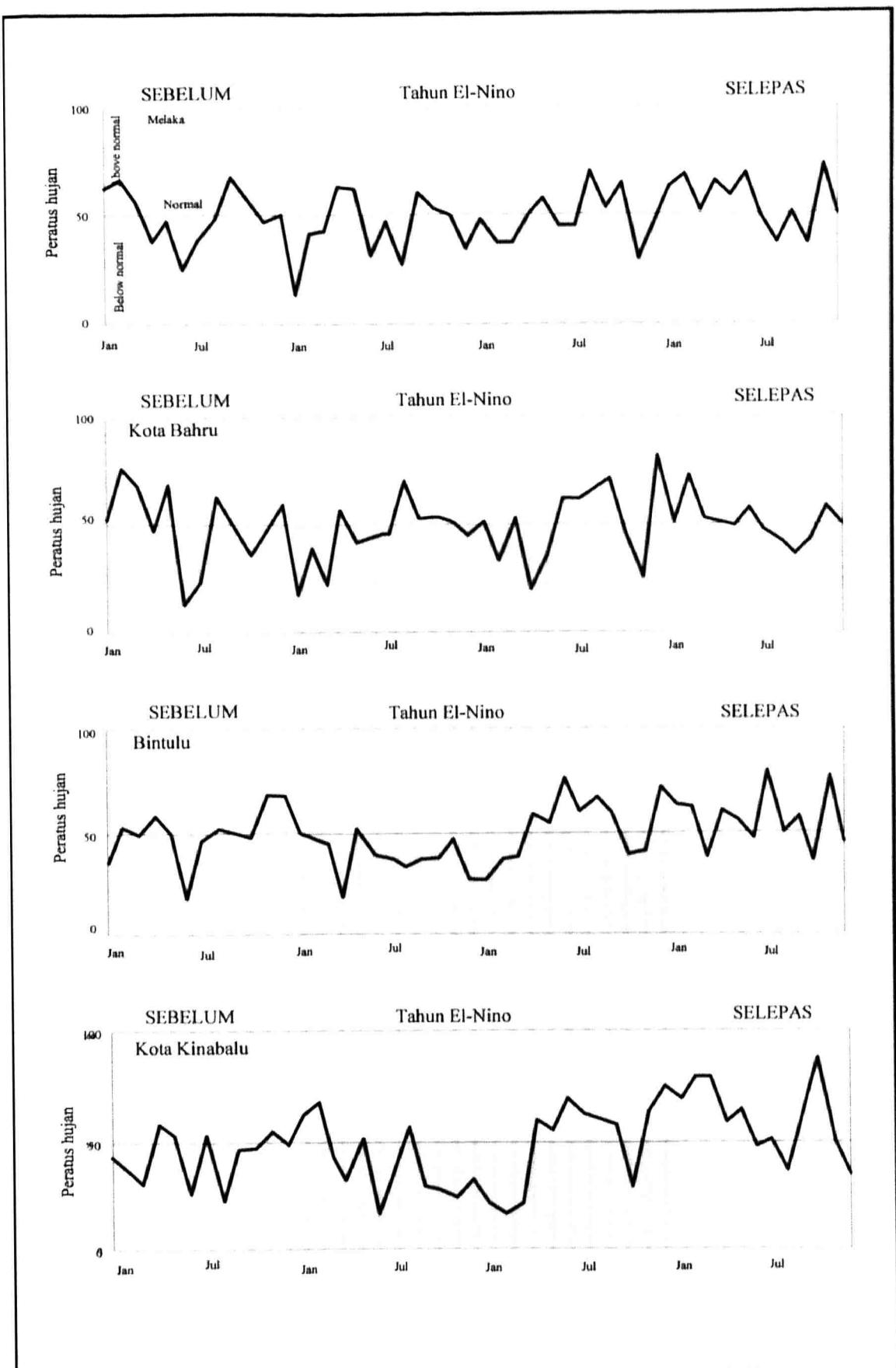
**Jadual 6.7 : Episod El Nino Yang Dicatatkan Di Malaysia  
Bagi Tempoh 50 Tahun**

Bil	Jangka Masa Tahun
1	1951-1952
2	1969-1970
3	1986-1987
4	1953-1954
5	1972-1973
6	1991-1992
7	1957-1958
8	1977-1978
9	1994-1995
10	1965-1966
11	1982-1983
12	1997-1998

*Sumber: Ekhwan, 1998*

Fenomena El Nino 1997/98 merupakan yang paling buruk pernah dialami oleh negara. Keadaan ini menyebabkan kadar curahan hujan yang rendah berbanding tahun-tahun yang tidak mengalami El Nino. Graf 6.7 di bawah menunjukkan dengan jelas perubahan hujan yang dicatatkan sebelum, semasa dan selepas kejadian El Nino di Sabah, Sarawak, Melaka dan Kelantan. Kebanyakan hujan yang direkodkan semasa El Nino adalah kurang dari 50 peratus semasa bagi tahun-tahun El Nino dicatatkan. Pada masa yang sama kejadian El Nino 1997/98 juga telah menyebabkan berlakunya krisis air di Lembah kelang yang yang teruk. Ia telah memberi kesan terhadap taburan hujan yang diterima dan keadaan suhu yang bertambah panas.

Bagi melihat pengaruh El Nino terhadap iklim Malaysia, Atika Ahmad (1999) telah menggunakan lima pusat kaji cuaca yang terdapat di Malaysia iaitu; Kuching, Kota Kinabalu, Kuantan, Bayan Lepas dan Petaling. Kajian tersebut mendapati bahawa terdapat korelasi antara fenomena El Nino terhadap iklim di Malaysia. Berdasarkan purata hujan di Malaysia bagi kelima-lima pusat kaji cuaca pada tahun 1997

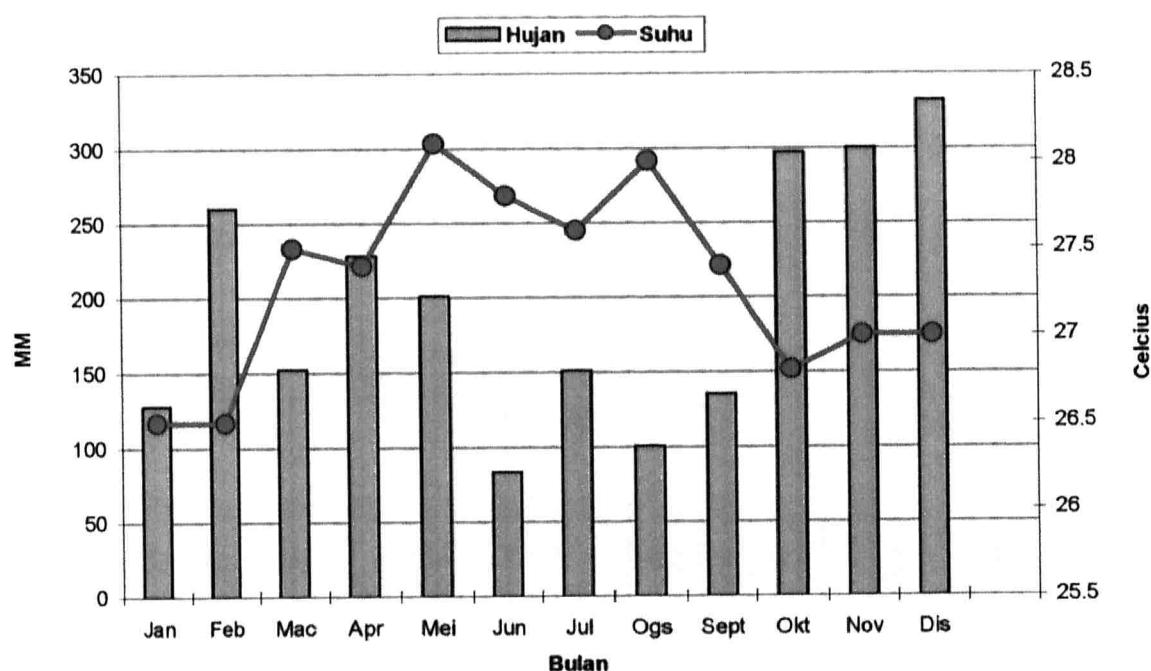


Graf 6.7: Pengaruh El Nino Dalam Bentuk Indek Peratus Hujan

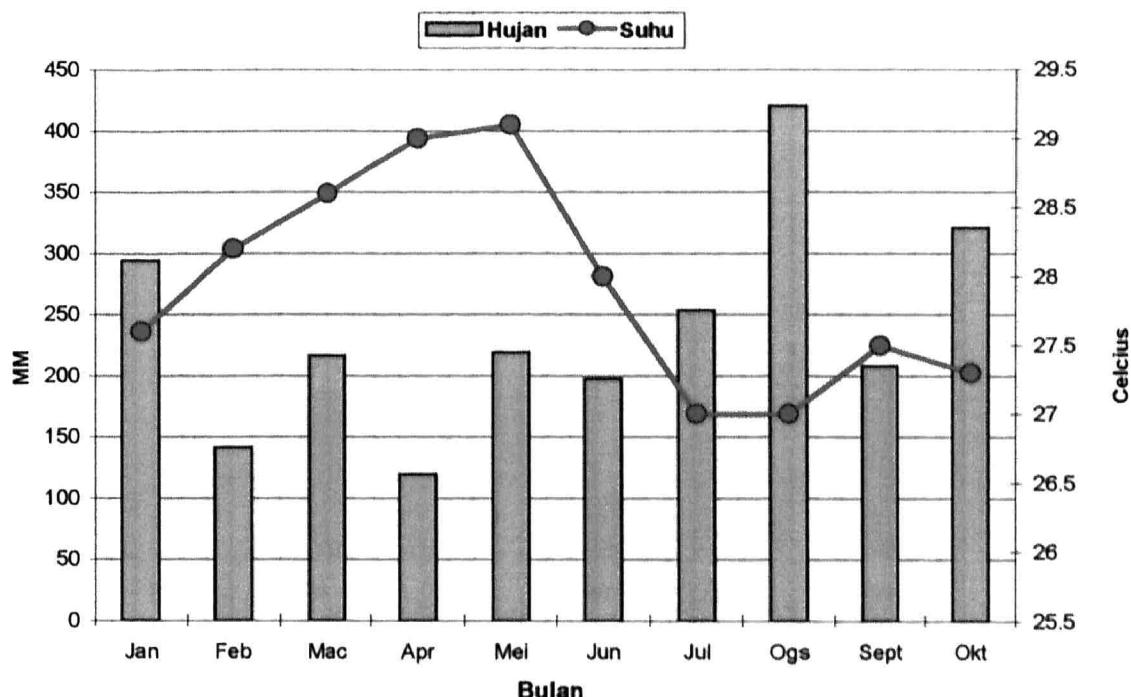
Sumber: Ubahsuat drpd Ikhwan, 1998

menunjukkan bahawa pada bulan Mac-September hujan berkurangan tetapi pada bulan Oktober dan Disember hujan agak tinggi. Bulan Jun pula mencatatkan jumlah hujan yang paling sedikit iaitu 83.4 mm. Walau bagaimanapun, kejadian El Nino yang teruk sekali adalah dalam bulan Disember 1997 tetapi hujan yang diterima pada masa tersebut agak tinggi iaitu 331.6 mm. Oleh yang demikian, meskipun bulan-bulan tertentu terdapat korelasi El Nino tetapi terdapat juga pada bulan-bulan tertentu yang tidak.

**Graf 6.8: Purata Hujan Dan Suhu Di Malaysia Bagi Lima Pusat Kajicuaca Tahun 1997**



**Graf 6.9 : Purata Hujan Dan Suhu Di Malaysia Bagi Lima Pusat Kajicuaca Tahun 1998**

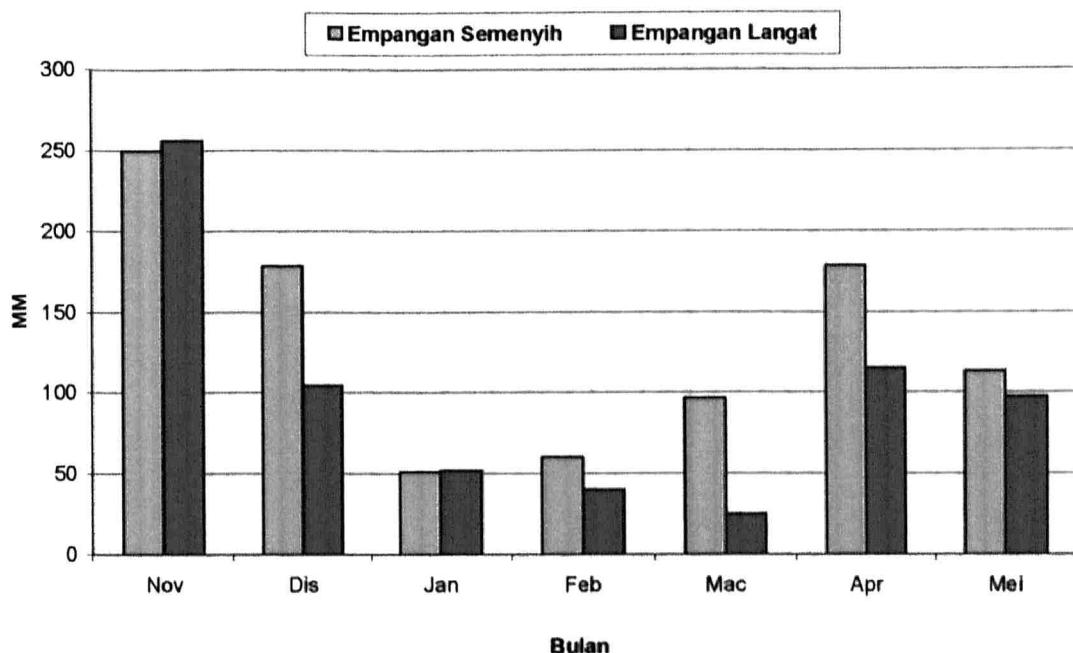


**Jadual 6.8 : Perbandingan Hujan Semasa Bulan El Nino**

	NOV.	DIS.	JAN.	FEB.	MAC	APR.	MEL.
Purata-28Thn. (U.Malaya) <sup>1</sup>	307.5	231.5	164.7	180.4	233.0	302.6	242.3
Empangan Semenyih <sup>2</sup>	249.5	178.2	50.7	60.1	96.3	178.3	113.2
Empangan Langat <sup>2</sup>	256.2	104.4	51.7	39.8	24.9	115.3	97.3

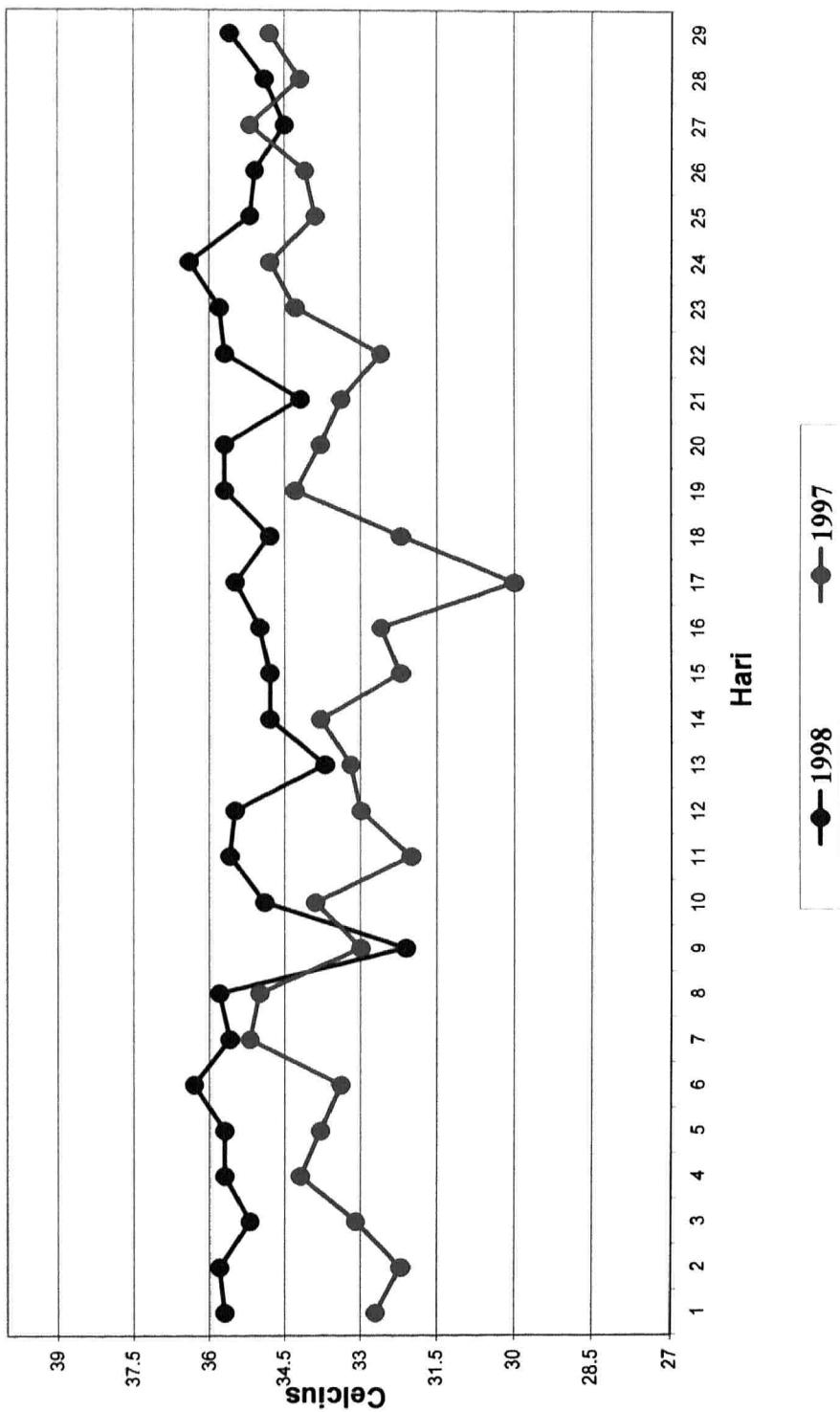
Sumber: Ithnin, 1998

Berdasarkan kajian Ithnin (1998) menjelaskan bahawa jumlah hujan yang diterima di kawasan tadahan Lembah Kelang sangat kurang jika dibandingkan dengan purata hujan tahunan (*rujuk jadual 6.8*). Semasa krisis air berlaku, walaupun hujan turun dengan banyaknya di sekitar Kuala Lumpur tetapi kawasan tadahan tidak menerima hujan yang secukupnya untuk mengekalkan paras empangan. Tambahan pula, corak hujan yang kelihatan memainkan peranan utama semasa krisis air berlaku.

**Graf 6.10: Perbandingan Hujan Semasa Bulan El Nino**

Semasa El Nino melanda, keadaan suhu meningkat naik melebihi purata suhu  $29.1^{\circ}\text{C}$  iaitu melebihi  $35^{\circ}\text{C}$  (*rujuk rajah 6.11*). Berdasarkan pengalaman yang ada, Malaysia belum pernah mengalami keadaan suhu yang panas seperti ini. Kesannya, kadar sejatan dan *evaporation* meningkat. Di Kawasan yang mempunyai tumbuhan proses *evapotranspiration* akan meningkat dan menghasilkan kesan yang lebih dahsyat oleh kerana ia melibatkan kehilangan air permukaan dan kehilangan air melalui tumbuhan. Keadaan suhu yang begitu panas pada masa El Nino menyebabkan permintaan air telah meningkat secara mendadak iaitu 2658 jlh berbanding pengeluaran sebanyak 2553 jlh. Merujuk perkara di atas menjelaskan bahawa fenomena El Nino juga menjadi penyebab berlakunya krisis air. Ia juga telah memanjangkan lagi musim kemarau di samping meningkatkan suhu yang mana telah menyebabkan purata hujan tahunan yang turun di kawasan tadahan amat sedikit. Akhirnya beberapa buah empangan di Lembah Kelang jatuh menghampiri paras kritikal.

Graf 6.11: Suhu Maksimum Bagi Bulan Mac Tahun 1997 dan 1998



## **6.2.2 FAKTOR KEMANUSIAAN**

Faktor kemanusiaan melibatkan perhubungan manusia dengan alam sekitar termasuklah kegiatan ekonomi mereka serta pegubasuaian yang berterusan bagi manusia mengadaptasi dirinya. Pengubasuaian yang dilakukan oleh manusia terhadap alam sekeliling telah memberi banyak kesan dengan wujudnya pelbagai lanskap serta wilayah yang unik akan muncul. Tidak kurang juga membawa perubahan terhadap proses-proses semulajadi yang akhirnya mengundang masalah. Ini termasuklah memberi kesan terhadap sumber air mahupun cirri-ciri fizikal yang lain. Justeru itu, kejadian krisis air di Lembah Kelang tahun 1998 adalah disebabkan faktor ini.

### **6.2.2.1 KADAR PELEPASAN AIR DARIPADA EMPANGAN**

Empangan pada asasnya berperanan sebagai tempat menakung dan menyimpan air. Taburan hujan di kawasan tadahan memainkan peranan penting untuk mengekalkan stok simpanan air mentah di empangan serta kuantiti aliran air sungai. Manakala keupayaan loji-loji rawatan air bergantung kepada kuantiti aliran air sungai yang terdapat di kawasan tadahan. Dalam keadaan biasa adakalanya kawasan-kawasan tadahan menerima taburan hujan yang tinggi dan menambahkan kuantiti aliran air sungai. Keadaan ini sudah mencukupi untuk menampung pengeluaran yang diperlukan. Namun demikian empangan-empangan yang terdapat di Lembah Kelang telah mengalami kekurangan air dan terpaksa melakukan pelepasan air dari empangan. Ekoran daripada kejadian ini catuan air terpaksa dilakukan.

Kawasan tadahan Loji Rawatan Air Sg. Langat dan Sg. Semenyih telah mengalami musim kering yang luar biasa. Ini menyebabkan jumlah hujan yang turun amat sedikit menyebabkan kadar aliran air di sungai utama dan anak-anak sungai amat berkurangan. Keadaan ini memaksa pelepasan air pada kadar yang tinggi dari Empangan Sg. Langat dan Sg. Semenyih. Kadar pelepasan adalah berbeza dari semasa ke semasa bergantung kepada aliran air sungai. Jumlah pelepasan adalah antara 45 jlh hingga 320 jlh dari setiap empangan tersebut. Kuantiti pelepasan ini adalah alternatif untuk menambahkan kadar aliran air sungai yang sentiasa berkurangan bagi memenuhi kadar keperluan pengeluaran.

Graf 6.12 dan 6.13 menunjukkan penurunan paras air yang drastik di Empangan Sg. Langat dan Sg. Semenyih. Kadar pelepasan yang tinggi mengakibatkan kejatuhan paras air yang ketara dalam tempoh yang singkat (Jan – Mac) di kedua-dua empangan tersebut. Penurunan adalah sebanyak 9.5 m iaitu dari 219.8 m kepada 210.3 m di Empangan Sg. Langat manakala paras air di Empangan Sg. Semenyih pula jatuh sebanyak 8.9 m dari 108.3 m kepada 99.4 m.

**Jadual 6.9 : Paras Empangan dan Baki Simpanan Pada 20 Mac 1998  
di Empangan Sg.Langat dan Sg.Semenyih**

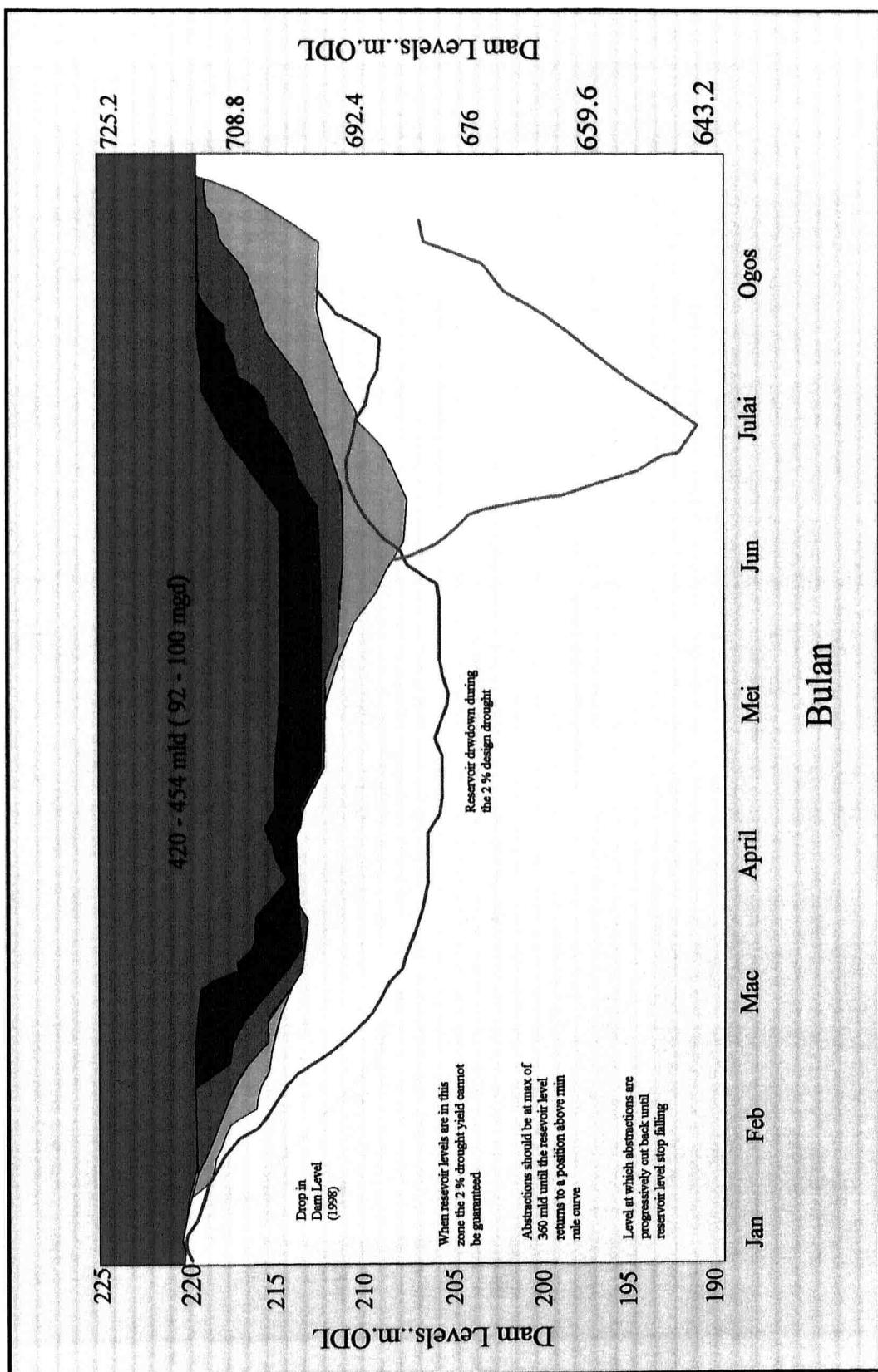
Empangan	Simpanan Maksimum (Juta M <sup>3</sup> )	Paras Air Maksimum (M.O.D.L)	Paras Pada (20.03.98)	Simpanan Semasa (Juta M <sup>3</sup> )
Sg. Langat	37.459	221.00	210.58	16.032 (42.8%)
Sg. Semenyih	61.735	111.00	102.84	35.500 (57.5%)

*Sumber: JBAS, 1998b*

Jadual 6.9 di atas menunjukkan status simpanan air di empangan-empangan Sg Langat dan Sg. Semenyih pada 20 Mac 1998. Pada tarikh tersebut baki simpanan air hanyalah sebanyak 42.8 % di Empangan Sg. Langat dan 57.5% di Empangan Sg. Semenyih. Di antara faktor yang menentukan kadar pelepasan air dai empangan ialah baki kuantiti simpanan atau paras air serta waktu mengikut peredaran musim pada masa pelepasan diperlukan. Di samping itu, faktor tarikh atau tempoh pelepasan dalam pusingan cuaca setahun juga perlu diambil kira. Rekod-rekod kadar taburan hujan yang lepas dan ramalan kajicuaca dapat membantu untuk meramalkan masa berlakunya hujan dan kuantiti taburan yang akan diterima untuk sesuatu tempoh.

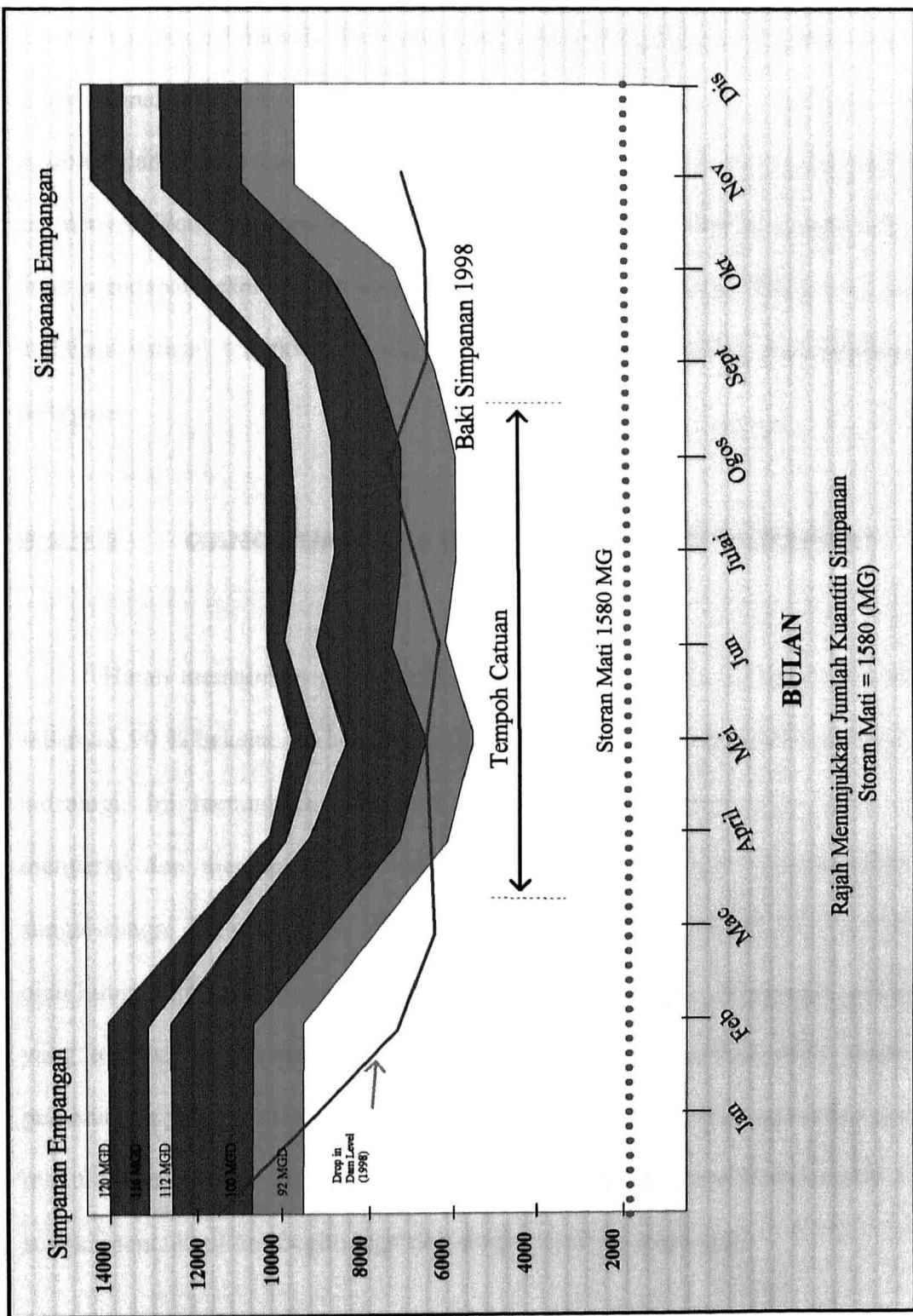
Pada masa kejadian, paras air yang semakin kritikal dan simpanan yang semakin merosot di Empangan Sg. Semenyih memerlukan pengawasan rapi. Kadar aliran air mentah di Sg. Semenyih serta anak-anak sungai lain dari kawasan tadahannya tidak mencukupi bagi memenuhi permintaan biasa sebanyak 636 jlh. Pengeluaran air bersih semasa terjejas berikutan kekurangan air mentah untuk dirawat dan kadang kala terpaksa dikurangkan kepada 417jlh (JBAS, 1998b).

Melalui prosidur pengendalian empangan, pengeluaran air bersih dari Loji Air Sg. Langat perlu dikurangkan kepada 387 jlh dari 477 jlh untuk mengelakkan paras empangan jatuh ke tahap yang lebih kritikal dan terus berkurangan. Kadar pelepasan dan pengeluaran air perlu dikawal dan ditentukan mengikut *resevoir central curves* empangan berkenaan seperti yang ditunjukkan dalam graf 6.12 dan 6.13 di bawah.



Graf 6.12: Lengkung Operasi Empangan Sg. Langat

Sumber: Ubahsuai drpd JBAS, 1998b



Sumber: Ubahsuai drpd JBAS, 1998b

Graf 6.13 : Lengkung Operasi Empangan Sg. Semenyih

Sebagaimana Empangan Sg. Langat, kadar pelepasan air mentah daripada empangan Sg. Semenyih dikawal mengikut Lengkuk Operasi Empangan Sg. Semenyih sepetimana rajah di bawah. Pelepasan yang terkawal dari kedua-dua empangan adalah untuk memastikan baki simpanan dapat menampung permintaan selanjutnya sehingga musim hujan akan datang. Pengeluaran yang terhad daripada kedua-dua loji rawatan air menyebabkan beberapa kawasan di tempat yang tinggi dan di penghujung sistem tidak mendapat bekalan air secara berterusan dan secukupnya. Oleh yang demikian tindakan catuan terpaksa diambil bagi mengatasi masalah ketidakpuasan hati pengguna.

#### **6.2.2.2 GANGGUAN TERHADAP KAWASAN TADAHAN**

Hutan memainkan peranan penting dalam penyediaan air bersih. Di Malaysia, sebanyak 90 % bekalan air bersih datangnya dari hutan yang diperolehi melalui kitaran hidrologi. Ini menunjukkan bahawa hutan bertindak seperti span yang berupaya menyerap dan menyimpan air hujan dengan baik kemudian memindahkannya ke sungai-sungai dan empangan. Oleh itu, kawasan tadahan mestilah dilitupi sepenuhnya oleh hutan hujan tropika agar sumber air tidak berkurangan. Selain itu, pokok-pokok yang terdapat di kawasan tadahan bertindak sebagai pengeluar debu untuk proses pemeluapan yang berfungsi sebagai air kering bagi pembentukan awan dan seterusnya menurunkan hujan. Fungsi kawasan tadahan ini juga dapat menjamin kuantiti aliran air sungai mencukupi dan begitu juga stok simpanan air di empangan.

Berdasarkan kepentingan inilah Malaysia telah mewartakan hampir 4.68 juta hektar hutan sebagai Hutan Simpan Kekal sehingga tahun 1997 ([www.frim.gov.my](http://www.frim.gov.my)).

Ini meliputi jenis hutan perlindungan, hutan pengeluaran, hutan tanah negeri, Taman Negara, Taman Hidupan Liar dan kawasan tадahan air. Mengikut Seksyen 10 Akta Perhutanan Negara 1984, hutan dikelaskan berdasarkan fungsi hutan masing-masing bertujuan memastikan ia tidak dikhususkan untuk pembangunan ekonomi semata-mata, sebaliknya mengambil kira fungsi meneruskan kelangsungan bekalan air bersih dan keseimbangan alam sejagat.

Di Selangor khususnya Lembah Kelang, terdapat beberapa kawasan yang telah diwartakan sebagai kawasan tадahan air dan kawasan sensitif bagi aktiviti pembalakan dan pembangunan hutan iaitu empangan Klang Gate, empangan Batu, empangan Sg. Buloh, empangan Langat dan empangan Semenyih serta empangan Ampang Intake. Bagaimanapun sejak kebelakangan ini, beberapa kawasan tадahan telah dibangunkan bagi tujuan pembangunan dan pembalakan sehingga menjaskan fungsi asas hutan sebagai sumber air. Dengan kejadian krisis air di Lembah Kelang 1998 telah menandakan dan menunjukkan terdapat tanda-tanda kawasan tадahan air bagi empangan tersebut diganggu gugat oleh aktiviti manusia. Aktiviti ini termasuklah pembalakan, kuari dan pembangunan hutan seperti pembinaan perumahan, infrastruktur dan sebagainya.

Berdasarkan kajian Pegawai Sains Institut Biosains Universiti Putra Malaysia (UPM), Mohd. Hasmadi Ismail mendapati berlaku pengurangan kawasan tадahan empangan Langat dan empangan Semenyih akibat kegiatan pembangunan yang tidak terkawal. Kajian melalui penderiaan jauh bersama JBAS dan Puncak Niaga Sdn. Bhd. Menunjukkan sebanyak 2,498 hektar antara tahun 1993 hingga 1998 ([www.frim.gov.my](http://www.frim.gov.my)). Di kawasan tадahan Hulu Langat terdapat beberapa kawasan

yang telah dibangunkan seperti di Hutan Simpan Bukit Sg. Puteh yang terletak di tenggara Kuala Lumpur dalam daerah Hulu Langat. Bukit Sg. Puteh ini dahulunya adalah sebahagian daripada Hutan Simpan Hulu Langat yang telah digezetkan untuk tujuan pembangunan (EIA). Kawasan yang terlibat bagi aktiviti pembangunan tersebut ialah di timur laut dan tenggara Hutan Simpan Bukit Sg. Puteh (rujuk peta). Pembangunan yang dijalankan melibatkan aktiviti pembalakan dan pembinaan perumahan (Utusan Malaysia, 1998a).

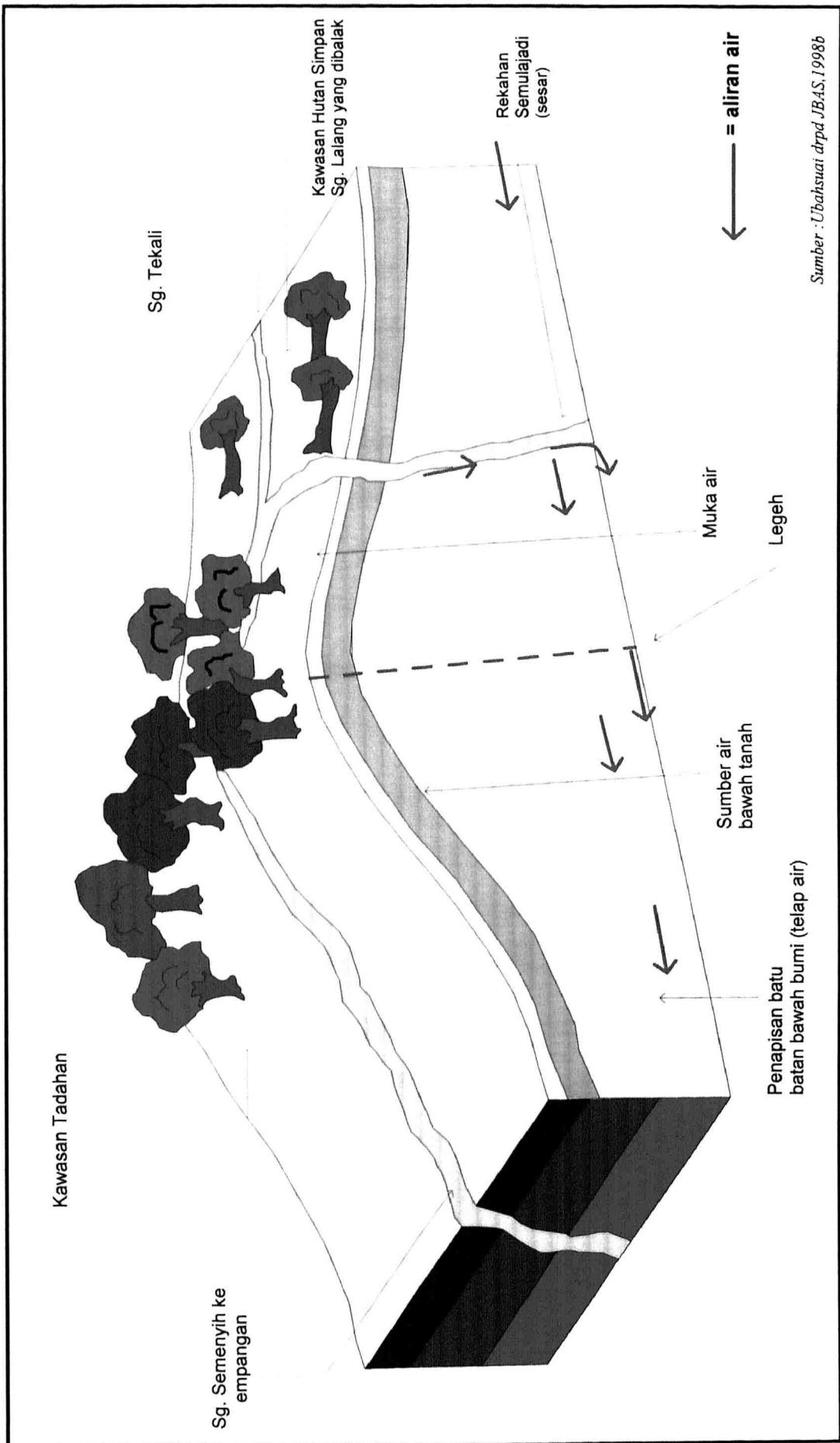
Di samping itu terdapat juga aktiviti pembalakan di Hutan Simpan Sg. Serai iaitu 3 km jauh daripada empangan Semenyih (Ithnin, 1998b) serta di Hutan Simpan Sg. Lalang seluas 232 hektar. Kawasan ini terletak hanya 5 km daripada empangan Semenyih. Menurut laporan EIA, terdapat satu kawasan yang dicadangkan untuk tujuan Pembangunan Pengurusan HITEC yang meliputi kawasan hutan terbalak dan bekas lombong pasir seluas 348 ekar. Ia terletak di Lembah Tekali dalam Mukim Ulu Semenyih. Kawasan projek ini terletak lebih kurang 1 km di utara air tадahan Semenyih yang disaliri beberapa sungai-sungai kecil Sg. Puteh dan Sg. Kesuma yang mengalir ke empangan Semenyih.

Pembangunan di kawasan tадahan ini tidak hanya di Hulu Langat sahaja malah turut berlaku di kawasan tадahan Ampang, Empangan Batu dan Hulu Kelang serta kawasan tадahan Sg. Buloh. Aktiviti pembalakan dijalankan di hutan Bukit Antarabangsa Ampang dan Hulu Kelang (Utusan Malaysia, 1998c). Kawasan ini yang dahulunya dipenuhi dengan hutan kini menjadi *hutan batu*. Manakala di Hulu Kelang juga sedang dijalankan projek Ukay Perdana iaitu pembinaan perumahan di kawasan bukit. Projek ini telah mendapat tindakan daripada JAS kerana gagal mematuhi

peraturan alam sekitar yang telah ditetapkan (Berita Harian, 1997). Manakala di Hutan Simpan Kekal Sg. Buloh juga terdapat aktiviti pembalakan (Utusan Malaysia, 1997).

Meskipun kerajaan Selangor menafikan dengan mengatakan bahawa kawasan yang terlibat dengan kegiatan tersebut tidak menjelaskan kawasan tadahan air kerana ia terletak di luar kawasan tadahan iaitu kira-kira 3.5 km dari empangan. Meskipun kegiatan pembalakan tersebut berada 3.5 km daripada kawasan tadahan tetapi ia masih terletak dalam zon penampang (*buffer zone*) kepada kawasan tadahan di sekitar lokasi tersebut. Zon penampang ini merupakan kawasan penyelamat yang terlalu sensitif dan berfungsi memastikan sumber air sentiasa ada dan proses kitaran air secara semulajadi. Ini bermakna, jarak 3.5 km bukanlah satu keluasan yang selamat untuk memastikan kitaran hidrologi di sekitar kawasan tadahan tidak terganggu. Ini kerana jika dibandingkan dengan negara luar seperti Perancis telah menetapkan sejauh 20 km aktiviti pembangunan daripada kawasan tadahan airnya.

Berdasarkan rajah 6.3, penerokaan dan pembangunan yang dijalankan kurang daripada jarak 10 km akan mengakibatkan perubahan mikro di lokasi tadahan dan boleh memberi kesan kepada perubahan haba, cuaca, udara, hujan dan angin keseluruhannya. Malah perubahan ini juga boleh memberi kesan yang lebih kompleks hingga menyebabkan perbezaan makro seperti kekurangan air di dalam kawasan tadahan dan pengurangan hujan dalam jumlah yang besar. Lebih buruk daripada itu, kawasan tadahan dan empangan tidak menerima hujan sebaliknya kawasan bandar yang banyak menghasilkan debu melalui proses pencemaran akan menerima hujan.



Rajah 6.3 : Kesan Ekologi di Kawasan Pembalakan Hutan Simpan Sg. Lalang, Semenyih, Selangor

Oleh yang demikian, faktor iklim dan kemunculan gelombang El Nino tidak dapat dipertanggungjawabkan sepenuhnya terhadap krisis air yang berlaku di Lembah Kelang 1998. Ini kerana gangguan kawasan tadahan ataupun kehilangan tanah seperti mana yang berlaku di beberapa buah kawasan tadahan di Lembah Kelang seperti di kawasan tadahan Sg. Langat, kawasan tadahan Sg. Semenyih dan kawasan tadahan Sg. Batu Hulu Kelang akan mempengaruhi proses menghasilkan imbasan angin yang boleh mengubah suhu dan menghasilkan hujan di kawasan tadahan. Ia juga menyebabkan penurunan kadar penyerapan air dan hujan tempatan dan penambahan aliran air di permukaan bumi, pengurangan jumlah air bawah tanah akan menjelaskan kitaran hidrologi.

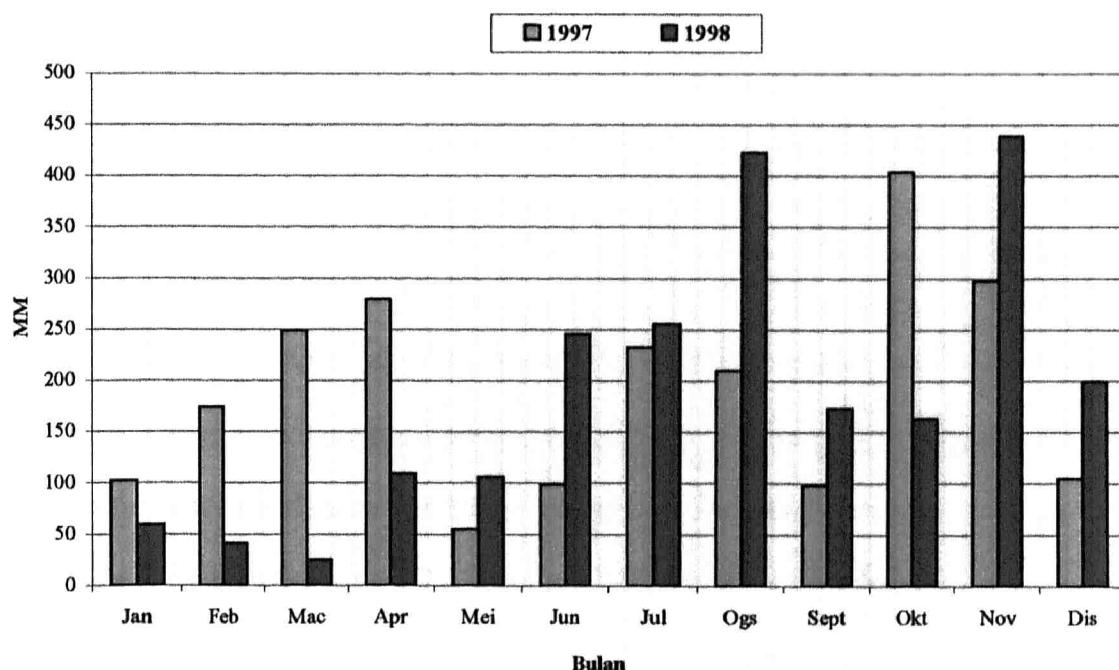
### **6.2.2.3 KEBERGANTUNGAN KEPADA AIR PERMUKAAN**

Air permukaan ialah air yang terdapat di daratan ataupun permukaan bumi. Ini termasuklah sungai, tasik, bekas lombong, kolam dan sebagainya. Krisis air yang berlaku pada tahun 1998 juga disebabkan Malaysia terlalu bergantung terhadap air permukaan. Sebanyak 97 % bekalan air mentah yang digunakan untuk pelbagai kegunaan adalah daripada air permukaan yang dibekalkan oleh sungai. Hanya 3 % sahaja air mentah yang digunakan datangnya dari sumber air tanah. Keadaan yang sedemikian ini boleh mendorong masalah dalam sistem pembekalan air seperti pengurangan kuantiti air akibat kemarau dan pencemaran sungai yang mana akan menjelaskan pembekalan air kepada pengguna pada masa hadapan.

Air mentah yang datang daripada air permukaan sememangnya mempunyai kebaikan juga kelemahan. Kebaikannya ia mudah diperolehi manakala kelemahannya

pula, ia mudah terdedah kepada pencemaran dan perubahan hidrometeorologi. Pada masa-masa tertentu, kuantiti air permukaan boleh berkurangan akibat kemarau yang berpanjangan. Krisis air di Lembah Kelang 1998 telah menunjukkan bahawa, musim kemarau yang berlaku menyebabkan jumlah hujan yang turun amat sedikit sehingga paras air di empangan Langat dan empangan Semenyih jatuh ke paras kritikal. Kekeringan empangan Durian Tunggal di Melaka tidak lama dulu juga disebabkan oleh keadaan yang sama. Berdasarkan graf di bawah menunjukkan jumlah hujan yang turun di Empangan Langat berada dibawah 100 mm terutamanya tiga bulan berturut-turut dari Januari hingga Mac 1998. Begitu juga purata bulanan hujan bagi empangan Langat dari tahun 1988-1998 mencatatkan bulan Januari, Februari dan Mac adalah yang paling sedikit jumlahnya jika dibandingkan dengan bulan-bulan lain. Ini telah menyebabkan sistem bekalan Sg. Langat telah terputus.

**Graf 6.14: Jumlah Hujan Bulanan Bagi Empangan Langat  
Tahun 1997 Dan 1998**



**Jadual 6.10 : Jumlah Hujan Bulanan Bagi Empangan Langat**

<b>BULAN</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>PURATA BULANAN HUJAN (MM) 1988-1998</b>
<b>JANUARI</b>	102.30	59.00	72.90
<b>FEBUARI</b>	174.00	41.10	113.17
<b>MACH</b>	249.00	24.80	191.59
<b>APRIL</b>	278.90	108.90	239.14
<b>MEI</b>	55.00	105.80	212.83
<b>JUN</b>	98.60	246.10	242.15
<b>JULAI</b>	232.90	255.80	173.41
<b>OGOS</b>	209.80	422.30	236.80
<b>SEPTEMBER</b>	97.60	173.00	261.92
<b>OKTOBER</b>	404.10	163.20	281.60
<b>NOVEMBER</b>	297.30	438.60	291.69
<b>DISEMBER</b>	104.70	199.60	202.38
<b>JUMLAH</b>			

Sumber: Marzuki, 1998

Pencemaran air yang semakin meruncing di Lembah Kelang telah menyebabkan kejatuhan kuantiti air apabila kualiti air yang bersih telah tercemar. Sg. Langat mempunyai kandungan B.O.D. yang tinggi berbanding dengan Sg. Ulu Gombak dan jauh melebihi piawaian kelas II yang ditentukan oleh Jabatan Alam Sekitar, Malaysia (*Ithnin, 1998b*). Keadaan ini berlaku kerana di kawasan Ulu Gombak aktiviti manusia adalah kurang dengan bacaan sekadar 1.10 mg/l. Walau bagaimanapun sekiranya terdapat aktiviti manusia ia akan menyebabkan bacaan yang tinggi direkodkan.

Berdasarkan kajian yang dijalankan didapati di kawasan lembangan Langat terdapat beberapa aktiviti pembangunan yang dijalankan iaitu perlombongan kuari. Ini telah menyebabkan berlakunya peristiwa tumpahan disel oleh Kenneison Quarries Sdn. Bhd. pada 23 September hingga 21 Oktober 1997 berdekatan Sg Sekamat lebih kurang 6000 liter. Pencemaran disel ini telah menyebabkan Loji Rawatan Air Cheras *shut down* sebanyak 3 kali selama 60 jam dan loji rawatan air Sg. Langat *shut down*

sebanyak 2 kali selama 42.5 jam. Selain pencemaran disel, kandungan ammonia yang tinggi telah dikesan di Sg. Langat kesan daripada hasil kumbahan dan buangan aktiviti penternakan. Pada masa yang sama juga berlakunya musim kering yang panjang menyebabkan paras air sungai jatuh sehingga bahan pencemar dalam sistem saliran menjadi lebih konsentrasi. Hal ini berlaku kerana paras air yang rendah kurang efesien untuk melarutkan ammonia dalam air. Tahap ammonia yang dikesan di Sg. Langat ialah 4.5 ppm iaitu melebihi daripada standard piawaian yg dibenarkan dan pada masa yang sama loji rawatan tidak boleh merawat air sekiranya kandungan ammonia melebihi 3 mg/l. Manakala kajian di Lembah Kelang pula menunjukkan bahawa aktiviti manusia telah menyebabkan kejatuhan kualiti air permukaan yang amat serius (*Ithnin, 1997*). Sungai utama iaitu Sg. kelang telah tercemar dengan bacaan petunjuk Indeks Kualiti Air yang rendah. Sementara itu tiga batang anak Sg. Kelang didapati tercemar dengan teruk sekali. Sungai tersebut ialah Sg. Penchala dengan bacaan tahap pencemaran yang paling buruk yang mengalir melalui kawasan perindustrian Petaling Jaya, kedua adalah Sg. Kerayong di Sg. Besi dan Sg Keroh di Segambut.

**Jadual 6.11: Tahap Pencemaran Air Sungai Di Lembah Kelang**

Sungai	WQI	Tahap Pencemaran 1 = paling tercemar
Penchala	25	1
Kerayong	26	2
Keroh	29	3
Batu	30	4
Kelang	32	5
Gombak	34	6
Jinjang	34	7
Kuyoh	35	8

*Sumber: Ithnin, 1997*

Secara kesimpulannya menunjukkan bahawa krisis air 1998 juga disebabkan oleh masalah kuantiti air yang semakin berkurangan dan ditambah pula dengan pencemaran air yang teruk menambahkan lagi masalah yang sedia ada. Ini kerana kuantiti air mentah yang kurang kesan hujan yang sedikit tidak mampu melarutkan kandungan ammonia yang tinggi dan keadaan ini tentunya mengurangkan lagi air mentah yang hendak dirawat. Kesannya, kita menyaksikan beberapa loji air utama di Lembah Kelang telah diberhentikan pengendaliannya seterusnya membantutkan lagi pengeluaran bekalan air kepada pengguna.

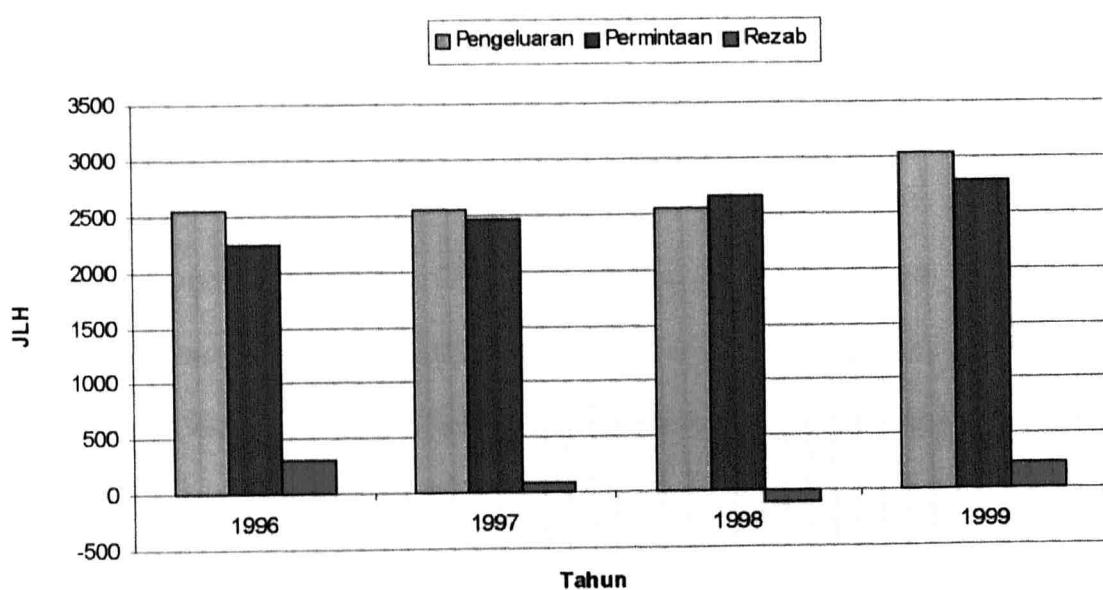
#### **6.2.2.4 PERMINTAAN BEKALAN AIR YANG TINGGI DI WILAYAH LEMBAH KELANG**

Permintaan air merujuk kepada penggunaan air sebagai satu komoditi. Selain itu permintaan air juga dianggap sebagai barang terakhir yang digunakan oleh pengguna adalah berdasarkan gelagat ekonomi iaitu pemaksimuman utiliti (Spulbur, N & Sabbaghi, 1994). Permintaan terhadap bekalan air merupakan faktor penentu yang mempengaruhi jumlah bekalan yang ditawarkan. Walaupun demikian permintaan air di Selangor khususnya di Lembah Kelang menunjukkan tidak berjalan sering dengan pengeluaran malah ia terus menunjukkan satu trend peningkatan setiap tahun.

Berdasarkan permintaan air di Selangor dan W.P Kuala Lumpur menunjukkan bahawa dalam tahun 1996 dan 1997, JBAS telah mengeluarkan air bersih sebanyak 2553 jlh. Air ini dibekalkan kepada pengguna-pengguna di negeri Selangor dan Wilayah Persekutuan Kuala Lumpur. Permintaan air pada masa tersebut adalah 2250 jlh (1996) dan 2454 jlh (1997) dan telah meningkat sedikit dalam tahun 1998. Hampir

90 % dari jumlah permintaan ini datangnya dari pengguna-pengguna di Lembah Kelang. Manakala pada tahun 1998 ialah jumlah permintaan telah meningkat sebanyak 2658 jlh. Ia meningkat sebanyak 8.3 % berbanding tahun 1997 hanya 3.9 % sahaja. Pada masa yang sama pengeluaran air bersih tetap pada kadar 2553 jlh. Ini bermakna berlaku pengurangan air sebanyak -105 jlh (-4%) pada tahun 1998. Kekurangan air ini dijangka berterusan sekiranya tidak ada alternatif untuk menambahkan pengeluaran air yang sedia ada. Ini menjelaskan bahawa pengeluaran air bersih di negeri Selangor dan W. P. Kuala Lumpur masih dalam keadaan seperti biasa.

**Graf 6.15 : Perbandingan Pengeluaran Dan Permintaan Air Di Selangor Dan W.P. Kuala Lumpur Dari Tahun 1996-1999**



**Jadual 6.12 : Unjuran Keperluan Bekalan Air (jlh), 1995-2010  
Bagi Daerah Petaling dan Sebahagian Daerah Kelang**

Perkara/Tahun	1995	2000	2005	2010
<b>Perumahan</b>	265.0	331.6	403.1	475.8
<b>Industri</b>	150.6	150.6	150.6	196.6
<b>Perdagangan</b>	18.0	20.1	22.5	26.3
<b>Institusi</b>	607	8.1	9.9	11.8
<b>Jum. Keperluan</b>	440.3	510.4	586.1	710.5
<b>+20% Kehilangan air</b>	528.4	612.5	703.3	825.6

*Sumber: Kajian RSDPSDK, 1991*

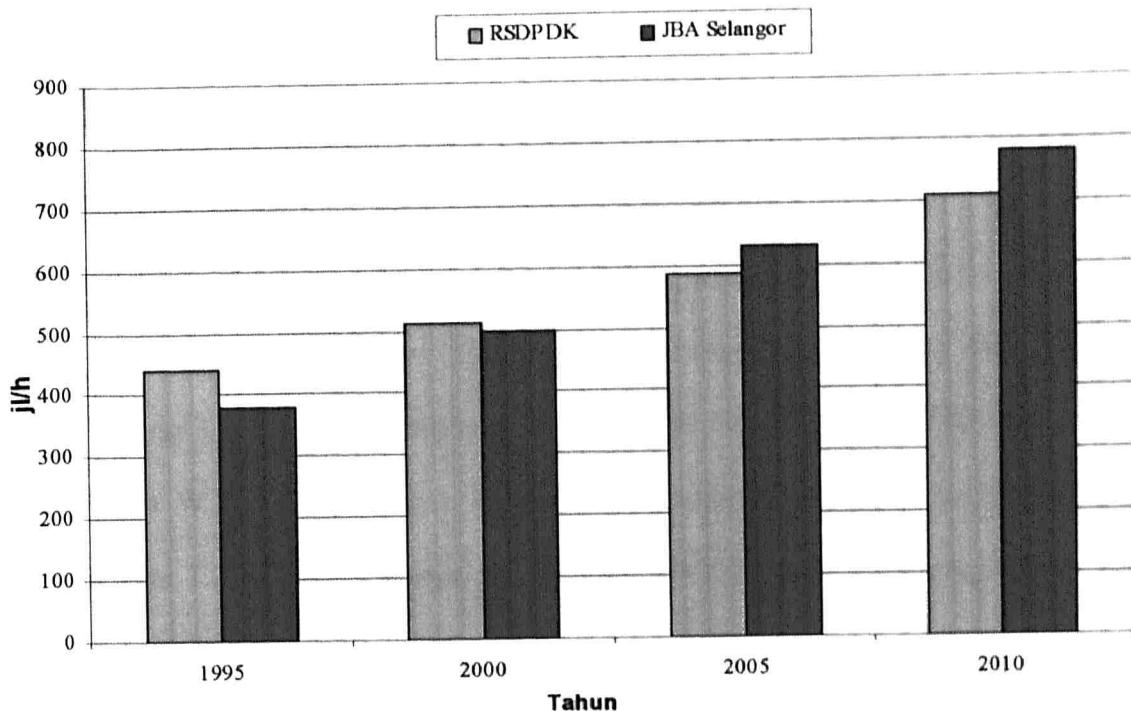
**Jadual 6.13 : Unjuran Jumlah Keperluan Bekalan Air (jlh), 1995-2010  
Bagi Daerah Petaling dan Sebahagian Daerah Kelang**

Perkara/Tahun	1995	2000	2005	2010
<b>Jumlah Keperluan (jl/h)</b>	380	500	630	780

*Sumber: JBAS, 1991*

Di samping itu juga, Kajian Rancangan Struktur Daerah Petaling dan Sebahagian Daerah Kelang (RSDPDK) telah membuat unjuran keperluan bekalan air antara tahun 1995 hingga 2010. Berdasarkan jadual di atas menunjukkan perbandingan antara keupayaan bekalan air dengan jumlah keperluan. Bagi kawasan-kawasan daerah Petaling dan sebahagian daerah Kelang memperlihatkan peningkatan air setiap tahun dan melebihi anggaran yang diberikan oleh pihak Jabatan Bekalan Air Selangor. Ini bermakna daerah Petaling dan Kelang sahaja mengalami masalah kekurangan air yang serius. Ini menjelaskan bahawa permintaan air di Lembah Kelang meningkat dengan cepat berbanding pengeluaran yang ada. Ini termasuklah kelima-lima daerah di Lembah Kelang iaitu Kuala Lumpur, Petaling, Gombak, Kelang dan Hulu Langat.

**Graf 6.16: Unjuran Keperluan Bekalan Air (jlh), 1995-2010  
Bagi Daerah Petaling dan Sebahagian Daerah Kelang**



Selaras dengan permintaan air, terdapat dua komponen permintaan bekalan utama di Lembah Kelang. Dua komponen tersebut ialah sektor domestik dan sektor bukan domestik. Sektor domestik melibatkan penggunaan air oleh isi rumah, institusi keagamaan, pertubuhan kebajikan, bangunan kerajaan dan sektor awam. Permintaan air sektor domestik meliputi kira-kira 67 % daripada keseluruhan permintaan pada tahun 1997. Menurut Laporan Tahunan JBA Selangor 1994, didapati 99 % penduduk kawasan bandar mendapat bekalan air dan 88 % penduduk luar bandar mendapat bekalan air. Ini menggambarkan bahawa hampir seluruh penduduk Selangor khususnya Lembah Kelang dapat menikmati bekalan air bersih. Manakala sektor bukan domestik merangkumi penggunaan air seperti industri dan komersial, pembinaan, perkapalan, pertanian, kolam renang, padang golf dan sebagainya.

Jumlah penduduk juga merupakan faktor penting yang menpengaruhi jumlah permintaan terhadap bekalan air. Pertambahan penduduk akan meningkatkan jumlah penggunaan air dan seterusnya meningkatkan permintaan terhadap bekalan air. Lembah Kelang merupakan wilayah yang paling ramai penduduknya di Malaysia akibat kepesatan ekonomi dan pembangunan di beberapa kawasan di sekitarnya. Berdasarkan jadual di bawah menunjukkan bahawa trend penduduk di Lembah Kelang meningkat dari tahun ke tahun. Pertumbuhan penduduk yang paling tinggi adalah daerah Kelang 3.1 % dan Petaling iaitu 3.0 % diikuti Gombak 2.9 %, Hulu Langat 2.9 % manakala W.P. Kuala Lumpur menunjukkan kadar pertumbuhan penduduk yang perlahan iaitu 1.2 % (1997) sahaja dalam tahun 1997 ( Jabatan Perangkaan Malaysia, 1996).

**Jadual 6.14: Unjuran Penduduk Lembah Kelang Tahun 1990 Hingga 2000**

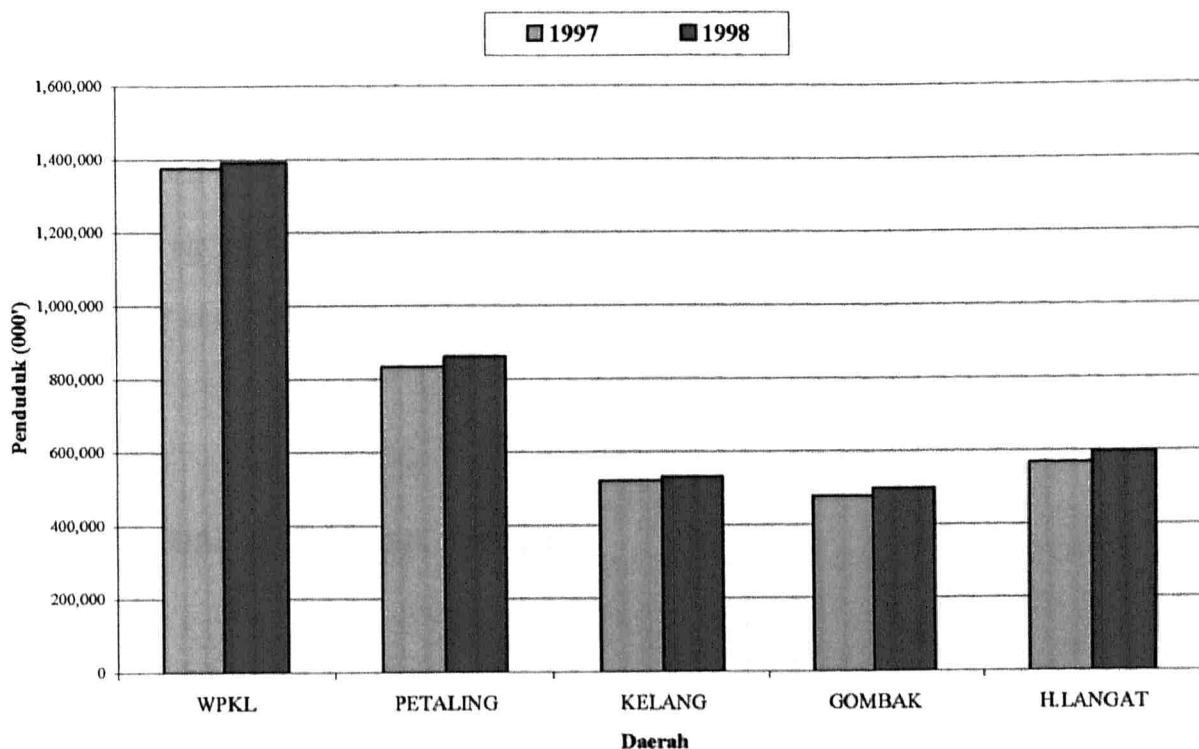
Tahun	W.P K.L	Petaling	Kelang	Gombak	Hulu Langat	Lembah Kelang
1990@	1,145,075	633,144	406,832	352,906	410,419	2,948,448
1991#	1,226,708	633,165	406,994	352,649	413,900	3,033,416
1992*	1,281,100	665,606	420,892	374,354	436,310	3,178,262
1993*	1,301,000	699,033	434,135	396,312	463,290	3,293,770
1994*	1,322,000	754,000	471,000	433,000	515,000	3,495,000
1995*	1,343,500	783,600	489,500	449,600	535,200	3,601,400
1996*	1,358,900,	808,300	504,700	463,400	551,500	3,686,800
1997*	1,374,700	833,100	520,600	477,500	568,000	3,773,900
1998*	1,391,000	861,000	532,000	499,000	597,000	3,880,000
1999*	1,407,000	887,000	549,000	514,000	615,000	3,972,000
2000*	1,423,9000	914,700	565,600	530,200	633,900	4,068,300

Sumber : Jabatan Perangkaan Malaysia

Nota: @ Unjuran Berasaskan Banci Penduduk 1980

#Banci Penduduk 1991

\*Unjuran Berasaskan Banci Penduduk 1991

**Graf 6.17: Penduduk Lembah Kelang Tahun 1997 Dan 1998**

Berdasarkan penduduk Lembah Kelang tahun 1990 hingga 2000 menunjukkan W.P.Kuala Lumpur mempunyai penduduk paling ramai iaitu 1,374,700 orang berbanding dengan daerah lain di Lembah Kelang diikuti dengan Petaling (833,100), Hulu Langat (568,000) Kelang (520,600) dan Gombak (477,500). Pada tahun 1997 jumlah keseluruhan penduduk di Lembah Kelang adalah 3,773,900 orang dan meningkat kepada 3,880,000 orang dalam tahun 1998. Ini menjelaskan bahawa jumlah penduduk yang ramai ini selaras dengan kepesatan ekonomi dan pembangunan yang ada di Lembah Kelang. Apabila jumlah penduduk meningkat, ini bermakna bilangan pengguna turut meningkat. Menurut JBAS, bilangan pengguna yang mendaftar semakin meningkat dari satu tahun ke tahun yang lain. Pada tahun 1990, sebanyak 608,029 pengguna memohon air. Ini menunjukkan peningkatan sebanyak 45.4 %. Bilangan pengguna ini semakin meningkat sehingga mencapai 874,754 pada tahun 1995 iaitu meningkat sebanyak 43.9 %.

Walau bagaimanapun, dengan jumlah penduduk yang ramai ini tentunya memberi tekanan terhadap keupayaan pengeluaran air yang ada. Penduduk boleh bertambah sebanyak yang mungkin tetapi pengeluaran air bersih tidak sedemikian rupa kerana ia terhad atas keupayaan rekabentuk sesuatu loji. Justeru itu, pada tahun 1997 pengeluaran air pada kadar biasa tidak mampu memenuhi permintaan pengguna ditambah lagi kejadian musim kering yang mengurangkan kuantiti air memaksa catuan dijalankan.

#### **6.2.2.5 KESAN PROJEK MEGA**

Malaysia, selepas mencapai kemerdekaan mula mengorak langkah menuju negara industri sejak tahun 1990-an. Di samping ingin menjadi negara industri, Malaysia juga telah membangunkan semua aspek ekonomi mahupun teknologi maklumat. Selaras dengan itu beberapa projek mega telah dijalankan untuk memenuhi impian pembangunan negara ini dengan kos perbelanjaan yang tinggi. Kebanyakan projek mega yang dijalankan berada di sekitar Lembah Kelang.

Projek mega ini termasuklah pembinaan Lapangan Terbang Antarabangsa (KLIA) di Sepang. Ia melibatkan keluasan tanah sebanyak 10,000 hektar dan telah dirasmikan pada 27 Jun 1998. Pada masa yang sama juga pembinaan Kompleks Sukan Bukit Jalil, Kuala Lumpur juga dirasmikan sempena pelancaran Sukan Komanwel 1998. Di antara pusat bandar Kuala Lumpur dan LTAB, terdiri dua identiti mega ditengah-tengahnya iaitu pusat pentadbiran baru kerajaan Putrajaya dan Bandar Raya Teknologi Maklumat (IT City). Antara kewujudan bangunan mega tersebut, terbangun

pula industri multimedia dan syarikat utama yang menerajui perkembangan infrastruktur dan teknologi maklumat. Selain itu, keseluruhan M.S.C. juga dilengkapi dengan rangkaian optik gentian digital, 2.5 hingga 10 gigabit yang akan menghubungkan secara langsung dan interaktif dengan negara ASEAN, Jepun, Amerika Syarikat, Eropah dan negara-negara membangun yang lain (Dewan Masyarakat, 1996).

Berdasarkan peta 6.22 menunjukkan lokasi Putrajaya melalui imej satelit. Di bahagian atas Putrajaya adalah kawasan Hutan Simpan dan di barat daya juga terdapat Hutan Simpan Kuala Langat yang juga merupakan kawasan tadahan air. Putrajaya akan dihuni lebih kurang 330,000 orang penduduk dengan 51,000 unit perumahan akan didirikan ([www.kiat.net](http://www.kiat.net)). Di antara KLIA, MSC dan Putrajaya wujud pula kawasan kediaman baru Puchong dengan keluasan 1,300 ekar yang merupakan bekas tanah pertanian. Kemunculan kediaman baru bukan setakat di Puchong sahaja malah di beberapa buah bandar seperti Subang Jaya, Shah Alam yang akhirnya membentuk satu konurbasi yang besar. Di samping itu, terdapat lagi dua tanda mercu negara iaitu Kuala Lumpur City Centre (KLCC) dan Kuala Lumpur Tower telah siap dibina.

Rentetan daripada kepesatan pembangunan projek mega terutamanya di Lembah Kelang sudah pasti memberi tekanan yang berat terhadap pengeluaran air negara. Pada masa krisis air 1998 berlaku, kuantiti air berkurangan ekoran musim kemarau dan fenomena El Nino yang telah memaksa pelepasan air dari empangan. Pada masa yang sama juga, air terpaksa disalurkan di tempat-tempat tertentu seperti Kompleks Sukan Bukit Jalil yang ketika itu berlangsungnya Sukan Komanwel. Ini bermakna pengeluaran air yang sedia ada terpaksa dilencungkan ke kawasan-kawasan

mega seperti KLIA, Putrajaya dan MSC. Kompleks Sukan Bukit Jalil bagi pusat sukan aquatiknya menggunakan air sebanyak 34.8 juta liter setahun. Jika dilihat penggunaan air yang diperuntukan adalah sebanyak 227 jlh untuk seorang menunjukkan bahawa penggunaan air kompleks sukan tersebut boleh menyumbang sebanyak 30,660 orang isi rumah (Ithnin, 2004). Keadaan ini telah menyebabkan permintaan air meningkat seterusnya mengundang krisis air berlaku lebih awal dari yang dijangkakan.



Peta 6.2 : Lokasi Putrajaya Melalui Imej Satelit

### 6.3 KOMBINASI FAKTOR FIZIKAL DAN FAKTOR MANUSIA

Kombinasi faktor fizikal dan faktor manusia telah membawa kepada tercetusnya krisis air tahun 1998 tidak dapat dielakkan lagi. Ianya seolah-olah satu pukulan yang boleh membawa maut kerana kita terpaksa menerima keadaan krisis air yang berlaku. Malah ia tidak dapat dielakkan daripada terus mematahkan ataupun melumpuhkan sistem pembekalan air di Lembah Kelang yang merupakan nadi pembangunan negara. Sekiranya diamati faktor krisis ini, ia bermula apabila berlakunya defisit bekalan air pada tahun 1998 serta disusuli pula dengan rentak pembangunan yang bercita rasa mega siap dibina.

Rentetan daripada kekurangan bekalan air air di Lembah Kelang telah muncul pula kegiatan projek pembangunan mega sebagai memenuhi tuntutan kemajuan negara yang dicapai. Pada bulan September 1998 Kuala Lumpur International Airport (KLIA) telah dirasmikan pembukaanya. Pada masa yang hampir sama, Kompleks Sukan Bukit Jalil Kuala Lumpur yang baru turut dirasmikan pembukaannya sempena Sukan Komanwel ke-16 1998 yang bertaraf antarabangsa. Penerusan projek mega diteruskan lagi dengan peralihan pusat pentadbiran baru bagi negara Malaysia ke Putrajaya serta kemunculan bandar Multi Media Super Corridor (MSC) dan Cyberjaya di Sepang. Kesan daripada perubahan mega ini ialah keperluan air yang diperlukan bertambah dan bekalan air yang sedia ada terpaksa dilencungkan ke kawasan tersebut seperti ke pusat sukan yang berlangsung ketika itu. Selain itu kerja-kerja pembinaan projek mega ini juga telah menganggu pengaliran bekalan air. Seiring dengan itu muncul pula kediaman baru di Puchong dan Subang Jaya yang mana telah membentuk satu konurbasi yang besar. Manakala dua tanda mercu kebanggaan Malaysia Kuala

Lumpur City Center (KLCC) dan Menara Kuala Lumpur juga telah siap dibina. Kesemuanya ini amat memberikan tekanan berat terhadap keupayaan sistem pembekalan air.

Keadaan yang sedang gawat ini akhirnya dicetuskan apabila fenomena El Nino 1997/98 dan musim kering berlaku. Ini menyebabkan perubahan kepada cuaca yang semakin kering dialami oleh negara. Paras air di empangan utama menghampiri paras kritikal. Begitu juga dengan aras sungai menurun dan tidak boleh dipam untuk dibekalkan ke loji rawatan air. Akhirnya beberapa loji merawat air terhenti pengendaliannya dan negara pada masa itu tidak dapat lagi mengelakan '*pukulan maut*' tersebut. Kombinasi kedua-dua faktor tersebut adalah punca berlakunya krisis air tahun 1998. Sekiranya hanya faktor manusia sahaja kemungkinan ianya boleh diatasi tetapi siapakah yang mampu menghalang fenomena alam semulajadi berlaku?. Malaysia sepatutnya tidak mengalami masalah kekurangan bekalan air yang disebabkan oleh fenomena cuaca kerana Malaysia menerima hujan yang tinggi iaitu 2300 mm sepanjang tahun serta terdapat lebih kurang 150 batang sungai mampu membekalkan air kepada penduduknya sepanjang tahun.

#### **6.4 PENUTUP**

Dari perspektif faktor fizikal, aspek hidrometeorologi sangat mempengaruhi kuantiti air yang akan diterima dan bertanggungjawab ke atas krisis air yang berlaku di Lembah Kelang pada tahun 1998. Hidrometeorologi merupakan gabungan bidang hidrologi dan meteorologi. Kedua-dua aspek ini saling berkaitan dan mempengaruhi

antara satu sama lain. Sekiranya salah satu mengalami perubahan ia akan menjelaskan sistem air keseluruhannya. Krisis air yang berlaku ini tidak hanya dipertanggungjawabkan terhadap faktor fizikal semata-mata tetapi faktor kemanusiaan seperti mana yang telah dibincangkan juga menyebabkan krisis air berlaku. Faktor kemanusiaan bukan hanya menghasilkan pencemaran tetapi juga meningkatkan lagi permintaan terhadap bekalan air. Sekiranya krisis air ketika itu hanya melibatkan faktor fizikal tentunya krisis air tidak dialami tetapi adanya kombinasi seperti gangguan kawasan tadahan yang berleluasa amat memburukkan lagi keadaan.