

## Penjelajahan geokimia sedimen sungai dan penentuan kualiti air di sekitar Lembangan Sungai Pahang, Pahang Darul Makmur

GOH SWEE HENG

Jabatan Geologi  
Universiti Kebangsaan Malaysia  
43600 Bangi, Selangor

**Abstrak:** Kawasan kajian merangkumi seluruh Lembangan Sungai Pahang yang disebarkan oleh Jaluran Emas Tengah dan Jaluran Timah Timur. Tiga aspek kajian telah dilakukan iaitu penjelajahan geokimia dengan menggunakan sedimen sungai, penentuan kualiti air sepanjang Sungai Pahang dan penentuan kualiti air tanah di sekitar Pekan. Dalam kajian penjelajahan geokimia, sebanyak 291 sampel sedimen dikutip untuk dianalisis unsur logam Sn, Pb, Cu, Zn, Fe, Mn, Ni, Cd, Cr dan Au. Sejumlah 26 zon anomali yang berpotensi permineralan telah dikenali dan sembilan antaranya merupakan zon yang sangat menarik. Tiga zon anomali yang mungkin membawa kepada penemuan longgokan bijih baru Fe-Mn dan Pb-Cu-Zn telah ditemui di bahagian selatan Temerloh, iaitu di sekitar Sungai Triang, Sungai Serting dan Sungai Bera. Sebanyak 291 sampel air sungai juga dikutip untuk kajian penentuan kualiti air Sungai Pahang. Parameter yang dianalisis termasuk parameter fizikal, kimia dan biologi. Berdasarkan kepada pengelasan kualiti air, didapati kebanyakan bahagian Sungai Pahang dan cabang-cabangnya boleh dikelaskan dalam Kelas II, kecuali Sungai Luit, Sungai Jempul, Sungai Tekam, Sungai Bentong dan Sungai Chenderoh yang dikelaskan dalam Kelas III. Bagi kajian penentuan kualiti air bawah tanah pula, sebanyak 47 sampel air tanah telah dikutip dari duabelas lubang gerudi di sekitar Pekan. Parameter yang dianalisis termasuk parameter fizikal dan kimia. Empat sistem akuifer yang mempunyai ketebalan dan kandungan kimia yang berlainan telah dikesan di kawasan ini. Satu punca penerobosan air masin yang berlaku di sekitar Kuala Pahang telah ditemui dan didapati ia mempengaruhi kualiti air di sekitar Kampung Kuala Pahang dan Kampung Bentan. Bagi air tanah di lubang gerudi yang lain, semua airnya menunjukkan kualiti yang memuaskan dan sesuai untuk digunakan sebagai air domestik.

**Abstract:** The study area is located in the Sungai Pahang Basin and its immediate surrounding. The scope of study includes geochemical exploration using stream sediments, and determination of water quality of the entire stretch of Sungai Pahang as well as groundwater quality around Pekan. For geochemical exploration, a total of 291 stream sediment samples were collected for Sn, Pb, Cu, Zn, Fe, Mn, Ni, Cd, Cr and Au analysis. A total of 26 anomalous areas have been detected and nine of them showed outstanding results. Three of them may lead to the discovery of new deposits for Fe-Mn and Pb-Cu-Zn, are located at the southern part of Temerloh, in the vicinity of Sungai Triang, Sungai Serting and Sungai Bera. A total of 291 samples of stream water samples have been collected for surface water determination. The parameters tested include physical, chemical and biological parameters. From water quality classification, most of the Sungai Pahang and its tributaries can be classified as Class II water except for tributaries *viz.* Sungai Luit, Sungai Jempul, Sungai Tekam, Sungai Bentong and Sungai Chenderoh, all of which fall in Class III water. For groundwater determination, a total of 47 groundwater samples have been collected from twelve boreholes around Pekan for various physical and chemical tests. Four aquifer systems with different thickness and chemical content have been detected in this area. Groundwater analysis shows salt-water intrusion occurred in the vicinity of Kuala Pahang and affected the groundwater quality in Kampung Kuala Pahang as well as Kampung Bentan. The quality of the groundwater in other boreholes shows normal groundwater quality, and can be utilized for domestic purposes.

### PENGENALAN

Kerja penyelidikan ini dapat dibahagikan kepada tiga bahagian ia adalah seperti berikut: (A) penjelajahan geokimia di sekitar Lembangan Sungai Pahang, (B) penentuan kualiti air di sepanjang Sungai Pahang, dan (C) penentuan kualiti air bawah tanah di sekitar Pekan.

### LOKASI PERSAMPELAN

Lokasi persampelan sedimen dan air sungai melibatkan seluruh Sungai Pahang dan cabang sungainya. Cabang-cabang sungai yang terlibat termasuk Sungai Lepar, Sungai Mentiga, Sungai Luit, Sungai Jempul, Sungai Jengka, Sungai Serting, Sungai Bera, Sungai Triang, Sungai

Bentong, Sungai Chenderoh, Sungai Semantan, Sungai Tekam, Sungai Cheka, Sungai Tembeling, Sungai Lipis dan Sungai Jelai (Rajah 1). Manakala lokasi persampelan air bawah tanah terletak di sekitar Pekan. Sebanyak 12 lubang gerudi telah dilakukan persampelan air tanah. Lokasi persampelan air bawah tanah ditunjukkan dalam Rajah 2. Lokasi ini termasuk Kampung Cherok Paloh, Kampung Tanjung Selangor, Kuala Pahang, Kampung Bentan, Kampung Sungai Ganchong, Kampung Temai Hilir, Kampung Pahang Tua, Kampung Tanjung Agas, Kampung Permatang Siput, Kampung Tanjung Medang, Kampung Permatang Lanjut dan Kampung Keledang.

## PENJELAJAHAN GEOKIMIA

### Kaedah

Sampel sedimen dikutip dari setiap stesen dan proses penyediaan sampel yang dilakukan adalah termasuk pengeringan, pengayakan, pengulingan, permisahan, pembungkusan, pelabelan, pengisaran dan pendulangan (Fateh Chand *et al.*, 1981). Program analisis dibahagikan kepada tiga kaedah yang berlainan iaitu (i) kaedah kolorimetri bagi analisis Sn, (ii) kaedah spektrofotometri serapan atom (AAS) bagi analisis unsur Pb, Cu, Zn, Ni, Fe, Cr, Mn dan Cd, dan (iii) kaedah voltmetri digit bergerak (PDV) digunakan untuk analisis Au (Tan, 1989). Perisian komputer Microsoft Excel dan Statistica digunakan dalam semua kerja pengiraan, pembentukan graf dan juga kaedah analisis seperti analisis korelasi dan ujian F (Govett, 1983; Murdoch & Barnes, 1994).

### Hasil Dan Perbincangan

Jadual 1 menunjukkan kawasan anomali dan julat kepekatan bagi unsur logam yang dibincangkan. Manakala, Jadual 2 pula menunjukkan zon anomali dan jenis anomali logam yang dikenali di kawasan kajian. Lokasi 26 zon anomali yang telah dicerap dari sekitar kawasan Lembangan Sungai Pahang ditunjukkan dalam Rajah 3. Antara semua zon ini, terdapat beberapa zon yang menunjukkan anomali yang sangat menarik. Zon 1 dan 3 yang berpotensi dalam cari gali plumbum dan besi-mangan. Zon 9, 10 dan 11 yang sangat berpotensi dalam cari gali plumbum-kuprum-zink dan besi-mangan, prospeknya meningkat lagi dengan nilai anomali yang amat tinggi dan aktiviti perlombongan yang jarang di kawasan ini. Zon 13 dan 16 menunjukkan potensinya yang tinggi dalam cari gali timah, plumbum-kuprum dan emas. Zon 22, 23 dan 24 pula menunjukkan potensi cari gali emas yang sangat baik.

Hasil dari analisis korelasi menunjukkan hubungan antara unsur logam yang paling rapat ditunjukkan oleh mangan dan zink (0.86), diikuti oleh kadmium dengan besi (0.81), kadmium dengan zink (0.67), zink dengan besi (0.67), mangan dengan besi (0.60), kadmium dengan mangan, zink dengan kuprum (0.57), kadmium dengan plumbum (0.57). Ini mencadangkan bahawa, zink merupakan penunjuk yang baik bagi mangan dan plumbum, di mana kelincahan zink adalah lebih tinggi daripada mangan dan plumbum. Manakala hubungan antara kadmium adalah penunjuk yang baik bagi kerja mencari gali endapan besi-mangan ataupun plumbum-zink.

Hasil ujian F menunjukkan besi dan mangan mempunyai perbezaan yang paling tidak bererti antara zon anomali. Ini bermakna perbezaan antara zon adalah rendah dan taburan unsur ini adalah luas di kawasan kajian. Bagi unsur seperti kuprum, zink dan kadmium masing-masing menunjukkan taburan sederhana. Keadaan ini mungkin akibat daripada proses permineralan secara hidroterma yang menghadkan penaburan unsur ini. Plumbum, nikel dan kromium menunjukkan keertian perbezaan yang sangat tinggi antara zon, oleh itu penaburan logam di kawasan kajian adalah terhad. Plumbum merupakan unsur yang mempunyai kelincahan yang rendah, oleh itu taburannya dihadkan oleh sifat ini. Manakala nikel dan kromium masing-masing dihadkan oleh kekurangan penyingkapan batuan ultrabes dan bes di kawasan kajian. Kepekatan kedua-dua unsur ini hanya tinggi pada kawasan yang terdapat batuan ultrabes dan bes.

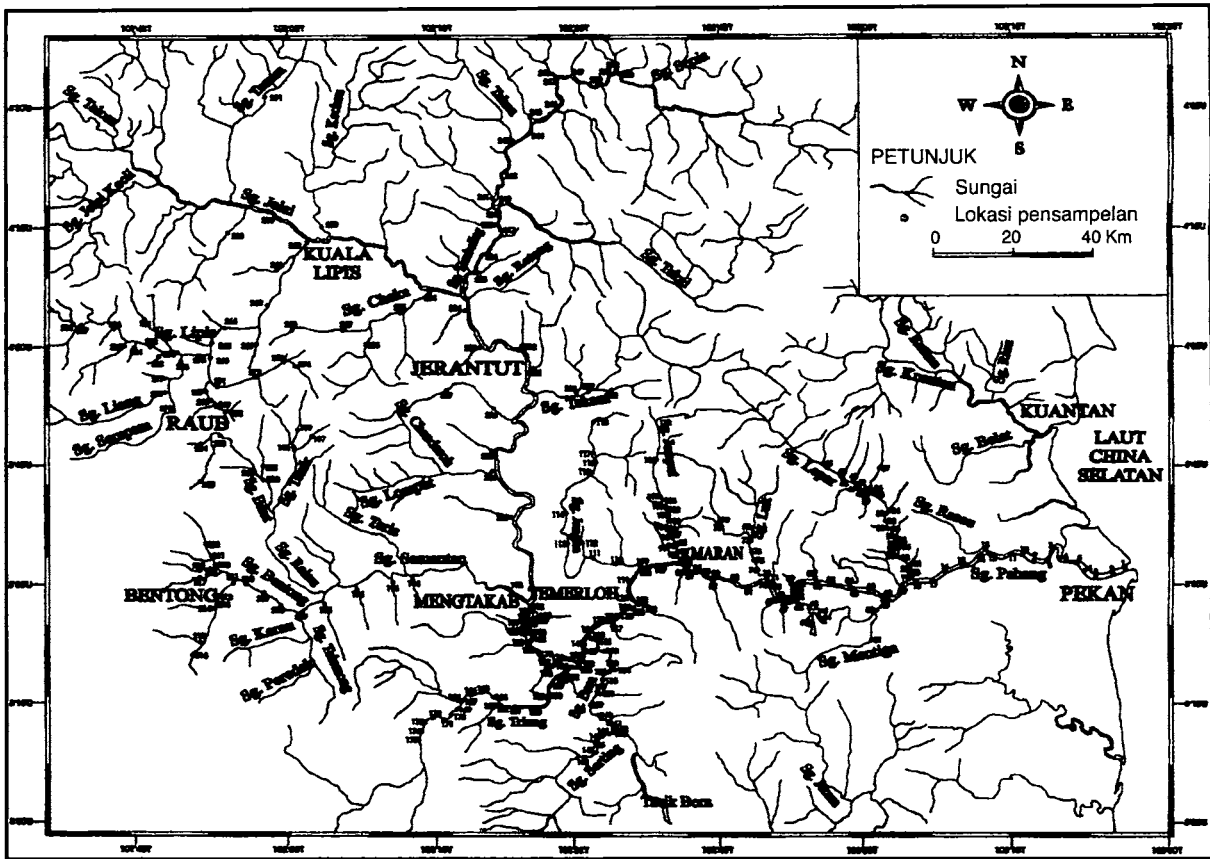
## PENENTUAN KUALITI AIR SUNGAI

### Kaedah

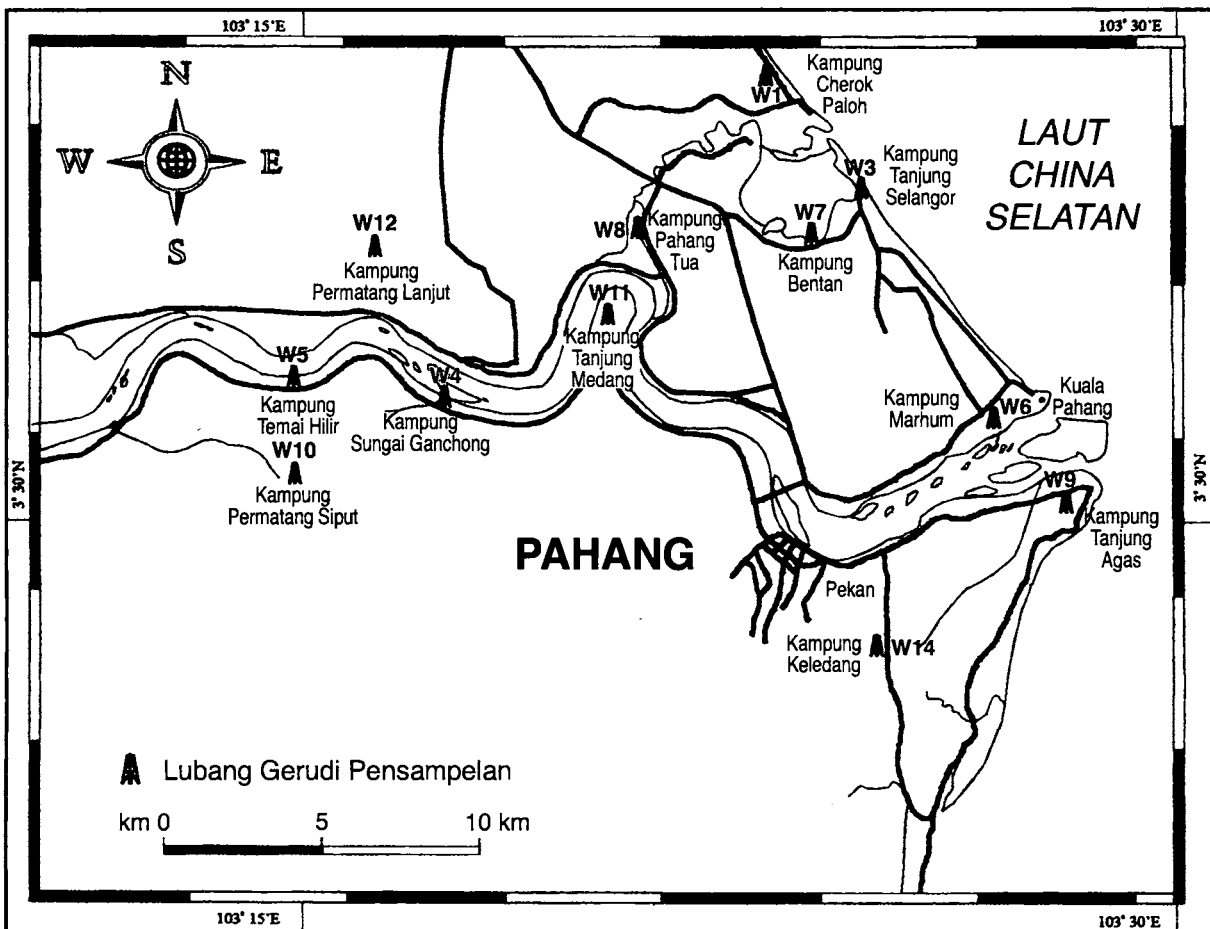
Selepas persampelan dan perawatan sampel dilakukan, kerja analisis telah dijalankan di makmal geokimia Universiti Kebangsaan Malaysia. 25 parameter fizikal, kimia dan biologi telah dijalankan dengan kaedah yang berlainan (Minear dan Keith, 1982; Hellmann, 1987). Untuk memudahkan kaedah pengelasan, Sungai Pahang telah dibahagikan kepada 23 sektor. Setiap sektor mewakili satu batang sungai atau sebahagian daripada sungai utama. Dalam kajian ini, Indeks Kualiti Air Jabatan Alam Sekitar (IKA) digunakan dalam pengelasan kualiti air. Di samping itu, Senarai 1, 2 dan 3 juga digunakan untuk membantu dalam pengelasan kualiti air (Jabatan Alam Sekitar, 1992).

### Hasil Dan Perbincangan

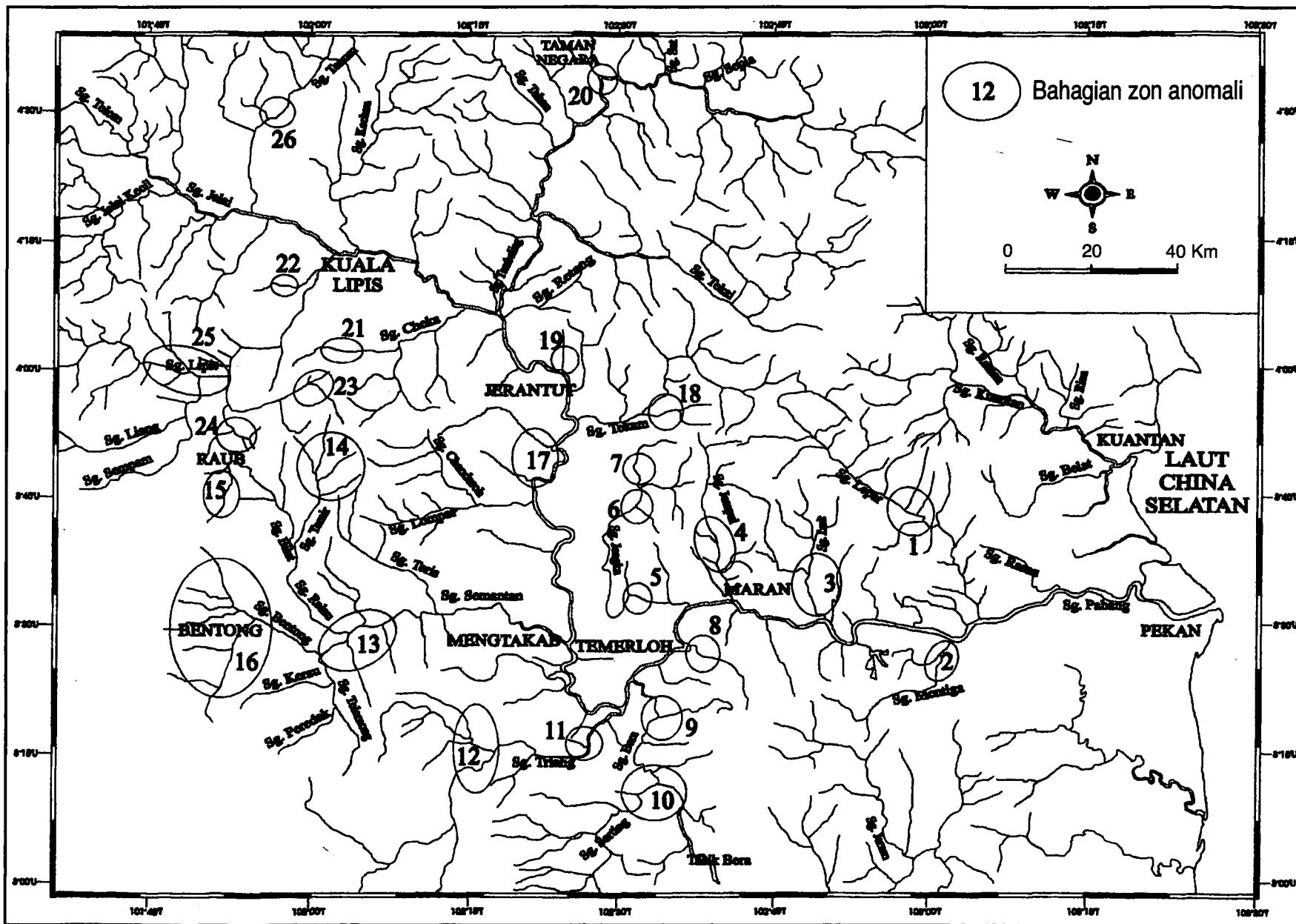
Jadual 3 menunjukkan data IKA mengikut



Rajah 1. Peta lokasi pensampelan sampel sedimen sungai dan air sungai.



Rajah 2. Lokasi lubang gerudi di sekitar kawasan Pekan.



Rajah 3. 26 zon anomali yang dikenali bagi sepuluh unsur logam yang dikaji di Lembangan Sungai Pahang.

**Jadual 1.** Maklumat taburan logam di sekitar Lembangan Sungai Pahang.

UNSUR	JULAT KEPEKATAN	NILAI LATAR-BELAKANG	TEMPAT ANOMALI
Sn	2.5–600 bpj	29 bpj	Bahagian barat kawasan kajian berdekatan dengan Sutur Bentong-Raub.
Pb	1–3,250 bpj	56 bpj	Bertabur secara setara di seluruh kawasan kajian.
Cu	2–765 bpj	11 bpj	Bahagian selatan kawasan kajian.
Zn	6–2,760 bpj	35 bpj	Bahagian tengah dan selatan kawasan kajian.
Fe	1,000–606,000 bpj	10,000 bpj	Bahagian tengah dan tenggara kawasan kajian.
Mn	30–11,867 bpj	445 bpj	Bertabur secara luas, terutamanya bahagian tengah dan tenggara kawasan kajian.
Ni	0–266 bpj	2.5 bpj	Bertabur setara di seluruh kawasan, terutamanya bahagian barat.
Cd	0–19 bpj	0.2 bpj	Bahagian tengah dan tenggara kawasan kajian.
Cr	1–895 bpj	7.1 bpj	Tersebar di seluruh kawasan kajian.
Au	0–45 bpb	1.35 bpb	Sekitar kawasan Raub, Bentong dan Maran.

**Jadual 2.** Zon anomali yang dikenali pada kawasan kajian.

ZON ANOMALI	LOKASI ANOMALI	UNSUR LOGAM YANG BERANOMALI
1	35 km ke arah timur laut Maran (Sg. Lepar)	Pb, Mn, Au
2	35 km ke arah tenggara Maran (Sg. Mentiga)	Cu, Zn, Fe, Mn, Cd
3	5 km ke arah timur Maran (Sg. Luit)	Cu, Zn, Fe, Mn, Cd, Au
4	13 km ke arah barat laut Maran (Sg. Jempul)	Pb, Zn, Fe, Ni, Cr
5	15 km ke arah utara Temerloh (Sg. Jengka)	Cu, Pb, Zn, Fe, Cd
6	40 km ke arah utara Temerloh (Sg. Jengka)	Cu, Mn, Cd, Cr, Au
7	50 km ke arah utara Temerloh (Sg. Jengka)	Fe, Cr
8	20 km ke arah timur Termeloh (Sg. Kertau)	Mn
9	25 km ke arah tenggara Temerloh (Sg. Bera)	Pb, Cu, Zn, Fe, Mn, Cd
10	42 km ke arah tenggara Temerloh (Sg. Serting)	Cu, Cr
11	24 km ke arah selatan Temerloh (Sg. Triang)	Zn, Pb, Cu, Fe, Ni, Cd, Cr
12	37 km ke arah barat daya Temerloh (Sg. Triang)	Cr
13	28 km ke arah timur Bentong (Sg. Semantan)	Sn
14	21 km ke arah tenggara Raub (Sg. Temir)	Ni, Cr
15	16 km ke arah selatan Raub (Sg. Bilut)	Sn, Ni
16	Sekitar kawasan Bentong (Sg. Bentong)	Sn, Cu, Pb, Mn, Ni, Cr, Au
17	22 km ke arah selatan Jerantut (Sg. Kiol)	Pb, Mn, Ni
18	25 km ke arah timur Jerantut (Sg. Tekam)	Sn, Zn, Cr
19	7 km ke arah utara Jerantut	Sn
20	Sekitar kawasan Taman Negara (Sg. Tembeling)	Ni
21	20 km ke arah selatan Kuala Lipis (Sg. Cheka)	Ni, Cr
22	13 km ke arah barat Kuala Lipis (Sg. Telong)	Au
23	28 km ke arah selatan Kuala Lipis (Sg. Lipis)	Pb, Mn, Au
24	5 km ke arah utara Raub (sg. Lipis)	Pb, Mn, Ni, Cr, Au
25	25 km ke arah barat laut Raub (Sg. Lipis)	Sn, Ni, Cr
26	45 km ke arah barat laut Kuala Lipis (Sg. Tenum)	Cu

**Jadual 3.** Nilai IKA dan pengkelasan keseluruhan bagi 23 sektor.

No. Sektor & Nama Sungai	Data Kualiti Air (90 persentil)						IKA (JAS)	Pengkelasan keseluruhan
	DO	COD	BOD	SS	AN	PH		
1 Pahang (M-P)	6.5	19	2.5	198	0.18	7.10	80.60	II
2 Lepar	5.4	25	2.7	46	0.26	5.76	77.52	II
3 Mentiga	6.0	21	1.8	93	0.24	5.70	78.46	II
4 Chini	4.4	37	1.5	5	0.12	5.94	78.51	II
5 Luit	5.5	22	1.9	130	0.58	6.24	75.15	III
6 Pahang (M-T)	6.6	17	2.2	197	0.16	6.69	81.85	II
7 Jempul	5.3	83	2.5	114	0.31	6.06	67.84	III
8 Jengka	6.5	24	2.7	28	0.15	6.71	85.61	II
9 Bera	6.8	27	3.5	23	0.13	6.42	85.56	II
10 Serting	6.6	34	2.8	46	0.72	6.51	78.22	II
11 Triang	6.7	25	3.6	73	0.17	6.87	81.98	II
12 Relau	6.6	24	2.9	40	0.21	6.98	84.00	II
13 Semantan	5.7	13	1.9	360	0.14	6.08	77.61	II
14 Bentong	5.6	46	2.3	122	0.20	6.37	74.59	III
15 Chenderoh	4.8	31	2.1	219	0.24	6.60	71.98	III
16 Tekam	4.7	36	1.5	128	0.14	6.61	74.35	III
17 Tembeling	6.1	47	2.2	142	0.15	6.93	77.05	II
18 Cheka	4.6	20	1.8	338	0.26	6.47	70.98	III
19 Kechau	6.0	23	0.8	172	0.40	7.25	77.04	II
20 Lipis	5.5	24	1.8	77	0.15	6.82	80.11	II
21 Jelai	6.4	3	1.2	40	0.04	6.99	91.58	II
22 Telong	6.3	9	1.6	7	0.07	7.08	91.89	I
23 Tenum	6.4	32	1.2	16	0.53	7.12	82.82	II

sektor dan pengkelasan keseluruhan bagi 23 sektor. Pencemaran di Sungai Pahang diakibatkan oleh aktiviti manusia dan juga pencemaran semulajadi. Pencemaran aktiviti manusia melibatkan aktiviti perlombongan, penternakan dan perindustrian, sedangkan pencemaran semulajadi adalah akibat oleh peresapan atau pelarutan batuan di sekitar lembah ini.

#### (a) Pencemaran akibat aktiviti manusia

Secara keseluruhan, kualiti air Sungai Pahang adalah bersih dan kurang tercemar, perawatan yang umum sahaja perlu dilakukan untuk digunakan sebagai air bekalan. Kebanyakan bahagian Sungai Pahang dan cabangnya terdiri daripada air berjenis Kelas II dan III. Sungai yang dikelaskan sebagai Kelas I adalah Sungai Telong yang terletak di bahagian barat laut Kuala Lipis. Terdapat 6 sungai yang telah dikelaskan sebagai Kelas III di mana air sungai adalah sedikit tercemar. Sungai-sungai ini termasuk Sungai Luit, Sungai Jempul, Sungai Bentong, Sungai Chenderoh, Sungai Tekam dan Sungai Cheka.

Berdasarkan punca-punca pencemaran yang di lampirkan oleh Jabatan Alam Sekitar pada tahun 1988 (Rajah 4), punca pencemaran efluen industri yang utama di Negeri Pahang adalah berasal dari kilang kelapa sawit, diikuti oleh kilang getah, penternakan, perlombongan dan perindustrian.

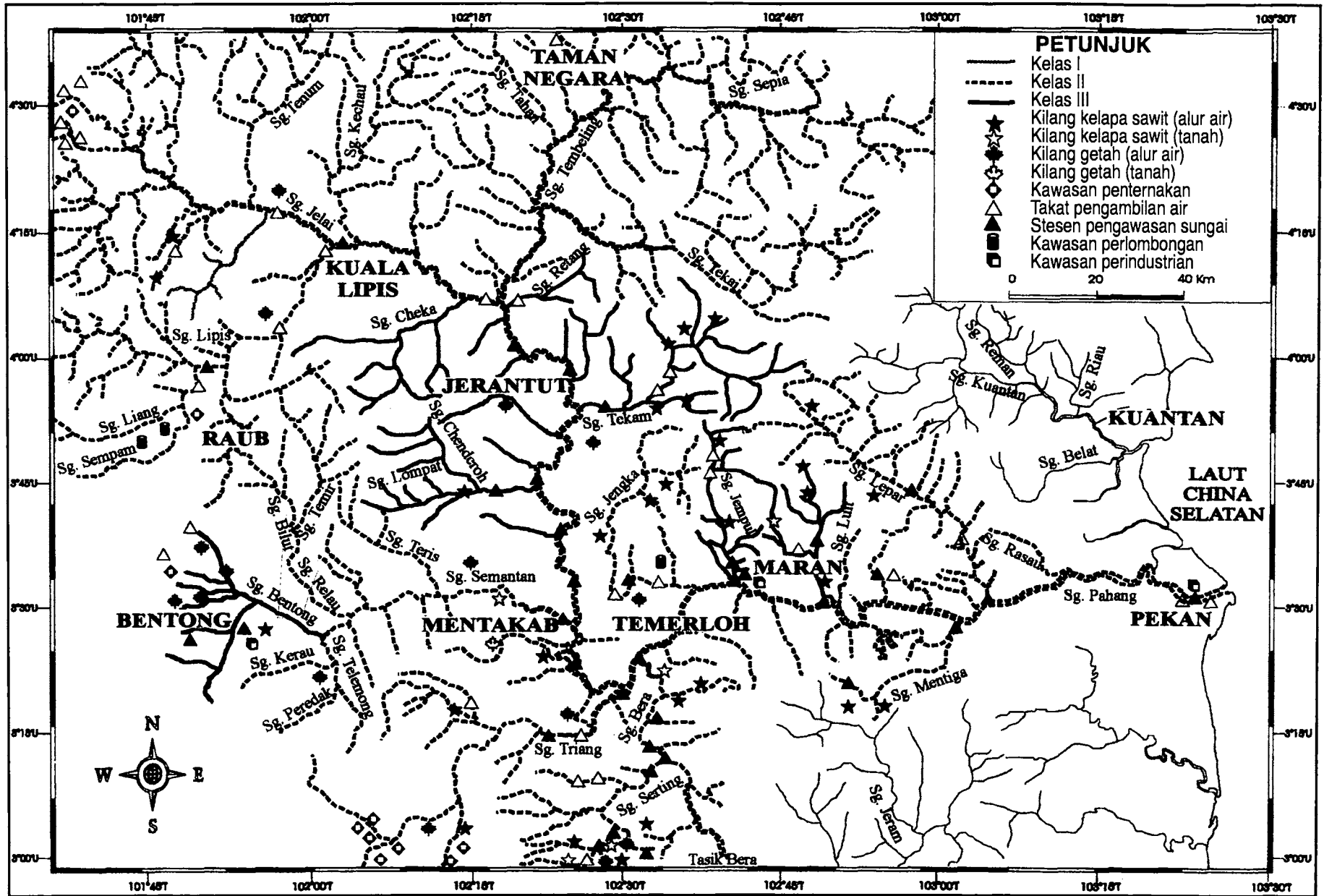
#### (b) Pencemaran semulajadi

Faktor pencemaran semulajadi adalah termasuk hujan, kesan geologi, faktor biokimia, pengendapan dari atmosfera dan lain-lain. Antara semua ini, kesan geologi merupakan faktor yang terpenting. Proses pencemaran semulajadi berlaku akibat pelarutan dan peresapan air dengan batuan di sekitarnya, terutamanya bagi batuan yang kaya dengan unsur tertentu. Keadaan ini akan menyebabkan kepekatan ion tersebut meningkat dalam air permukaan di sekitarnya. Di kawasan Lembah Sungai Pahang, litologinya terdiri dari pelbagai jenis batuan termasuk batuan sedimen marin, benua, batu kapur dan batuan igneus jenis asid dan bes.

### PENENTUAN KUALITI AIR BAWAH TANAH

#### Kaedah

Sampel air bawah tanah yang dikutip dari lubang gerudi dan kerja analisis dilakukan di Makmal Geokimia Universiti Kebangsaan Malaysia. Data hasil analisis geokimia dipersembahkan dengan menggunakan gambarajah-gambarajah seperti Wilcox, Stiff, Piper, graf kualiti air dan graf profil kepekatan ion (Fetter, 1988; David, 1989).



Rajah 4. Peta pengelasan air sungai bagi seluruh Sungai Pahang dan punca-punca pencemaran yang dipetakan oleh Jabatan Alam Sekitar.

## Hasil Dan Perbincangan

### (a) Kualiti Air Bawah Tanah

Secara keseluruhan kualiti air tanah di lubang gerudi kajian masih dalam keadaan yang baik kecuali bagi lubang gerudi W3 (Kampung Tanjung Selangor), W6 (Kuala Pahang) dan W7 (Kampung Bentan). Di lubang gerudi W3 (Kampung Tanjung Selangor), air akuifer pertama terdiri daripada air masin natrium klorida yang tidak sesuai untuk sebarang penggunaan. Kriteria ini berlaku akibat lubang gerudi ini terletak berdekatan dengan laut, maka air garam akan meresap masuk secara terus ke dalam akuifer ini atau melalui pemendapan garam di atas tanah secara kerpasan dan jatuhnya kering. Namun, proses ini cuma mempengaruhi kualiti air akuifer pertama atau cetek, sedangkan akuifer dalam masih terdiri daripada jenis air tawar. Ini bermakna proses penerobosan air laut tidak berlaku di lubang gerudi ini. Di lubang gerudi W6 (Kuala Pahang) dan W7 (Kampung Bentan), kedua-dua lubang gerudi ini mengandungi air payau natrium klorida dari akuifer pertama sehingga akuifer keempat. Keadaan ini berlaku akibat dipengaruhi oleh air masin dari laut dan kawasan paya pasang-surut.

### (b) Korelasi Lintang dan Bujur

Korelasi antara lubang gerudi dilakukan berdasarkan profil geokimia dan data litologi dari lubang gerudi. Air bawah tanah biasanya mempunyai sifat yang sama dalam sesuatu lapisan akuifer yang sama dan mempunyai kepekatan ion yang berbeza antara satu lapisan akuifer dengan lapisan akuifer lain. Oleh itu, setiap perubahan kepekatan yang ketara dalam profil geokimia adalah mewakili peralihan dari satu lapisan akuifer ke akuifer yang lain. Dengan ini, sempadan antara lapisan akuifer dapat ditentukan secara kasar berdasarkan perubahan kepekatan ini.

Rajah 5 menunjukkan korelasi secara membujur bagi enam lubang gerudi. Secara umum, sistem akuifer dalam keratan korelasi bujur boleh dibahagikan kepada 4 lapisan yang utama. Dalam akuifer pertama, kepekatan ion mempunyai julat perbezaan yang sangat tinggi, keadaan ini disebabkan pengaruh secara terusnya akuifer pertama oleh faktor-faktor seperti hujan, air permukaan, topografi permukaan dan litologinya. Lapisan akuifer pertama yang terdiri daripada sedimen marin akan menyebabkan kepekatan ion dalam akuifer ini meningkat. Kepekatan natrium dan klorida yang sangat tinggi dalam akuifer pertama lubang gerudi menunjukkan air bawah tanah dipengaruhi oleh air laut. Berdasarkan lokasi kedua-dua lubang gerudi ini yang terletak di

kawasan tanjung dan berdekatan dengan Sungai Pahang Tua dan Sungai Pahang, maka ternyata imbuan air laut ke dalam lapisan akuifer berlaku melalui sungai tersebut. Walau bagaimanapun, akuifer dalam di kedua-dua lubang gerudi ini tidak dipengaruhi oleh imbuan air laut, ini disebabkan terdapatnya lapisan pembatasan (lempung) di kedua-dua akuifer ini.

Berdasarkan data profil geokimia yang, didapati kepekatan ion-ion seperti natrium, klorida dan bikarbonat semakin meningkat dari W1 (Kampung CheroK Paloh) sehingga ke W6 (Kuala Pahang) dalam semua lapisan akuifer. Umpamanya dalam lapisan akuifer kedua, kepekatan natrium di W1 (Kampung CheroK Paloh) adalah 17.64 mg/l, tetapi meningkat ke 27.02 mg/l di W3 (Kampung Tanjung Selangor), 217.39 mg/l di W7 (Kampung Bentan) dan seterusnya 656.52 mg/l di W6 (Kuala Pahang), walau bagaimanapun kepekatan ini mula menurun ke 124.60 di W9 (Kampung Tanjung Agas) dan 61.30 di W14 (Kampung Keledang). Perubahan ini menunjukkan punca penerobosan air laut yang berlaku dalam W6 (Kuala Pahang) dan W7 (Kampung Bentan) terletak di sekitar kawasan Kuala Pahang.

Bagi korelasi secara melintang, hasil tafsiran dari profil geokimia dan data litologi ditunjukkan dalam Rajah 6. Berdasarkan data profil geokimia, didapati kepekatan keseluruhan ion-ion utama seperti natrium dan klorida semakin meningkat dari kawasan daratan ke arah persisir pantai. Ini juga menyokong bahawa terdapat aktiviti penerobosan air laut yang berlaku di sekitar kawasan Kuala Pahang.

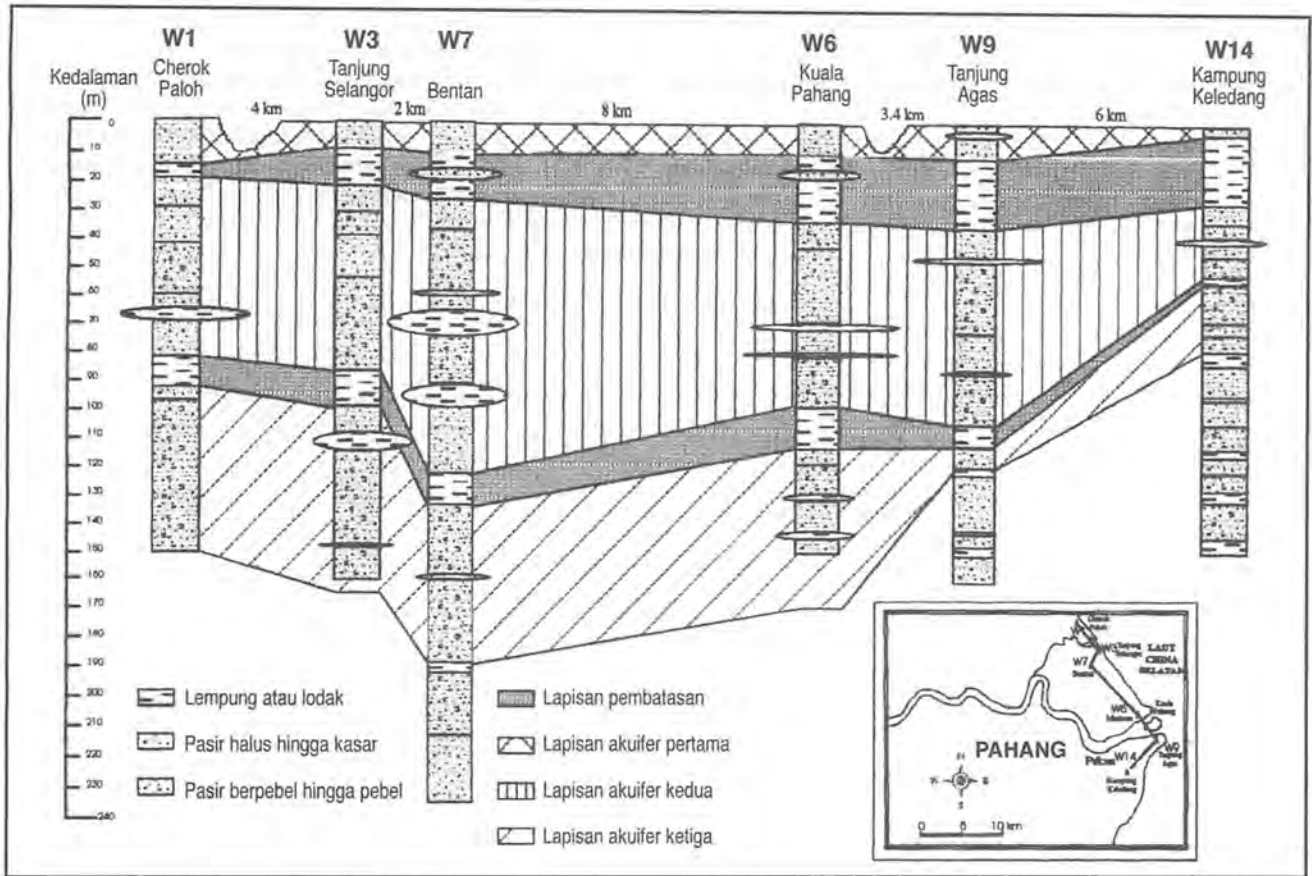
## PENGHARGAAN

Saya ingin mengucapkan terima kasih kepada Dr. Tan Teong Hing, Dr. Ahmad Jantan, Dr. Teh Guan Hoe, Dr. Basir Jasin, Dr. Wan Fuad, Dr. Che Aziz Ali, Dr. Kamal Roslan dan Dr. Ibrahim Abdullah yang memberi tunjuk ajar dalam kajian ini. Pembantu makmal En. Yaacob, En. Wan Ali dan En. Aziz Ngah yang membantu dalam kerja lapangan dan kerja makmal. Saya juga berterima kasih kepada Projek IRPA 02-02-02-0004 yang memberi sokongan perbelanjaan kajian ini.

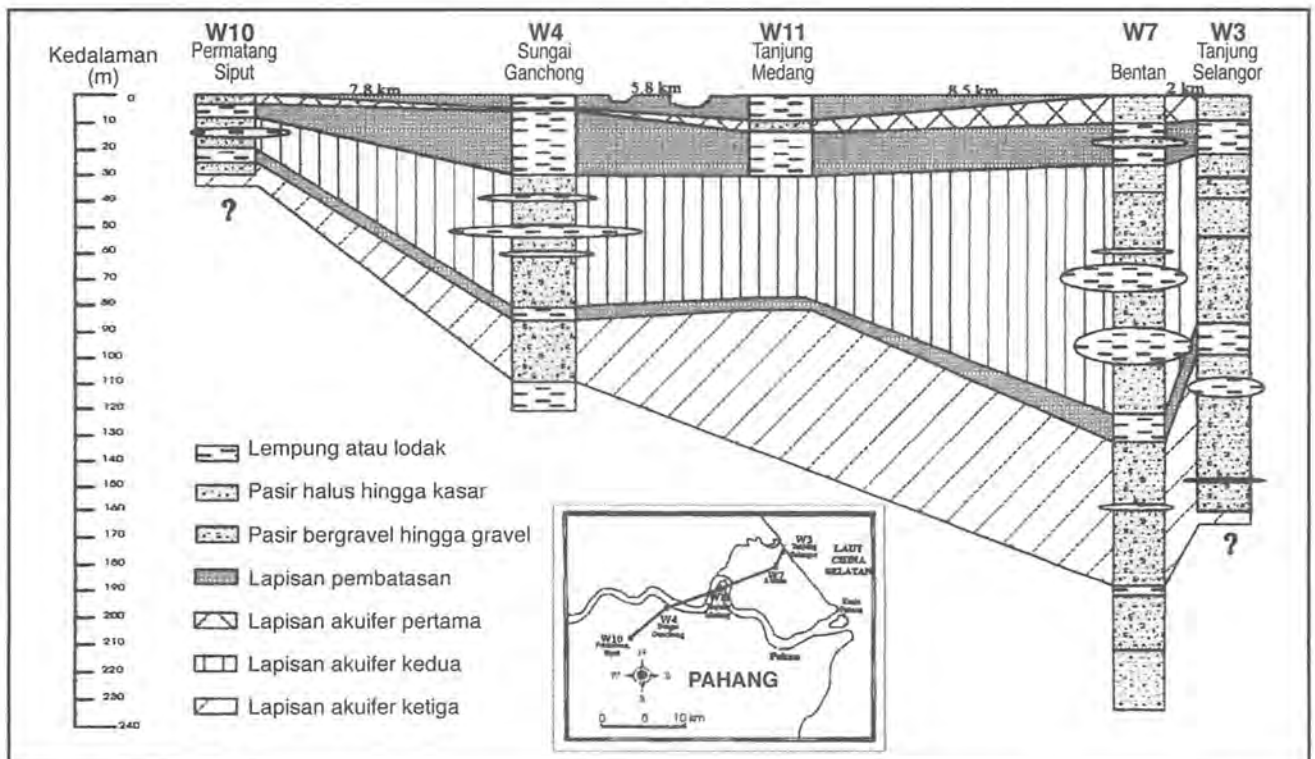
## RUJUKAN

- DAVID, K.T., 1989. *Groundwater hydrology*. John Wiley & Sons, New York.
- FATEH CHAND ET AL., 1981. A manual geochemical exploration methods. *Kertas khas 3 penyiasatan kajibumi*. Penyiasatan Jabatan Kajibumi Malaysia.
- FETTER, C.W., 1988. *Applied hydrogeology*. Charles E. Merrill Publishing, Columbus, Ohio.





Rajah 5. Korelasi lubang gerudi secara membujur berdasarkan profil geokimia dan litologi.



Rajah 6. Korelasi lubang gerudi secara melintang berdasarkan profil geokimia dan litologi.

- GOVETT, G.J.S., 1983. *Handbook of exploration geochemistry*. Elsevier Scientific Publishing Company, Oxford, New York.
- HELLMANN, H., 1987. *Analysis of surface waters*. Ellis Horwood Limited, England.
- JABATAN ALAM SEKITAR, 1992. *Projek pembentukan kriteria dan standard kualiti air (Fasa IV)*. Kementerian Sains, Teknologi dan Alam Sekitar.
- MINEAR, R.A. DAN KEITH, L.H., 1982. *Water analysis*. A Subsidiary of Harcourt Brace Jovanovich, New York.
- MURDOCH, J. DAN BARNES, J.A., 1994. *Statistik*. Terj. Zuhaimy Ismail dan Wan Aini Wan Ibrahim. Unit Penerbitan Akademik Universiti Teknologi Malaysia, Sekudai.
- TAN, T.H., 1989. *Kaedah geokimia gunaan*. Dewan Bahasa Dan Pustaka, Kuala Lumpur.

---

*Manuscript received 7 September 1999*