

## **Penggunaan kaedah-kaedah hidrogeokimia dan kerintangan geoelektrik untuk mengesan kemasinan air tanah pada akuifer kedua di pantai utara Kelantan**

ABDUL RAHIM SAMUDIN<sup>1</sup>, ABDUL GHANI MOHD. RAFEK<sup>1</sup>, NASIMAN SAPARI<sup>2</sup> DAN HARYONO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jabatan Geologi  
Fakulti Sains Fisis dan Gunaan  
Universiti Kebangsaan Malaysia  
43600 Bangi

<sup>2</sup>Jabatan Sains Alam Sekitar  
Fakulti Sains dan Sains Alam Sekitar  
Universiti pertanian Malaysia

**Abstrak:** Suatu kajian telah dilakukan di sepanjang kawasan pantai utara Negeri Kelantan untuk mengesan kemasinan air tanah pada akuifer kedua di kawasan tersebut.

Kaedah-kaedah hidrogeokimia dan kerintangan geoelektrik telah digunakan dalam penyelidikan ini dan data kerintangan geoelektrik yang diperolehi ditafsirkan dengan bantuan data lubang gerudi.

Hasil kajian yang diperolehi menunjukkan bahawa air tanah bersifat payau pada jarak hingga lima kilometer daripada garis pantai.

**Abstract:** A study was conducted along the northern coastal area of the Kelantan State to detect the salinity of the groundwater in the second aquifer.

Hydrogeochemical and geoelectrical resistivity methods were employed and the geoelectrical resistivity data has been interpreted in conjunction with borehole data.

The result of the study indicates that the groundwater in the second aquifer is brackish at a distance up to five kilometres from the coastline.

### **PENGENALAN**

Ramai penduduk di negeri Kelantan menggunakan air tanah untuk memenuhi keperluan harian. Penduduk mengambil air tanah daripada perigi cetek dan Jabatan Bekalan Air mengambil air tanah daripada perigi dalam. Heng dan Singh (1989) mengatakan bahawa di Kelantan utara terdapat empat akuifer. Pada amnya penduduk tempatan menggali perigi daripada akuifer pertama dan Jabatan Bekalan Air mengambil air tanah daripada akuifer ke tiga. Air tanah daripada perigi kedua dilaporkan sebagai payau, maka pada amnya air ini tak diambil untuk kegunaan hari-hari.

Kawasan kajian terletak di sepanjang pantai utara Negeri Kelantan. Rajah 1 menunjukkan peta lokaliti daripada kawasan kajian.

Pada kawasan pantai daripada kawasan kajian, terdapat aluvium Kuaterner yang terdiri daripada lempung, kelodak, pasir dan kerikil. Aluvium ini berasal daripada sungai dan samudera. Dataran pantai Kelantan mempunyai aluvium yang berumur dari Pleistosen hingga Resen. Aluvium ini menutupi bahagian atas batuan dasar yang pada

amnya ialah granit. Kedalaman batuan dasar ini berbeza-beza, tetapi pada amnya akan lebih dalam jika berada berhampiran dengan pantai. Faktor utama yang menentukan pengendapan sedimen pada dataran pantai ialah naik turunnya paras laut yang disebabkan oleh adanya pengglasieran dan pengenyahglasieran pada masa Pleistosen (Ismail Mohd. Noor, 1979).

Tujuan utama daripada kajian ini ialah untuk mengesan kemasinan air tanah pada akuifer kedua dan juga untuk menentukan sempadan air masin dengan air tawar.

Terdapat beberapa kaedah untuk mengesan kemasinan air tanah. Kaedah-kaedah tersebut di antaranya ialah kaedah hidrogeokimia dan kaedah geofizik. Kaedah kerintangan geoelektrik yang merupakan salah satu kaedah geofizik, berkeupayaan untuk mengesan kemasinan tersebut.

### **BAHAN DAN KAEDAH**

Dalam melakukan kajian ini digunakan pelbagai data iaitu data yang berupa peta topografi, data lubang gerudi, data hidrogeokimia dan data

kerintangan geoelektrik.

### Kaedah hidrogekimia

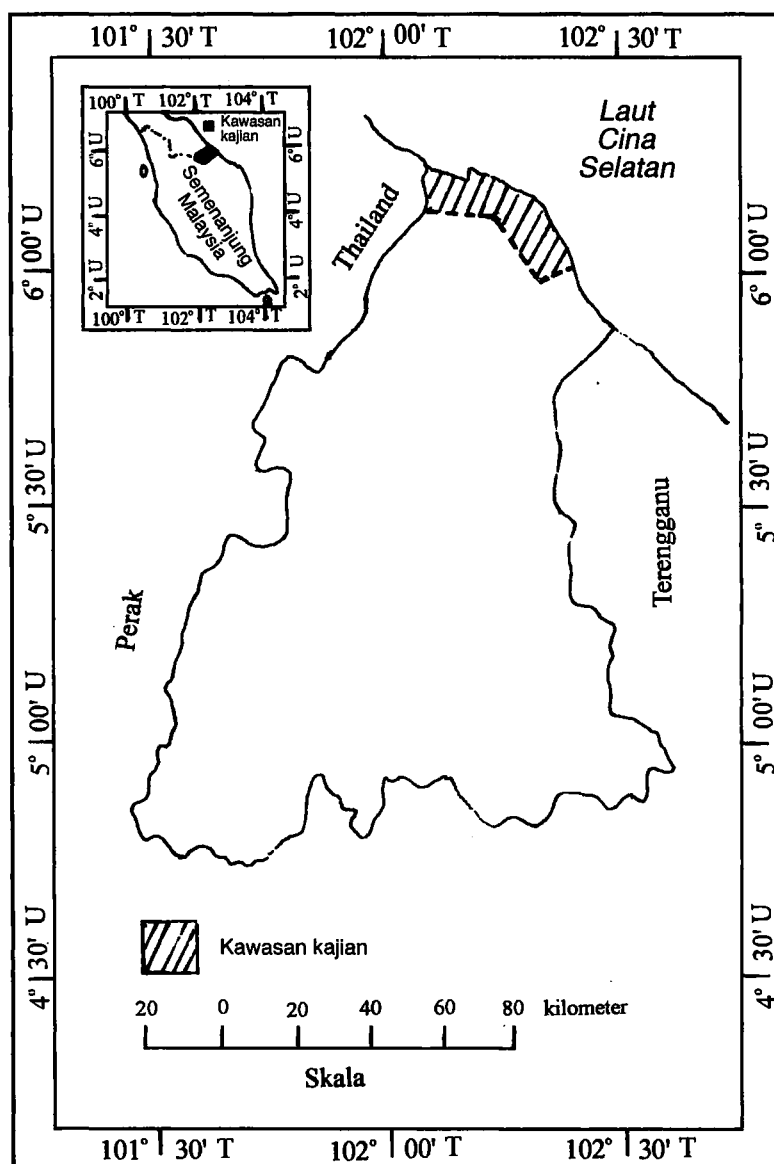
Ismail C. Muhammad (1992) telah menyediakan suatu data asas yang dibuat berdasarkan pada survei pengawasan kualiti air tanah (Jadual 1 dan Jadual 2).

Data asas tersebut diperolehi berdasar pemrosesan sampel air yang diambil daripada perigi pengesanan di Negeri Kelantan. Peta lokaliti daripada perigi pengesanan tersebut boleh dilihat pada Rajah 2. Untuk mengetahui jenis air tanah tersebut, data asas itu diproses lebih lanjut iaitu dengan menggunakan gambarajah Piper. Hasil pemrosesan tersebut boleh dilihat pada Rajah 3.

Davis dan de Wiest (1966) mengatakan bahawa pengelasan air boleh di buat berdasarkan pada jumlah pepejal terlarut. Jadual 3 menunjukkan jenis-jenis air tersebut.

Untuk menjayaan kajian ini juga digunakan kaedah kerintangan geoelektrik. Prosidur yang digunakan untuk melakukan cerapan di lapangan ialah kaedah duga dalam dan susunan elektrod yang digunakan ialah susunan Schlumberger. Stesen-stesen kerintangan geoelektrik boleh dilihat pada Rajah 2. Data kerintangan geoelektrik yang diperolehi dengan menggunakan kaedah ini ditafsirkan dengan bantuan data lubang gerudi.

Mengikut Flathe (1974) nilai kerintangan yang tinggi menggambarkan adanya lapisan pasir dan kerikil yang bersih. Kehadiran lempung akan



Rajah 1. Kawasan kajian.

**Jadual 1.** Data fizikal pengawasan air tanah pada Februari 1989 hingga Februari 1991 di akuifer dua (Ismail C. Muhammad, 1992).

No. Telaga	Lokasi	Akuifer	Kedalaman (meter)	Jumlah pepejal terlarut (ppm)
MW24	Pengkalan Chepa	2	25.50	2,746.80
MW25	Tanjung Mas	2	32.50	776.90
MW26	Tanjung Mas	2	34.00	798.30
MW27	Tanjung Mas	2	33.00	961.70
MW28	Tanjung Mas	2	32.50	1,108.30
MW29	Tanjung Mas	2	33.00	1,132.00
MW30	Jalan Merbau	2	29.50	278.00
MW31	Perol	2	25.50	102.70
MW32	Jelawat	2	27.50	226.00
MW33	Kubang Kerian	2	34.50	108.00
MW34	Beris Kubur	2	40.80	6,678.00
MW35	Beris Kubur	2	26.50	827.30
MW36	Kedai Lalat	2	21.30	101.00
MW37	Kg. Langgar Tpg.	2	21.00	119.70
MW38	Loji Kg. Sedar	2	12.00	99.50
MW39	Kpg. Chap	2	26.00	115.00

**Jadual 2.** Data kualiti air tanah pada Februari 1989 hingga Februari 1991 di akuifer dua (diubahsuai daripada Ismail C. Muhammad, 1992).

No. Telaga	Na (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Jumlah (%)	Cl (%)	SO <sub>4</sub> (%)	CO <sub>3</sub> (%)	HCO <sub>3</sub> (%)	Jumlah (%)
MW24	89.55	1.36	3.07	6.02	100	94.34	0.17	0.08	5.41	100
MW25	55.07	2.74	17.94	24.25	100	96.81	0.51	0.36	2.32	100
MW26	52.61	2.66	19.90	24.83	100	95.59	0.47	0.33	3.61	100
MW27	54.00	2.49	18.13	25.38	100	98.87	0.37	0.28	0.48	100
MW28	52.30	2.42	20.71	24.57	100	99.16	0.35	0.24	0.25	100
MW29	57.07	2.44	17.68	22.81	100	99.22	0.39	0.24	0.15	100
MW30	62.22	3.43	17.69	16.66	100	67.10	2.36	0.81	29.73	100
MW31	44.25	9.74	16.81	29.20	100	3.23	8.87	2.42	85.48	100
MW32	66.11	4.09	14.42	15.38	100	15.31	2.98	1.11	80.60	100
MW33	41.00	8.28	25.66	25.06	100	3.39	9.05	3.09	84.47	100
MW34	77.62	1.26	7.75	13.37	100	93.74	0.09	0.04	6.13	100
MW35	78.41	3.86	5.13	12.60	100	37.67	0.58	0.23	61.52	100
MW36	39.81	4.85	22.33	33.01	100	23.48	5.22	2.61	68.69	100
MW37	45.07	5.43	22.55	26.95	100	40.08	13.65	3.64	42.63	100
MW38	53.08	11.54	18.46	16.92	100	51.45	5.80	2.17	40.58	100
MW39	70.98	9.63	6.48	12.91	100	15.38	4.18	1.91	78.53	100

menyebabkan pengurangan nilai kerintangan dan ketelapannya terhadap pergerakan air. Pasir telap yang dipenuhi air masin mempunyai nilai kerintangan yang rendah. Hubungan bahan dengan kemasinan boleh dilihat pada Jadual 4.

Sesudah nilai kerintangan ketara dihitung untuk setiap pembacaan, kemudian data tersebut di proses dalam bentuk grafik. Untuk memproses data tersebut, digunakan perisian RESIX.

## HASIL DAN PERBINCANGAN

### Hasil

Dengan menggunakan gabungan di antara Jadual 3 dan Rajah 3 boleh dibuat pengkelasan air seperti yang diperlihatkan pada Jadual 5.

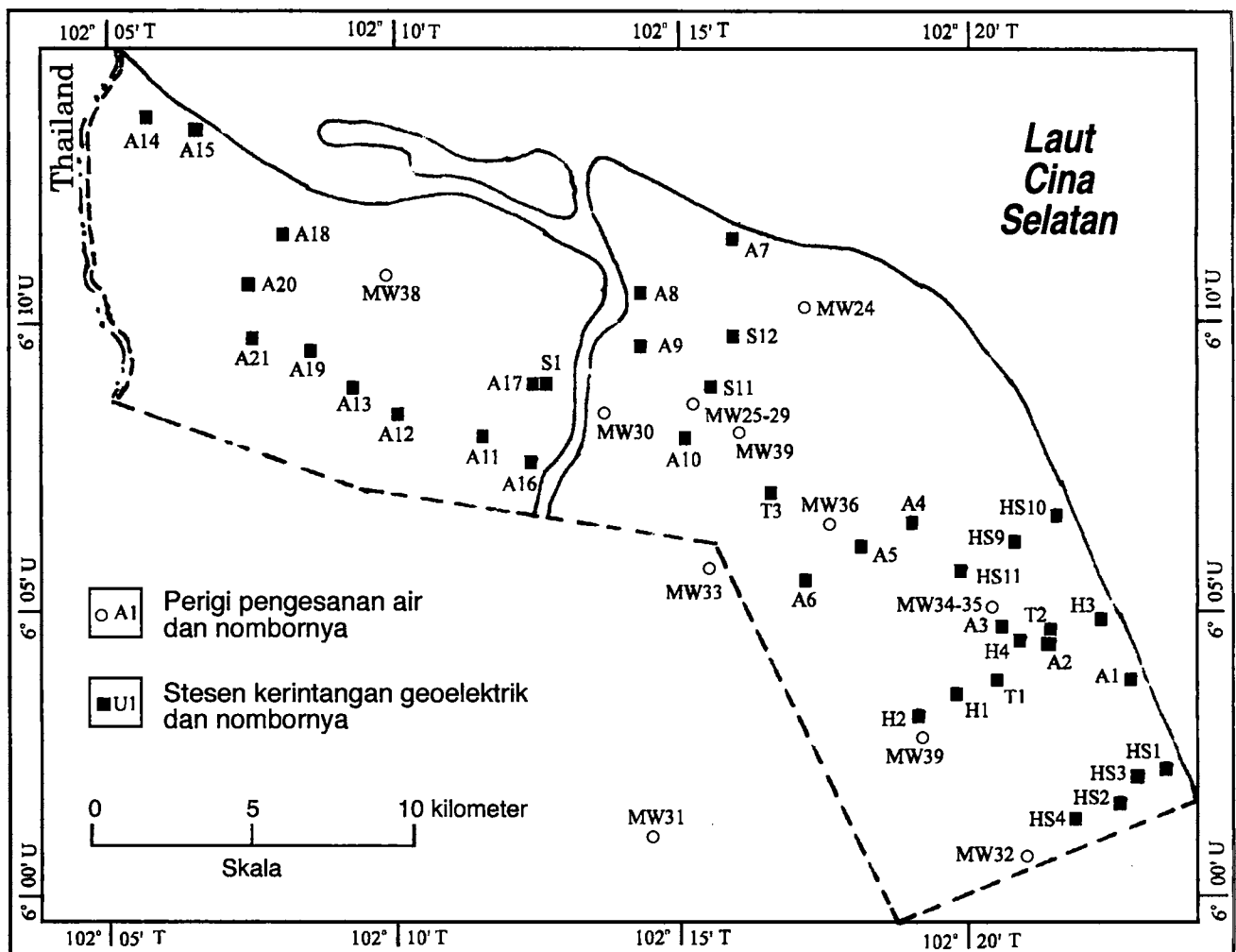
Setelah data kerintangan geoelektrik diproses maka boleh dibuat Jadual 6.

Dengan menggunakan data daripada Jadual 5 serta Jadual 6, maka boleh dibuat peta tematik yang dilengkapi garis sempadan dari kawasan yang mempunyai kepekatan klorid lebih kecil dari 250 mg/l (Rajah 4).

### Perbincangan

Rajah 4 menunjukkan bahawa air tanah pada akuifer kedua tak semua bersifat payau akan tetapi ada juga yang bersifat tawar.

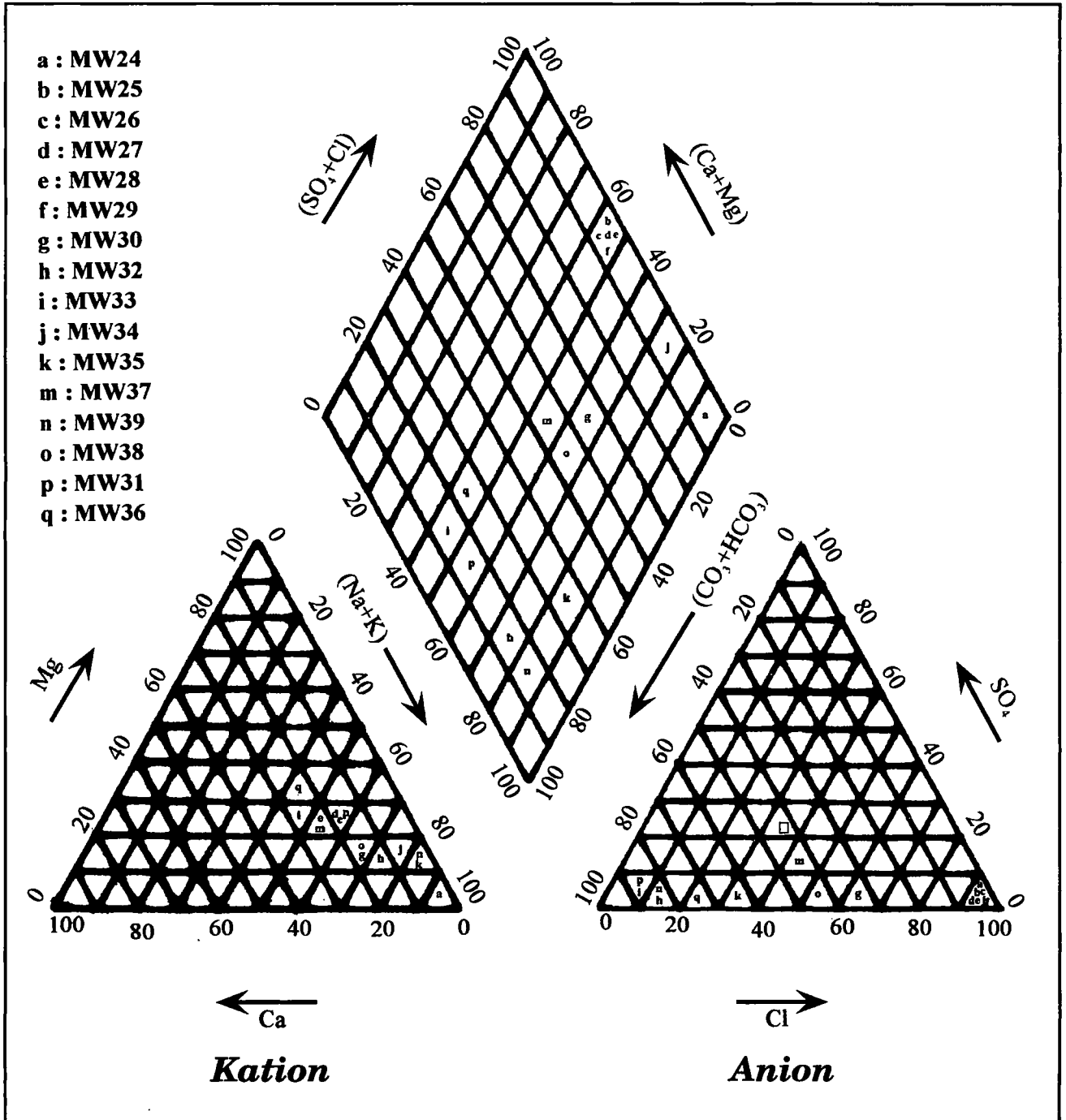
Dengan mengukur jarak daripada garis pantai ke garis sempadan air tawar dengan air payau (Rajah 4) maka boleh dilihat bahawa air pada akuifer kedua yang mempunyai kepekatan klorid lebih besar atau sama dengan 250 mg/l berada hingga jarak 5 km dari garis pantai menuju ke pedalaman. Oleh kerana itu, kawasan yang mempunyai kepekatan klorid lebih kecil daripada 250 mg/l, berada pada jarak yang lebih besar



Rajah 2. Perigi pengesanan air dan stesen kerintangan geoelektrik.

**Jadual 3.** Pengkelasan air mengikut Davis dan de Wiest (1966).

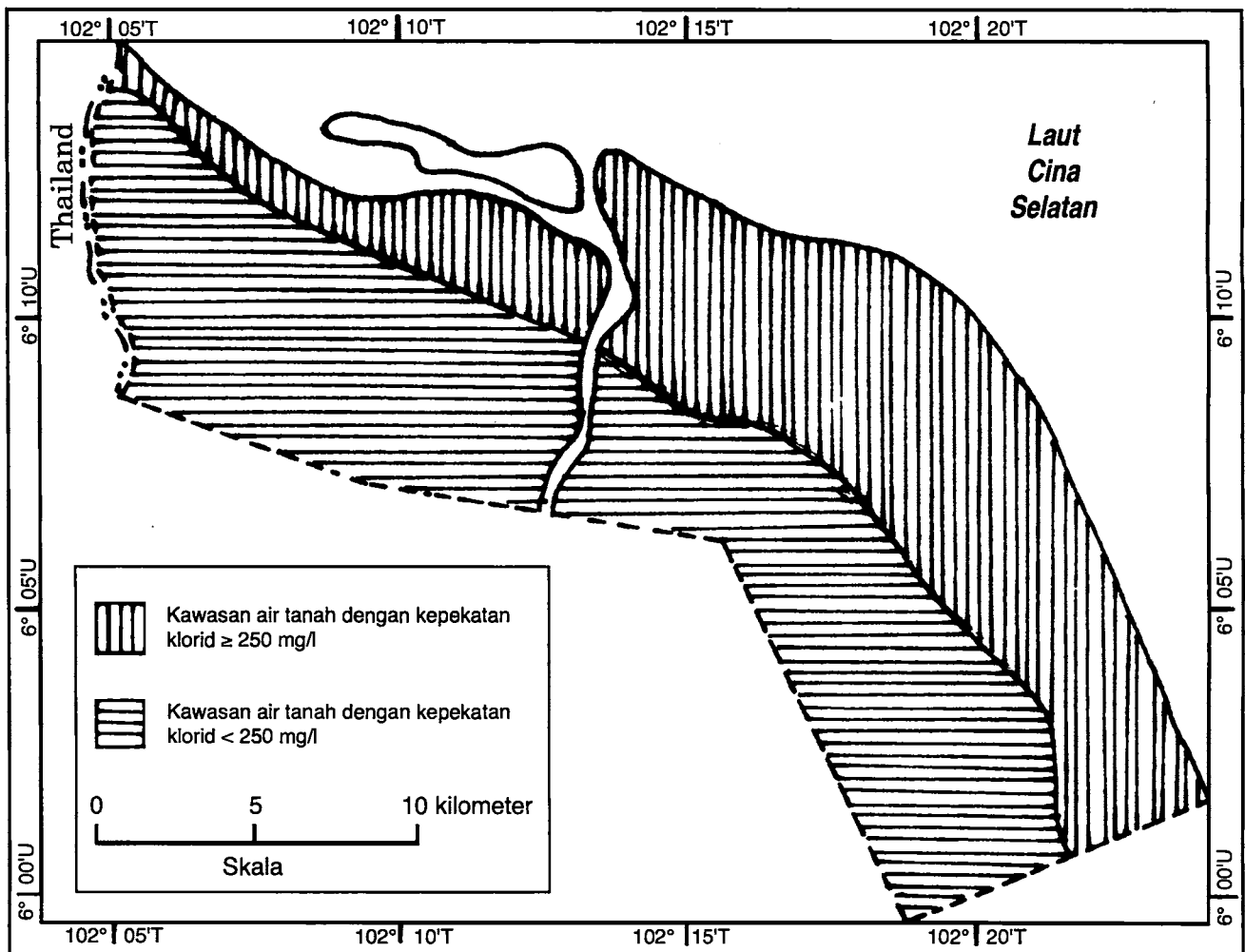
Jenis Air	Kepekatan Jumlah Pepejal Terlarut (ppm)
Air tawar	0 – 1,000
Air payau	1,000 – 10,000
Air garam	10,000 – 100,000
Air pekasin	lebih daripada 100,000



**Rajah 3.** Gambarajah Piper.

**Jadual 4.** Hubungan bahan, kepekatan klorid dan kerintangan geoelektrik (Flathe, 1974).

Bahan	Kepekatan Klorid Cl (mg/l)	Kerintangan Geoelektrik ( $\Omega m$ )
Pasir dan kerikil tanpa lempung yang mengandungi air dengan	250	> 45
Pasir dan kerikil bersih tanpa lempung yang mengandungi air dengan	> 1,000	< 15
Kemasinan yang tinggi		< 1
Lempung		8-30
Air sangat masin dengan	500-2,000	8-30
Air dengan kemasinan sangat tinggi		< 5



**Rajah 4.** Pengkelasan air tanah mengikut kepekatan klorid.

**Jadual 5.** Sifat air tanah pada akuifer kedua di Kelantan utara.

No. Perigi	Sifat Air	Jenis Air
MW24	payau	Na, Cl
MW25	tawar	Na, Mg, Cl
MW26	tawar	Na, Mg, Cl
MW27	tawar	Na, Mg, Cl
MW28	payau	Na, Mg, Cl
MW29	payau	Na, Mg, Cl
MW30	tawar	Na, Cl
MW31	tawar	Na, Mg, HCO <sub>3</sub>
MW32	tawar	Na, HCO <sub>3</sub>
MW33	tawar	Mg, Ca, Na, HCO <sub>3</sub>
MW34	payau	Na, Cl
MW35	tawar	Na, HCO <sub>3</sub>
MW36	tawar	Mg, Ca, Na, HCO <sub>3</sub>
MW37	tawar	Mg, Ca, Na, HCO <sub>3</sub> , Cl
MW38	tawar	Na, HCO <sub>3</sub> , Cl
MW39	tawar	Na, HCO <sub>3</sub>

daripada 5 km dihitung daripada garis pantai menuju ke daratan.

### KESIMPULAN

Kaedah hidrogeokimia sangat berkesan untuk menentukan kemasinan air bawah tanah dan juga sempadan air tawar dengan air payau. Kekurangan daripada kaedah ini ialah agak mahal kerana diperlukan pembuatan beberapa perigi bagi pengambilan sampel air.

Kaedah kerintangan geoelektrik juga boleh digunakan untuk mengesan kemasinan air tanah serta menentukan sempadan air tawar dengan air masin. Walaupun begitu, kaedah ini mempunyai kekurangan kerana tak boleh menentukan secara terus kualiti daripada air tanah tersebut.

Dengan menggabungkan kedua kaedah tersebut, maka akan diperoleh hasil yang lebih baik. Kaedah gabungan ini boleh digunakan untuk menentukan kemasinan air tanah serta menentukan sempadan air tawar/air masin dengan lebih berkesan.

### PENGHARGAAN

Penghargaan yang setinggi-tingginya diucapkan kepada pihak Universiti Kebangsaan Malaysia yang telah memberikan kemudahan dan peruntukan penyelidikan melalui kod 17/94.

**Jadual 6.** Hubungan kerintangan geoelektrik dengan kepekatan klorid pada akuifer kedua.

Bilangan	Stesen	Kerintangan Geoelektrik ( $\Omega m$ )	Klorid (mg/l)
1	A1	< 1	> 250
2	A2	< 1	> 250
3	A3	40	> 250
4	A4	< 1	> 250
5	A5	60	< 250
6	A6	60	< 250
7	A7	5	< 250
8	A8	9	> 250
9	A9	40	> 250
10	A10	70	< 250
11	A11	170	< 250
12	A12	108	< 250
13	A13	108	< 250
14	A14	90	< 250
15	A15	8	> 250
16	A16	80	< 250
17	A17	80	< 250
18	A18	100	< 250
19	A19	61	< 250
20	A20	102	< 250
21	A21	110	< 250
22	H1	70	< 250
23	H2	70	< 250
24	H3	18	> 250
25	H4	40	> 250
26	T1	50	< 250
27	T2	< 1	> 250
28	T3	100	< 250
29	S1	50	< 250
30	S11	40	> 250
31	S12	20	> 250
32	HS1	12	> 250
33	HS2	20	> 250
34	HS3	21	> 250
35	HS4	13	> 250
36	HS9	9	> 250
37	HS10	10	> 250
38	HS11	12	> 250

## RUJUKAN

- DAVIS, S.N. DAN DE WIEST, R.J.M., 1966. *Hydrogeology*. New York. John Wiley & Sons, Inc.
- FLATHE, H., 1974. *Goelectrical Investigation*. Hannover: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe.
- HENG, T.E. AND SINGH, M., 1989. Groundwater supply in Northern Kelantan. *Bulletin of Geological Society of Malaysia* 24, 13–26.
- ISMAIL C. MUHAMMAD, 1992. Status pengawasan air tanah di delta sungai Kelantan. *Proceedings of the 23rd Geological Conference — Technical Papers*, 4, 258–280.
- ISMAIL MOHD. NOOR, 1979. *Prefeasibility Study of Potential Groundwater development in Kelantan, Malaysia*. Tesis Ph.D. University of Birmingham.

---

Manuscript received 23 May 1995