

# Taburan Logam Berat dalam Sedimen di Kawasan Stesen Janaelektrik, Tenaga Nasional Berhad, Kapar, Selangor

Che Abd. Rahim Mohamed<sup>1</sup>, Mohd. Rozali Othman<sup>2</sup>,  
Wan Mohd Lofti Wan Muda<sup>1</sup> & Abdullah Samat<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pusat Pengajian Sains Sekitaran & Sumber Alam, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 Bangi, Selangor

<sup>2</sup>Pusat Pengajian Sains Kimia & Teknologi Makanan, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 Bangi, Selangor

## ABSTRAK

Sebanyak lima stesen persampelan sedimen dalam kolam abu dan dua stesen di pinggir pantai diambil dengan menggunakan teras graviti untuk penentuan kandungan logam berat. Julat kepekatan logam berat yang diperolehi di permukaan sedimen di kawasan kajian adalah besar iaitu 10 ñ 79 ngg<sup>-1</sup>, 0.021 ñ 0.185 gg<sup>-1</sup>, 50.1 ñ 145 gg<sup>-1</sup>, 4.12 ñ 69.3 gg<sup>-1</sup>, 67.5 ñ 150 gg<sup>-1</sup>, 0.135 ñ 0.232 gg<sup>-1</sup> dan 2.83 ñ 6.69% masing-masing untuk Cd, Pb, Zn, Cu, Cr, V dan Fe. Pada umumnya turus kepekatan logam yang diperolehi adalah berbeza dari satu stesen ke satu stesen yang lain. Kepekatan logam di kawasan kajian masih lagi berada di dalam tahap yang dibenarkan oleh Jabatan Alam Sekitar, Malaysia kecuali Cr. Kepekatan Cr adalah lebih tinggi (julat = 67.5-150 gg<sup>-1</sup>) berbanding dengan kawasan tercemar yang lain di Malaysia iaitu Selat Johor (julat = 21.9-62.8 gg<sup>-1</sup>) dan Juru, Pulau Pinang (julat = 11.5-59.6 gg<sup>-1</sup>). Ketinggian aras kepekatan Cr ini mungkin disebabkan oleh pemerosesan abu arang batu (julat = 112-180 gg<sup>-1</sup>).

## ABSTRACT

*About five station of sediment samples were obtained from ash pond and two stations at coastal area using the gravity core for heavy metals determination. The concentration of heavy metals that obtained on the surface sediment at study area was large ranged from 10 – 79 ngg<sup>-1</sup>, 0.021 – 0.185 gg<sup>-1</sup>, 50.1 – 145 gg<sup>-1</sup>, 4.12 – 69.3 gg<sup>-1</sup>, 67.5 – 150 gg<sup>-1</sup>, 0.135 – 0.232 gg<sup>-1</sup> and 2.83 – 6.69% for Cd, Pb, Zn, Cu, Cr, V and Fe, respectively. Generally, the concentration profile of heavy metal that taken is different between stations to another station. Heavy metals concentration contents at study site were still under the limit of Department of Environmental, Malaysia, except Cr. Density of Cr are much higher than*

*other polluted areas in Malaysia, which is Johor Straits (average = 21.9-62.8 gg<sup>-1</sup>) and Juru, Penang (average = 11.5-59.6 gg<sup>-1</sup>). The highest concentration of Cr (average = 67.5-150 gg<sup>-1</sup>) might be due to the process of coal dust (average = 112-180 gg<sup>-1</sup>).*

**Kata kunci:** Logam berat; Cd; Pb; Zn; Cu; Cr; V; Fe

## Pengenalan

Sedimen memainkan peranan yang penting di dalam pengumpulan logam berat dan merupakan sinka yang terakhir di dalam sistem akuatik (Hirner 1991). Bahan-bahan yang larut di dalam jasad air akan bergabung dengan partikel dan mendak pada permukaan sedimen. Sedimen pada keadaan semula jadi merupakan campuran pasir, tanah liat dan bahan organik. Manakala interaksi logam berat dengan sedimen adalah bergantung kepada komposisi sedimen tersebut. Secara amnya, kepekatan logam adalah tinggi di dalam sedimen yang mengandungi banyak lumpur, liat dan kelodak (Chester 1990).

Terdapat beberapa jenis industri yang akan menghasilkan logam berat di dalam sisa buangnya. Penggunaan bahanapi fosil seperti arang batu dan minyak di dalam industri janakuasa elektrik adalah meluas. Pembakaran bahanapi fosil bagi penghasilan tenaga elektrik dan haba menyumbangkan banyak logam berat di atmosfera, tanah, sungai dan laut. Menurut Brumsack (et al., 1984), kepekatan kandungan logam berat dalam abu yang terbentuk daripada hasil pembakaran arang batu adalah 0.3-0.6%, 0.1-0.2% dan 0.3-0.9% bagi Zn, Cd dan Pb, masing-masing.

Justeru itu kawasan kajian yang dipilih ialah di kolam abu di kawasan Stesen Janaelektrik Sultan Salahuddin Abdul Aziz, Kapar, Selangor (SSAA). Analisis logam yang dilakukan ialah Fe, Cu, Cd, Cr, Zn, V dan Pb. Manakala tujuan penganalisaan logam-logam ini ialah untuk menentukan tahap pencemaran yang disebabkan oleh aktiviti pembakaran bahanapi fosil.

## Kaedah Pensampelan dan Penganalisaan

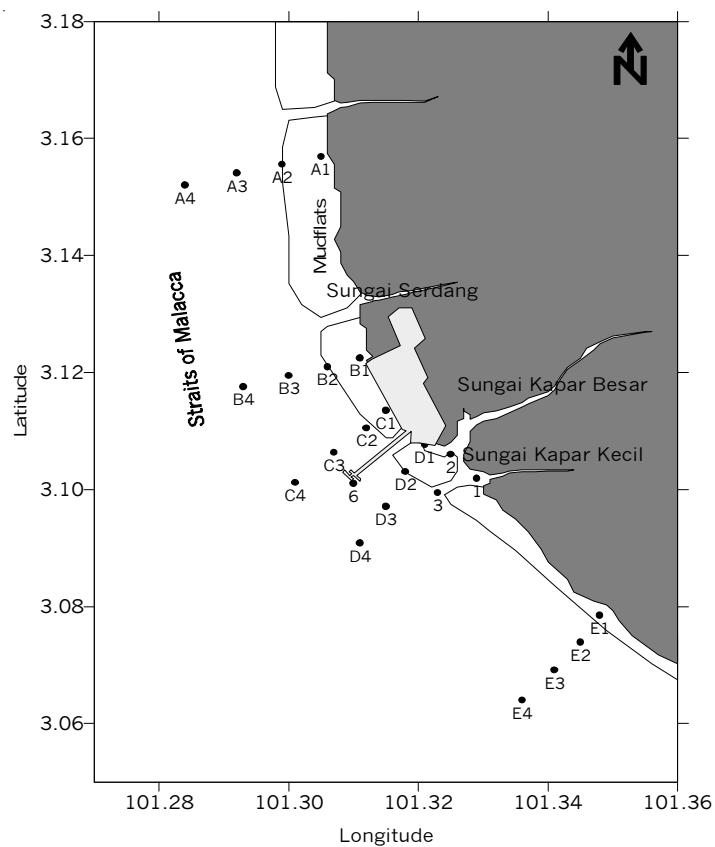
### Persampelan

Sebanyak lima stesen persampelan dilakukan di tiga buah kolam abu dan dua stesen di pinggir pantai Stesen Janaelektrik SSAA (Rajah 1). Persampelan sedimen dilakukan dengan mengguna alat turus graviti. Sampel yang diperolehi dipotong dengan ketebalan 2 cm untuk setiap lapisan. Sampel-sampel ini dibawa ke makmal untuk penganalisaan seterusnya.

### Penganalisaan

Di makmal sampel-sampel tersebut dikering pada suhu 60°C dan sampel yang telah kering dihancur dengan lesung dan penumbuk sambil mengasingkan cengkerang. Sampel ini perlulah ditapis dengan penapis kalis karat untuk mendapatkan saiz butiran sedimen yang diperlukan.

TABURAN LOGAM BERAT DALAM SEDIMEN DI KAWASAN STESEN JANAELEKTRIK



RAJAH 1: Kawasan Persampelan Sedimen di dalam Kolam Abu dan Persekitaran Stesen Janaelektrik Sultan Salahuddin Abdul Aziz, Kapar, Selangor

Sebanyak 0.5-1.0 g sampel yang telah ditapis dengan penapis 125 m diguna untuk proses penghadaman. Campuran asid nitrik, asid perklorid dan asid hidroflorida dengan nisbah 2:1:2 digunakan semasa proses penghadaman (Mohamed et al., 1996). Apabila proses penghadaman ini siap, sampel larutan tersebut dikeringkan dan ditambah dengan 0.5 M HNO<sub>3</sub> sebanyak 20 ml untuk proses penentuan kepekatan logam oleh Spektofotometer Serapan Atom (AAS). Larutan pengosong juga dilakukan dengan mengguna kaedah yang sama dengan sampel.

Keputusan

Semua keputusan yang diperolehi disenaraikan di dalam Jadual 1. Turus kepekatan logam bagi stesen 1, 2, 3 dan 6 diplot di dalam Rajah 1. Pada umumnya kepekatan kandungan logam berat di semua stesen kajian adalah berbeza di antara satu stesen ke satu stesen yang lain. Julat kepekatan logam yang diperolehi di permukaan sedimen adalah besar iaitu 10 ñ 79 µgg<sup>-1</sup>, 0.021 ñ 0.185 µgg<sup>-1</sup>, 50.1 ñ 145 µgg<sup>-1</sup>, 4.12 ñ 69.3 µgg<sup>-1</sup>, 67.5 ñ 150 µgg<sup>-1</sup>, 0.135 ñ 0.232 µgg<sup>-1</sup> dan 2.83 ñ 6.69% untuk Cd, Pb, Zn, Cu, Cr, V dan Fe, masing-masing.

EKOSISTEM MARIN MALAYSIA: PELUANG & PENYELIDIKAN TERKINI

JADUAL 1: Kepekatan Logam yang Diperolehi di Kawasan Kajian

| Stn | Depth<br>(cm) | Fe<br>(%) | Cr<br>(µg/g) | Cd<br>(ng/g) | Pb<br>(µg/g) | V<br>(µg/g) | Cu<br>(µg/g) | Zn<br>(µg/g) | OM<br>(%) |
|-----|---------------|-----------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-----------|
| 1   | 0-2           | 3.82      | 108          | 32           | 0.185        | 0.208       | 69.3         | 145          | 7.89      |
|     | 2-4           | 3.18      | 298          | 3            | 0.165        | 0.209       | 79.2         | 131          | 5.72      |
|     | 4-6           | 2.55      | 344          | 14           | 0.178        | 0.198       | 62.9         | 107          | 4.05      |
|     | 6-8           | 3.02      | 266          | 95           | 0.158        | 0.175       | 71.6         | 114          | 4.11      |
|     | 8-10          | 2.87      | 119          | 46           | 0.055        | 0.183       | 49.9         | 197          | 5.86      |
|     | 10-12         | 3.12      | 122          | 13           | 0.030        | 0.185       | 50.1         | 158          | 6.21      |
|     | 12-14         | 2.99      | 84.5         | 26           | 0.023        | 0.176       | 31.6         | 94.7         | 8.01      |
| 2   | 0-2           | 6.69      | 90.3         | 20           | 0.093        | 0.135       | 30.1         | 78.8         | 6.25      |
|     | 2-4           | 6.20      | 68.7         | 14           | 0.126        | 0.149       | 33.0         | 81.6         | 5.91      |
|     | 4-6           | 5.37      | 137          | 17           | 0.117        | 0.173       | 37.6         | 104          | 7.78      |
|     | 6-8           | 5.50      | 132          | 11           | 0.046        | 0.152       | 48.0         | 174          | 4.41      |
|     | 8-10          | 3.57      | 201          | 49           | 0.102        | 0.192       | 78.4         | 144          | 4.77      |
|     | 10-12         | 2.75      | 250          | 56           | 0.152        | 0.293       | 67.3         | 108          | 4.51      |
|     | 12-14         | 4.34      | 228          | 43           | 0.061        | 0.254       | 58.1         | 129          | 6.10      |
| 3   | 0-2           | 3.98      | 119          | 77           | 0.082        | 0.215       | 30.1         | 70.5         | 15.30     |
|     | 2-4           | 4.81      | 96.5         | 4            | 0.032        | 0.279       | 22.8         | 46.8         | 12.01     |
|     | 4-6           | 4.09      | 19.3         | 34           | 0.047        | 0.189       | 30.5         | 63.8         | 12.26     |
|     | 6-8           | 3.21      | 113          | 18           | 0.061        | 0.180       | 29.3         | 82.9         | 13.65     |
|     | 8-10          | 3.39      | 12.7         | 23           | 0.044        | 0.184       | 24.9         | 48.4         | 5.59      |
|     | 10-12         | 2.43      | 0.001        | 10           | 0.026        | 0.187       | 3.80         | 19.0         | 2.22      |
|     | 12-14         | 2.39      | 100          | 13           | 0.074        | 0.113       | 9.13         | 41.0         | 1.95      |
| 4   | 0-2           | 2.97      | 0.008        | 6            | 0.012        | 0.102       | 33.1         | 21.4         | 2.21      |
|     | 2-4           | 2.69      | 22.7         | 8            | 0.075        | 0.128       | 7.04         | 19.4         | 2.00      |
|     | 4-6           | 3.39      | 150          | 36           | 0.043        | 0.232       | 35.3         | 63.7         | 9.79      |
|     | 6-8           | 4.16      | 91.4         | 9            | 0.021        | 0.196       | 10.6         | 76.1         | 8.78      |
|     | 8-10          | 3.06      | 67.5         | 79           | 0.088        | 0.185       | 4.12         | 50.1         | 1.82      |
|     | 10-12         | 3.41      | 82.0         | 16           | 0.075        | 0.164       | 5.23         | 62.9         | 6.42      |
|     | 12-14         | 3.14      | 65.9         | 19           | 0.004        | 0.178       | 4.40         | 59.3         | 7.44      |
| 5   | 0-2           | 3.17      | 82.8         | 1            | 0.035        | 0.160       | 5.31         | 65.0         | 6.42      |
|     | 2-4           | 3.51      | 92.9         | 7            | 0.082        | 0.186       | 4.07         | 65.1         | 6.44      |
|     | 4-6           | 3.11      | 85.1         | 11           | 0.072        | 0.174       | 3.57         | 64.7         | 6.30      |
|     | 6-8           | 3.73      | 89.0         | 5            | 0.069        | 0.212       | 4.83         | 70.1         | 8.46      |
|     | 8-10          | 3.59      | 88.2         | 4            | 0.023        | 0.133       | 3.69         | 66.3         | 7.69      |
|     | 10-12         | 3.16      | 78.0         | 9            | 0.040        | 0.167       | 7.92         | 71.6         | 8.46      |
|     | 12-14         | 3.67      | 85.9         | 9            | 0.054        | 0.158       | 3.55         | 76.9         | 9.20      |
| 6   | 0-2           | 3.82      | 87.2         | 7            | 0.075        | 0.142       | 5.36         | 73.4         | 9.64      |
|     | 2-4           | 3.66      | 81.1         | 1            | 0.036        | 0.176       | 4.20         | 86.3         | 9.27      |
|     | 4-6           | 4.27      | 88.4         | 28           | 0.032        | 0.155       | 4.33         | 80.5         | 9.48      |
|     | 6-8           | 3.72      | 104          | 13           | 0.069        | 0.185       | 4.49         | 74.8         | 9.62      |
|     | 8-10          | 3.73      | 93.8         | 8            | 0.076        | 0.169       | 4.96         | 73.0         | 4.92      |
|     | 10-12         | 4.14      | 73.9         | 14           | 0.059        | 0.197       | 6.87         | 74.3         | 10.2      |
|     | 12-14         | 3.47      | 91.1         | 7            | 0.063        | 0.165       | 5.39         | 72.8         | -         |
| 7   | surface       | 28.3      | 86.3         | 10           | 0.038        | 0.184       | 6.80         | 58.0         | 7.49      |

\*Surface, stn dan depth merujuk kepada lapisan permukaan, stesen dan kedalaman, masing-masing

Perbincangan

Aras Kandungan Logam Berat di Kawasan Kajian

Kepekatan logam berat yang semula jadi di dalam kerak bumi ialah  $109\text{ }\mu\text{gg}^{-1}$ ,  $88\text{ }\mu\text{gg}^{-1}$ , 4.2%,  $35\text{ }\mu\text{mgg}^{-1}$ ,  $69\text{ }\mu\text{gg}^{-1}$ ,  $0.10\text{ }\mu\text{gg}^{-1}$  dan  $15\text{ }\mu\text{gg}^{-1}$  bagi V, Cr, Fe, Cu, Zn, Cd dan Pb, masing-masing (Chester 1990). Pada umumnya didapati paras kepekatan kandungan logam berat yang diperolehi di kawasan kajian (Jadual 1) adalah berbeza dengan kandungan semulajadi di dalam kerak bumi. Didapati paras kepekatan Pb, V dan Cd yang diperolehi adalah rendah berbanding dengan kepekatan di dalam kerak bumi, kecuali kepekatan Cr, Zn dan Cu. Kepekatan Cr, Zn dan Cu adalah tinggi mungkin disebabkan oleh input pemerosesan arang batu (Gladney et al., 1984).

Aras kepekatan logam di lapisan permukaan (0-2 cm) juga tidak terdapat perbezaan yang nyata di antara stesen (Jadual 2). Ini disebabkan punca kemasukan logam adalah sama iaitu hasil dari pemerosesan arang batu. Kandungan bahan organik di lapisan permukaan adalah agak tinggi iaitu melebihi 5% di semua stesen, kecuali stesen 6. Ketinggian kandungan bahan organik di dalam kolam abu mungkin disebabkan oleh aktiviti mikrob kerana semasa pensampelan didapati sedimen itu berbau sulfida.

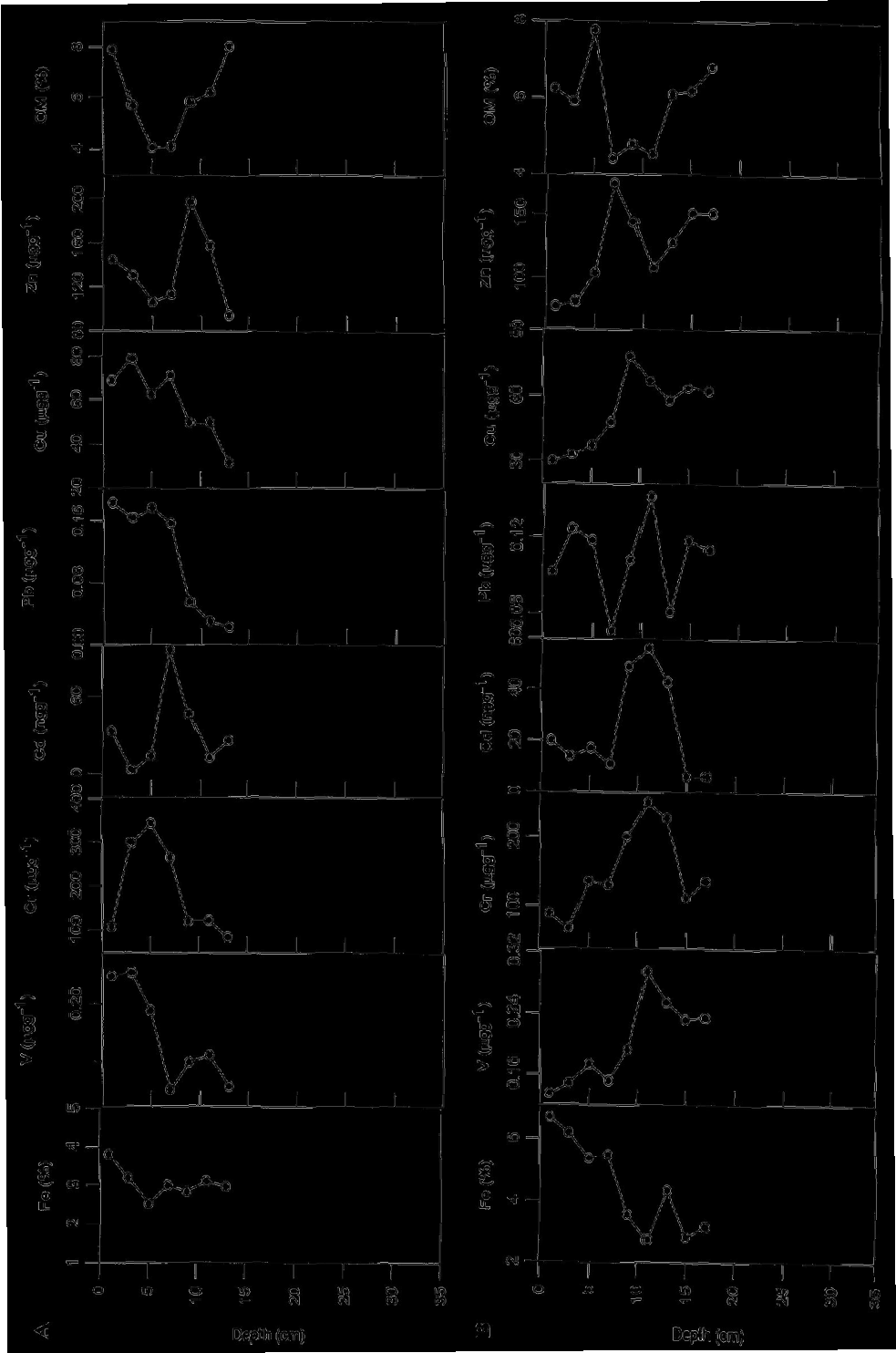
Kajian ini mendapati aras kepekatan Cr di permukaan sedimen adalah tinggi dengan julatnya  $67.5\text{--}150\text{ }\mu\text{gg}^{-1}$ . Aras kepekatan logam ini adalah hampir sama dengan kawasan yang dikelaskan sebagai kawasan tercemar di Semenanjung Malaysia (Jadual 2). Ini boleh dianggap bahawa kawasan kajian ini telah dicemari oleh unsur Cr dan kajian dari semasa ke semasa perlu dilakukan bagi menentukan tahap kontaminasi yang mungkin wujud.

JADUAL 2: Julat Kepekatan Logam di Permukaan Sedimen yang Dilaporkan oleh Penyelidik

| Tempat                                          | Cd<br>( $\mu\text{g/g}$ ) | Pb<br>( $\mu\text{g/g}$ ) | Zn<br>( $\mu\text{g/g}$ ) | Cu<br>( $\mu\text{g/g}$ ) | Cr<br>( $\mu\text{g/g}$ ) | V<br>( $\mu\text{g/g}$ ) | Fe<br>(%)           |
|-------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------|
| Kajian ini                                      | $0.010\text{--}0.079$     | $0.021\text{--}0.185$     | $50.1\text{--}145$        | $4.12\text{--}69.3$       | $67.5\text{--}150$        | $0.135\text{--}0.232$    | $2.83\text{--}6.69$ |
| Selat Johor <sup>a</sup>                        | $0.11\text{--}0.36$       | $26.4\text{--}69.9$       | $68.5\text{--}230.7$      | $10.8\text{--}92.9$       | $21.9\text{--}62.8$       | $29.2\text{--}118.9$     | $1.53\text{--}4.13$ |
| Juru,<br>Penang <sup>a</sup>                    | $0.04\text{--}0.24$       | $17.3\text{--}35.5$       | $36.7\text{--}83.7$       | $9.3\text{--}43$          | $11.5\text{--}59.6$       | $20.0\text{--}93.6$      | $0.92\text{--}2.90$ |
| Pantai<br>Terengganu <sup>b</sup>               | $\text{--}$               | $4.09\text{--}19.8$       | $5.23\text{--}41.15$      | $1.55\text{--}74.3$       | $11.12\text{--}106$       | $\text{--}$              | $0.15\text{--}7.59$ |
| Arang batu<br>NBS: SRM<br>1632 <sup>c</sup>     | $0.017\text{--}0.070$     | $12\text{--}33$           | $30\text{--}58$           | $13\text{--}30$           | $8\text{--}35$            | $24\text{--}50$          | $0.65\text{--}1.13$ |
| Abu arang<br>batu: NBS<br>SRM 1633 <sup>c</sup> | $0.93\text{--}15$         | $40\text{--}100$          | $180\text{--}700$         | $70\text{--}198$          | $112\text{--}180$         | $151\text{--}410$        | $4.23\text{--}7.0$  |

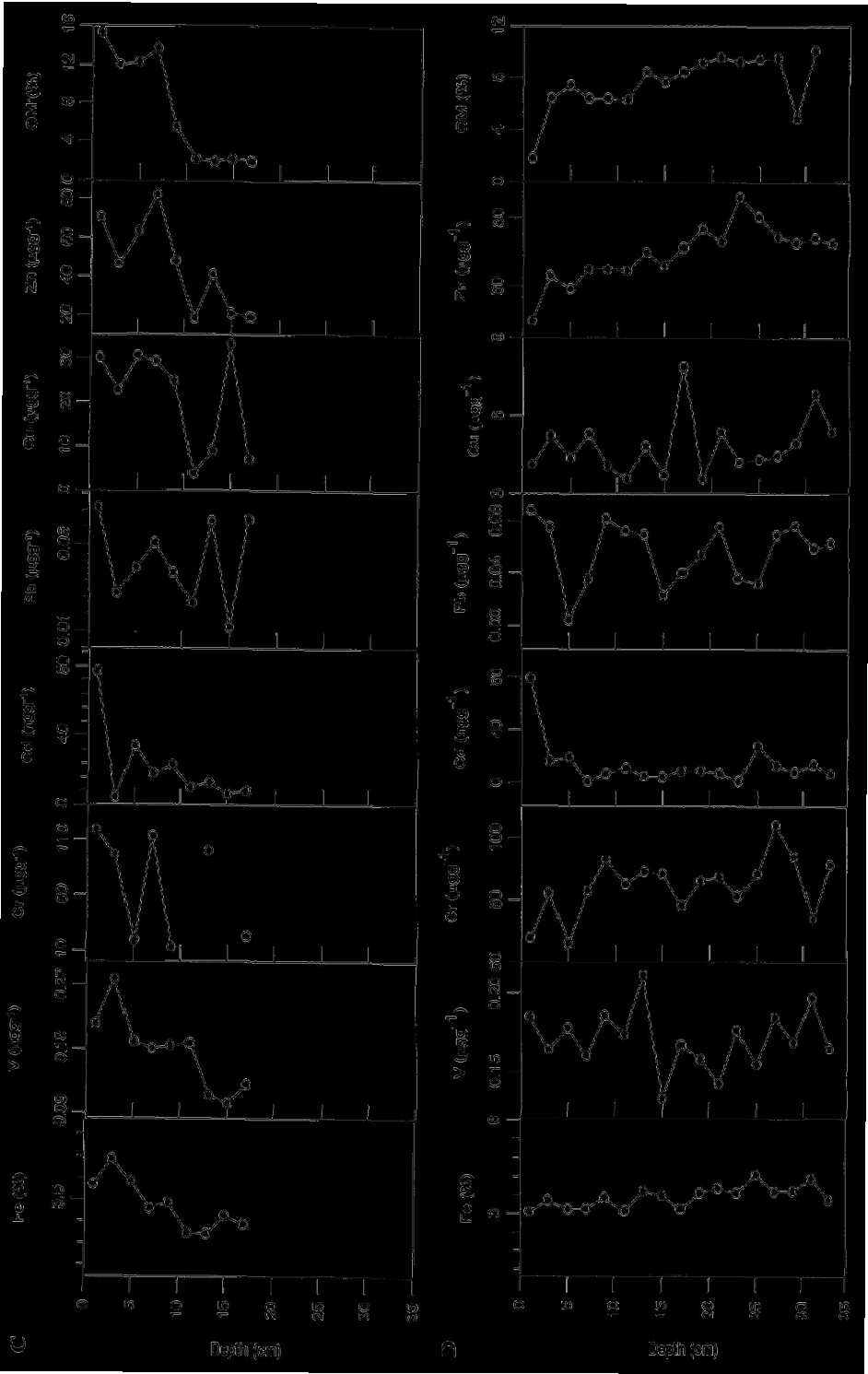
\*Di mana a, b dan c adalah rujuk kepada Wood et al., 1998; Mohamed & Shazili 1998; Gladney et al., 1984.

EKOSISTEM MARIN MALAYSIA: PELUANG & PENYELIDIKAN TERKINI



RAJAH 2: Turus Kepekatan Logam dan Bahan Organik (OM) di Stesen 1, 2, 3 dan 6 yang di wakili oleh A, B, C dan D, Masing-masing

TABURAN LOGAM BERAT DALAM SEDIMEN DI KAWASAN STESEN JANAELEKTRIK



RAJAH 2: (Sambungan)

### Turus Kepekatan Logam Berat

Kesemua panjang sedimen yang diperolehi dengan silinder turus graviti dipotong mengikut kedalaman pada setiap lapisan lebih kurang 2 cm. Turus kandungan bahan organik dan kepekatan logam Fe, V, Cr, Cd, Pb, Cu dan Zn bagi stesen 1, 2, 3 dan 6 di tunjuk dalam Rajah 2. Daripada keputusan yang diperolehi bagi semua logam iaitu Fe, V, Cr, Cd, Pb, Cu dan Zn, didapati tiada corak yang khas bagi profil logam tersebut. Ujian ANOVA juga mendapati tiada perbezaan yang bererti bagi kesemua logam tersebut. Walau bagaimanapun, aras kepekatan logam Zn agak meningkat dengan tidak seragam pada kedalaman 8-10 cm di stesen 1. Corak yang sama juga berlaku pada Cd, Cu dan Cr di stesen 2, kecuali Cr juga di stesen 6. Kandungan bahan organik adalah tinggi di lapisan permukaan berbanding dengan lapisan yang lebih dalam di kesemua stesen kajian, kecuali di stesen 6. Ini mungkin disebabkan stesen 6 terletak di pinggir pantai yang dipengaruhi oleh faktor pasang surut dan aktiviti nelayan, dan ini akan menyebabkan kadar pemendapan sedimen adalah tidak stabil terutama di lapisan permukaan (< 30 cm). Oleh yang demikian kajian ini perlu diteruskan bagi memastikan tingkah laku logam tersebut di dalam sedimen dan air pori yang dipengaruhi oleh pemerosesan arang batu.

### Kesimpulan

Kesemua kepekatan logam yang dikaji di kawasan kajian mempunyai nilai yang rendah dan masih di dalam keadaan yang agak selamat kecuali Cr. Kepekatan Cr yang tinggi di dalam sedimen mungkin dipengaruhi oleh cara pemerosesan dan pembakaran arang batu di kilang ini.

### Penghargaan

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tenaga Nasional Berhad, Kapar, Selangor, Tenaga Nasional Research & Development Berhad, Serdang, Selangor, di atas kerjasama dan kebenaran untuk mendapatkan sampel bagi kajian ini. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada Puan Suriyani Awang dan En. Mohamad Salleh kerana menjalankan penganalisaan sampel sedimen tersebut.

### Rujukan

Brumsack, H.J., Heinrich, S.H. & Lange, H. 1984. West German coal power plants as sources of potentially toxic emission. *Env. Tech. Lett.*, **5**: 7-22.

Chester, R. 1990. Marine geochemistry. Unwin Hyman Ltd., 698 pp.

Gladney, E.S., Burns, C.E., Perrin, D.R., Roelandts, I. & Gills, T.E. 1984. Compilation of elemental concentration data for NBS biological, geological and environmental standard reference material. *NBS SP*, 260-88.

Hirner, A. V. 1991. Trace element speciation in the soil and sediments using sequential chemical extration methods. *Intern. J. Environ. Anal. Chem.*, **46**: 77-85.

TABURAN LOGAM BERAT DALAM SEDIMEN DI KAWASAN STESEN JANAELEKTRIK

Mohamed, C. A. R. & Shazili, N.A.M. 1998. Recent concentrations of trace elements in coastal sediment of Terengganu, Malaysia. *Sains Malaysiana*. In press.

Mohamed, C. A. R., Narita, H., Harada, K. & Tsunogai, S. 1996. Sedimentation of natural radionuclides on the seabed across the northern Japan Trench. *Geochim. J.*, **30**: 217-229.

Wood, A.K., Ahmad, Z., Shazili, N.A.M., Yaakob, R. & Carpenter, R. 1998. Geochemistry of sediments in Johor Strait between Malaysia and Singapore. *Cont. Shelf. Res.*, **17**: 1207-1228.