



**UNIVERSITI PUTRA MALAYSIA**

**AGIHAN BEBERAPA LOGAM BERAT DI PERSISIRAN PANTAI  
KEMAMAN, TERENGGANU**

**AHMAD SHAMSUDDIN BIN AHMAD**

**FPSS 1996 2**

**AGIHAN BEBERAPA LOGAM BERAT DI PERSISIRAN PANTAI  
KEMAMAN, TERENGGANU**

**AHMAD SHAMSUDDIN BIN AHMAD**

**MASTER SAINS  
UNIVERSITI PERTANIAN MALAYSIA  
1996**



**AGIHAN BEBERAPA LOGAM BERAT DI PERSISIRAN PANTAI  
KEMAMAN, TERENGGANU**

**Oleh**

**AHMAD SHAMSUDDIN BIN AHMAD**

**Tesis yang Dikemukakan bagi Memenuhi Syarat untuk Ijazah Master Sains di  
Fakulti Perikanan dan Sains Samudera, Unversiti Pertanian Malaysia.**

**JUN, 1996**



## **DEDIKASI**

**Hasil kerja ini di dedikasikan kepada ayah, emak, ahli keluarga  
dan insan yang bakal menjadi ahli keluarga.**

## PENGHARGAAN

Dengan nama Allah yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang. Alhamdulillah dan syukur ke hadrat Ilahi yang telah memberikan nikmat dan ketabahan serta ketenangan dan dengan keizinanNya jualah maka dapatlah saya menyiapkan tesis ini. Terima kasih yang tidak terhingga kepada ayahanda dan bonda serta keluarga kerana berkat doa dan rangsangan, dapat jua saya menempuh segala cabaran dan dugaan sepanjang pengajian.

Dengan perasaan yang amat terhutang budi, ucapan setinggi-tinggi terima kasih ditujukan kepada Prof. Madya Dr. Hj. Noor Azhar b. Mohd. Shazili, Dr. Hj. Lokman b. Husain dan Dr. Hj. Mohd Kamil b. Abdul Rashid di atas segala pertolongan dan sumbangan dalam semua perkara. Terima kasih atas segala-galanya. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada semua kakitangan UNIPERTAMA III, Encik Sulaiman, Encik Johari, Hj. Sukiman, Puan Kartini, Encik Mokhtar, Encik Hashim, Encik Ku Kassim, Encik Shahbudin, Encik Asmawi, rakan-rakan dan individu-individu yang terlibat secara langsung atau tidak langsung kerana banyak membantu saya bagi menyiapkan tesis ini. Didoakan semoga Allah S.W.T. memberkati di atas segala yang telah dilakukan.

## ISI KANDUNGAN

	MUKA SURAT
PENGHARGAAN.....	III
SENARAI JADUAL.....	XI
SENARAI RAJAH.....	XIX
SENARAI SINGKATAN.....	XXIX
ABSTRAK.....	XXX
ABSTRACT.....	XXXIII
<b>BAB</b>	
I. PENGENALAN.....	1
Objektif Kajian.....	5
II. SOROTAN LITERATUR.....	6
Latar Belakang Pengkajian Logam Berat.....	6
Takrifan Logam Berat.....	7
Sumber-Sumber Logam Berat.....	8
Aliran Logam Berat Secara umum.....	11
Proses Geokimia Bagi Logam Berat.....	14
Penyerapan, Pelekatan dan Pergerakan Logam Berat.....	16
Logam Berat dalam Ekosistem Akuatik.....	18
Logam Berat Terlarut dan Partikulat.....	18
Logam Berat di dalam Enapan.....	20
Beberapa Faktor yang Mempengaruhi Kepekatan Logam Berat di dalam Air dan Organisma.....	27

	Suhu.....	27
	Musim.....	27
	Saliniti.....	29
	Corak Pemakanan.....	30
	Sifat-sifat Individu Logam Berat.....	30
	Aluminium.....	30
	Besi.....	31
	Kadmium.....	32
	Kobalt.....	33
	Kromium.....	34
	Kuprum.....	35
	Mangan.....	36
	Nikel.....	37
	Plumbum.....	37
	Zink.....	38
	Karbon Organik.....	39
<b>III.</b>	<b>METODOLOGI.....</b>	<b>42</b>
	Latar Belakang Lokasi Kajian.....	42
	Stesen-stesen kajian.....	46
	Stesen di Kawasan Persisiran Pantai Teluk Kalong.....	46
	Stesen di Kawasan Pelabuhan Kemaman.....	46
	Stesen di Kawasan Muara Kuala Kemaman.....	46
	Kepentingan Lokasi Kajian.....	47
	Penyampelan.....	51
	Pengukuran Parameter Fizikal Air Laut.....	52
	Saliniti.....	52
	Suhu.....	52

Arah dan Halaju Arus.....	52
Penentuan Kandungan Logam Berat dalam Enapan.....	53
Penyampelan Enapan Dasar.....	53
Penyediaan Sampel Enapan Dasar.....	53
Pencernaan Secara Keseluruhan.....	54
Ujian Ketepatan Analisis.....	56
Penentuan Kandungan Logam Berat Melalui Proses Pemecahan Berturutan.....	57
Penormalan.....	59
Penentuan Faktor Pengkayaan.....	60
Penentuan Kandungan Logam Berat Terlarut dan Partikulat.....	63
Penyediaan Peralatan Penyampelan.....	63
Penyampelan air.....	65
Kerja-kerja di Makmal.....	66
Proses Pengasingan Bahan Terlarut dengan Partikulat.....	66
Pemekatan Logam Terlarut.....	67
Ujian Ketepatan.....	70
Penentuan Pengkosong (Blank).....	70
Analisis Logam Berat dalam Partikulat.....	72
Analisis Karbon .....	74
Penyediaan Sampel Enapan Dasar.....	74
Penentuan Jumlah Karbon dalam Enapan Dasar.....	75
Penentuan Jumlah Karbon Organik dalam Enapan Dasar.....	75
Analisis Enapan Dasar.....	75
Penganalisaan Enapan Kasar (Ayak Kering).....	75
Penganalisaan Enapan Halus (Keadah Pembiasan Laser).....	76
Analisis Statistik.....	77



IV. KEPUTUSAN.....	78
Saliniti.....	78
Persisiran Pantai Teluk Kalong.....	78
Pelabuhan Kemaman.....	79
Muara Kuala Kemaman.....	80
pH.....	81
Persisiran Pantai Teluk Kalong.....	81
Pelabuhan Kemaman.....	83
Muara Kuala Kemaman.....	84
Suhu.....	85
Persisiran Pantai Teluk Kalong.....	85
Muara Kuala Kemaman.....	86
Pergerakan Arus.....	87
Tekstur Enapan Dasar.....	89
Persisiran Pantai Teluk Kalong.....	89
Pelabuhan Kemaman.....	89
Muara Kuala Kemaman.....	89
Taburan Jumlah Karbon dan Karbon Organik dalam Enapan Dasar.....	91
Logam Berat.....	91
Logam dalam Enapan Dasar.....	91
Kandungan Logam Mengikut Fasa Pemecahan.....	93
Logam di dalam Partikulat.....	93
Logam Terlarut.....	98
Aluminium.....	100
Logam dalam Enapan .....	100
Penguraian Berterusan.....	103
Logam Partikulat.....	107
Logam Terlarut.....	113

Kadmium.....	116
Logam Berat dalam Enapan Dasar.....	116
Penguraian Berterusan.....	120
Logam Partikulat.....	124
Logam Terlarut.....	129
Kobalt.....	132
Logam dalam Enapan.....	132
Penguraian Berterusan.....	136
Logam Partikulat.....	140
Logam Terlarut.....	145
Kromium.....	148
Logam Berat dalam Enapan .....	148
Penguraian Berterusan.....	152
Logam Partikulat.....	156
Logam Terlarut.....	161
Kuprum.....	164
Logam dalam Enapan .....	164
Penguraian Berterusan.....	168
Logam Partikulat.....	172
Logam Terlarut.....	177
Besi.....	180
Logam dalam Enapan.....	180
Penguraian Berterusan.....	184
Logam Partikulat.....	188
Logam Terlarut.....	193
Mangan.....	197
Logam dalam Enapan .....	197
Penguraian Berterusan.....	201



Logam Partikulat.....	205
Logam Terlarut.....	210
Nikel.....	213
Logam dalam Enapan.....	213
Penguraian Berterusan.....	217
Logam Partikulat.....	221
Logam Terlarut.....	226
Plumbum.....	229
Logam dalam Enapan.....	229
Penguraian Berterusan.....	233
Logam Partikulat.....	237
Logam Terlarut.....	242
Zink.....	245
Logam dalam Enapan .....	245
Penguraian Berterusan.....	249
Logam Partikulat.....	253
Logam Terlarut.....	258
Perhubungan di Antara Logam Terlarut dengan Logam Partikulat.....	263
Persisiran Pantai Teluk Kalong.....	263
Muara Kuala Kemaman.....	268
Pelabuhan Kemaman.....	271
Penormalan.....	276
Faktor Pengkayaan.....	279
<b>V. PERBINCANGAN.....</b>	<b>280</b>
Kepekatan Logam Berat di dalam Enapan Dasar.....	280
Persisiran Pantai Teluk Kalong.....	283

Perhubungan di Antara Kepekatan Logam dalam Enapan Persisiran Pantai Teluk Kalong dengan Pelabuhan Kemaman.....	288
Perhubungan di Antara Kepekatan Logam dalam Enapan Dasar Persisiran Pantai Teluk Kalong dengan Muara Kuala Kemaman.....	289
Penguraian Berterusan.....	297
Aluminium.....	299
Kadmium.....	300
Kobalt.....	301
Kromium.....	303
Kuprum.....	304
Besi.....	306
Mangan.....	307
Nikel.....	308
Plumbum.....	308
Zink.....	310
Penormalan.....	311
Faktor Pengkayaan.....	312
Logam Terlarut dan Partikulat.....	313
Faktor yang Mempengaruhi Kepekatan Serta Taburan Logam Partikulat dan Terlarut.....	317
Perbezaan di Antara Nisbah Logam Terlarut dengan Logam Partikulat.....	330
VI. KESIMPULAN.....	337
RUJUKAN.....	341
VITA.....	363

## SENARAI JADUAL

Jadual		Mukasurat
1	Punca air di mukabumi dan peratusan jumlahnya (Sumber: Brown et al., 1989).....	2
2.	Profil air buangan daripada kilang pembuatan di Malaysia (Sumber: Maheswaran dan Singam, 1985).....	10
3.	Sumber pencemaran logam berat yang penting di kawasan industri Kuala Lumpur, Petaling Jaya dan Shah Alam (Sumber: Mohd Tusirin, 1988).....	11
4.	Mekanisma penghasilan dan substrat bagi logam berat di dalam beberapa jenis logam utama (Sumber: Forstner, 1984).....	22
5	Peratusan jumlah kepekatan bagi Si, Al, Ca dan S dalam enapan Saint-Marcel dan Pierreville.....	25
6.	Keputusan kajian Ouseph (1992) bagi kandungan logam terlarut dan partikulat dalam sungai Periyar.....	28
7.	Keputusan kajian Ouseph (1992) bagi kandungan logam terlarut dan partikulat dalam muara Cochin.....	29
8.	Kedudukan lokasi stesen-stesen kajian.....	50
9.	Nilai ujian ketepatan bagi enapan piawai NBS 1646 (enapan muara).....	56
10	Kepekatan logam dalam enapan dasar kawasan tengah laut China Selatan.....	62
11	Kepekatan logam dalam kerak bumi .....	62
12.	Nilai kepekatan logam terlarut yang diperolehi bagi sampel rujukan.....	71
13.	Nilai bacaan pengkosong (blank) logam terlarut.....	72
14	Nilai bacaan blank partikulat .....	74

15.	Purata saliniti (‰)±sisihan piawai dan julat saliniti mengikut kedalaman di sepanjang tempoh kajian di perairan persisiran pantai Teluk Kalong.....	79
16	Nilai saliniti (‰) mengikut kedalaman di perairan pelabuhan Kemaman di sepanjang tempoh kajian.....	80
17	Purata saliniti (‰)±sisihan piawai dan julat saliniti mengikut kedalaman di sepanjang tempoh kajian di perairan muara Kuala Kemaman.....	81
18.	Nilai purata pH±sisihan piawai mengikut kedalaman bagi perairan persisiran pantai Teluk Kalong disepanjang tempoh kajian.....	82
19.	Nilai pH mengikut kedalaman di perairan pelabuhan Kemaman di sepanjang tempoh kajian.....	83
20.	Purata nilai pH mengikut kedalaman bagi perairan muara Kuala Kemaman semasa penyampelan kedua dan ketiga.....	84
21.	Bacaan purata suhu (°C) mengikut kedalaman bagi perairan persisiran pantai Teluk Kalong disepanjang tempoh kajian.....	85
22.	Bacaan suhu (°C) mengikut kedalaman di perairan pelabuhan Kemaman di sepanjang tempoh kajian.....	86
23.	Purata bacaan suhu (°C) mengikut kedalaman bagi perairan muara Kuala Kemaman semasa penyampelan kedua dan ketiga.....	87
24.	Purata jumlah karbon (%), karbon organik (%), peratusan pasir, peratusan liat dan kelodak, saiz (phi) dan tekstur enapan dasar bagi kawasan kajian.....	90
25.	Nilai purata logam berat dalam enapan dasar bagi kawasan persisiran pantai Teluk Kalong, muara Kuala Kemaman dan pelabuhan Kemaman.....	92
26.	Purata kepekatan logam berat dalam enapan dasar persisiran pantai Teluk Kalong mengikut fasa-fasa pemecahan (kepekatan logam dalam unit µg/g kecuali Al dan Fe dalam unit %).....	95

27.	Purata kepekatan logam berat dalam enapan dasar pelabuhan Kemaman mengikut fasa-fasa pemecahan (kepekatan logam dalam unit $\mu\text{g/g}$ kecuali Al dan Fe dalam unit %)	96
28	Purata kepekatan logam partikulat pada lapisan permukaan bagi ketiga-tiga kawasan penyampelan	97
29.	Purata kepekatan logam terlarut pada lapisan permukaan bagi ketiga-tiga kawasan penyampelan	99
30.	Kepekatan logam aluminium mengikut fasa-fasa penguraian bagi setiap stesen di kawasan muara Kuala Kemaman	106
31.	Kepekatan logam Al partikulat ( $\mu\text{g/l}$ ) $\pm$ sisihan piawai dan julat kepekatan mengikut kedalaman di perairan persisiran pantai Teluk Kalong disepanjang tempoh kajian	110
32.	Purata kepekatan logam Al partikulat ( $\mu\text{g/l}$ ) $\pm$ sisihan piawai dan (julat kepekatan logam) diperairan muara Kuala Kemaman di sepanjang tempoh kajian	111
33.	Kepekatan logam Al terlarut ( $\mu\text{g/l}$ ) mengikut kedalaman di perairan persisiran pantai Teluk Kalong disepanjang tempoh kajian	115
34.	Purata kepekatan logam Al terlarut ( $\mu\text{g/l}$ ) $\pm$ sisihan piawai dan (julat kepekatan logam) di perairan muara Kuala Kemaman di sepanjang tempoh kajian	116
35.	Kepekatan logam kadmium mengikut fasa-fasa penguraian bagi setiap stesen di kawasan muara Kuala Kemaman	123
36.	Kepekatan logam Cd partikulat ( $\mu\text{g/l}$ ) mengikut kedalaman di perairan persisiran pantai Teluk Kalong disepanjang tempoh kajian	126
37.	Purata kepekatan logam Cd partikulat ( $\mu\text{g/l}$ ) $\pm$ sisihan piawai dan (julat kepekatan logam) diperairan muara Kuala Kemaman di sepanjang tempoh kajian	127
38.	Kepekatan logam Cd terlarut ( $\mu\text{g/l}$ ) mengikut kedalaman di perairan persisiran pantai Teluk Kalong disepanjang tempoh kajian	131

39.	Purata kepekatan logam Cd terlarut ( $\mu\text{g/l}$ ) $\pm$ sisihan piawai dan (julat kepekatan logam) di perairan muara Kuala Kemaman di sepanjang tempoh kajian.....	132
40.	Kepekatan logam kobalt mengikut fasa-fasa penguraian bagi setiap stesen di kawasan muara Kuala Kemaman.....	139
41.	Kepekatan logam Co partikulat ( $\mu\text{g/l}$ ) $\pm$ sisihan piawai dan julat kepekatan mengikut kedalaman di perairan persisiran pantai Teluk Kalong disepanjang tempoh kajian.....	142
42.	Purata kepekatan logam Co partikulat ( $\mu\text{g/l}$ ) $\pm$ sisihan piawai dan (julat kepekatan logam) diperairan muara Kuala Kemaman di sepanjang tempoh kajian.....	143
43.	Kepekatan logam Co terlarut ( $\mu\text{g/l}$ ) mengikut kedalaman di perairan persisiran pantai Teluk Kalong disepanjang tempoh kajian.....	147
44.	Purata kepekatan logam Co terlarut ( $\mu\text{g/l}$ ) $\pm$ sisihan piawai dan (julat kepekatan logam) di perairan muara Kuala Kemaman di sepanjang tempoh kajian.....	148
45.	Kepekatan logam kromium mengikut fasa-fasa penguraian bagi setiap stesen di kawasan muara Kuala Kemaman.....	155
46.	Kepekatan logam Cr partikulat ( $\mu\text{g/l}$ ) $\pm$ sisihan piawai dan julat kepekatan mengikut kedalaman di perairan persisiran pantai Teluk Kalong disepanjang tempoh kajian.....	158
47.	Purata kepekatan logam Cr partikulat ( $\mu\text{g/l}$ ) $\pm$ sisihan piawai dan (julat kepekatan logam) diperairan muara Kuala Kemaman di sepanjang tempoh kajian.....	159
48.	Kepekatan logam Cr terlarut ( $\mu\text{g/l}$ ) mengikut kedalaman di perairan persisiran pantai Teluk Kalong disepanjang tempoh kajian.....	163
49.	Purata kepekatan logam Cr terlarut ( $\mu\text{g/l}$ ) $\pm$ sisihan piawai dan (julat kepekatan logam) di perairan muara Kuala Kemaman di sepanjang tempoh kajian.....	164



50.	Kepekatan logam kuprum mengikut fasa-fasa penguraian bagi setiap stesen di kawasan muara Kuala Kemaman.....	171
51.	Kepekatan logam Cu partikulat ( $\mu\text{g/l}$ ) mengikut kedalaman di perairan persisiran pantai Teluk Kalong disepanjang tempoh kajian.....	174
52.	Purata kepekatan logam Cu partikulat ( $\mu\text{g/l}$ ) $\pm$ sisihan piawai dan (julat kepekatan logam) diperairan muara Kuala Kemaman di sepanjang tempoh kajian.....	175
53.	Kepekatan logam Cu terlarut ( $\mu\text{g/l}$ ) mengikut kedalaman di perairan persisiran pantai Teluk Kalong disepanjang tempoh kajian.....	179
54.	Purata kepekatan logam Cu terlarut ( $\mu\text{g/l}$ ) $\pm$ sisihan piawai dan (julat kepekatan logam) di perairan muara Kuala Kemaman di sepanjang tempoh kajian.....	180
55.	Kepekatan logam ferum mengikut fasa-fasa penguraian bagi setiap stesen di kawasan muara Kuala Kemaman.....	187
56.	Kepekatan logam Fe partikulat ( $\mu\text{g/l}$ ) mengikut kedalaman di perairan persisiran pantai Teluk Kalong disepanjang tempoh kajian.....	190
57.	Purata kepekatan logam Fe partikulat ( $\mu\text{g/l}$ ) $\pm$ sisihan piawai dan (julat kepekatan logam) diperairan muara Kuala Kemaman di sepanjang tempoh kajian.....	191
58.	Kepekatan logam Fe terlarut ( $\mu\text{g/l}$ ) mengikut kedalaman di perairan persisiran pantai Teluk Kalong disepanjang tempoh kajian.....	195
59.	Purata kepekatan logam Fe terlarut ( $\mu\text{g/l}$ ) $\pm$ sisihan piawai dan (julat kepekatan logam) di perairan muara Kuala Kemaman di sepanjang tempoh kajian.....	196
60.	Kepekatan logam mangan mengikut fasa-fasa penguraian bagi setiap stesen di kawasan muara Kuala Kemaman.....	204

61.	Kepekatan logam Mn partikulat ( $\mu\text{g/l}$ ) mengikut kedalaman di perairan persisiran pantai Teluk Kalong disepanjang tempoh kajian.....	207
62.	Purata kepekatan logam Mn partikulat ( $\mu\text{g/l}$ ) $\pm$ sisihan piawai dan (julat kepekatan logam) diperairan muara Kuala Kemaman di sepanjang tempoh kajian.....	208
63.	Kepekatan logam Mn terlarut ( $\mu\text{g/l}$ ) mengikut kedalaman di perairan persisiran pantai Teluk Kalong disepanjang tempoh kajian.....	212
64.	Purata kepekatan logam Mn terlarut ( $\mu\text{g/l}$ ) $\pm$ sisihan piawai dan (julat kepekatan logam) di perairan muara Kuala Kemaman di sepanjang tempoh kajian.....	213
65.	Kepekatan logam nikel mengikut fasa-fasa penguraian bagi setiap stesen di kawasan muara Kuala Kemaman.....	220
66.	Kepekatan logam Ni partikulat ( $\mu\text{g/l}$ ) mengikut kedalaman di perairan persisiran pantai Teluk Kalong disepanjang tempoh kajian.....	223
67.	Purata kepekatan logam Ni partikulat ( $\mu\text{g/l}$ ) $\pm$ sisihan piawai dan (julat kepekatan logam) di perairan muara Kuala Kemaman di sepanjang tempoh kajian.....	224
68.	Kepekatan logam Ni terlarut ( $\mu\text{g/l}$ ) mengikut kedalaman di perairan persisiran pantai Teluk Kalong disepanjang tempoh kajian.....	228
69.	Purata kepekatan logam Ni terlarut ( $\mu\text{g/l}$ ) $\pm$ sisihan piawai dan (julat kepekatan logam) di perairan muara Kuala Kemaman di sepanjang tempoh kajian.....	229
70.	Kepekatan logam plumbum mengikut fasa-fasa penguraian bagi setiap stesen di kawasan muara Kuala Kemaman.....	236
71.	Kepekatan logam Pb partikulat ( $\mu\text{g/l}$ ) mengikut kedalaman di perairan persisiran pantai Teluk Kalong disepanjang tempoh kajian.....	239
72.	Purata kepekatan logam Pb partikulat ( $\mu\text{g/l}$ ) $\pm$ sisihan piawai dan (julat kepekatan logam) di perairan muara Kuala Kemaman di sepanjang tempoh kajian.....	240

73.	Kepekatan logam Pb terlarut ( $\mu\text{g/l}$ ) mengikut kedalaman di perairan persisiran pantai Teluk Kalong disepanjang tempoh kajian.....	244
74.	Purata kepekatan logam Pb terlarut ( $\mu\text{g/l}$ ) $\pm$ sisihan piawai dan (julat kepekatan logam) di perairan muara Kuala Kemaman di sepanjang tempoh kajian.....	245
75.	Kepekatan logam zink mengikut fasa-fasa penguraian bagi setiap stesen di kawasan muara Kuala Kemaman.....	252
76.	Kepekatan logam Zn partikulat ( $\mu\text{g/l}$ ) mengikut kedalaman di perairan persisiran pantai Teluk Kalong disepanjang tempoh kajian.....	255
77.	Purata kepekatan logam Zn partikulat ( $\mu\text{g/l}$ ) $\pm$ sisihan piawai dan (julat kepekatan logam) di perairan muara Kuala Kemaman di sepanjang tempoh kajian.....	256
78.	Kepekatan logam Zn terlarut ( $\mu\text{g/l}$ ) mengikut kedalaman di perairan persisiran pantai Teluk Kalong disepanjang tempoh kajian.....	260
79.	Purata kepekatan logam Zn terlarut ( $\mu\text{g/l}$ ) $\pm$ sisihan piawai dan (julat kepekatan logam) di perairan muara Kuala Kemaman di sepanjang tempoh kajian.....	261
80.	Peratusan nilai logam terlarut dan partikulat di persisiran pantai Teluk Kalong.....	262
81.	Peratusan nilai logam terlarut dan partikulat di muara Kuala Kemaman.....	267
82.	Peratusan nilai logam terlarut dan partikulat di pelabuhan Kemaman.....	272
83.	Nilai faktor pengkayaan bagi enapan dasar kawasan kajian.....	279
84.	Perbandingan kepekatan logam dalam enapan dasar kawasan kajian dengan kepekatan logam dalam kerak bumi.....	281
85.	Kepekatan logam dalam enapan dasar di beberapa kawasan di Asia Tenggara.....	282

86.	Nilai pekali korelasi bagi perhubungan diantara kepekatan logam dalam enapan dasar dengan peratusan kkelodak dan liat bagi enapan dasar persisiran pantai Teluk Kalong (Nilai $p < 0.05$ ).....	286
87.	Beberapa industri yang boleh membebaskan logam berat ke persekitaran.....	298
88.	Kepekatan logam terlarut ( $\mu\text{g/l}$ ) di beberapa kawasan di dunia.....	314
89.	Perbandingan kepekatan logam terlarut dengan purata kepekatan logam terlarut di laut dan nilai INWQS.....	315
90.	Perbandingan kepekatan logam partikulat ( $\mu\text{g/l}$ ) dengan beberapa tempat lain di dunia.....	316
91.	Punca dan jumlah ( $10^9\text{g/tahun}$ ) logam berat yang masuk ke perairan laut (Sumber: Mackenzie et al. 1979).....	319
92.	Jumlah ( $\text{ng cm}^2/\text{tahun}$ ) kepekatan logam yang dipindahkan oleh atmosfera ke dalam perairan laut (Sumber: Clark, 1992).....	320
93.	Nilai purata kepekatan logam terlarut dan partikulat serta nisbah logam partikulat berbanding dengan jumlah keseluruhan di laut, laut lepas dan teluk (Sumber: Emelyanov dan Shimkus, 1986).....	332
94.	Faktor-faktor utama biogeokimia yang mempengaruhi logam berat dalam badan air di kawasan persisiran lagun. (Sumber: Santschi, 1988).....	335

## SENARAI RAJAH

Rajah	Mukasurat
1.	Corak aliran logam berat dalam persekitaran akuatik. (Sumber: Badri, 1988).....12
2.	Kitaran logam berat dalam atmosfera (Sumber: Solomon dan Forstner, 1984).....13
3.	Proses pengkayaan logam berat keatas permukaan hablur kaolinit (Sumber: Jenne, 1977).....17
4.	Keputusan kajian yang dijalankan oleh Martin et al. (1987).....26
5.	Taburan POC, DOC dan VOC di dalam persekitaran laut yang berbeza.....40
6.	Kitaran bahan organik di dalam ekosistem laut. (Sumber: Wangersky, 1972).....41
7.	Kedudukan kawasan kajian.....44
8.	Pembahagian kawasan kajian berdasarkan aktiviti ekonomi dan penempatan.....45
9.	Stesen-stesen kajian.....49
10.	Peralatan yang digunakan untuk proses pemekatan logam terlarut.....69
11.	Arah pergerakan arus di perairan persisiran pantai Teluk Kalong pada penyampelan pertama, kedua dan ketiga.....88
12.	Taburan Al dalam enapan di perairan persisiran pantai Teluk Kalong.....101
13.	Perhubungan diantara kepekatan aluminium melawan jarak dari sungai Kemaman menghala ke persisiran pantai Teluk Kalong.....102
14.	Perhubungan diantara kepekatan aluminium melawan jarak dari sungai Chukai menghala ke persisiran pantai Teluk Kalong.....103

15	Peraturan kepekatan Al mengikut fasa-fasa penguraian bagi enapan dasar kawasan persisiran pantai Teluk Kalong.....	104
16	Peraturan kepekatan Al mengikut fasa-fasa penguraian bagi enapan dasar kawasan pelabuhan Kemaman.....	105
17	Peraturan kepekatan Al mengikut fasa-fasa penguraian bagi enapan dasar muara Kuala Kemaman.....	107
18	Taburan kepekatan Al partikulat di perairan persisiran pantai Teluk Kalong.....	109
19	Perhubungan logam Al partikulat di sungai Kemaman dengan jarak menghala ke persisiran pantai Teluk Kalong.....	112
20	Perhubungan logam Al partikulat di sungai Chukai dengan jarak menghala ke persisiran pantai Teluk Kalong.....	112
21	Taburan kepekatan Al terlarut di perairan persisiran pantai Teluk Kalong.....	114
22	Taburan Cd dalam enapan di perairan persisiran pantai Teluk Kalong.....	117
23	Perhubungan diantara kepekatan Cd melawan jarak dari sungai Kemaman menghala ke persisiran pantai Teluk Kalong.....	119
24	Perhubungan diantara kepekatan Cd melawan jarak dari sungai Chukai menghala ke persisiran pantai Teluk Kalong.....	119
25	Peraturan kepekatan Cd mengikut fasa-fasa penguraian bagi enapan dasar kawasan persisiran pantai Teluk Kalong.....	120
26	Peraturan kepekatan Cd mengikut fasa-fasa penguraian bagi enapan dasar kawasan pelabuhan Kemaman.....	121
27	Peraturan kepekatan Cd mengikut fasa-fasa penguraian bagi enapan dasar muara Kuala Kemaman.....	122

28 .	Taburan kepekatan Cd partikulat di perairan persisiran pantai Teluk Kalong.....	125
29 .	Perhubungan logam Cd partikulat di sungai Kemaman dengan jarak menghala ke persisiran pantai Teluk Kalong.....	128
30 .	Perhubungan logam Cd partikulat di sungai Chukai dengan jarak menghala ke persisiran pantai Teluk Kalong.....	128
31 .	Taburan kepekatan Cd terlarut di perairan persisiran pantai Teluk Kalong.....	130
32 .	Taburan Co dalam enapan di perairan persisiran pantai Teluk Kalong.....	133
33 .	Perhubungan diantara kepekatan Co melawan jarak dari sungai Kemaman menghala ke persisiran pantai Teluk Kalong.....	135
34 .	Perhubungan diantara kepekatan Co melawan jarak dari sungai Chukai menghala ke persisiran pantai Teluk Kalong.....	135
35 .	Peratusan kepekatan Co mengikut fasa-fasa penguraian bagi enapan dasar kawasan persisiran pantai Teluk Kalong.....	136
36 .	Peratusan kepekatan Co mengikut fasa-fasa penguraian bagi enapan dasar kawasan pelabuhan Kemaman.....	137
37 .	Peratusan kepekatan Co mengikut fasa-fasa penguraian bagi enapan dasar muara Kuala Kemaman.....	138
38 .	Taburan kepekatan Co partikulat di perairan persisiran pantai Teluk Kalong.....	141
39 .	Perhubungan logam Co partikulat di sungai Kemaman dengan jarak menghala ke persisiran pantai Teluk Kalong.....	144
40 .	Perhubungan logam Co partikulat di sungai Chukai dengan jarak menghala ke persisiran pantai Teluk Kalong.....	144

41	Taburan kepekatan Co terlarut di perairan persisiran pantai Teluk Kalong.....	146
42	Taburan Cr dalam enapan di perairan persisiran pantai Teluk Kalong.....	149
43	Perhubungan diantara kepekatan Cr melawan jarak dari sungai Kemaman menghala ke persisiran pantai Teluk Kalong.....	151
44	Perhubungan diantara kepekatan Cr melawan jarak dari sungai Chukai menghala ke persisiran pantai Teluk Kalong.....	151
45	Peratusan kepekatan Cr mengikut fasa-fasa penguraian bagi enapan dasar kawasan persisiran pantai Teluk Kalong.....	152
46	Peratusan kepekatan Cr mengikut fasa-fasa penguraian bagi enapan dasar kawasan pelabuhan Kemaman.....	153
47	Peratusan kepekatan Cr mengikut fasa-fasa penguraian bagi enapan dasar muara Kuala Kemaman.....	154
48	Taburan kepekatan Cr partikulat di perairan persisiran pantai Teluk Kalong.....	157
49	Perhubungan logam Cr partikulat di sungai Kemaman dengan jarak menghala ke persisiran pantai Teluk Kalong.....	160
50	Perhubungan logam Cr partikulat di sungai Chukai dengan jarak menghala ke persisiran pantai Teluk Kalong.....	160
51	Taburan kepekatan Cr terlarut di perairan persisiran pantai Teluk Kalong.....	162
52	Taburan Cu dalam enapan di perairan persisiran pantai Teluk Kalong.....	165
53	Perhubungan diantara kepekatan Cu melawan jarak dari sungai Kemaman menghala ke persisiran pantai Teluk Kalong.....	167



54 .	Perhubungan diantara kepekatan Cu melawan jarak dari sungai Chukai menghala ke persisiran pantai Teluk Kalong.....	167
55 .	Peratusan kepekatan Cu mengikut fasa-fasa penguraian bagi enapan dasar kawasan persisiran pantai Teluk Kalong.....	168
56 .	Peratusan kepekatan Cu mengikut fasa-fasa penguraian bagi enapan dasar kawasan pelabuhan Kemaman.....	169
57 .	Peratusan kepekatan Cu mengikut fasa-fasa penguraian bagi enapan dasar muara Kuala Kemaman.....	170
58 .	Taburan kepekatan Cu partikulat di perairan persisiran pantai Teluk Kalong.....	173
59 .	Perhubungan logam Cu partikulat di sungai Kemaman dengan jarak menghala ke persisiran pantai Teluk Kalong.....	176
60 .	Perhubungan logam Cu partikulat di sungai Chukai dengan jarak menghala ke persisiran pantai Teluk Kalong.....	176
61 .	Taburan kepekatan Cu terlarut di perairan persisiran pantai Teluk Kalong.....	178
62 .	Taburan Fe dalam enapan di perairan persisiran pantai Teluk Kalong.....	181
63 .	Perhubungan diantara kepekatan Fe melawan jarak dari sungai Chukai menghala ke persisiran pantai Teluk Kalong.....	183
64 .	Perhubungan diantara kepekatan Fe melawan jarak dari sungai Kemaman menghala ke persisiran pantai Teluk Kalong.....	184
65 .	Peratusan kepekatan Fe mengikut fasa-fasa penguraian bagi enapan dasar kawasan persisiran pantai Teluk Kalong .....	184
66 .	Peratusan kepekatan Fe mengikut fasa-fasa penguraian bagi enapan dasar kawasan pelabuhan Kemaman....	185