

**KAJIAN KANDUNGAN BAHAN PENCEMAR DALAM SEDIMEN
TASIK RINGLET, PAHANG**

MOHD AMIN BIN GHAZALI

**TESIS YANG DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN
DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJAN SAINS
(PENILAIAN & PEMANTAUAN PERSEKITARAN)**

**FAKULTI SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA
BANGI**

2018

PENAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang tiap-tiap satunya telah saya jelaskan sumbernya.

Jun 2018

MOHD AMIN GHAZALI
P88525

PENGHARGAAN

Syukur alhamdulillah ke hadirat Allah SWT kerana dengan izin dan rahmat-Nya maka saya dapat menyiapkan tesis ini. Pada kesempatan ini saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih terutama kepada penyelia saya, Prof. Madya Dr. Wan Zuhairi Bin Wan Yaacob yang telah memberikan bimbingan, tunjuk ajar serta nasihat yang membina sepanjang proses saya menyiapkan tesis ini. Disamping itu saya ucapkan terima kasih kepada ibu, isteri dan anak-anak yang sentiasa mendoakan kejayaan saya serta dorongan dalam menyiapkan tesis ini. Terima kasih saya ucapkan kepada pihak Jabatan Alam Sekitar Malaysia yang telah memberikan kebenaran dan kerjasama dalam urusan perolehan data kualiti air dan kerja-kerja di lapangan. Sekalung penghargaan kepada kakitangan JAS Cawangan Langkawi dan pihak Pakar Scienco Transwater Sdn Bhd yang telah banyak memberi bantuan terutama yang melibatkan kerja-kerja persampelan di lapangan. Akhir sekali saya ucapkan terima kasih kepada pembantu makmal Geokimia dan pembantu makmal Instrumentasi UKM, serta rakan-rakan seperjuangan yang telah membantu dan memberikan sokongan secara langsung atau tidak langsung dalam menyiapkan tesis ini. Semoga segala jasa yang kalian hulurkan akan diberkati oleh Allah SWT. Amin.

ABSTRAK

Satu kajian kualiti sedimen telah dijalankan di Tasik Ringlet, Cameron Highlands. Objektif kajian adalah bagi menganalisis kandungan bahan pencemar di dalam sedimen tasik dan menilai tahap ketoksikan sedimen. Dalam kajian ini, sisa sedimen Tasik Ringlet yang dikorek dan dibuang di tapak pelupusan berhampiran tasik telah dianalisis kepekatan kandungan logam dan tahap ketoksikannya. Kepekatan kandungan logam di dalam 5 sungai utama yang mengalir memasuki Tasik Ringlet iaitu Sungai Ringlet, Sungai Bertam, Sungai Habu, Sungai Lenggok dan Sungai Ulong telah dianalisis untuk melihat paras pencemarannya. Persampelan telah dijalankan pada 24 November 2017. Pengukuran kualiti air secara in-situ dilakukan dilapangan menggunakan alat pengukuran multiparameter. Analisis kandungan logam telah dijalankan dimakmal menggunakan ICP-MS. Sampel sedimen dianalisis menggunakan kaedah pencernaan asid (*acid digestion*) bagi penentuan kandungan logam dan Prosedur Pencirian Ketoksikan secara Larut Resap (*Toxicity Characteristic Leaching Procedure*). Data kualiti air yang diperolehi kemudian dikira dan dibandingkan dengan indeks kualiti air (IKA) dan piawai kualiti air kebangsaan Malaysia (NWQS). Hasil analisis yang diperolehi mendapati kualiti air sungai Bertam, Habu, Lenggok, Ulong dan air luahan empangan berada dalam kelas II iaitu di bawah kategori bersih. Manakala kualiti air sungai Ringlet dalam kategori sederhana tercemar (IKA 71) iaitu berada dalam kelas III berpunca daripada kandungan TSS yang tinggi selepas hujan iaitu 2050 mg/L. Kandungan logam dalam air sungai pula menunjukkan ia berada dalam julat kelas II. Tiga unsur yang mempunyai kepekatan yang tinggi dalam air sungai yang dikaji ialah K, Na dan Ca. Analisis sedimen mendapati kandungan pasir mewakili saiz butiran yang paling tinggi iaitu berjulat antara 81% sehingga 97%. Tiga unsur kimia yang paling tinggi dalam sedimen adalah Al (49722 ± 29223), K (19445 ± 7560) dan Fe (20700 ± 4093) mg/L. Analisis TCLP mendapati tahap ketoksikan bagi logam Ca, Na dan K adalah melebihi garis panduan. Kesimpulan daripada kajian ini mendapati bahawa kandungan logam dalam air sungai tidak mempunyai pengaruh yang ketara terhadap kandungan bahan pencemar dalam sedimen tasik. Analisis ketoksikan menunjukkan sisa korekan sedimen berada dalam nilai garis panduan dan tidak membahayakan alam sekitar.

ABSTRACT

A study was done on the quality of sediments in Ringlet Lake, Cameron Highland. The objective of the study is to analyse the concentration of pollutants and the level of toxicity of the lake sediments. In this study, the dredged sediments of Ringlet Lake that were disposed at the nearest disposal area were collected and analysed. The metals concentration and the toxicity of all sediments were analysed. The metal concentration in five major tributaries flowing into Ringlet Lake, which are Ringlet River, Bertam River, Habu River, Lenggok River and Ulong River, was also analysed for its pollution level. The sampling work was done on 24 November 2017. The quality of water was analysed in-situ using an in-situ multiparameter instrument. The metals concentration was analysed in the laboratory using ICP-MS. All sediment samples were analysed using an acid digestion method for the determination of heavy metals concentration and Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP) for toxicity analysis. The water quality data were calculated and classified according to the Water Quality Index (WQI) and National Water Quality Standard (NWQS). From the analysis, the water quality in Bertam River, Habu River, Lenggok River, Ulong River and discharged from the dam was classified as Class II, which is below the clean category. Meanwhile, the water quality of Ringlet River was in a slightly polluted category (WQI 71) and classified as Class III due to high TSS concentration (2050 mg/L). The metals concentration in the river was categorized as Class II. The highest metals concentration was K. The sediment analysis showed that sand represents the highest particle size, which ranges from 81% to 97%. Meanwhile, the highest metals concentration in the sediments was Al (49722 ± 29223), K (19445 ± 7560), and Fe (20700 ± 4093) mg/L. From the TCLP analysis, the level of toxicity of Ca, Na and K exceeded the allowable limit of the guideline. As a conclusion, this study shows that the metals concentration in the river was not influenced by the metals concentration in the sediments. The toxicity analysis also shows that the dredged sediments were below the guideline limit and are not harmful to the environment.

KANDUNGAN

		Halaman
PENGAKUAN		ii
PENGHARGAAN		iii
ABSTRAK		iv
ABSTRACT		v
KANDUNGAN		vi
SENARAI JADUAL		x
SENARAI ILUSTRASI		xi
SENARAI SINGKATAN		xiii
BAB I	PENDAHULUAN	
1.1	Pengenalan	1
1.2	Pemasalahan Kajian	3
1.3	Tujuan Kajian Dan Objektif Kajian	3
	1.3.1 Tujuan	3
	1.3.2 Objektif Kajian	4
1.4	Skop Kajian	4
1.5	Faedah Kajian	4
BAB II	ULASAN KEPUSTAKAAN	
2.1	Pengenalan	6
2.2	Pencemaran Sungai Dan Tasik	7
2.3	Kualiti Air	7
2.4	Unsur kimia dalam Sedimen Tasik	9

2.5	Ujian Ketoksikan Bahan Buangan	14
2.6	Kajian Lepas	15
2.6.1	Status Pencemaran Kualiti Air	15
2.6.2	Kajian Geologi Kawasan Cameron Highlands	15
BAB III KAEDAH KAJIAN		
3.1	Pengenalan	17
3.2	Kawasan Kajian	17
3.3	Stesen Persampelan	19
3.4	Kaedah Kajian	20
3.4.1	Survei Tinjauan	20
3.4.2	Kerjalapangan Dan Persampelan Data Primer	20
3.4.3	Analisis Sampel Di Makmal	21
3.4.4	Interpretasi Data	21
3.5	Persampelan dan Analisis Kualiti Air	21
3.5.1	Peralatan dan Bahan	21
3.5.2	Persampelan Kualiti Air	21
3.5.3	Kerja Makmal dan Analisis	26
3.6	Persampelan dan Penyediaan Sampel Sedimen	26
3.6.1	Kaedah Kajian	26
3.6.2	Persampelan Sedimen	26
3.6.3	Penyediaan Sampel	27
3.6.4	Analisis Pencernaan Asid	30
3.6.5	Prosedur Pencirian Ketoksikan secara Larut Resap	31
3.7	Interpretasi Data	32
3.8	Penulisan Dan Penyerahan Tesi	32
3.9	Langkah Berjaga-jaga	33

BAB IV	HASIL KAJIAN DAN PERBINCANGAN	
4.1	Pengenalan	34
4.2	Analisis Kualiti Air	34
4.2.1	Suhu	35
4.2.2	pH	35
4.2.3	Oksigen Terlarut	36
4.2.4	Kekeruhan	36
4.2.5	Pepejal Terlarut	37
4.2.6	Permintaan Oksigen Kimia	38
4.2.7	Kandungan Unsur kimia Dalam Sampel Air Sungai	38
4.2.8	Kualiti Air Memasuki Tasik Ringlelet	41
4.2.9	Status Kualiti Air Sungai	42
4.3	Analisis Sedimen	43
4.3.1	Analisis Taburan Saiz Partikel / Butiran	43
4.3.2	Analisis Pencernaan Asid (Asid Digestion)	45
4.3.3	Analisis Pencirian Ketoksikan Secara Larut Resap (TCLP)	47
4.4	Cadangan	49
BAB V	KESIMPULAN	50
	RUJUKAN	52
	LAMPIRAN	
Lampiran A	Keratan Akhbar	56
Lampiran B	Bacaan Insitu Bagi Kualiti Air	58

Lampiran C	Keputusan Analisis Makmal Bagi Sampel Air Sungai	59
Lampiran D	Keputusan ICP MS Bagi Analisis Kandungan Unsur kimia Dalam Sedimen	60
Lampiran E	Keputusan Icp-MS Bagi Analisis Pencirian Ketoksikan Secara Larut Resap (TCLP)	61
Lampiran F	Julat Kandungan Logam Dalam Tanah Semulajadi	62
Lampiran G	Nilai Sasaran Dan Nilai Intervensi Bagi Remediasi Tanah Dan Kepekatan Latar Belakang Tanah / Sedimen (Dutch Target)	63
Lampiran H	Jadual Ringkasan Tahap Pemeriksaan Tapak (SSL)	64

SENARAI JADUAL

Jadual 1.1	Tahap dan aktiviti kajian	5
Jadual 2.1	Pengkelasan kualiti air sungai berdasarkan penggunaan air	8
Jadual 2.2	Pengkelasan kualiti air sungai mengikut status kategori kualiti air sungai	8
Jadual 2.3	Skala Wentworth	13
Jadual 2.4.	Nilai piawai dan kandungan unsur kimia dalam tanah di Malaysia	14
Jadual 3.1	Penerangan lokasi stesen persampelan kualiti air	19
Jadual 3.2	Protokol Pengendalian Sampel Air	22
Jadual 4.1	Keputusan Analisis Kualiti Air Memasuki Tasik Ringlet	41
Jadual 4.2	Status Kualiti Air Memasuki Tasik Ringlet pada 24 November 2017	42
Jadual 4.3	Taburan Saiz Partikel	43
Jadual 4.4	Peratus saiz partikel sampel sedimen	43
Jadual 4.5	Keputusan analisi kandungan unsur kimia dalam mendakan	46
Jadual 4.6	Keputusan TCLP bagi sedimen	47

SENARAI ILUSTRASI

Rajah 2.1	Status kualiti air di sungai-sungai utama di Cameron Highlands	9
Rajah 2.2	Rekod taburan hujan di Cameron Highlands pada tahun 2017	15
Rajah 3.1	Peta menunjukkan lokasi kawasan kajian dan stesen persampelan kualiti air sungai dan sedimen Tasik Ringlet	18
Rajah 3.2	Lokasi persampelan kualiti air sungai	23
Rajah 3.3	Langkah persampelan air bagi penentuan parameter unsur kimia	24
Rajah 3.4	Gambar peralatan dan persampelan di lokasi	25
Rajah 3.5	Lokasi persampelan sedimen ditapak pembuangan sisa korekan tasik	27
Rajah 3.6	Mesin pengayak sempel sedimen	28
Rajah 3.7	Penumbuk lesung untuk hancurkan sampel sedimen	28
Rajah 3.8	Sampel-sampel sedimen sebelum dan selepas ditumbuk halus	29
Rajah 4.1	Nilai suhu di dalam air sungai di stesen kajian	35
Rajah 4.2	Nilai pH di dalam air sungai di stesen kajian	35
Rajah 4.3	Nilai DO di dalam air sungai di stesen kajian	36
Rajah 4.4	Nilai kekeruhan di dalam air sungai di stesen kajian	37
Rajah 4.5	Nilai pepejal terlarut di dalam air sungai di stesen kajian	37
Rajah 4.6	Nilai COD di dalam air sungai di stesen kajian	38
Rajah 4.7	Kandungan unsur kimia dalam sungai Ringlet	39
Rajah 4.8	Kandungan unsur kimia dalam sungai Bertam	39
Rajah 4.9	Kandungan unsur kimia dalam sungai Ulong	39
Rajah 4.10	Kandungan unsur kimia dalam sungai Lenggok	40
Rajah 4.11	Kandungan unsur kimia dalam sungai Habu	40
Rajah 4.12	Kandungan unsur kimia dalam luahan empangan di sungai sungai Bertam	40
Rajah 4.13	Taburan saiz partikel mengikut peratus	44
Rajah 4.14	Saiz partikel sampel sedimen	44

SENARAI SIMBOL

mg/L	miligram per liter
°C	darjah celsius
mL	mililiter
kg	kilogram
g	gram
L	liter
ppm	satu bahagian dari sejuta (part per million)

SENARAI SINGKATAN

JAS	Jabatan Alam Sekitar
JPS	Jabatan Pengairan dan Saliran
MDCH	Majlis Daerah Cameron Highlands
TCLP	Prosedur Pencirian Ketoksikan secara Larut Resap
UKM	Universiti Kebangsaan Malaysia
WHO	Organisasi Kesihatan Dunia (<i>World Health Organization</i>)
SSL	Tahap pemeriksaan tapak (<i>site screening levels</i>)

SENARAI TATANAMA

AN	Nitrogen Ammonia
As	Arsenik
BOD	Keperluan Oksigen Biokimia
COD	Keperluan Oksigen Kimia
Cd	Kadmium
Cu	Kuprum (Tembaga)
DO	Keperluan Oksigen
EC	Kekonduksian elektrik
Fe	Ferum
Hg	Raksa
NH ₃	Nitrogen Ammonia
Ni	Nikel
NTU	Unit Kekeruhan Neftelometrik
Pb	Plumbum
SS	Pepejal Terampai (<i>Suspended Solid</i>)
TDS	Jumlah Pepejal Terlarut
TSS	Jumlah Pepejal Terampai
Zn	Zink

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 PENGENALAN

Tanah Tinggi Cameron atau lebih dikenali sebagai Cameron Highlands merupakan salah satu pusat peranginan tanah tinggi yang terkenal di Malaysia. Cuacanya yang sejuk, dimana suhu purata di antara 15°C hingga 25°C (Meteorologi 2018) adalah antara faktor utama tarikan pelancong datang ke Cameron Highlands, dimana ianya terkenal sebagai kawasan pertanian yang subur, bermutu dan unik.

Peningkatan aktiviti pertanian dan sektor pelancongan telah mendorong kepada peluasan kawasan pertanian dan pertambahan pembangunan di Cameron Highlands terutama di sekitar pekan Ringlet, Bertam dan Tanah Rata bagi penyediaan tempat tinggal dan kemudahan pelancong. Ini telah menyebabkan banyak kawasan baharu diteroka dan dibangunkan. Aktiviti pembukaan tanah dan jumlah taburan hujan yang tinggi telah menyumbang kepada berlakunya kejadian hakisan, tanah runtuh dan masalah kelodakan di Cameron Highlands terutamanya di Tasik Ringlet.

Tasik Ringlet yang terbentuk daripada pembinaan Empangan Sultan Abu Bakar menjadi tempat berkumpulnya bahan pencemar yang dibawa oleh aliran sungai dan air larian permukaan dari kawasan pertanian dan pembukaan tanah sekitar Ringlet, Lembah Bertam dan Tanah Rata. Empangan Sultan Abu Bakar merupakan empangan yang dibina untuk tujuan takungan air bagi penjanaan tenaga elektrik kini menghadapi isu pemendakan sedimen yang semakin teruk berikutan peningkatan aktiviti guna tanah untuk pertanian dan pembangunan di sepanjang sungai-sungai utama seperti

Sungai Bertam dan Sungai Ringlet. Sedimen yang banyak telah mengakibatkan air tasik cepat melimpah setiap kali hujan lebat dan air terpaksa dilepaskan bagi mengelak empangan pecah. Keratan akhbar berkaitan isu pencemaran Tasik Ringlet adalah seperti di Lampiran A.

Air daripada Sungai Ringlet, Bertam, Habu ditakung di Empangan Hidroelektrik Sultan Abu Bakar (Tasik Ringlet) untuk disalurkan melalui sistem paip ke stesen janakuasa elektrik Sultan Yussuf di Batu 19, Cameron Highlands. Tasik buatan yang menakung air di Empangan Hidroelektrik Sultan Abu Bakar ini sudah tidak lagi dapat menampung kapasiti seperti ia mula beroperasi pada tahun 1964. Banjir lumpur di Lembah Bertam, yang mengorbankan empat nyawa pada 23 Oktober 2013 telah membuka mata ramai pihak terutama penduduk setempat bahawa Tasik Ringlet sudah semakin kritikal. Kelodak, pasir dan sampah sarap yang dibawa dari hulu sungai membuatkan tasik seluas 0.5 kilometer persegi ini hilang sebahagian fungsi keduanya, iaitu menebat banjir.

Bagi mengekalkan fungsi tasik Tasik Ringlet sebagai empangan dan juga mengelak kejadian empangan pecah, sedimen yang terkumpul di dalam tasik ini terpaksa dikorek sepanjang masa dengan kuantiti yang banyak dan dilupuskan di tapak pelupusan berhampiran tasik. Lebih RM180 juta dibelanjakan dalam tempoh lima tahun untuk membersihkan Tasik Ringlet dan Empangan Hidroelektrik Sultan Abu Bakar. Kira-kira 350,000 meter padu kelodak dikeluarkan dari Tasik Ringlet setiap tahun. Namun, usaha itu tidak mampu mengatasi jumlah pengumpulan mendapan di tasik berkenaan.

Laporan Audit Negara 2012 terhadap Pengurusan Tanah Tinggi dan Kesan Kualiti Alam Sekitar mendapati Daerah Cameron Highlands menghadapi isu penerokaan tanah hutan secara berleluasa untuk aktiviti pertanian. Terdapat pembangunan kawasan pertanian dan binaan bangunan di kawasan pertanian tanpa permohonan kebenaran merancang daripada pihak berkuasa.

1.2 PEMASALAHAN KAJIAN

Tasik Ringlet atau Empangan Sultan Abu Bakar, Cameron Highlands dibina untuk menampung air bagi tujuan penjanaan kuasa hidro elektrik. Empangan ini telah menjadi semakin cetek dan mengalami masalah kekurangan kapasiti air kesan daripada kelodak dan lumpur yang dibawa oleh dua aliran sungai utama yang mengalir ke tasik ini iaitu sungai Bertam dan sungai Ringlet. Kedua-dua sungai ini menerima kesan pencemaran dari aktiviti guna tanah disepanjang alirannya, terutama daripada aktiviti pertanian, pembukaan tanah untuk kawasan pertanian dan juga projek pembangunan.

Bagi mengekalkan fungsi Tasik Ringlet sebagai empangan dan juga mengelak kejadian empangan pecah, sedimen yang terkumpul di dalam tasik tersebut terpaksa dikorek sepanjang masa dengan kuantiti yang banyak dan dilupuskan di tapak pelupusan berhampiran tasik. Sedimen yang dilupuskan perlu dikaji bagi mengenalpasti kandungan unsur logam yang boleh mendatangkan risiko pencemaran sekunder dan ketoksikan kepada ekosistem tasik dan aliran sungai yang melalui tasik Ringlet.

Dalam kajian ini, sisa sedimen Tasik Ringlet yang dikorek dan dibuang di ditapak pelupusan yang berhampiran tasik akan dianalisis bagi meneliti kepekatan kandungan unsur kimia dan tahap ketoksikan sedimen tersebut. Kajian ini juga akan meneliti kepekatan kandungan unsur kimia di dalam air sungai utama yang memasuki Tasik Ringlet.

1.3 TUJUAN DAN OBJEKTIF KAJIAN

1.3.1 Tujuan

Kajian ini dijalankan bagi menilai tahap pencemaran Tasik Ringlet dan ketoksikan sisa sedimen yang terhasil dalam tasik Ringlet, Cameron Highland yang dilupuskan di kawasan sekitar tasik.

1.3.2 Objektif Kajian

Kajian ini dilakukan untuk mencapai beberapa objektif, iaitu:-

- a) Menentukan kandungan logam berat dalam air sungai utama yang mengalir masuk ke Tasik Ringlet;
- b) Menentukan kandungan logam utama dalam sedimen Tasik Ringlet; dan
- c) Menilai tahap ketoksikan sisa sedimen tasik yang dilupuskan.

1.4 SKOP KAJIAN

Menganalisis kandungan bahan pencemar dalam air sungai utama yang memasuki Tasik Ringlet melalui pengukuran di lapangan dan ujian di makmal. Sampel sedimen Tasik Ringlet diambil di tapak pelupusan bahan korekan untuk dianalisis kandungan unsur kimia dan ujian ketoksikan.

1.5 FAEDAH KAJIAN

Penyelidikan yang dijalankan ini diharap akan dapat menentukan sama ada sedimen dari Tasik Ringlet mempunyai risiko toksik atau sebaliknya, atau mempunyai nilai untuk digunakan sebagai bahan mentah dalam bidang industri lain seperti pertanian, pembuatan pasu dan kilang simen. Kajian ini diharap dapat membantu pihak pembuat keputusan dalam merancang pengurusan Tasik Ringlet yang lebih baik dan mengoptimumkan fungsi ekosistem serta mengurangkan risiko pencemaran. Kajian ini juga diharap dapat memberi manfaat kepada penduduk dan masyarakat berhampiran tasik Ringlet dan tapak pelupusan sisa dengan mengetahui status ketoksikan tasik dan kandungan sisa sedimen yang dilupuskan.

BAB II

ULASAN KEPUSTAKAAN

2.1 PENGENALAN

Cameron Highlands adalah salah satu kawasan pertanian yang paling penting di Malaysia dengan anggaran 2,140 hektar ladang sayur-sayuran. Petani di Cameron Highlands membekalkan lebih daripada separuh keperluan sayur-sayuran Malaysia. Terdapat kebimbangan mengenai kesan jangka panjang terhadap alam sekitar daripada pengeluaran sayur-sayuran terutama di dataran tinggi. Tumpuan perhatian tidak hanya dilihat dalam hakisan tanah, yang dapat dilihat dengan jelas di kawasan pengeluaran sayur-sayuran di Cameron Highlands (pemendapan, kehilangan struktur tanah dan nutrien) tetapi juga penggunaan racun makhluk perosak yang tidak terkawal mengakibatkan bahaya kesihatan, dan pencemaran tanah (Khalid et al., 2015).

Sedimen atau enapan boleh didefinisikan sebagai bahan yang terhakis dan diangkut menerusi regim air untuk sampai ke tempat pemendapan. Sedimen terampai biasanya mempunyai bahan koloid yang bersaiz mikro, memerlukan hanya halaju aliran air yang rendah untuk digerakkan dari satu titik ke satu titik yang lain. Manakala beban dasar sedimen merupakan beban yang bergaris pusat antara 0.2 mm hingga ke 2 mm, bergantung kepada struktur asas batuan dan tanah di sekitar kawasan tersebut (Noorazuan, et al. 2001).

2.2 PENCEMARAN SUNGAI DAN TASIK

Pencemaran logam berat dalam ekosistem akuatik adalah masalah alam sekitar di seluruh dunia yang telah mendapat perhatian yang semakin meningkat sejak beberapa dekad yang lalu disebabkan oleh kesan buruknya. Pencemaran sistem akuatik oleh logam berat, terutamanya dalam sedimen, telah menjadi salah satu isu pencemaran yang paling mencabar disebabkan oleh ketoksikan, kelimpahan dan bio-pengumpulan bahan-bahan yang seterusnya, apabila dilepaskan ke dalam ekosistem akuatik, logam berat boleh diserap oleh pepejal terampai, kemudian terkumpul di dalam sedimen dan terkumpul secara biologi di dalam rantai makanan. Sedimen ini bertindak sebagai sinki, dan seterusnya bertindak sebagai punca pencemaran logam berat (Tang et al, 2013).

Sedimen boleh menyerap logam berat di dalam air dan seterusnya mengurangkan tahap pencemaran air. Walau bagaimanapun, bahan pencemar boleh dibebaskan daripada sedimen apabila berlaku perubahan keadaan persekitaran seperti kekonduksian elektrik (EC), pH, suhu, saiz zarah sedimen, perubahan pengurangan oksidasi yang berpotensi berubah dalam air atau sedimen, dan boleh menyebabkan pencemaran sekunder terhadap persekitaran air. Sedimen merupakan habitat utama dan sumber makanan organisma bentos. Pencemaran sedimen akan memudaratkan organisma akuatik secara langsung atau tidak langsung dan boleh mendatangkan kesan buruk terhadap organisma dan manusia akibat bioakumulasi. Pb adalah unsur paling mudah terkumpul dalam organisma akuatik tertentu, yang boleh merosakkan sistem saraf, skeletal dan sistem imun manusia dalam kes-kes pengambilan logam yang berlebihan melalui produk akuatik (Bryan & Langston, 1992).

2.3 KUALITI AIR

Merujuk kepada Laporan Kualiti Alam Sekeliling tahun 2016 yang dikeluarkan oleh Jabatan Alam Sekitar Malaysia (JAS), sungai-sungai di Daerah Cameron Highlands dikategorikan sebagai bersih iaitu berada di dalam Kelas II. Sungai-sungai yang

berada dalam lembangan Bertam adalah Sungai Burung, Sungai Habu, Sungai Lenggok, Sungai Terla, Sungai Ringlet dan Sungai Telom. Jadual 2.1 dan Jadual 2.2 menunjukkan pengkelasan yang digunapakai sebagai garis panduan kualiti air sungai di Malaysia.

Jadual 2.1 Pengkelasan kualiti air sungai berdasarkan penggunaan air

Kelas	Indeks Kualiti Air	Kegunaan Air
Kelas I	92.7 – 100.0	Pemeliharaan secara semulajadi Rawatan air yang sangat minimum Spesis hidupan air yang sangat sensitif
Kelas II	76.5 – 92.7	Rawatan air konvensional Spesis hidupan air yang sensitif Sesuai untuk rekreasi
Kelas III	51.9 – 76.5	Rawatan air lebih menyeluruh Sesuai untuk haiwan ternakan
Kelas IV	31.0 – 51.9	Sesuai untuk pengairan
Kelas V	0.0 – 31.0	Air yang tidak dapat dimanfaatkan

Sumber JAS 2016

Jadual 2.2 Pengkelasan kualiti air sungai mengikut status kategori kualiti air sungai

Kategori	Indeks Kualiti Air
Bersih	81 – 100
Sedikit Tercemar	60 – 80
Tercemar	0 – 59

Sumber JAS 2016

Berdasarkan Draf Rancangan Tempatan Cameron Highlands 2030 (Penggantian), kualiti air sungai di bahagian hulu Tasik Ringlet adalah kelas satu dan ianya berubah setelah melepasi tasik. Rajah 2.1 menunjukkan peta status kualiti air bagi seluruh daerah Cameron Highlands yang disertakan draf rancangan tempat tersebut.

surih yang mempunyai ketumpatan yang melebihi 5 gm/cm^3 dan jisim atom relatif 40 ke atas. Sejak kebelakangan ini, logam-logam berat seperti Fe, Mn, Pb, Cd, Cr, Cu, Zn, Ni, Co, Mo, B, As dan Se telah dikaji secara meluas. Cu, Zn, Pb dan Cd adalah elemen yang paling dititik berat terhadap persekitaran dan selalu dilaporkan tentang puncanya kepada pencemaran tanah, air dan rantai makanan (Webber 1981).

Pencemaran logam berat dalam tanah boleh terjadi secara semula jadi atau punca daripada aktiviti antropogenik. Secara semula jadi, logam berat terbentuk daripada proses luluhawa daripada batuan dan mineral. Ia amat cenderung untuk berkumpul di permukaan tanah pada kedalaman 0 hingga 30 cm (Ismail Sahid et al. 1999). Pencemaran logam berat menjadi penting kerana keupayaannya menimbulkan kesan toksik dan mampu hadir di sekitaran dalam tempoh yang lama serta boleh mengalami biopengumpulan dalam organisma di sekitaran (Tam & Wong 2000). Sehubungan itu, pencemaran logam berat di kawasan pertanian boleh mendatangkan kemudaratan kerana keupayaan logam untuk berkumpul pada bahagian tertentu tumbuhan (McLaughlin et al. 2000).

Logam berat juga akan menjadi toksik kepada tumbuhan apabila kepekannya melebihi kepekatan maksimum yang boleh diambil oleh tumbuhan (Kabata-Pendias & Pendias 2001). Logam-logam akan menjadi toksik kepada manusia dan tumbuhan apabila kuantiti kepekannya telah melebihi kepekatan normal dalam manusia dan tumbuhan. Di dalam kajian ini bahan mendakan Tasik Ringlet dijadikan bahan ujian untuk menentukan kandungan logam berat dan tahap ketoksikan kepada sumber air.

Kehadiran logam berat di atmosfera, tanah, dan air boleh menyebabkan masalah yang serius terhadap organisma dan kelebihan bioketersediaan logam berat ini dapat menghasilkan bioakumulasi dalam rantai makanan yang sangat berbahaya bagi kesihatan manusia (Ghazali 2012, Waseem 2014, Haron 2015). Logam berat seperti arsenik, kadmium, plumbum, kromium, nikel dan raksa adalah pencemar alam sekitar utama, khususnya di kawasan yang mempunyai tekanan antropogenik tinggi (Waseem 2014).

Pengambilan Hg yang berlebihan boleh membahayakan kedua-dua sistem buah pinggang dan saraf, manakala pengambilan As dan Cd yang berlebihan mempunyai kesan buruk ke atas kulit, saluran darah, sistem saraf, dan paru-paru, buah pinggang, prostat, dan tulang. Adalah perlu untuk menyiasat pencemaran logam berat di dalam sedimen tasik dan menilai risiko ekologi yang disebabkan oleh logam berat untuk melindungi persekitaran ekologi akuatik dan kesihatan manusia yang sama (Yongfeng 2016)

Tanah adalah lapisan nipis bahan organik dan bukan organik yang meliputi permukaan berbatu bumi. Bahagian organik, yang berasal daripada sisa tumbuhan dan haiwan yang reput, tertumpu di permukaan atas tanah yang paling gelap. Bahagian tak organik terhasil daripada serpihan batuan, yang terbentuk beribu-ribu tahun oleh luluhawa batuan dasar secara fizikal dan kimia. Tanah yang produktif diperlukan untuk pertanian untuk bekalan makanan yang mencukupi (Belluck et al. 2003).

Cameron Highlands secara geologi dibentuk oleh batuan berliku granit (*granite batholith*) yang memasuki batu sedimen (*sedimentary rocks*) yang lebih lama. Pencerobohan (*Intrusion*) batuan beku berasid (*acidic igneous*) ini membentuk batuan-batuan metaduran (*metamorphic*) dan batuan-batuan metamorf yang lain sebagai *pendants* bumbung. Batu granit terdiri daripada kuarza, feldspar dan biotit dan / atau turmalin bijirin. Skala Wentworth biasanya digunakan untuk klasifikasi material partikel agregat (Wentworth dan Udden 1922). Perincian skala Wentworth adalah seperti di Jadual 2.3.

Jadual 2.3 Skala Wentworth

Nama Partikel		Diameter Partikel, mm
Kerikil (<i>Gravel</i>)	Batu tongkol (<i>Boulder</i>)	>256
	Batu buntar (<i>Cobble</i>)	64-256
	Pebel (<i>Pebble</i>)	4-64
	Kerikil/butir (<i>Granule</i>)	2-4

bersambung...

...sambungan

Nama Partikel		Diameter Partikel, mm
Pasir (<i>Sand</i>)	Pasir sangat kasar (<i>Very coarse sand</i>)	1-2
	Pasir kasar (<i>Coarse sand</i>)	0.5-1
	Pasir sederhana (<i>Medium sand</i>)	0.25-0.5
	Pasir halus (<i>fine sand</i>)	0.125-0.25
	Pasir sangat halus (<i>very fine sand</i>)	0.0625-0.125
Kelodak (<i>Silt</i>)	Lodak (<i>Silt</i>)	0.004 – 0.0625
Lempung (<i>Clay</i>)	Lempung (<i>Clay</i>)	<0.004

Tembaga (Cu), raksa (Hg), kadmium (Cd), plumbum (Pb), nikel (Ni), dan arsenik (As) adalah unsur-unsur yang akan terkumpul di dalam tanah dari sisa kumbahan, sisa industri atau pembersihan lombong. Beberapa racun kulat yang mengandungi Cu dan Hg juga menambah pencemaran tanah. Asap dari kereta mengandungi Pb yang terserap oleh zarah tanah dan menjadi toksik kepada tumbuhan. Ketoksikan boleh diminimumkan dengan menambah baik bahan organik tanah, menambah kapur pada tanah dan menjaga kealkalian tanah (Van 1996). Nilai piawai dan kandungan logam berat dalam tanah di Malaysia ditunjukkan dalam Jadual 2.4.

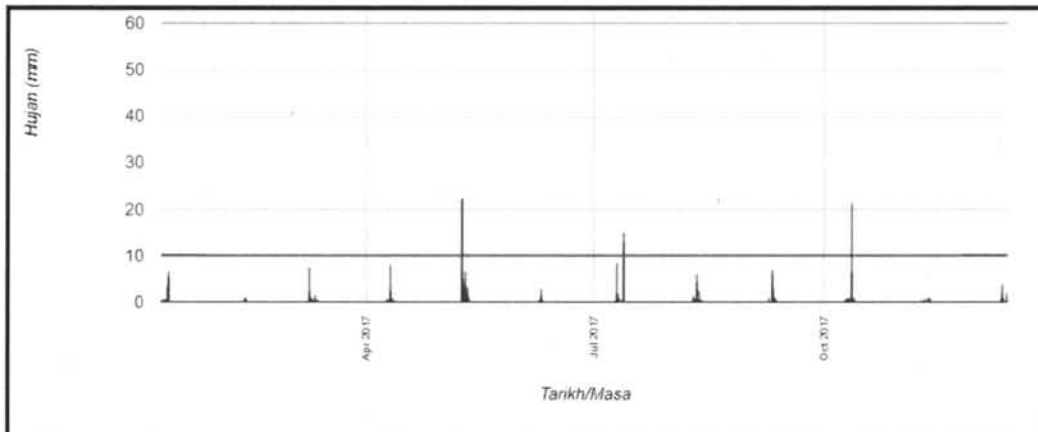
Jadual 2.4 Nilai piawai dan kandungan logam berat dalam tanah di Malaysia

Parameter	JAS 2009	Muhammad et al. 2014
	mg/kg	µg/gm
Na	NA	NA
K	4.10	NA
Ca	NA	NA
Mg	507.20	NA
As	43	NA
Ba	21	NA
Be	NA	NA
Cd	0.09	0.7
Cr	14.4	3000
Cu	19.8	100

Mn	3.99	4000
Mo	NA	5
Ni	28.9	1000
Pb	36	200
Zn	54.3	300
Fe	44,500.00	550000
Al	53,900.00	NA
Sb	NA	NA

Hakisan tanah dan tanah runtuh merupakan antara punca utama sungai atau tasik semakin cetek akibat mendakan. *National Slope Master Plan 2009-2023* melaporkan bahawa terdapat sekurang-kurangnya 33 kejadian bencana cerun berlaku di sekitar Daerah Cameron Highlands dalam tempoh tahun 1961 hingga 2007. Jabatan Mineral dan Geosains (JMG) mendapati bahawa terdapat sebanyak 515 lokasi berisiko tanah runtuh, sama ada aktif dan tidak aktif, di Daerah Cameron Highlands. Hujan dan hakisan kelodakan yang melampau menyebabkan fenomena bencana banjir kilat, aliran puing dan tanah runtuh sering berlaku di Daerah Cameron Highlands. Kawasan bencana banjir sentiasa melanda di kawasan Kg. Raja, Ringlet dan Lembah Bertam. Kejadian banjir yang berlaku telah memberi impak kepada suasana kehidupan, sosial dan ekonomi penduduk setempat. Pada 21 November 2014, tragedi banjir kilat di Lembah Bertam yang mengakibatkan kehilangan nyawa dan harta benda turut membawa keprihatinan seluruh masyarakat terhadap isu kualiti alam sekitar di Daerah Cameron Highlands (MDCH 2009).

Cameron Highlands menerima taburan hujan yang tinggi iaitu di antara 2400 mm hingga 3200 mm setahun. Taburan hujan yang tinggi boleh menyebabkan berlakunya kejadian tanah runtuh serta mempercepatkan proses pengangkutan bahan cemar dari punca-punca pencemaran seperti sisa perbandaran dan pertanian ke badan air seperti sungai dan tasik. Rajah 2.2 menunjukkan taburan jumlah hujan pada tahun 2017 yang direkodkan di stesen penceraap JPS bagi kawasan Camron Highlands (JPS 2017).



Sumber: JPS.2017

Rajah 2.2 Rekod taburan hujan di Cameron Highlands pada tahun 2017

2.5 UJIAN KETOKSIKAN BAHAN BUANGAN

Bahan buangan mempunyai ciri-ciri toksik jika ia mampu melepaskan atau meluluhkan logam toksik, sebatian organik, atau racun perosak tertentu ke dalam tanah atau air bawah tanah di dalam kawasan pelupusan. Ujian khas yang dipanggil prosedur larut lesap ciri ketoksikan atau *Toxicity Characteristic Leaching Procedure* (TCLP) digunakan untuk menentukan sama ada sesuatu bahan buangan itu akan meluluhkan bahan kimia atau tidak ke dalam tanah atau air tanah. Ujian TCLP adalah prosedur larut lesap rumit yang mensimulasikan keadaan sisa jika ia dilupuskan dalam tapak pelupusan biasa (JAS 2009).

Tahap Pemeriksaan Tapak (SSL) yang disyorkan oleh Agensi Perlindungan Alam Sekitar Amerika Syarikat (USEPA) diadoptasi sebagai tahap pemeriksaan tapak (*site screening levels*) untuk menentukan adakah pencemaran bawah permukaan tanah yang dikesan mempunyai potensi menyebabkan risiko kesihatan kepada manusia. SSL adalah untuk menyokong penilaian dan pengurusan tapak tercemar di Malaysia. SSL adalah kriteria yang akan digunakan untuk menentukan sama ada kawasan tanah tercemar, penilaian keperluan untuk langkah pemulihan dan untuk membangunkan sasaran pemulihan, iaitu menyasarkan kepekatan bahan kimia berpotensi (COPCs) tapak tercemar (JAS 2009).

2.6 KAJIAN LEPAS

2.6.1 Kajian Status Pencemaran Kualiti Air

Norhidayah et al (2011) telah membuat kajian kualiti air di beberapa buah sungai yang terpilih di Cameron Highlands. Persampelan telah dilakukan sebanyak 4 kali iaitu pada bulan Mac, Jun, September dan Disember 2007. Objektif bagi kajian ini ialah untuk menganalisis kualiti air sungai yang melibatkan 15 buah stesen pensampelan. Keseluruhan persampelan menunjukkan parameter seperti oksigen terlarut (DO) mempunyai nilai di antara 4.49 sehingga 8.23 mg/L, keperluan oksigen biokimia (BOD) mempunyai nilai 0.14 sehingga 3.36 mg/L. Manakala parameter keperluan oksigen kimia (COD) berjulat di antara 4.21 sehingga 92.61 mg/L, julat pH antara 5.59 sehingga 8.15 dan ammonia nitrogen mencatatkan bacaan 0.02 sehingga 1.39 mg/L. Hasil kajian menunjukkan kebanyakan sungai di kawasan kajian berada pada Kelas II dan III. Ujian kolerasi menunjukkan terdapat hubungan bererti antara beberapa parameter fiziko-kimia. Kesimpulan dari kajian ini mendapati kebanyakan kualiti air sungai di Cameron Highlands masih berada pada tahap bersih dan sederhana bersih. Aktiviti manusia yang semakin bertambah dan tidak dikawal ini boleh menyebabkan berlakunya penurunan kualiti air sungai pada masa akan datang.

2.6.2 Kajian Geologi Kawasan Cameron Highlands

Menurut kajian oleh Zulfahmi et al. (2007) kawasan Cameron Highlands terdiri daripada batuan granit batolit yang merejah ke dalam batuan sedimen yang lebih tua. Rejahan jasad igneus asidik ini menyebabkan pembentukan batuan meta-sedimen dan batuan metamorfik lain sebagai sisa bumbung. Sekis telah mengalami luluhawa tinggi hingga sepenuhnya, berwarna kelabu cerah hingga gelap dengan butiran halus hingga sederhana dan strukturfoliasi yang ketara. Manakala batuan granit mengandungi mineral kuarza, felspar dan butiran biotit dan/atau turmalin. Sifat keperoian tanah pada cerun dan kekurangan litupan tumbuhan permukaan menyebabkan permukaan cerun terdedah kepada hentaman terus hujan. Kesan daripada air larian permukaan menyebabkan pembentukan alur-alur hakisan pada muka cerun tanah. Julat pH tanah

yang rendah (sifat asidik) pada semua cerun mengurangi kandungan ferum oksida dalam tanah yang bertindak sebagai bahan penyimen tanah. Ini menyebabkan agregatan tanah menjadi lemah dan mudah terhakis.

BAB III

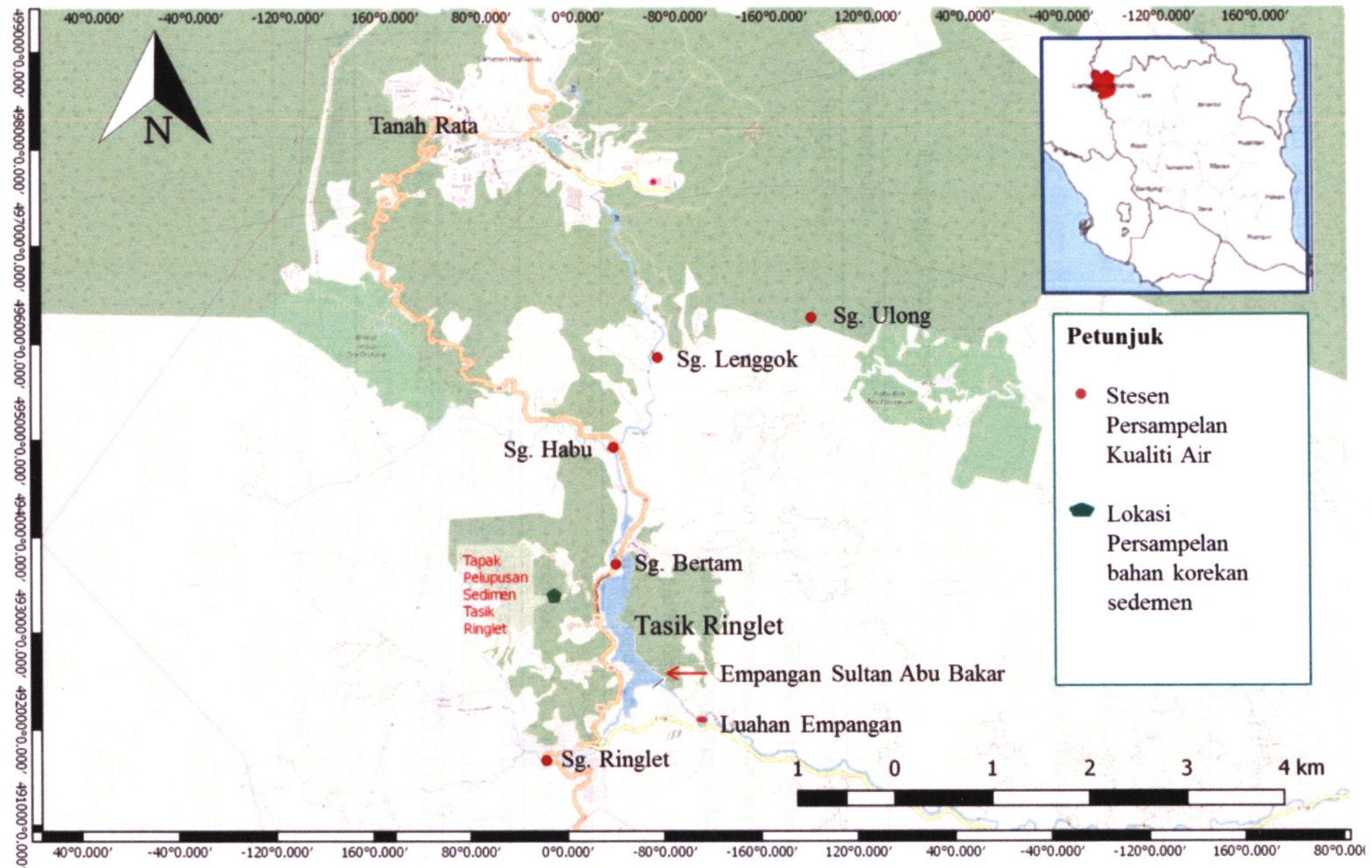
KAEDAH KAJIAN

3.1 PENGENALAN

Bab ini akan membincangkan mengenai pemilihan kawasan, peralatan dan kaedah-kaedah yang digunakan untuk menjalankan kajian ini.

3.2 KAWASAN KAJIAN

Kajian ini dijalankan di Tasik Ringlet, iaitu Empangan Sultan Abu Bakar di Cameron Highlands, Pahang Darul Makmur. Kawasan kajian meliputi sungai-sungai utama yang membekalkan air ke empangan, aliran keluar limpahan empangan, dan kawasan pelupusan bahan korekan sedimen. Persampelan kualiti air dijalankan di dua aliran sungai utama yang memasuki dan menyumbang kepada masalah sedimen di Empangan Sultan Abu Bakar iaitu Sungai Bertam dan Sungai Ringlet serta anak sungai yang mengalir masuk ke Sungai Bertam. Persampelan sedimen dibuat di lokasi pembuangan bahan korekan sedimen empangan iaitu diantara Sungai Jasik dan Sungai Jasin ($4^{\circ}25'38.45''\text{U}$, $101^{\circ}22'49.49''\text{T}$). Lokasi kajian adalah seperti di Rajah 3.1.



Rajah 3.1 Peta menunjukkan lokasi kawasan kajian dan stesen persampelan kualiti air sungai dan sedimen Tasik Ringlet

3.3 STESEN PERSAMPELAN

Beberapa kriteria yang dikenalpasti dan diambil kira dalam pemilihan stesen adalah keselamatan lokasi persampelan, kemudahan jalan masuk atau akses ke stesen tiada sebarang halangan berbahaya yang boleh mengganggu atau menjejaskan persampelan; dan stesen yang dipilih perlu mewakili keadaan persekitaran sebenar (*representatif*) termasuk persekitaran kawasan berhampiran. Dengan memberi pertimbangan kriteria ini, maka beberapa lokasi telah dikenalpasti untuk kajian. Lokasi stesen persampelan adalah seperti dalam Rajah 3.1 dan penerangan kriteria pemilihan adalah seperti di Jadual 3.1.

Jadual 3.1 Penerangan lokasi stesen persampelan kualiti air

Stesen Persampelan	Kedudukan Koordinat	Penerangan
WQ 1: Sungai Ulong	4°27'16.87"N 101°24'21.02"E	Terletak dibahagian hulu sungai. Belum melalui kawasan pertanian dan pembangunan (aliran dari kawasan hutan). Lokasi stesen persampelan dan pemantauan kualiti air oleh pihak JAS. Anak sungai Bertam.
WQ 2: Sungai Lenggok	4°27'2.87"N 101°23'29.76"E	Aliran sungai melalui kawasan pertanian. Terdapat Ladang Teh di hulu sungai.
WQ 3: Sungai Habu	4°26'32.78"N 101°23'15.38"E	Aliran sungai melalui kawasan pertanian. Terdapat Ladang Teh di hulu sungai.
WQ 4: Sungai Bertam	4°25'53.79"N 101°23'16.72"E	Aliran sungai melalui kawasan pertanian dan pekan (Pekan Brincang dan Tanah Rata).
WQ 5: Sungai Ringlet	4°24'47.61"N 101°22'54.44"E	Aliran sungai melalui kawasan pertanian dan pekan (Pekan Ringlet).

3.4 KAEDAH KAJIAN

Penyelidikan dijalankan mengikut beberapa tahap kerja iaitu mengenalpasti objektif kajian, kajian kepustakaan, survei tinjauan, kerja lapangan, analisis sampel di makmal, pengumpulan data dan penafsiran hasil kajian untuk tujuan penulisan tesis. Terdapat dua kaedah utama pengumpulan data yang digunakan dalam kajian ini iaitu melibatkan pengumpulan data primer dan data sekunder

3.4.1 Survei Tinjauan

Tinjauan awal ke kawasan kajian telah diadakan pada 23 November 2017 meliputi kawasan sekitar tapak pelupusan sisa sedimen dan sungai-sungai utama. Survei tinjauan dilakukan untuk mengenalpasti kesesuaian lokasi pengambilan sampel dan maklumat berkaitan kawasan kajian.

3.4.2 Kerjalapangan Dan Persampelan Data Primer

Data primer diperolehi secara persampelan di lapangan yang dijalankan pada 24 November 2017 di stesen-stesen yang telah dikenalpasti. Pengukuran *in-situ* dilakukan di lapangan manakala parameter yang tidak boleh diukur di lapangan dibawa balik untuk dianalisis di makmal. Penentuan kedudukan koordinat setiap stesen persampelan dilakukan menggunakan alat *Global Positioning System* (GPS). Pengukuran dan persampelan air sungai dibuat di stesen-stesen pemantauan kualiti air Jabatan Alam Sekitar Malaysia (JAS). Sampel sedimen diperolehi dari kawasan tapak pelupusan sisa korekan sedimen tasik yang baru dibawa masuk oleh lori-lori ke tapak pelupusan sedimen untuk kajian kandungan kimia dan analisis ketoksikan di makmal.

3.4.3 Analisis Sampel Di Makmal

Pengukuran kualiti air sungai dan sampel sedimen dibuat di lapangan bagi parameter *in-situ* dan analisis di makmal bagi penentuan kandungan logam berat menggunakan *Inductively Coupled Plasma- Mass Spectrometry* (ICP-MS). Data yang diperolehi akan dibuat perbandingan dengan piawaian berkaitan dan kajian terdahulu (data sekunder) bagi menilai status pencemaran. Data yang diperolehi daripada kajian ini dianalisis secara diskriptif statistik.

3.5 PERSAMPELAN DAN ANALISIS KUALITI AIR

3.5.1 Peralatan dan Bahan

Sebelum menjalankan aktiviti persampelan, maklumat berkaitan lokasi direkodkan iaitu longitud dan latitud stesen serta guna tanah sekitar. Parameter yang diukur di lapangan adalah suhu, kandungan Oksigen Terlarut (DO), keasidan (pH), konduktiviti dan kekeruhan. Antara peralatan dan bahan yang digunakan untuk kerja persampelan kualiti air adalah botol persampelan mengikut jenis sampel, larutan pengawet, kertas label, meter pengukuran parameter fizikal air (*in-situ*), pengukur halaju air sungai dan bekas pengambilan sampel (*van Dorm*).

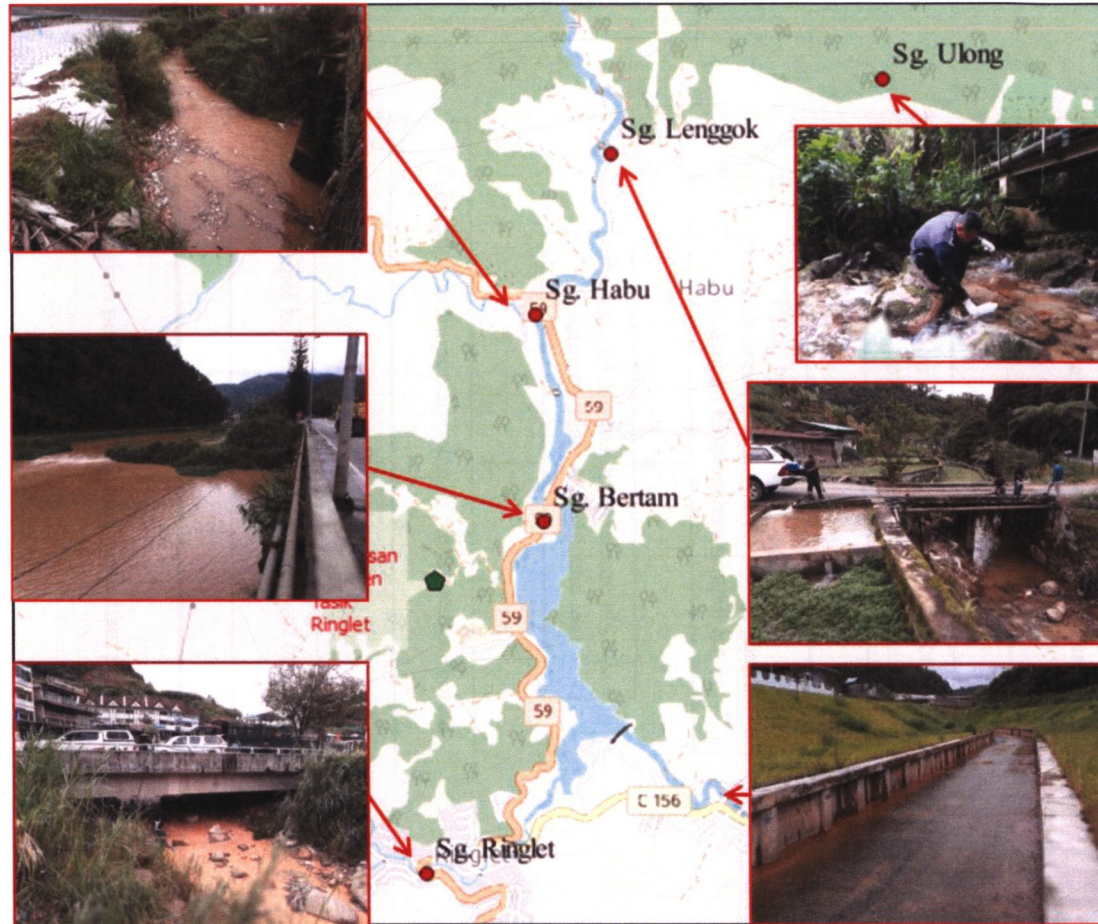
3.5.2 Persampelan Kualiti Air

Persampelan air sungai dijalankan pada 24 November 2017 di stesen pemantauan kualiti air sungai yang telah ditetapkan seperti stesen pemantauan Jabatan Alam Sekitar (JAS). Persampelan air limpahan empangan dibuat di aliran sungai selepas empangan Ringlet. Persampelan dan tinjauan ke lokasi diadakan bersama dengan pihak JAS dan wakil kontraktor konsesi pada 23 November 2017. Lokasi persampelan kualiti air sungai adalah seperti di Rajah 3.1. Protokol persampelan adalah mengikut garis panduan persampelan oleh *American Public Health Association (APHA)* 1998. Ringkasan protokol adalah seperti Jadual 3.2 dan Rajah 3.2. Gambar persampelan dilokasi adalah seperti di Rajah 3.3.

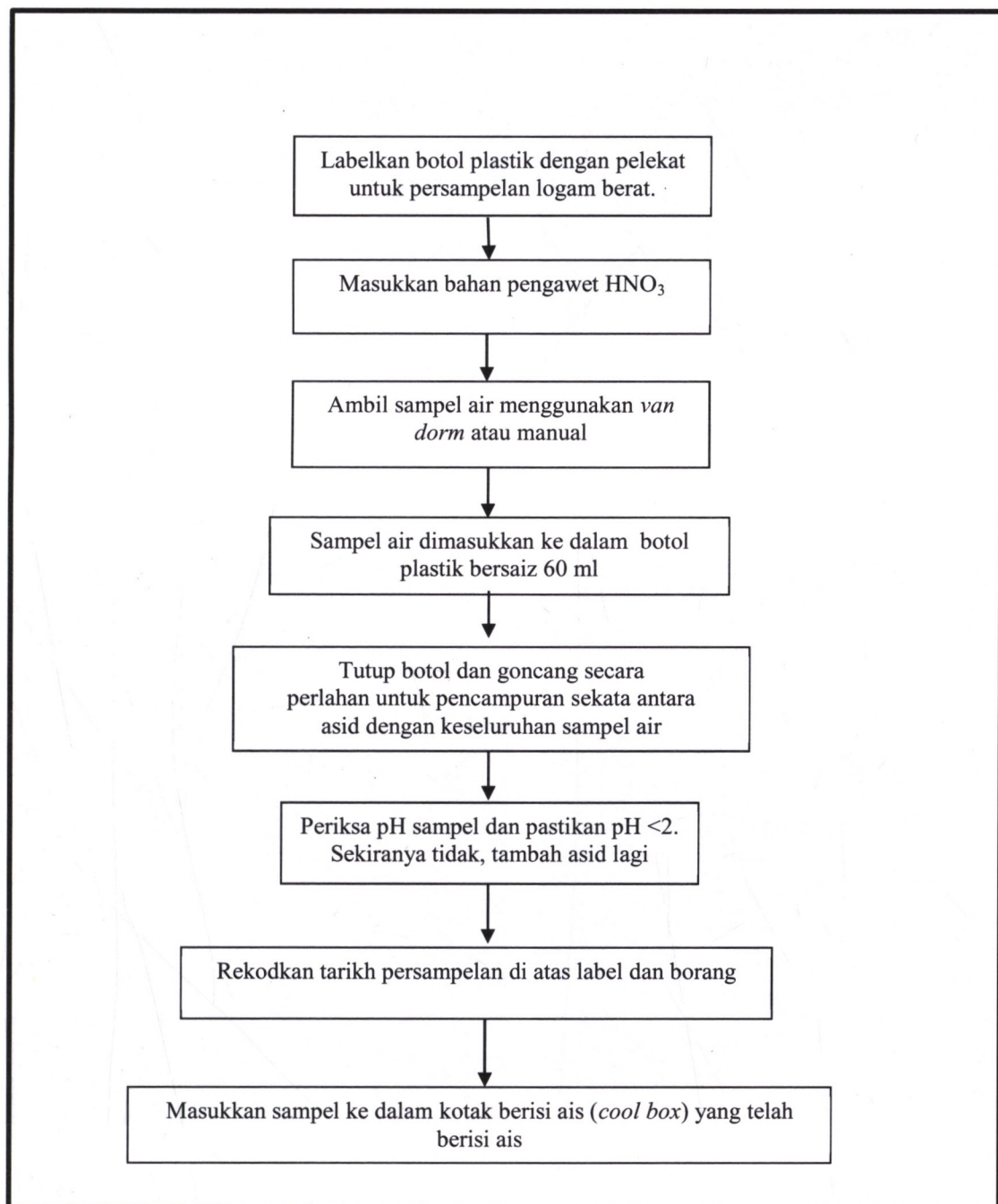
Jadual 3.2 Protokol Pengendalian Sampel Air

Parameter	Botol Persampelan	Pengawetan	Tempoh (<i> Holding Time </i>)
Logam Berat	Botol plastik 50 ml	Tambah (1 + 1) pH <2 dengan HNO ₃ Suhu pada 4 ± 2°C	6 bulan bagi bahan tidak merluap & 28 hari bagi bahan mudah merluap
Nitrat (NO ₃), Fosfat (PO ₄), Sulfat (SO ₄), Klorin (Cl), Keliatan, Jumlah Pepejal Terlarut (TDS)	Botol plastik 2 L	Suhu pada 4 ± 2°C	Keliatan — 6 bulan PO ₄ , NO ₃ — 48 jam SO ₄ , Cl — 28jam TDS — 7 hari
Bakteria (<i>Total Coliform</i> , <i>Feacal Coliform</i> , <i>E.coli</i>)	<i>Whirl pack</i> (120 ml)	Suhu < 10°C	24 jam

Sumber APHA,1999



Rajah 3.2 Lokasi persampelan kualiti air sungai



Rajah 3.3. Langkah persampelan air bagi penentuan parameter logam berat.



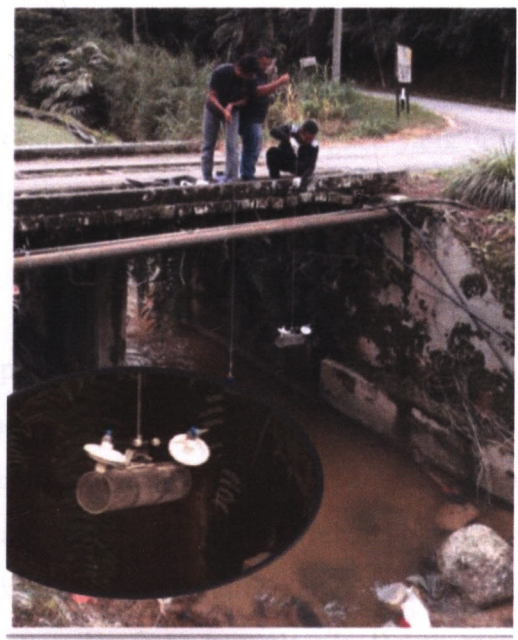
Botol persampelan



Pengukur halaju



Pengukur insitu multiparameter (pH, suhu, DO, kekeruhan, dan konduktiviti)



Bekas *van Dorm* bagi pengambilan sampel air dari atas jambatan

3.5.3 Kerja Makmal dan Analisis

Penentuan kepekatan logam berat dalam sampel air dianalisis menggunakan alat Spektroskopi Plasma Gandingan Aruhan (ICP-MS). Sampel-sampel air ditapis menggunakan kertas turas bersaiz 0.45 μm sebelum dianalisis menggunakan ICP-MS. Manakala, bagi penentuan Keperluan Oksigen Biokimia (BOD), Keperluan Oksigen Kimia (COD), Jumlah Pepejal Terampai (TSS), Nitrogen Ammonia (AN), Minyak dan Gris, dan kandungan bakteria koliform dianalisis oleh pihak konsesi Jabatan Alam Sekitar.

3.6 PERSAMPELAN DAN PENYEDIAAN SAMPEL SEDIMEN

3.6.1 Kaedah Kajian

Kaedah yang digunakan dalam kajian ini dikelaskan kepada 3 peringkat yang terdiri daripada pengambilan sampel sedimen di lapangan, analisis makmal dan analisis data.

3.6.2 Persampelan Sedimen

Sampel sedimen empangan diperolehi dari tapak pelupusan yang berada kira-kira satu kilometer dari Tasik Ringlet. Tiga sampel bahan korekan tasik yang baru dihantar ke tapak pelupusan sedimen telah diambil untuk dianalisis kandungan logam berat dan tahap ketoksikannya. Persampelan sedimen dijalankan dengan mengambil secara rawak kira-kira 1kg berat sisa sedimen dibahagian permukaan atas (0-10 cm). Sampel sisa sedimen tersebut dimasukkan ke dalam botol kaca 1 Liter dan juga beg plastik. Bekas sampel dilabelkan mengikut lokasi masing-masing untuk analisis makmal. Keadaan lokasi persampelan adalah seperti di Rajah 3.5.



Rajah 3.5 Lokasi persampelan sedimen ditapak pembuangan sisa korekan tasik.

3.6.3 Penyediaan Sampel

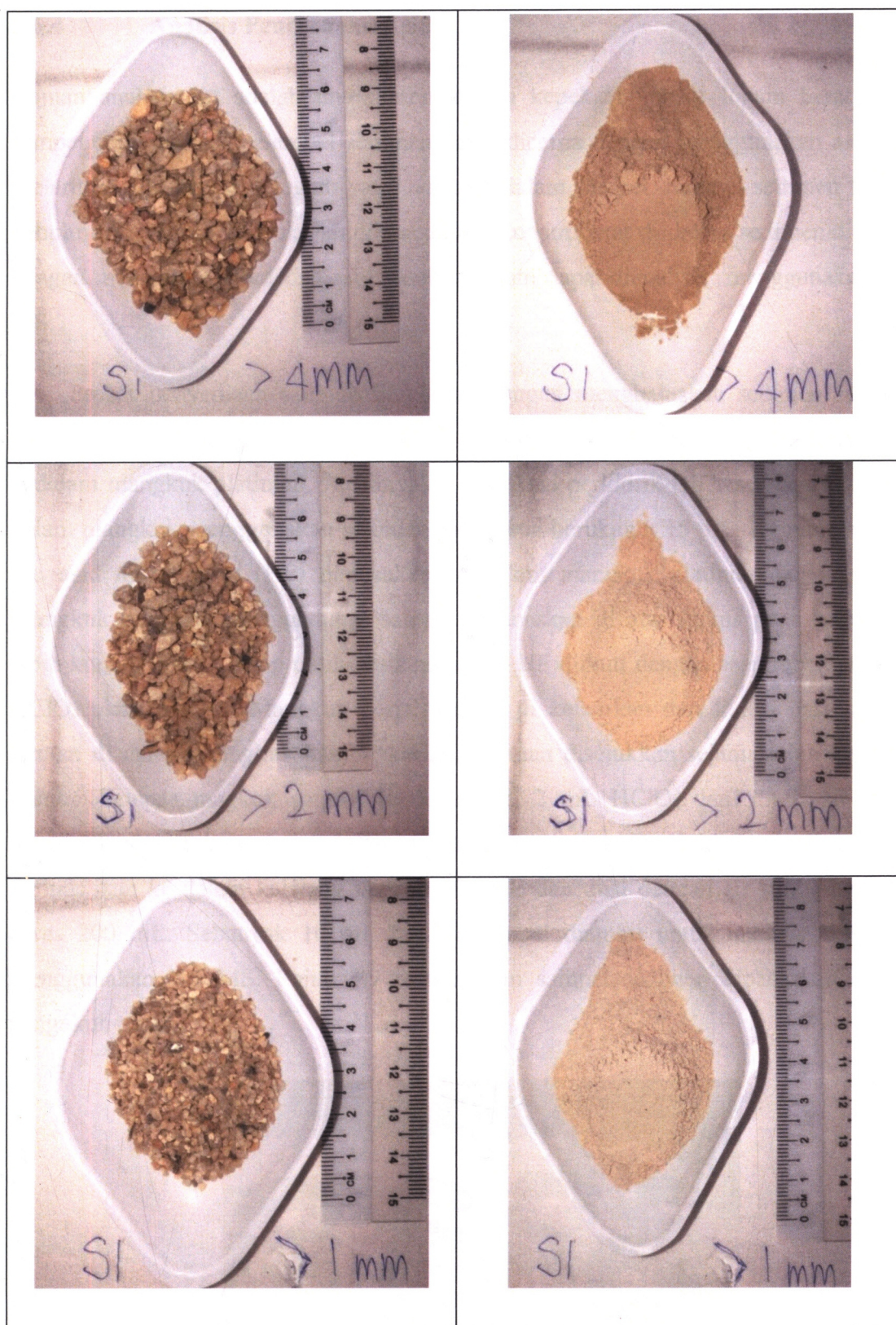
Analisis makmal merangkumi proses penyediaan sampel dimana semua sampel sisa sedimen dikeringkan pada suhu bilik. Semasa proses pengeringan, gumpalan sampel sisa sedimen dipecahkan kepada bahagian yang lebih kecil untuk mempercepatkan proses pengeringan. Sebanyak 500 g sisa sedimen yang sudah dikeringkan bagi setiap lokasi diambil dan diayak dengan menggunakan pengayak bersaiz 4 mm, 2 mm, 1 mm, 0.5 mm, 0.25 mm, 0.125 mm dan 0.063 mm. Rajah 3.6. menunjukkan mesin pengayak automatik yang digunakan. Sampel sedimen kemudian ditumbuk halus dengan menggunakan penumbuk lesung sebelum analisis kandungan kimia sedimen dijalankan. Rajah 3.7 menunjukkan penumbuk lesung yang digunakan. Rajah 3.8 menunjukkan sampel sedimen sebelum dan selepas ditumbuk halus.



Rajah 3.6 Mesin pengayak sampel sedimen



Rajah 3.7 Penumbuk lesung untuk hancurkan sampel sedimen



Rajah 3.8 Sampel-sampel sedimen sebelum dan selepas ditumbuk halus

3.6.4 Analisis Pencernaan Asid

Tujuan analisis ini adalah untuk menentukan kepekatan unsur logam berat dalam sampel sedimen tasik. Sampel sedimen perlu dicerna dengan menggunakan asid bagi melarutkan unsur-unsur logam yang terdapat dalam sampel. Sampel sedimen terlebih dahulu dikeringkan, diayak dan dihancurkan. Logam berat di dalam sedimen diekstrak dengan menggunakan kaedah asid basah sebelum dapat dianalisis menggunakan ICP-MS.

Proses penyediaan sampel dimulakan dengan menghaluskan sedimen sehingga terbentuk serbuk halus. Sebanyak 0.103 g (± 0.001) sampel ditimbang dan dimasukkan kedalam mangkuk platinum. Sebanyak 4 mL Asid perklorik (HClO_4) dimasukkan ke dalam mangkuk menggunakan selinder polietilena berukuran 15 mL. Kemudian 10-15 mL asid hidrofleurik (HF) dimasukkan kedalam mangkuk platinum berisi sampel. Mangkuk platinum mengandungi sampel dipanaskan di atas kukus pasir pada suhu lebih kurang 200°C . Asap putih nipis peruapan HF diikuti dengan asap tebal peruapan HClO_4 akan terhasil. Mangkuk berisi sampel di dikeluarkan dari kukus pasir apabila larutan di dalam mangkuk hampir kering. Larutan disejukkan selama lebih kurang 5 minit. Selepas mangkuk sampel telah sejuk, 2 mL HClO_4 dan 15 mL air suling dimasukkan ke dalam mangkuk dan dipanaskan sebentar (5 minit). Kemudian larutan dipindahkan ke dalam kelalang isipadu 200 mL dan diisi dengan air suling sehingga paras 200 mL. Sebanyak 10 mL larutan sampel diambil untuk analisis kepekatan menggunakan ICP-MS. Rajah 3.9 menunjukkan sampel sedimen dipanaskan di atas pengukuh pasir.



Rajah 3.9 Sampel sedimen dipanaskan di atas pengukuh pasir.

3.6.5 Prosedur Pencirian Ketoksikan secara Larut Resap (TCLP)

Prosedur Pencirian Ketoksikan secara Larut Resap (*Toxicity Characteristic Leaching Procedure*, TCLP). Analisis ini dijalankan untuk menilai ketoksikan bahan pencemar terhadap alam sekitar. Sampel terlebih dahulu disediakan dengan keadaan melampau dengan pH yang lebih rendah daripada air biasa dengan menggunakan asid organik (asid asetik). Cecair perahan untuk TCLP adalah satu penyelesaian yang agresif yang boleh melepaskan unsur-unsur dari semua jenis sedimen dengan memberi kesan tenaga ikatan antara unsur-unsur dan zarah tanah, terutamanya oksida dan bahagian-bahagian sisa. Oleh itu, TCLP memberikan idea tentang kekuatan atau kelemahan ikatan kimia dan tenaga yang diperlukan untuk menanggalkan unsur-unsur dari pecahan tanah (APHA 1992).

Prosedur TCLP memerlukan pengekstrakan larut lesap berasid yang disediakan berdasarkan kealkalian sampel. Sampel yang mempunyai pH melebihi 5, cecair ekstraksi 1 digunakan. Cecair pengekstrakan 1 terdiri daripada gabungan 5.7 ml asid glasier asetik, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OOH}$, dan 64.3 mL 1N NaOH dicairkan dalam 1 L air. Ia disesuaikan pada pH 4.93. Jika tidak, cecair pengekstrakan 2 digunakan iaitu terdiri daripada 5.7 ml asid asetik glasier, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OOH}$, dicairkan dalam 1 L air. Bacaan pH cecair ini perlu disesuaikan sehingga 2.88.

Analisis TCLP dijalankan terhadap 3 sampel sedimen yang telah dibuat pengeringan udara. Sampel kemudian ditumbuk halus sehingga melepasi pengayakan 2 mm. Sebanyak 5.0 g setiap satu sampel telah ditimbang dan dipindahkan ke dalam bikar 500 mL. Sebanyak 96.5 mL air suling dimasukkan ke dalam bikar dan pH dicatatkan. Semua sampel yang diuji menunjukkan pH yang lebih besar daripada 5, sampel ditambah dengan 3.5 mL 1 N HCl dan dipanaskan sehingga 50°C. Semua bacaan pH larutan diambil selepas bikar menyejuk adalah kurang daripada 5. Oleh itu cecair pengekstrak 1 telah dipilih untuk digunakan dalam analisis ini.

Sebanyak 45 g sampel sedimen ditimbang dan dimasukkan ke dalam botol pengekstrak 1 L dan diikuti dengan 900 mL cecair pengekstrakan. Botol pengekstrak digoncang menggunakan penggoncang mekanikal untuk 18-24 jam dengan kelajuan 25 ± 2 rpm. Pada akhir tempoh pengekstrakan, cecair dalam setiap tiub dipisahkan dari fasa

pepejal menggunakan vakum penapisan melalui 45 mikron Penapis Selulosa Nitrat Membran (Cellulose Nitrate Membrane Filters). Larutan akhir kemudiannya dianalisis untuk penentuan unsur logam berat yang terkandung di dalamnya dengan menggunakan ICP-MS.

3.7 PENAFSIRAN DATA

Pada tahap ini, semua data yang telah dianalisis dan dikumpulkan akan diproses untuk tujuan pentafsiran. Semua data dan maklumat yang diperolehi melalui kajian kepustakaan, kerja lapangan, kerja makmal akan direkod dan diproses menggunakan perisian komputer seperti excel dan SPSS. Data yang dikumpul akan dijadualkan dan dianalisis menggunakan perisian *Statistical Package For Social Science* (SPSS). Maklumat akan dibentangkan dalam bentuk julat, min aritmetik, sisihan piawai dan 95% selang keyakinan. Penentuan faktor-faktor yang mempunyai kadar pengesanan yang lebih tinggi dan kesan yang lebih besar, korelasi antara kandungan logam berat dalam sampel air dan sedimen akan dianalisis dan dibandingkan untuk menilai perkaitannya. Analisis data-data yang diperolehi daripada kajian ini dilakukan menggunakan diskriptif statistik.

3.8 PENULISAN DAN PENYERAHAN TESIS

Maklumat yang telah dikumpul dan ditafsirkan akan dipersembahkan dalam bentuk penulisan tesis. Penulisan tesis yang disediakan mengandungi bab-bab seperti pengenalan, kajian kepustakaan, kaedah kajian, perbincangan dan kesimpulan yang merangkumi semua kajian bermula dari objektif kajian dijalankan sehingga kepada hasil dan kesimpulan dari hasil kajian.

3.9 LANGKAH BERJAGA-JAGA

Bagi mendapatkan data yang berkualiti dan mengelak berlakunya kemalangan kecil semasa menjalankan kajian, langkah-langkah keselamatan perlu diberi perhatian termasuklah keselamatan di lapangan dan di makmal. Segala prosedur dan tatacara persampelan dan analisis di makmal perlu sentiasa dipatuhi.

Semua botol-botol sampel, dan peralatan pengukuran yang digunakan dibilas terlebih dahulu dengan menggunakan air suling dan air sampel bagi memastikan ianya bebas dari kekotoran pencemar. Alat-alat pengukuran seperti pH dan kekonduksian telah ditentukan sebelum kerja-kerja persampelan dijalankan.

Mangkuk platinum perlu dibersihkan terlebih dahulu dengan memanaskan mangkuk yang diisi dengan garam potassium piro-sulfat ($K_2S_2O_4$) sehingga cair dan diratakan keseluruh bahagian dalam mangkuk. Setelah disejukan, bahagian dalam mangkuk digosok dengan rod kaca bersalut getah dan dibasuh menggunakan air suling.

Kerja-kerja yang melibatkan penggunaan asid yang mudah meruap dijalankan dalam kebuk wasap dan memakai pakaian makmal serta penutup hidung terutamanya semasa mengendalikan HF semasa analisis pencernaan asid.

BAB IV

HASIL KAJIAN DAN PERBINCANGAN

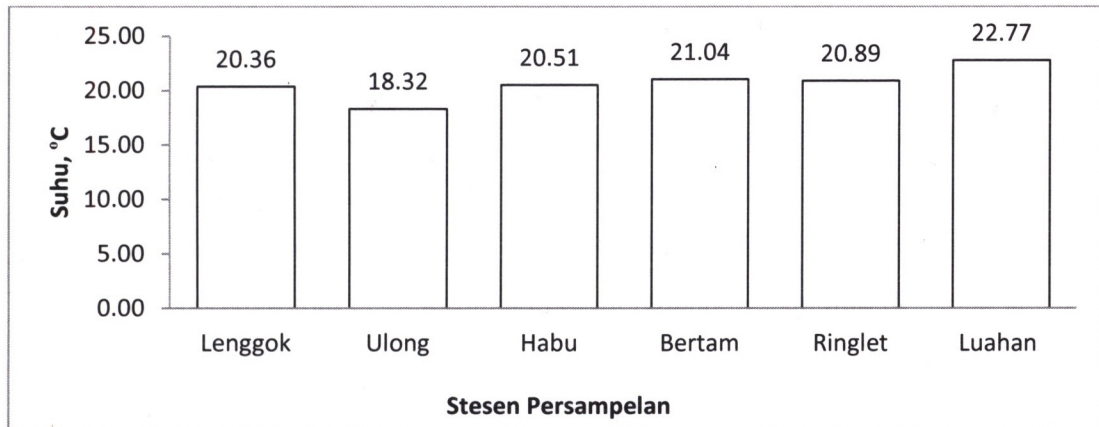
4.1 PENGENALAN

Bab ini membincangkan hasil kajian yang diperolehi daripada carian data sekunder, kerja lapangan dan keputusan analisis di makmal bagi sampel air sungai dan sampel buangan sedimen tasik yang telah diambil semasa kerja lapangan di Tasik Ringlet.

4.2 ANALISIS KUALITI AIR

4.2.1 Suhu

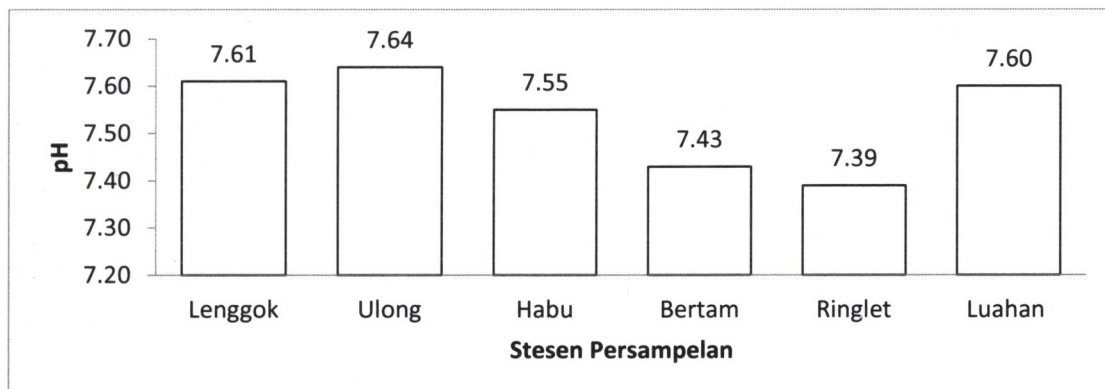
Rajah 4.1 menunjukkan nilai bacaan suhu bagi air sungai di stesen-stesen persampelan kualiti air di kawasan yang dikaji. Julat nilai suhu bagi sungai-sungai yang mengalir masuk dan keluar dari Tasik Ringlet adalah 20.51- 22.77 °C. Suhu air limpahan empangan dicatatkan lebih tinggi berbanding suhu aliran air masuk. Nilai purata suhu bagi stesen-stesen yang dikaji menunjukkan nilai sisihan piawai yang kecil iaitu ± 1.8 °C. Ini bermakna nilai suhu air tasik dan sungai sekitar mempunyai julat perbezaan yang kecil dan dipengaruhi oleh suhu persekitaran di Tanah Tinggi Cameron Highlands.



Rajah 4.1 Nilai suhu di dalam air sungai di stesen kajian

4.2.2 pH

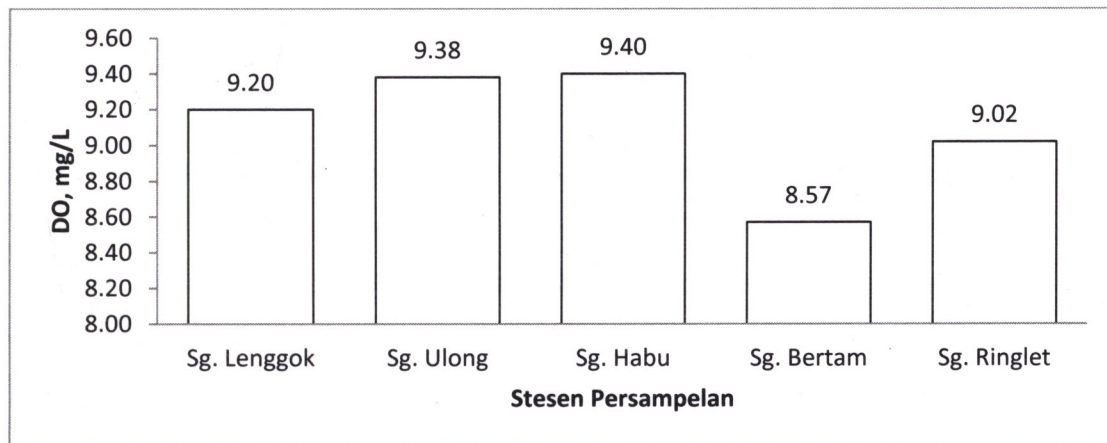
Rajah 4.2 menunjukkan nilai bacaan pH bagi stesen-stesen persampelan kualiti air di kawasan yang dikaji. Julat nilai pH bagi sungai-sungai yang mengalir masuk dan keluar dari Tasik Ringlet adalah 7.39- 7.64. Bacaan pH di stesen sungai Ringlet dan Sungai Bertam yang berada berhampiran tasik dicatatkan lebih rendah berbanding pH di stesen lain yang lebih jauh dari tasik. Nilai purata pH bagi stesen-stesen yang dikaji menunjukkan nilai sisihan piawai yang kecil iaitu ± 0.18 . Ini bermakna nilai pH air tasik dan sungai sekitarnya adalah masih dalam julat *Neutral*.



Rajah 4.2 Nilai pH di dalam air sungai di stesen kajian

4.2.3 Oksigen Terlarut (DO)

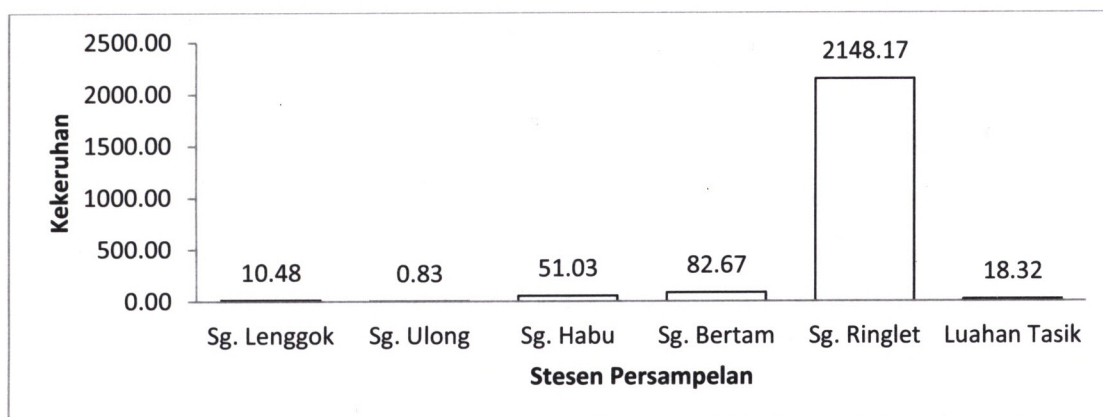
Rajah 4.3 menunjukkan nilai bacaan DO bagi stesen-stesen persampelan kualiti air di kawasan yang dikaji. Julat nilai DO bagi sungai-sungai yang mengalir masuk dan keluar dari Tasik Ringlet adalah 8.57 – 9.40. Bacaan DO di stesen sungai Bertam yang berada berhampiran tasik dicatatkan lebih rendah berbanding di stesen lain yang lebih jauh dari tasik. Keadaan ini mungkin disebabkan oleh aliran air di lokasi persampelan telah perlahan kerana telah bercantum dengan tasik.



Rajah 4.3 Nilai DO di dalam air sungai di stesen kajian

4.2.4 Kekeruhan

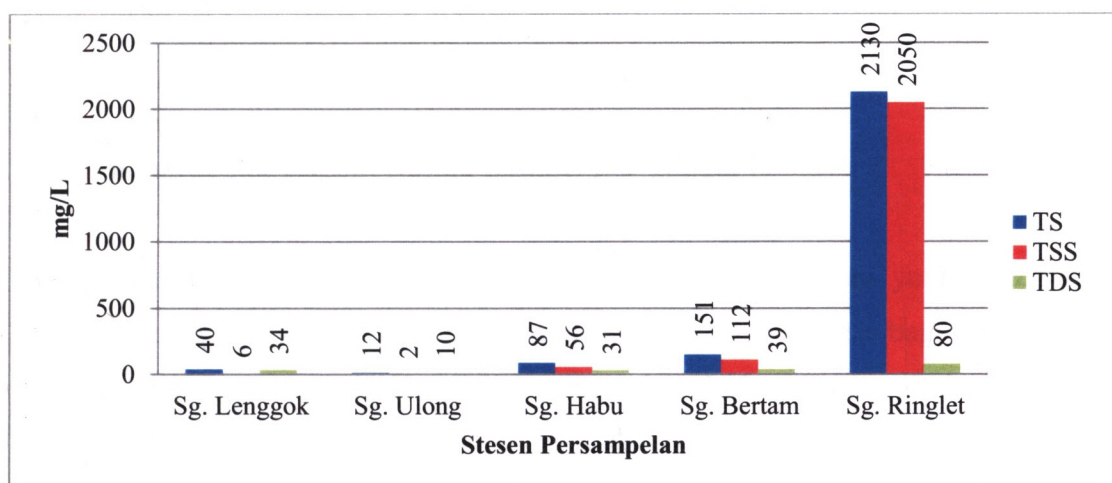
Rajah 4.4 menunjukkan nilai bacaan kekeruhan bagi stesen-stesen persampelan kualiti air di kawasan yang dikaji. Nilai bacaan kekeruhan di stesen sungai Ringlet dicatatkan lebih tinggi iaitu 2148.17 NTU berbanding di stesen lain. Pada hari persampelan stesen penceraap hujan JPS kawasan Cameron Highlands mencatatkan bacaan jumlah hujan 5.5 mm dan pada hari sebelumnya adalah 24 mm (JPS 2017).



Rajah 4.4 Nilai kekeruhan di dalam air sungai di stesen kajian

4.2.5 Pepejal Terlarut

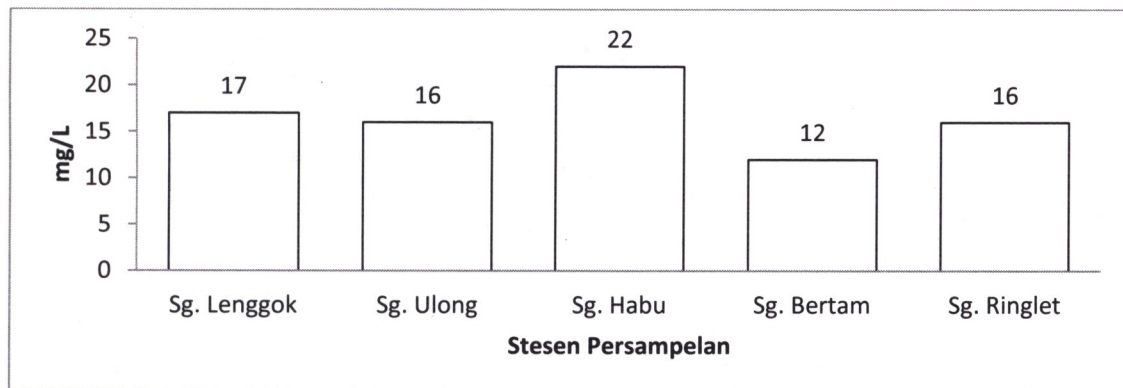
Rajah 4.5 menunjukkan nilai bacaan pepejal terlarut bagi stesen-stesen persampelan kualiti air di kawasan yang dikaji. Nilai bacaan pepejal terlarut di stesen sungai Ringlet dicatatkan lebih tinggi iaitu 80 mg/L berbanding di stesen lain. Nilai kepekatan yang tinggi tinggi juga direkodkan bagi parameter pepejal terampai (TSS). Bacaan tinggi dipengaruhi oleh partikel-partikel yang banyak dibawa oleh air larian permukaan semasa dan selepas hujan.



Rajah 4.5 Nilai pepejal terlarut di dalam air sungai di stesen kajian

4.2.6 Permintaan Oksigen Kimia (COD)

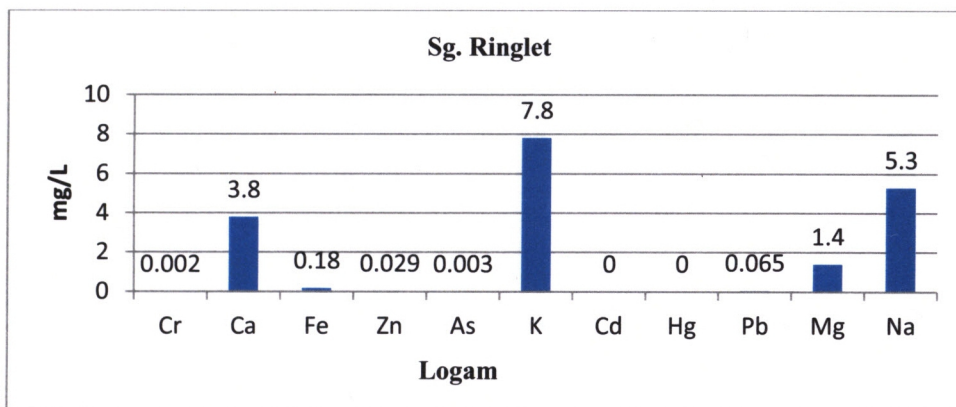
Rajah 4.6 menunjukkan nilai bacaan COD bagi stesen-stesen persampelan kualiti air di kawasan yang dikaji. Julat nilai COD bagi sungai-sungai yang mengalir masuk dan keluar dari Tasik Ringlet adalah 12-22 mg/L. Bacaan COD di stesen sungai lebih tinggi berbanding stesen-stesen lain. Terdapat ladang teh di bahagian hulu sungai Habu dan alirannya melalui kawasan yang menjalankan aktiviti pertanian seperti sayuran. Peningkatan COD ini mungkin disebabkan oleh sisa baja yang diangkut oleh air larian permukaan. Pemerhatian juga mendapati terdapat sampah yang bahagian gigi air sungai ini .



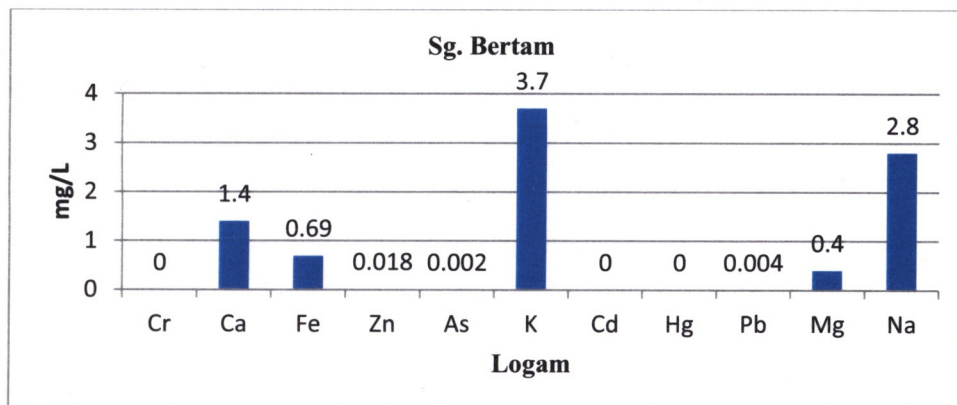
Rajah 4.6 Nilai COD di dalam air sungai di stesen kajian

4.2.7 Kandungan Logam Dalam Sampel Air Sungai

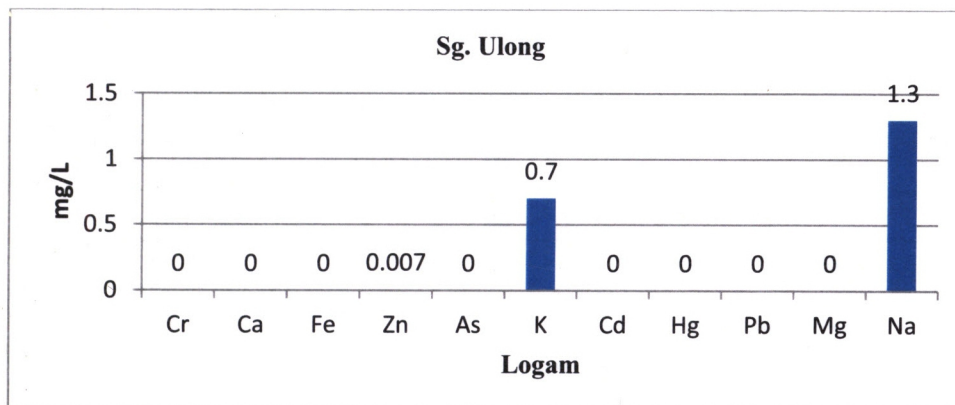
Berdasarkan analisis sampel air sungai mendapati antara logam yang mempunyai kepekatan tinggi adalah K, Na, Ca, Mg dan Fe. Keputusan analisis bagi stesen-stesen persampelan adalah seperti di Rajah 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, 4.11 dan 4.12. Keputusan makmal adalah seperti di Lampiran C.



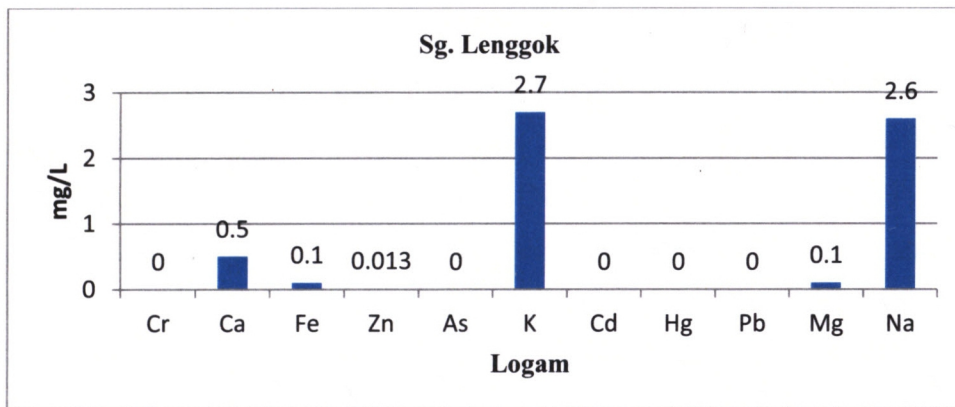
Rajah 4.7 Kepekatan kandungan logam dalam sampel air sungai Ringlet



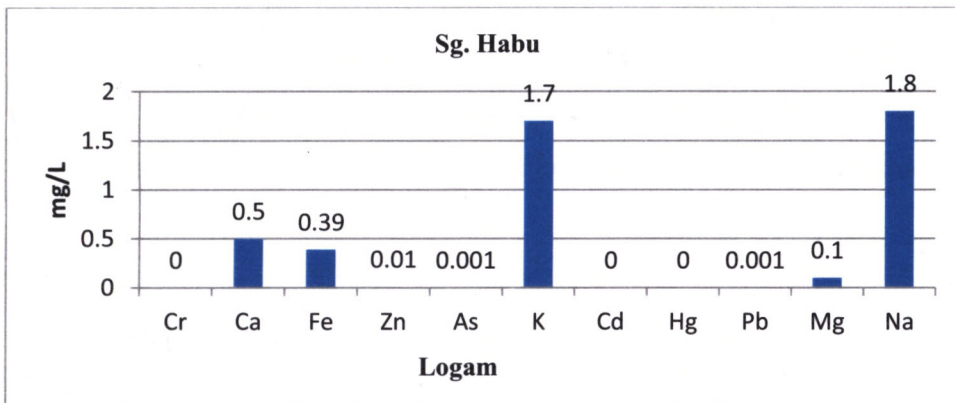
Rajah 4.8 Kepekatan kandungan logam dalam sampel air sungai Bertam



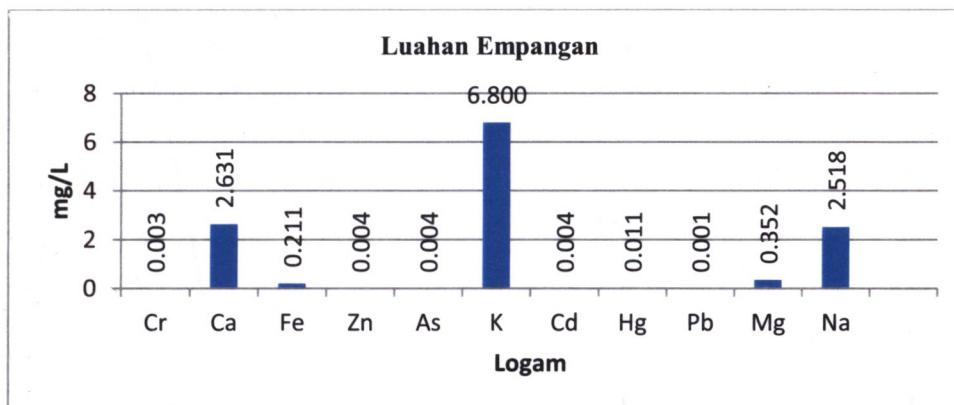
Rajah 4.9 Kepekatan kandungan logam dalam sampel air sungai Ulong



Rajah 4.10 Kepekatan kandungan logam dalam sampel air sungai Lenggok



Rajah 4.11 Kepekatan kandungan logam dalam sampel air sungai Habu



Rajah 4.12 Kepekatan kandungan logam dalam sampel air luahan empangan di sungai Bertam

Kandungan logam kalium dicatatkan lebih tinggi dalam semua sampel air sungai yang dikaji. Kepekatan kalium mungkin berpunca daripada kandungan tanah semulajadi atau juga berkemungkinan daripada penggunaan baja. Baja campuran sering mengandungi ammonium nitrat (NH_4NO_3), fosforus sebagai P_2O_5 , dan kalium sebagai K_2O . Logam tidak terurai dan terkumpul di dalam tanah di atas tahap toksik. Kandungan kalium yang berlebihan dalam tanah mengurangkan kandungan Vitamin C dan karotena dalam sayur-sayuran dan buah-buahan (Provoost 2008).

Sampel air sungai Ringlet mengandungi kepekatan Pb yang lebih tinggi iaitu 0.065 mg/L. Nilai ini mungkin dipengaruhi oleh aliran sungai Ringlet yang melalui pekan Ringlet dimana terdapat kawasan penempatan dan lot-lot kedai termasuk bengkel membaiki kenderaan. Merujuk kepada Piawai Kualiti Air Kebangsaan Malaysia, nilai Pb ini berada dalam kelas III iaitu untuk kegunaan pengairan pertanian.

4.2.8 Kualiti Air Memasuki Tasik Ringlet

Jadual 4.1 Keputusan Analisis Kualiti Air Memasuki Tasik Ringlet

Parameter	Sungai Ringlet	Sungai Bertam	Sungai Ulong	Sungai Lenggok	Sungai Habu
Jumlah Pepejal Terlarut, (TDS)	80	39	10	34	31
Jumlah Pepejal, (TS)	2130	151	12	40	87
Jumlah Pepejal Terampai, (TSS)	2050	112	2	6	56
Permintaan Oksigen Biokimia, BOD	4	4	4	6	7
Permintaan Oksigen Kimia, (COD)	16	12	16	17	22
Minyak & Gris, (O&G)	<1	<1	<1	<1	<1
Ammonia (N)	0.55	0.16	<0.01	0.02	0.03
Klorida, (Cl)	6	3	<1	2	2
Jumlah Sianida (Si)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Ammonia (NH_3)	0.66	0.19	<0.01	0.03	0.04
Nitrat (NO_3)	22.5	8.13	1.43	7.15	5.79
Fosfat (PO_4)	0.16	0.48	0.06	0.57	0.26
Kromium (Cr)	0.002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Kalsium (Ca)	3.8	1.4	<0.1	0.5	0.5
Ferum/ Besi (Fe)	0.18	0.69	<0.01	0.10	0.39

bersambung...

...sambungan

Parameter	Sungai Ringlet	Sungai Bertam	Sungai Ulong	Sungai Lenggok	Sungai Habu
Zink, (Zn)	0.029	0.018	0.007	0.013	0.010
Arsenik, (As)	0.003	0.002	<0.001	<0.001	0.001
Potasium (K)	7.8	3.7	0.7	2.7	1.7
Kadmium, (Cd)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Raksa, (Hg)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Plumbum, (Pb)	0.065	0.004	<0.001	<0.001	0.001
Magnesium, (Mg)	1.4	0.4	<0.1	0.1	0.1
Sodium, (Na)	5.3	2.8	1.3	2.6	1.8
Jumlah Koliform	90000	80000	21000	76000	62000
Jumlah <i>Escherichia coli</i>	4600	5500	2400	9000	7000

4.2.9 Status Kualiti Air Sungai

Hasil kajian menunjukkan kualiti air sungai yang memasuki Tasik Ringlet berstatus bersih dan sederhana tercemar. Sungai Bertam, Ulong, Lenggok dan Habu berstatus bersih kelas II iaitu masih sesuai untuk spesies hidupan air yang sensitif, rekreasi dan rawatan air secara konvensional. Manakala Sungai Ringlet berstatus sederhana tercemar dalam kelas III yang mana masih sesuai untuk haiwan ternakan dan rawatan air. Merujuk kepada Laporan Kualiti Alam Sekeliling tahun 2016 yang dikeluarkan oleh Jabatan Alam Sekitar Malaysia (JAS), sungai-sungai di Daerah Cameron Highlands dikategorikan sebagai bersih iaitu berada di dalam Kelas II.

Jadual 4.2. Status Kualiti Air Memasuki Tasik Ringlet pada 24 November 2017

Parameter	Sungai Ringlet	Sungai Bertam	Sungai Ulong	Sungai Lenggok	Sungai Habu
DOsat	100.90	96.20	99.7	101.9	104.50
pH	7.39	7.43	7.64	7.61	7.55
BOD	4	4	4	6	7
COD	16	12	16	17	22
NH ₃ -N	0.55	0.16	<0.01	0.02	0.03
SS	2050	112	2	6	56
IKA	71	85	92	90	85
Status	Sederhana Tercemar	Bersih	Bersih	Bersih	Bersih
Kelas	III	II	II	II	II

4.3 ANALISIS SISA SEDIMEN

4.3.1 Analisis Taburan Saiz Partikel

Tujuan utama analisis ini dibuat adalah untuk mengetahui peratusan kelikir, pasir, lodak, dan lempung yang terkandung di dalam tanah. Analisis ini juga dilakukan untuk penamaan sampel berdasarkan data peratusan saiz butiran tersebut. Jadual 4.3 menunjukkan hasil analisis saiz butiran untuk ketiga-tiga sampel sedimen.

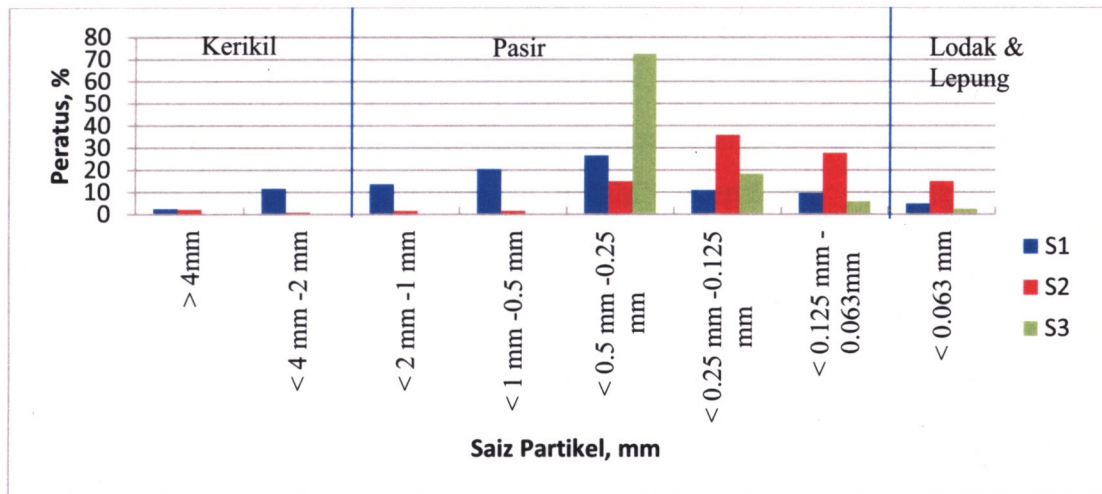
Jadual 4.3 Taburan Saiz Partikel

Jenis Partikel	Saiz Partikel	S1	S2	S3
		Berat (g)	Berat (g)	Berat (g)
Kelikir	> 4mm	12.4	10.85	0.31
Kelikir	< 4 mm -2 mm	57.99	4.8	1.05
Pasir (Sangat Kasar)	< 2 mm -1 mm	68.12	8.42	1.52
Pasir (Kasar)	< 1 mm -0.5 mm	102.46	8.39	1.56
Pasir (Sederhana)	< 0.5 mm -0.25 mm	132.83	74.77	362.7
Pasir (Halus)	< 0.25 mm -0.125 mm	54.63	179.32	91.39
Pasir (Sangat Halus)	< 0.125 mm -0.063mm	47.07	138.79	29.15
Lodak & Lempung	< 0.063 mm	24.5	74.66	12.32

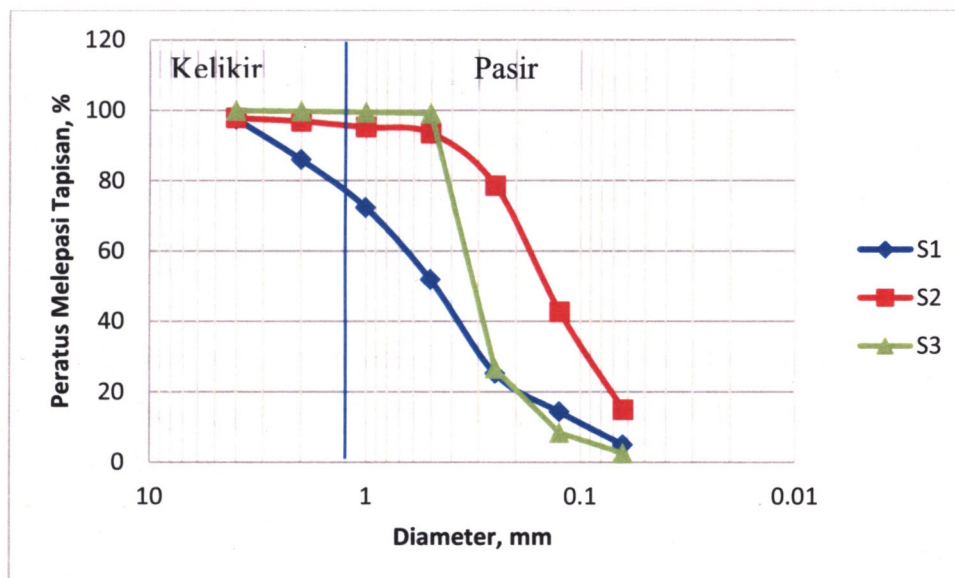
Pasir mewakili saiz butiran yang paling tinggi iaitu berjulat antara 81% sehingga 97%. Sampel S1 mempunyai butiran bersaiz lebih kasar berbanding sampel S2 dan S3. Butiran bersaiz lempung bagi S1 hanya 5% sahaja. S3 mempunyai butiran yang bersaiz sederhana dan lebih halus. Jadual 4.3 dan Rajah 4.3 menunjukkan hasil analisis saiz butiran untuk ketiga-tiga sampel sedimen.

Jadual 4.4 Peratus saiz partikel sampel sedimen

Sampel	S1	S2	S3
Kerikil (%)	14.08	3.13	0.27
Pasir (%)	81.02	81.94	97.26
Lodak & Lempung (%)	4.90	14.93	2.46



Rajah 4.13 Taburan saiz partikel mengikut peratus



Rajah 4.14 Saiz partikel sampel sedimen

Butiran pasir yang tinggi menjelaskan bahawa tanah di kawasan Cameron Highlands didominasi oleh mineral kuarza yang merupakan mineral yang paling tahan yang akhirnya membentuk butiran pasir apabila mengalami proses luluh hawa. Menurut Todo et. al., (1989), tanah granit di Semenanjung Malaysia didominasi dengan butiran bersaiz pasir. Aminaton et. al., (2004) pula menyatakan bahawa tanah granit di Semenanjung Malaysia ini terdiri daripada pasir berlodak atau berlempung dengan keplastikan tinggi hingga rendah.

4.3.2 Analisis Pencernaan Asid (*Asid Digestion*)

Unsur kimia di dalam sedimen diekstrak dengan menggunakan kaedah asid basah sebelum dan dianalisis menggunakan ICP-MS. Kepekatan yang diperolehi dari cerapan ICP-MS telah dibuat pengiraan terlebih dahulu bagi mendapatkan nilai sebenar kandungan logam berat di dalam sampel. Formula yang digunakan adalah seperti berikut:

$$\text{Kepekatan sebenar (mg/Kg)} = \frac{\text{Nilai serapan (mg/L)} \times \text{faktor pencairan} \times \text{Isipadu larutan (L)}}{\text{Berat Sampel (kg)}}$$

Berat sampel yang digunakan dalam kajian ini adalah 0.103(±0.001)g, isipadu larutan adalah 200ml dan tanpa pencairan. Nilai bacaan sebenar yang diperolehi adalah seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 4.5. Rujukan julat kepekatan logam semulajadi yang terdapat di dalam tanah adalah seperti di Lampiran D.

Jadual 4.5 juga menunjukkan tertib kehadiran logam berat dalam sampel sedimen. Secara puratanya, tertib kehadiran logam di Stesen 1,2 dan 3 adalah hampir sama bagi setiap jenis saiz partikel.

Jadual 4.5 Keputusan analisi kandungan logam berat dalam mendakan

Lebel	S1a	S1d	S1h	S2d	S2h	S3h	S3	Garis panduan
Kategori Partikel	Kerikil	Pasir	Lodak	Pasir)	Lodak	Lodak	Campuran	Nilai Maksimum
Parameter	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Al	20,061.89	20,513.47	83,175.21	34,031.07	59,166.18	38,767.73	92,345.01	53,900.00
K	18,467.49	17,951.68	20,765.13	17,968.29	29,554.57	19,257.80	20,935.84	4.10
Fe	12,930.22	8,221.12	23,753.30	14,105.23	23,159.14	26,587.06	27,364.18	44,500.00
Mg	2,678.04	1,655.17	2,538.81	2,303.84	2,348.23	2,235.90	2,999.54	507.20
Na	1,995.44	1,983.89	2,166.65	2,218.87	2,208.84	1,701.93	1,240.59	NA
Ca	233.62	425.59	738.25	696.90	600.70	7,587.74	737.29	NA
Mn	198.68	179.12	308.52	269.64	323.97	362.37	465.31	3.99
Ba	217.49	174.91	239.45	191.88	220.18	364.65	242.77	21.00
Zn	161.65	142.5	325.41	252.47	187.58	317.20	192.12	54.30
Cr	181.19	234.84	189.18	104.49	49.61	119.66	49.85	14.40
Ni	92.51	85.63	120.96	90.94	25.08	115.00	28.03	28.90
As	47.25	61.97	74.83	70.23	78.50	102.71	90.58	43.00
Cu	64.59	16.03	33.1	26.85	21.59	84.97	31.73	19.8
Pb	17.29	25.71	53.53	35.72	55.84	214.80	55.88	36.00
Be	1.86	1.93	4.98	2.75	5.11	5.22	5.32	NA
Cd	0.46	0.40	0.69	0.38	0.47	29.17	1.02	0.09
Mo	1.49	3.45	3.54	2.12	1.3	3.07	0.93	NA
Sb	0.40	0.42	0.49	3.60	4.64	6.49	5.51	NA

Secara keseluruhannya, kepekatan Al, Fe, dan K dalam sampel sedimen tasik menunjukkan kepekatan yang tinggi berbanding dengan unsur logam lain. Punca kandungan Al, Fe dan K yang tinggi di kawasan kajian mungkin berpunca daripada batuan induknya. Fe merupakan unsur logam yang kedua paling banyak wujud dalam kerak bumi (Liptrot 1980).

Kepekatan logam boleh disebabkan oleh fenomena yang berlaku semulajadi, kepekatan logam perlu dinilai dengan teliti untuk menentukan sama ada kepekatan yang dikesan secara semula jadi atau daripada sumber antropogenik. Kepekatan latar belakang semulajadi logam boleh dinilai melalui menyemak semula maklumat sebelumnya mengenai kepekatan logam latar belakang dan geokimia pembentukan geologi tapak dan pengumpulan sampel latar belakang untuk pengesahan. Sekiranya konsentrasi logam semula jadi yang ada lebih tinggi daripada SSL, adalah menjadi tanggungjawab pihak yang bertanggungjawab untuk menentukan asas tersebut (JAS 2009).

4.3.3 Analisis Pencirian Ketoksikan Secara Larut Resap (TCLP)

Kepekatan yang diperolehi dari cerapan ICP-MS perlu dibuat pengiraan bagi mendapatkan nilai sebenar kandungan logam berat yang terlarut. Formula yang digunakan adalah seperti berikut (Uwah 2012):

$$\text{Kepekatan sebenar (mg/Kg)} = \frac{\text{Nilai serapan (mg/L)} \times \text{Isipadu larutan (L)}}{\text{Berat Sampel (kg)}}$$

Ispadu yang digunakan dalam kajian ini adalah 500 mL dan berat sampel yang digunakan adalah 45 g. Daripada keputusan makmal kepekatan sebenar logam berat dalam sampel adalah seperti di dalam Jadual 4.6.

Jadual 4.6 Keputusan analisis TCLP bagi sedimen Tasik Ringlet

	S1 mg/Kg	S2 mg/Kg	S3 mg/Kg	TCLP (nilai ambang)
Ag	0.020	1.344	0.250	-
As	0.032	0.252	0.040	5.000
Ba	0.008	0.044	0.100	100.000
Be	0.132	1.886	0.708	-
Cd	0.044	0.056	0.160	-
Cr	0.032	0.202	0.016	5.000
Cu	0.078	0.010	0.050	-
Hg	0.374	0.058	0.204	0.200
Mn	0.034	0.032	0.250	-
Mo	0.090	0.032	0.122	-
Ni	0.010	0.030	0.076	-
Pb	0.018	0.012	0.032	5.000
Se	15.580	0.304	0.540	1.000
Zn	0.092	0.126	0.006	-
Sb	0.082	0.092	0.328	-

Sumber: *Ducth Standard*

Daripada analisis TCLP didapati sampel sedimen Tasik Ringlet mengandungi logam berat yang rendah dalam proses resapan dan di bawah kepekatan maksimum TCLP kecuali bagi logam Hg. Tembaga (Cu), raksa (Hg), kadmium (Cd), plumbum (Pb), nikel (Ni), dan arsenik (As) adalah unsur-unsur yang akan terkumpul di dalam tanah dari sisa kumbahan, sisa industri atau pembersihan lombong. Beberapa racun kulat yang mengandungi Cu dan Hg juga menambah pencemaran tanah. Asap dari kereta mengandungi Pb yang terserap oleh zarah tanah dan menjadi toksik kepada tumbuhan. Ketoksikan boleh diminimumkan dengan menambah baik bahan organik tanah, menambah kapur pada tanah dan menjaga kealkalian tanah (Van 1996).

4.4 CADANGAN

Endapan atau sedimen akan berterusan menjadi isu di Tasik Ringlet sekiranya tiada perancangan khusus dibuat dan diambil tindakan susulan. Alternatif kepada pelupusan sisa korekan sedimen juga perlu dikenalpasti bagi mengelak timbulnya isu pencemaran dan masalah mencari tapak pelupusan baru apabila tapak sedia ada penuh. Langkah perawatan (*remediation*) tapak pelupusan perlu dititikberatkan bagi mengelak bahan pencemar terutamanya logam berat yang ada dan terkumpul dalam sedimen tidak mendatangkan kemudaratan kepada manusia atau alam sekitar.

Selain daripada peningkatan penguatkuasaan dan kawalan kerja tanah di kawasan tersebut, beberapa cadangan lain juga perlu dikenalpasti sebagai alternatif seperti penggunaan sedimen tasik dalam industri pembuatan tembikar dan simen. Tanah liat (*lodak*) yang wujud dalam sedimen tasik boleh digunakan sebagai bahan mentah untuk industri tembikar.

BAB V

KESIMPULAN

Bab ini akan memuatkan kesimpulan mengenai semua analisis dan juga hasil kajian bagi penentuan kandungan logam dalam sedimen Tasik Ringlet. Secara keseluruhan, keputusan analisis kualiti air sungai di lapangan mendapati terdapat nilai kekeruhan dan pepejal terapai adalah tinggi disebabkan hujan yang lebat di kawasan kajian pada hari sebelumnya dan juga pada hari persampelan. Peningkatan kandungan pepejal dalam aliran sungai akan mempercepatkan proses pemendakan tasik ini. Sungai Ringlet adalah sungai utama yang menunjukkan kandungan pepejal terapai yang tinggi iaitu 2050 mg/L pada hari persampelan.

Analisis unsur kimia dalam sampel air menunjukkan terdapat unsur logam yang dibawa oleh aliran sungai dari hulu ke dalam kawasan tasik. Kesemua stesen didapati mempunyai kandungan logam kalium dan natrium yang tinggi ini mungkin disebabkan oleh unsur semulajadi tanah dikawasan kajian atau mungkin disebabkan penggunaan baja kimia di kawasan pertanian. Kepekatan kalium di sungai-sungai yang dikaji berada dalam julat 0.7-7.8 mg/L dan kepekatan natrium dalam julat 1.3-5.5 mg/L.

Secara keseluruhannya, analisis kandungan logam dalam sedimen yang dibuang di tapak pelupusan sedimen mendapati kepekatan Al, Fe, dan K lebih tinggi berbanding dengan logam lain. Kandungan Al dalam semua sampel adalah tinggi terutama sampel dalam saiz lodak (83,175.21 mg/kg). Unsur ferum juga lebih tinggi dalam sampel bersaiz lodak (26,587.06 mg/kg). Nilai kepekatan logam ferum masih dalam julat tanah semulajadi. Manakala logam Mg (2,999.54 mg/kg) didapati melebihi paras nilai

garispanduan (507.20 mg/kg). Dalam sampel yang dikaji, sampel lodak yang mempunyai jumlah luas permukaan yang lebih besar, didapati mengandungi unsur logam berat yang lebih tinggi berbanding pasir dan kerikil.

Keputusan Analisis TCLP mendapati sampel sedimen Tasik Ringlet mengandungi logam berat yang rendah dalam proses resapan dan di bawah kepekatan maksimum TCLP kecuali bagi logam Hg (0.37 mg/L).

RUJUKAN

- American Public Health Association (APHA) 1992. Method 1311: Toxicity Characteristic Leaching Procedure, Washington, Dc.
- American Public Health Association (APHA) 1998. Standard Method For Examination Of Wastewater, 20th Ed, Washington, Dc.
- Aminaton Marto, Safiah Yusmah Mohd Yusoff. 2017. Major Soil Type, Soil Classification, and Soil Maps. Soils of Malaysia. *CRC Press*. Chapter 4.
- Belluck, D.A., Benjamin, S.L., Baveye, P., Sampson, J., Johnson, B. 2003. Widespread arsenic contamination of soils in residential areas and public spaces: an emerging regulatory or medical crisis? *International Journal of Toxicology* 22: 109-128.
- Bryan, G.W. dan Langston, W.J. 1992. Bioavailability, accumulation and effects of heavy metals in sediments with special reference to United Kingdom estuaries: a review *Environmental Pollution*. Volume 76, Issue 2, , Pages 89-131 [https://doi.org/10.1016/0269-7491\(92\)90099-V](https://doi.org/10.1016/0269-7491(92)90099-V) [07/06/2018]
- Ditoro D. M., Mahony J. D., Hansen D. J., Scott K. J., Carlson A. R., dan Ankley G. T., 1992. "Acid volatile sulfide predicts the acute toxicity of cadmium and nickel in sediments," *Environmental Science and Technology*, vol. 26, no. 1, pp. 96–101.
- Dutch Target. 2000. Intervention values and target values - soil quality standards (online)https://www.esdat.net/Environmental%20Standards/Dutch/annexS_I2000Dutch%20Environmental%20Standards.pdf [07/06/2018]
- Gani, N.A., Shamsuddin, M.S., Koo, W.K., Masri, M.N., Sulaiman, M.A. 2015. Chemical Composition of Clays for Pottery in Malaysia: A Review. *Journal of Tropical and Sustainable Science*. hlm 144-153.
- Ghazali A R, Razak N E A, Othman M S, Othman H, Ishak I, Lubis S H, Mohammad N, Hamid Z A, Harun Z, Kamarulzaman F and Abdullah R 2012 Study of Heavy Metal Levels among Farmers of Muda Agricultural Development Authority, Malaysia *Journal of Environmental and Public Health* 2012.
- Haron S. H. 2016. Time Series Analysis of Heavy Metal Concentrations along the Watershed Gradient in Cameron Highlands: Geospatial Approaches. *International Conference on Advances in Renewable Energy and Technologies (ICARET 2016)* IOP Publishing. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 32 (2016) 012064

- Haron, S H and Ismail B S 2015. Comparison pesticide residue levels in the surface of Bertam River in Cameron Highlands, Pahang AIP Conference Proceedings 2015 020015
- Haron S. H., Ismail B. S., Mispan M. R., Rahman N. F. A., Khalid K. dan Mohd M. S. F. 2015. Comparison of Pesticide Residu in the Surface Water of Bertam River in Cameron Highlands, Pahang. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences 10(15):6623-6627.
- Khalid, K., Ali, M.F. and Rahman, N.F.A. 2015. The development and application of Malaysian Soil Taxonomy in SWAT Watershed Model. ISFRAM 2014. Proceedings of International Symposium on Flood Research and Management. pp. 79-88.
- Jabatan Alam Sekitar (JAS). 2009. Contaminated Land Management and Control Guidelines No. 1: Malaysian Recommended Site Screening Levels for Contaminated Land.
- Jabatan Alam Sekitar (JAS). 2016. Laporan Tahunan 2016 Jabatan Alam Sekitar Malaysia. hlm.36-68.
- Jabatan Meteorologi Malaysia. 2018. Buletin Cuaca Bulanan April 2018. hlm.3.
- Jabatan Parit dan Saliran (JPS). 2018. Trend Hujan Dan Aras Air. <http://forecast.water.gov.my/index.php/trend-paras-air-dan-taburan-hujan/> [24/052018]
- Muhammad Aqeel Ashraf, Mohd. Jamil Maah dan Ismail Yusoff. 2014. Soil Contamination, Risk Assessment and Remediation. Dlm. *Environmental Risk Assessment of Soil Contamination*, hlm 3-56. Rijeka: InTech.
- Muhammad Apendy Issahak, 2014 Harian Metro, Saluran air empangan tersumbat akibat sampah dan mendapan, Jumaat, 7 November 2014, [21/02/2018]
- NJDEP, Soil Cleanup Criteria, New Jersey Department of Environmental Protection, Proposed Cleanup Standards for Contaminated Sites, NJAC 7:26D, 1996
- Noorazuan Md Hashim, Jalaluddin M. Saad, Noor Farizam Othman, Wong Ka Mei & Hani Ab Rani. 2001. Kajian Angkutan Sedimen Dan Beban Dasar Sungai Di Lembangan Sungai Hijau Bukit Fraser. Dlm A. Latif, Zuriati Zakaria, Zaidi M. Isa, Kamarudin Mat Salleh, Noorazuan Md Hashim dan Laily Din. (Pnyt). Bukit Fraser: Persekitaran Fizikal, Biologi dan sosio-ekonomi. Penerbit UKM. Malaysia, hlm 11-21. ISBN 983-2446-22-8.

- Norhidayah Binti MD Redzuan. 2011. Pemantauan Kualiti Air Berdasarkan Pengelasan IKA bagi Sungai-Sungai Terpilih di Cameron Highlands. Tesis Sarjana Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Okrent D. 1999. On intergenerational equity and its clash with intragenerational equity and on the need for policies to guide the regulation of disposal of wastes and other activities posing very long time risks. *Risk Analysis* 19: 877-901. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10765437> [27/05/2018]
- Provoost, J., Reijnders, L., Swartjes, F., Bronders, J., Carlon, C., D'Allessandro, M. dan Cornelis, C. 2008. Parameters causing variation between soil screening values and the effect of harmonization. *Journal of Soils and Sediments* 8: 298-311.
- Riley, R. G., Zachara, J. M., dan Wobber F. J., "Chemical contaminants on DOE lands and selection of contaminated mixtures for subsurface science research," US-DOE, Energy Resource Subsurface Science Program, Washington, DC, USA, 1992.
- Sinar Harian, 2013, Tasik Ringlet Makin Mendap, 6 November 2013, Sumber: <http://www.sinarharian.com.my/mobile/semasa/tasik-ringlet-makin-mendap-1.217874>. [21/02/2018]
- Tang, W. Z., Zhao, Y., Wang, C., Shan, B. Q. & Cui, J. G. 2014. Heavy metal contamination of overlying waters and bed sediments of Haihe Basin in China. *Ecotox. Environ. Safe.* 98, 317–323 (2013).
- USEPA. 1992 Method 1311. Toxicity Characteristic Leaching Procedure (Online) <http://www.epa.gov/osw/hazard/testmethods/sw846/pdfs/1311.pdf>. United States Environmental Protection Agency.
- Uwah, E.I., Gimba, M.S., Gwaski, P.A. 2012. Determination of Zn, Mn, Fe and Cu in Spinach and Lettuce Cultivated in Potiskum, Yobe State, Nigeria. *J. Agri. Econo. Develo.* 2012, 1 (4), 69–74.
- Van Zorge, J. A. 1996. Exposure to mixtures of chemical substances: is there a need for regulations? *Food and Chemical Toxicology* 34, 1033-1036. <https://www.sciencedirect.com/science/book/9781437734638> [27/05/2018]
- Waseem A, Arshad J, Iqbal F, Sajjad A, Mehmood Z dan Murtaza G 2014 Pollution Status of Pakistan: A Retrospective Review on Heavy Metal Contamination of Water, Soil, and Vegetables *BioMed Research International* 2014 29

Wentworth dan Udden. 1922. A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediment. *Journal of Geology* 30:377-392.

Yongfeng Tong. 2016. Case studies on the formation of chalcogenide self-assembled monolayers on surfaces and dissociative processes. *Beilstein Journal of Nanotechnology*. Vol. 7, 263–277. doi:10.3762/bjnano.7.24 [06/06/2018]

Zulfahmi Ali Rahman, Sahibin Abd Rahim, Jasni Yaakob dan Wan Muhd Razi Idris. 2007. Tinjauan Awal Potensi Ketidakstabilan Cerun dan Cirian Fiziko-Kimia Tanah di Cameron Highlands, Pahang. *Sains Malaysiana Journal*. Vol. 36. Ms 105-116.

KERATAN AKHBAR HARIAN METRO 24/10/2014

TNB pertingkatkan sistem keselamatan elak tragedi berulang

Ringlet : Selepas setahun insiden banjir lumpur di Lembah Bertam, Cameron Highlands yang mengorbankan empat nyawa pada 23 Oktober lalu, Tenaga Nasional Berhad (TNB), kini mengorak langkah meningkatkan sistem keselamatan bagi mengelakkan kejadian sama berulang terutamanya bagi memastikan nyawa penduduk tidak terancam.

Antara yang dilakukan TNB ialah dengan meningkatkan kerja-kerja pengorekan dan pembersihan di Tasik Ringlet dengan kos perbelanjaan sebanyak RM40 juta bagi tahun ini, berbanding RM26 juta tahun sebelumnya dan dianggarkan 750,000 meter padu kelodak dan enapan akan dikeluarkan dari tasik berkenaan tahun ini.

Tasik Ringlet hilang fungsi keduanya sebagai penambat banjir disebabkan dua periga daripada kapasitinya iaitu sebanyak 6.2 juta meter padu dipenuhi dengan kelodak, enapan dan sampah yang dianggarkan seluas 100 padang bola yang ditimbun setinggi bangunan dua tingkat.

Selain itu, TNB juga dalam proses pembinaan sistem amaran awal Tasik Ringlet dengan kos pembinaan RM1.9 juta yang dijangka siap



TAN Sri Leo Moggie (empat dari kanan) menyaksikan salah satu papan tanda amaran baru yang diletakkan TNB di beberapa lokasi strategik di Lembah Bertam. Pengerusi TNB itu melawat kawasan tersebut awal minggu ini untuk mendapatkan maklumat mengenai langkah-langkah pembaikan yang dilaksanakan TNB.

tahun depan bertujuan membolehkan proses pemantauan dijalankan dengan lebih tepat sekiranya hujan lebat berlaku di kawasan tadahan.

Pengurus Besar Kanan (Pengurusan Aset) Bahagian

Penjanaan Ir Azman Talib berkata, inisiatif meningkatkan sistem keselamatan di empangan berkenaan itu dilakukan TNB bertujuan bagi mengelakkan tragedi sama berulang dan seterusnya memastikan nyawa pendu-

duk Lembah Bertam berada dalam keadaan selamat.

Katanya, projek pembinaan sistem amaran awal di Tasik Ringlet itu nanti akan membolehkan pihak TNB meramal aliran air luar biasa, sekali gus dapat mem-

“ Kita juga membina 35 papan tanda amaran di sekitar kawasan Lembah Bertam bagi membolehkan penduduk mengetahui kawasan bahaya dan maklumat tindakan yang perlu diambil sekiranya kejadian tidak diingini berlaku”
Azman Talib

berikan amaran awal pelepasan air dari empangan kepada penduduk Lembah Bertam dan dapat mengurangkan risiko kehilangan nyawa.

Menurutnya, empat siren amaran kepada penduduk juga sudah ditambah membabitkan kos RM380,000 dengan tiga sistem siren yang dipersetujui agensi tempatan dan penduduk yang akan menjadi rujukan sekiranya berhadapan dengan situasi bahaya.

“Sistem siren ini dibina dalam kawasan liputan enam kilometer dari empa-

ngan dengan tiga sistem amaran iaitu amaran pertama untuk berjaga-jaga, amaran kedua sekiranya bahaya dan amaran ketiga sekiranya air dari empangan ingin dilepaskan.

“Kita juga membina 35 papan tanda amaran di sekitar kawasan Lembah Bertam bagi membolehkan penduduk mengetahui kawasan bahaya dan maklumat tindakan yang perlu diambil sekiranya kejadian tidak diingini berlaku,” katanya ketika menyampaikan rakimat tindakan diambil TNB selepas setahun insiden Lembah Bertam di Stesen Jana Elektrik Cameron Highlands di sini.

Menurutnya, TNB juga menggunakan sistem telemetri bagi memantau jumlah hujan yang turun di dalam kawasan tadahan termasuk pemantauan cuaca melalui laman web Jabatan Meteorologi Malaysia bertujuan membolehkan operator di bilik kawalan bertindak sekiranya hujan lebat.

Sementara itu, Pengerusi Jawatankuasa Keselamatan dan Kemajuan Kampung (JKKK) Lembah Bertam Wong Sok Chai, 57, memuji latihan pemindahan dilakukan TNB dan menyifatkannya sebagai persediaan terbaik menghadapi kejadian tidak diingini.

bersambung...

TNB belanja RM40 juta bersihkan Tasik Ringlet

OMI ZAKI SALLEH

CAMERON HIGHLANDS - Masalah mendapan kebodak pasir dari saurpah saurp yang membekangi Tasik Ringlet di sini sejak 30 tahun lalu tidak akan selesai sekiranya tiada kerjasama daripada semua pihak.

Tasik Ringlet merupakan kawasan tadukan air untuk tenaga elektrik di Empangan Hidroelektrik Sitan Atas Besar (Empangan Hidro SAB) di sini.

Ditambahkan, pasir dan tanah daripada bukit-bukit di kawasan saurp-saurp dan mengalir ke tasik lalu menyebarkan kedalaman tasik semakin cetek.

Pengurus Besar Kanan (Operasi Ased) Bahagian Perancangan (Utangan Nasional) Berhad (TNB),

Ir. Roslan Abdul Rahman (gambar kecil) berkata, mendapan yang dibawa dari hulu sungai menyebabkan TNB membekalkan kira-kira RM40 juta setahun untuk membersihkan tasik tersebut.

Menurut beliau, usaha itu masih tidak mampu mengatasi masalah pengumpulan mendapan yang mencecah 500,000 meter padu setahun.

"Jumlah mendapan mencecah 4.7 juta meter padu daripada jumlah 6.7 juta meter padu kapasiti air yang boleh ditampung tasik ini.

"Puncaknya kerana aktiviti pembangunan dan pertanian yang giat dijalankan" ujarnya.

Beliau berkata demikian kepada pemberita pada sesi taklimat serta lawatan ke Empangan Hidro SAB dan Empangan Ulu Jelut di sini baru-baru ini.

Tamabah Roslan, sejak 2002 TNB telah mengorek kira-kira empat juta meter padu mendapan dengan purata 2007 muah merodapan sehari.

Katanya, kebodak dan pasir yang telah disingkirkan daripada sisa pepajal itu dibuangkan di kawasan seluas 80 hektar di Lembah Sungai Jasin lantau tanah yang diberikan oleh kerajaan negeri.

Pada Oktober 2013, tiga penduduk terbunuh dibunuh kejadian banjir kilat selepas air Sungai Bertam melimpah melorot selepas air dari Empangan Hidro SAB.

Bencana berpancain apabila paras air Tasik Ringlet naik mendadak akibat hujan lebat.

PERUBAHAN warna air di Tasik Ringlet, Cameron Highlands disebabkan kesan pencemaran akibat mendapan lumpur dan pasir yang dibawa dari hulu sungai.



LAMPIRAN B

Bacaan Insitu Bagi Kualiti Air

Sampel	DO (mg/L)	DO _{Sat} (%)	pH	Saliniti (%)	Suhu, (°C)	Kekeruhan, (NTU)	Konduktiviti (uS/cm)	Halaju (m/s)
Sungai Habu	9.40	104.50	7.55	0.02	20.51	51.03	54.80	NA
Sungai Bertam	8.57	96.20	7.43	0.03	21.04	82.67	70.20	NA
Sungai Ringlet	9.02	100.90	7.39	0.07	20.89	2148.17	144.90	0.80
Limpahan Empangan	12.12	140.7	7.6	0.07	22.77	18.32	159.3	0.4

LAMPIRAN C

KEPUTUSAN ANALISIS MAKMAL BAGI SAMPEL AIR SUNGAI

	Sungai Ringlet (mg/L)	Sungai Bertam (mg/L)	Sungai Ulong (mg/L)	Sungai Lenggok (mg/L)	Sungai Habu (mg/L)	Luahan Empangan (mg/L)
Cr	0.002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.003
Ca	3.8	1.4	<0.1	0.5	0.5	2.631
Fe	0.18	0.69	<0.01	0.1	0.39	0.211
Zn	0.029	0.018	0.007	0.013	0.01	0.004
As	0.003	0.002	<0.001	<0.001	0.001	0.004
K	7.8	3.7	0.7	2.7	1.7	6.800
Cd	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.004
Hg	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.011
Pb	0.065	0.004	<0.001	<0.001	0.001	0.001
Mg	1.4	0.4	<0.1	0.1	0.1	0.352
Na	5.3	2.8	1.3	2.6	1.8	2.518

LAMPIRAN D

KEPUTUSAN ICP-MS BAGI ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT DALAM SEDIMEN

	S1a (>4mm)	S1d (Pasir)	S1h (Lodak)	S2d (Pasir)	S2h (Lodak)	S3h (Loadak)	S3 (Bercampur)
Parameter	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Na	1.0376	1.022	1.105	1.132	1.138	0.876	0.633
K	9.5108	9.245	10.694	9.254	15.221	9.918	10.782
Ca	0.1203	0.219	0.380	0.359	0.309	3.908	0.380
Mg	1.3792	0.852	1.307	1.186	1.209	1.151	1.545
As	0.0243	0.032	0.039	0.036	0.040	0.053	0.047
Ba	0.1120	0.090	0.123	0.099	0.113	0.188	0.125
Be	0.0010	0.001	0.003	0.001	0.003	0.003	0.003
Cd	0.0002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.015	0.001
Cr	0.0933	0.121	0.097	0.054	0.026	0.062	0.026
Cu	0.0333	0.008	0.017	0.014	0.011	0.044	0.016
Mn	0.1023	0.092	0.159	0.139	0.167	0.187	0.240
Mo	0.0008	0.002	0.002	0.001	0.001	0.002	0.000
Ni	0.0476	0.044	0.062	0.047	0.013	0.059	0.014
Pb	0.0089	0.013	0.028	0.018	0.029	0.111	0.029
Zn	0.0832	0.073	0.168	0.130	0.097	0.163	0.099
Fe	6.6591	4.234	12.233	7.264	11.927	13.692	14.093
Al	10.3319	10.564	42.835	17.526	30.471	19.965	47.558
Sb	0.0002	0.000	0.000	0.002	0.002	0.003	0.003

LAMPIRAN E**KEPUTUSAN ICP-MS BAGI ANALISIS PENCIRIAN KETOKSIDAN SECARA
LARUT RESAP (TCLP)**

	S1	S2	S1
Parameter	mg/L	mg/L	mg/L
Ag	0.001	0.0672	0.0125
As	0.0016	0.0126	0.002
Ba	0.0004	0.0022	0.005
Be	0.0066	0.0943	0.0354
Cd	0.0022	0.0028	0.008
Cr	0.0016	0.0101	0.0008
Cu	0.0039	0.0005	0.0025
Hg	0.0187	0.0029	0.0102
Mn	0.0017	0.0016	0.0125
Mo	0.0045	0.0016	0.0061
Ni	0.0005	0.0015	0.0038
Pb	0.0009	0.0006	0.0016
Se	0.779	0.0152	0.0270
Zn	0.0046	0.0063	0.0003
Sb	0.0041	0.0046	0.0164

LAMPIRAN F

JULAT KANDUNGAN LOGAM DALAM TANAH SEMULAJADI

Heavy metal	Groundwater			Soil		
	Overall			Overall		
	Max	Min	Arithmetic Mean	Max	Min	Arithmetic Mean
	(mg/l)			(mg/kg)		
Argentum, Ag	NA	NA	NA	<0.5	<0.5	NA
Aluminum, Al	22.0	0.1	1.7	53900	33500	42567
Arsenic, As	2.220	0.004	0.120	43.0	1.1	15.6
Boron, B	<0.02	<0.02	NA	0.19	0.11	0.15
Barium, Ba	4.10	0.10	0.29	21.0	5.0	11.5
Calcium, Ca	293.0	0.5	45.3	NA	NA	NA
Cadmium, Cd	0.011	0.005	0.203	0.09	11.90	14.40
Cobalt, Co	0.30	ND	0.05	11.90	3.90	7.90
Chromium, Cr	0.100	0.002	0.034	14.40	0.02	6.00
Copper, Cu	0.39	0.05	0.05	19.8	4.0	13.8
Iron, Fe	72.00	0.01	4.26	44500	301	12140
Mercury, Hg	0.017	0.002	0.007	0.42	0.02	0.12
Potassium, K	11.10	0.002	0.007	4.100	0.218	1.485
Magnesium, Mg	675.0	0.2	41.2	507.2	0.9	141.4
Manganese, Mn	5.00	0.01	0.45	3.99	3.95	3.97
Nickel, Ni	0.40	0.01	0.07	28.90	0.70	5.77
Lead, Pb	1.00	0.01	0.06	36.00	0.18	10.37
Selenium, Se	0.010	0.001	0.002	ND	ND	NA
Stannum, Sn	0.25	0.10	0.16	8.5	3.5	6.0
Strontium, Sr	6.10	0.01	0.27	7020	4940	5850
Vanadium, V	0.00	0.00	NA	105.0	2.0	31.6
Zinc, Zn	52.00	0.01	2.40	54.3	6.9	21.9
Notes:						
1) NA - Not applicable 2) ND - Below Detection Limits						
Values presented are intended for reference only. Background naturally occurring heavy metals shall be assessed separately during the detailed assessment. These values should not supersede or over-rule field findings on naturally occurring heavy metals.						

Sumber: *Contaminated Land Management and Control Guidelines No. 1: Malaysian Recommended Site Screening Levels for Contaminated Land (JAS 2009)*

LAMPIRAN G

NILAI SASARAN DAN NILAI INTERVENSI BAGI REMEDIASI TANAH DAN KEPEKATAN LATAR BELAKANG TANAH / SEDIMEN (DUTCH TARGET 2000)

	EARTH/SEDIMENT (mg/kg dry matter)			GROUNDWATER (µg/l in solution)			
	national background concentration	target value	intervention value	target value shallow	national background concentration deep	target value deep	intervention value
	(BC)	(incl. BC)			(BC)	(incl. BC)	
I Metals							
antimony	3	3	15	-	0.09	0.15	20
arsenic	29	29	55	10	7	7.2	60
barium	160	160	625	50	200	200	625
cadmium	0.8	0.8	12	0.4	0.06	0.06	6
chromium	100	100	380	1	2.4	2.5	30
cobalt	9	9	240	20	0.6	0.7	100
copper	36	36	190	15	1.3	1.3	75
mercury	0.3	0.3	10	0.05	-	0.01	0.3
lead	85	85	530	15	1.6	1.7	75
molybdenum	0.5	3	200	5	0.7	3.6	300
nickel	35	35	210	15	2.1	2.1	75
zinc	140	140	720	65	24	24	800

*Values for soil/sediment have been expressed
as the concentration in a standard soil (10% organic matter and 25% clay).*

Sumber : Dutch Target 2000.

LAMPIRAN H

JADUAL RINGKASAN TAHAP PEMERIKSAAN TAPAK (SSL)

Contaminant		Screening Levels									
Analyte	CAS No.	Residential Soil	key	Industrial Soil	key	Residential Air	key	Industrial Air	key	Tapwater	key
		mg/kg		mg/kg		ug/m ³		ug/m ³		ug/L	
Aluminum	7429-90-5	7.7E+04	n	9.9E+05	nm	5.2E+00	n	2.2E+01	n	3.7E+04	n
Arsenic, Inorganic	7440-38-2	3.9E-01	c*	1.6E+01	c	5.7E-04	c*	2.9E-02	c*	4.5E-02	c
Barium	7440-39-3	1.5E+04	n	1.9E+05	nm	5.2E-01	n	2.2E+00	n	7.3E+03	n
Boron And Borates Only	7440-42-8	1.6E+04	n	2.0E+05	nm	2.1E+01	n	8.8E+01	n	7.3E+03	n
Cadmium (Water)	7440-43-9					1.4E-03	c	6.8E-02	c	1.8E+01	N
Chromium (III) (Insoluble Salts)	16065-83-1	1.2E+05	nm	1.5E+06	nm					5.5E+04	n
Chromium VI (chromic acid mists)	18540-29-9					2.9E-05	c	1.5E-03	c	1.1E+02	n
Chromium VI (particulates)	18540-29-9	3.9E+01	c**	2.0E+03	c*	2.9E-05	c	1.5E-03	c		
Chromium, Total (1:6 ratio Cr VI : Cr III)	7440-47-3	2.8E+02	c	1.4E+04	c	2.0E-04	c	1.0E-02	c		

Contaminant		Screening Levels									
Analyte	CAS No.	Residential Soil	key	Industrial Soil	key	Residential Air	key	Industrial Air	key	Tapwater	key
		mg/kg		mg/kg		ug/m ³		ug/m ³		ug/L	
Iron	7439-89-6	5.5E+04	n	7.2E+05	nm					2.6E+04	n
Lead and Compounds	7439-92-1	4.0E+02	n	8.0E+02	n						
Mercury (elemental)	7439-97-6	6.7E+00	ns	2.8E+01	ns	3.1E-01	n	1.3E+00	n	6.3E-01	n
Molybdenum	7439-98-7	3.9E+02	n	5.1E+03	n					1.8E+02	n
Nickel Soluble Salts	7440-02-0	1.6E+03	n	2.0E+04	n					7.3E+02	n
Potassium Perchlorate	7778-74-7	5.5E+01	n	7.2E+02	n					2.6E+01	n
Selenium	7782-49-2	3.9E+02	n	5.1E+03	n					1.8E+02	n
Silver	7440-22-4	3.9E+02	n	5.1E+03	n					1.8E+02	n
Tin	7440-31-5	4.7E+04	n	6.1E+05	nm					2.2E+04	n
Zinc (Metallic)	7440-66-6	2.3E+04	n	3.1E+05	nm					1.1E+04	n

Key: I = IRIS; P = PPRTV; A = ATSDR; C = Cal EPA; H = HEAST; W = WHO; S = see user guide Section 5; L = see user guide on lead; M = mutagen; V = volatile; c = cancer; * = where: n SL < 100X c SL; ** = where n SL < 10X c SL; n = noncancer; m = Concentration may exceed ceiling limit; s = Concentration may exceed soil saturation concentration (C_{sat});

SSL values are based on DAF=1

