



VARIASI KEPEKATAN JUMLAH SEDIMEN
TERAMPAI SEMASA ALIRAN RENDAH
DAN ALIRAN TINGGI DI HULU
LEMBANGAN SUNGAI
BERNAM



SYAZWANI BINTI ALIAH

UNIVERSITI PENDIDIKAN SULTAN IDRIS

2021



VARIASI KEPEKATAN JUMLAH SEDIMEN TERAMPAI SEMASA ALIRAN
RENDAH DAN ALIRAN TINGGI DI HULU LEMBANGAN SUNGAI
BERNAM

SYAZWANI BINTI ALIAH

DISERTASI DIKEMUKAKAN BAGI MEMENUHI SYARAT UNTUK
MEMPEROLEH IJAZAH SARJANA SASTERA (GEOGRAFI)
(MOD PENYELIDIKAN DAN KERJA KURSUS)

FAKULTI SAINS DAN KEMANUSIAAN
UNIVERSITI PENDIDIKAN SULTAN IDRIS

2021



Sila tanda (✓)

Kertas Projek

Sarjana Penyelidikan

Sarjana Penyelidikan dan Kerja Kursus

Doktor Falsafah

INSTITUT PENGAJIAN SISWAZAH PERAKUAN KEASLIAN PENULISAN

Perakuan ini telah dibuat pada 12 OKTOBER 2021

i. Perakuan pelajar :

Saya, SYAZWANI BINTI ALIAH, M20182002105 FAKULTI SAINS DAN KEMANUSIAAN dengan ini mengaku bahawa disertasi yang bertajuk:

VARIASI KEPEKATAN JUMLAH SEDIMEN TERAMPAI SEMASA ALIRAN RENDAH DAN ALIRAN TINGGI DI HULU LEMBANGAN SUNGAI BERNAM

adalah hasil kerja saya sendiri. Saya tidak memplagiat dan apa-apa penggunaan mana-mana hasil kerja yang mengandungi hak cipta telah dilakukan secara urusan yang wajar dan bagi maksud yang dibenarkan dan apa-apa petikan, ekstrak, rujukan atau pengeluaran semula daripada atau kepada mana-mana hasil kerja yang mengandungi hak cipta telah dinyatakan dengan sejasasnya dan secukupnya.

Tandatangan pelajar

ii. Perakuan Penyelia:

Saya, DR. SUMAYYAH AIMI BINTI MOHD NAJIB dengan ini mengesahkan bahawa hasil kerja pelajar yang bertajuk:

VARIASI KEPEKATAN JUMLAH SEDIMEN TERAMPAI SEMASA ALIRAN RENDAH DAN ALIRAN TINGGI DI HULU LEMBANGAN SUNGAI BERNAM

dihasilkan oleh pelajar seperti nama di atas, dan telah diserahkan kepada Institut Pengajian Siswazah bagi memenuhi sebahagian/sepenuhnya syarat untuk memperoleh Ijazah SARJANA.

10/12/2021

Tarikh

Tandatangan Penyelia



**INSTITUT PENGAJIAN SISWAZAH /
INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES**

**BORANG PENGESAHAN PENYERAHAN TESIS/DISERTASI/LAPORAN KERTAS PROJEK
DECLARATION OF THESIS/DISSERTATION/PROJECT PAPER FORM**

Tajuk / Title: Variasi Kepekatan Jumlah Sedimen Terampai Semasa Aliran Rendah
dan Aliran Tinggi di Hulu Lembangan Sungai Bernam.

No. Matrik / Matric's No.: M20182002105

Saya / I: SYAZWANI BINTI ALIAH

(Nama pelajar / Student's Name)

mengaku membenarkan Tesis/Disertasi/Laporan Kertas Projek (~~Doktor Falsafah~~/Sarjana)* ini disimpan di Universiti Pendidikan Sultan Idris (Perpustakaan Tuanku Bainun) dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:-

acknowledged that Universiti Pendidikan Sultan Idris (Tuanku Bainun Library) reserves the right as follows:-

1. Tesis/Disertasi/Laporan Kertas Projek ini adalah hak milik UPSI.
The thesis is the property of Universiti Pendidikan Sultan Idris
2. Perpustakaan Tuanku Bainun dibenarkan membuat salinan untuk tujuan rujukan sahaja.
Tuanku Bainun Library has the right to make copies for the purpose of research only.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan Tesis/Disertasi ini sebagai bahan pertukaran antara Institusi Pengajian Tinggi.
The Library has the right to make copies of the thesis for academic exchange.
4. Perpustakaan tidak dibenarkan membuat penjualan salinan Tesis/Disertasi ini bagi kategori **TIDAK TERHAD**.
The Library are not allowed to make any profit for 'Open Access' Thesis/Dissertation.
5. Sila tandakan (✓) bagi pilihan kategori di bawah / Please tick (✓) for category below:-

☐ **SULIT/CONFIDENTIAL**

Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub dalam Akta Rahsia Rasmi 1972. / Contains confidential information under the Official Secret Act 1972

☐ **TERHAD/RESTRICTED**

Mengandungi maklumat terhad yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan ini dijalankan. / Contains restricted information as specified by the organization where research was done.

☒ **TIDAK TERHAD / OPEN ACCESS**

DR. SUMAYYAH AIMI MOHD NAJIB
Pensyarah Kanan,
Jabatan Geografi & Alam Sekitar,
Fakulti Sains Kemajuan,
Universiti Pendidikan Sultan Idris,
35900 Tanjung Malim, Perak

(Tandatangan Pelajar/ Signature)

Tarikh: 10/12/2021

(Tandatangan Penyelia / Signature of Supervisor
& (Nama & Cop Rasmi / Name & Official Stamp)

Catatan: Jika Tesis/Disertasi ini **SULIT @ TERHAD**, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh laporan ini perlu dikelaskan sebagai **SULIT** dan **TERHAD**.

Notes: If the thesis is CONFIDENTIAL or RESTRICTED, please attach with the letter from the organization with period and reasons for confidentiality or restriction.



PENGHARGAAN

Alhamdulillah, Bersyukur ke hadrat Illahi kerana dengan izinNya dapat saya telah berjaya menyempurnakan laporan penyelidikan yang telah diamanahkan bagi memenuhi syarat Sarjana Sastera Geografi setelah menempuhi pelbagai halangan dan dugaan.

Setinggi-tinggi penghargaan serta ucapan terima kasih kepada Dr. Sumayyah Aimi binti Mohd Najib selaku penyelia utama dan juga Prof. Madya Zullyadini bin A. Rahaman selaku penyelia kedua, yang tidak jemu membantu memberikan sokongan, nasihat dan tunjuk ajar serta membantu sebarang ketidakfahaman sewaktu sesi pencarian maklumat. Tidak dilupakan juga kepada pembantu makmal, En. Sh. Faismuin bin Sh. Yusof yang turut membantu dalam penyediaan peralatan dan analisis makmal. Jutaan terima kasih kepada Jabatan Geografi dan Alam Sekitar, Fakulti Sains dan Kemanusiaan dan Institut Pengajian Siswazah yang turut banyak membantu dari segi pengurusan pengajian saya di sini.



Seterusnya, laporan penyelidikan ini ku hadiahkan kepada kedua-dua insan yang teristimewa buat ayah tersayang Aliah bin Hamzah dan emak tercinta Fatimah binti Abdullah serta seluruh keluarga termasuklah adik-adik, tok, moksik, moksu, poksu dan Aqifi yang tidak henti-henti memberikan bimbingan, dorongan dan doa sepanjang pengajian saya disini. Selain itu, tidak juga dilupakan kepada rakan seperjuangan Una yang banyak membantu bagi menjayakan laporan penyelidikan ini sama ada secara langsung mahupun tidak langsung. Terima kasih tidak terhingga saya ucapkan.

Terima kasih juga diucapkan kepada pihak Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS) Ampang kerana membantu saya dalam menyediakan data sekunder berkaitan kajian ini. Jasa semua tetap dikenang, hanya ALLAH yang mampu membalasnya kerana tanpa anda semua, kajian yang dijalankan tidak akan berjaya seperti yang diharapkan.

Sekian, Terima Kasih.





ABSTRAK

Kajian ini bermatlamat untuk mengkaji sejauh mana permasalahan yang berlaku berpunca daripada pembangunan guna tanah yang pesat, khususnya aktiviti perumahan dan pertanian di Hulu Lembangan Sungai Bernam. Keadaan ini meningkatkan lagi sedimen terampai di dalam sungai sehingga menjejaskan kualiti air dan warna sungai. Kedua-dua Sungai Bernam dan Sungai Inki mengalir masuk ke dalam Sungai Bernam di Pekan Tanjong Malim, Perak. Metodologi kajian melibatkan pencerapan dan pengumpulan data di lapangan di tiga stesen persampelan dari bulan Oktober 2019 sehingga Februari 2020 sebelum dihantar ke makmal. Data yang diperoleh kemudiannya dianalisis dengan menggunakan statistik deskriptif merangkumi regresi linear dan Mann-Kendall. Dapatan daripada ujian Mann-Kendall (S) bagi lebat hujan tahunan dari tahun 1980 sehingga 2018 menunjukkan tren yang meningkat, iaitu sebanyak 67 manakala sedimen terampai tahunan dari tahun 1978 sehingga 2008 juga menunjukkan tren yang meningkat, iaitu 151. Ketiga-tiga stesen menunjukkan kepekatan jumlah sedimen terampai yang tinggi pada 29 Januari 2020 dengan nilai 972.6 mg/L, 2152.4 mg/L dan 1408.2 mg/L masing-masing. Walau bagaimanapun, perubahan kepekatan sedimen terampai semasa hujan adalah paling tinggi iaitu sebanyak 2114.2 mg/L di Stesen 1. Hubungan antara luahan dan kedalaman sungai menunjukkan hubungan yang sangat ketara, iaitu $R^2 = 0.9$ di Stesen 1, $R^2 = 0.8$ di Stesen 2, dan $R^2 = 0.8$ di Stesen 3, menandakan hubung kait yang kuat antara penghasilan sedimen terampai dengan perubahan guna tanah yang berlaku di sekitar lembangan ini. Kesimpulannya, kualiti air di Sungai Bernam mengalami kemerosotan akibat daripada proses sedimentasi dan ketidakseimbangan pembangunan di sekitar lembangannya. Implikasi kajian analisis ini penting dalam konteks pengurusan sungai dan sumber air. Justeru itu, pihak bertanggungjawab dalam isu pengurusan sumber air dan sungai perlu memberikan perhatian yang sewajarnya supaya krisis pencemaran air yang disebabkan oleh sedimen terampai dapat dikurangkan, terutamanya kepada penduduk.





VARIATIONS IN TOTAL SUSPENDED SEDIMENT CONCENTRATION DURING LOW-FLOW AND HIGH-FLOW IN THE UPPER BERNAM RIVER BASIN

ABSTRACT



05-

This study aims to examine to what extent the problems that occur due to rapid land use development, especially the housing and agricultural activities in the Upper Bernam River Basin. This situation further increases the suspended sediment (SS) in the river, thus affecting the water quality and colour of the river. Both Sungai Bernam and Sungai Inki flow into Sungai Bernam in Pekan Tanjong Malim, Perak. The study methodology involves observation and data collection in the field at three sampling stations from October 2019 to February 2020, before being sent to the laboratory. The data obtained were then analysed using descriptive statistics such as linear regression and Mann-Kendall. Findings from the Mann-Kendall (S) test of the annual rainfall from 1980 to 2018 shows an increasing trend, which is 67 while the annual suspended sediment from 1978 to 2008 also shows an increasing trend, which is 151. Three stations showed high total suspended sediment (TSS) concentration on 29 January 2020 with the values of 972.6 mg/L, 2152.4 mg/L, and 1408.2 mg/L respectively. However, the change in SS concentration during the rainy season was the highest, amounting to 2114.2 mg/L at Station 1. The relationship between discharge and river depth showed a very significant relationship of $R^2 = 0.9$ at Station 1, $R^2 = 0.8$ at Station 2, and $R^2 = 0.8$ at and Station 3, indicating a strong correlation between suspended sediment production with changes in the land use that occur around the basin. In conclusion, the water quality in Sungai Bernam has deteriorated due to sedimentation process and development imbalance around its basin. The implications of this study are important in the context of river and water resource management. Therefore, the responsible parties in the issue of water resources and river management need to give due attention so that the crises of water pollution caused by suspended sediments can be reduced, especially to the population.



**KANDUNGAN****Muka Surat**

PERAKUAN KEASLIAN PENULISAN	ii
PENGESAHAN PENYERAHAN TESIS	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xi
SENARAI RAJAH	xii
SENARAI SINGKATAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Latar Belakang Kajian	2
1.3 Permasalahan Kajian	4
1.4 Persoalan Kajian	6
1.5 Matlamat dan Objektif Kajian	7
1.6 Kerangka Konseptual Kajian	8
1.7 Kepentingan Kajian	11
1.8 Skop Kajian	12
1.9 Organisasi Penulisan	14
1.10 Kesimpulan	16
BAB 2 SOROTAN LITERATUR	
2.1 Pengenalan	17



2.2	Kitaran Hidrologi	18
2.3	Taburan Hujan	21
2.4	Sedimentasi	24
2.5	Keluk Kadar Sedimen (<i>Sediment Rating Curves</i>)	33
2.6	Guna Tanah Memberi Kesan Kepada Hakisan Tanah dan Penghasilan Sedimen Terampai Disebabkan	36
2.7	Kepekatan Sedimen Terampai Disebabkan oleh Kesan Aktiviti Manusia	44
2.8	Sungai dan Luhan Sedimen Terampai	54
2.9	Kesimpulan	56

BAB 3 METODOLOGI

3.1	Pengenalan	57
3.2	Kawasan Kajian	58
3.3	Lokasi Persampelan	60
3.4	Kerangka Kerja Kajian	65
3.5	Reka Bentuk Persampelan dan Pengutipan Data	67
3.6	Sumber Data	67
3.6.1	Data Primer	68
3.6.2	Data Sekunder	69
3.7	Kaedah Persampelan di Lapangan	70
3.7.1	Pemerhatian	70
3.7.2	Pengukuran dan Pengiraan Keratan Rentas	71
3.7.3	Persampelan Air	73
3.7.4	Pengukuran Kedalaman Sungai	74
3.7.5	Pengukuran Halaju Sungai	75
3.7.6	Pengukuran dan Pengiraan Luahan	76



3.8	Kaedah Analisis Sampel di Makmal	79
3.8.1	Prosedur Analisis Sedimen Terampai (SS)	81
3.8.2	Pengiraan Jumlah Sedimen Terampai (TSS)	83
3.9	Kaedah Analisis Data	84
3.10	Kesimpulan	87

BAB 4

DAPATAN KAJIAN DAN PERBINCANGAN

4.1	Pengenalan	88
4.2	Trend Hujan di Stesen Pekan Tanjong Malim dari Tahun 1980-2018	89
4.2.1	Trend Hujan Tahunan	89
4.2.2	Trend Hujan Bulanan	92
4.2.3	Analisis Mann-Kendall	94
4.3	Trend Sedimen Terampai di Stesen Pekan Tanjong Malim Dari Tahun 1978-2008	98
4.3.1	Trend Sedimen Terampai Tahunan	98
4.3.2	Trend Sedimen Terampai Bulanan	101
4.6.4	Analisis Ujian Mann-Kendall	103
4.4	Penentuan Kepekatan Sedimen Terampai	110
4.4.1	Stesen 1 (Sungai Bernam di Jambatan Hulu Bernam)	110
4.4.2	Stesen 2 (Sungai Inki di Jambatan Besi Kawasan Perumahan)	112
4.4.3	Stesen 3 (Sungai Bernam di Jambatan Pekan Tanjong Malim)	114
4.4.4	Kadar Keseluruhan Perubahan Kepekatan Sedimen Terampai	116
4.4.5	Kadar Perubahan Kepekatan Sedimen Terampai Semasa Hujan	120



4.5	Kepekatan Sedimen Terampai Semasa Aliran Rendah dan Aliran Tinggi	123
4.6	Penentuan Hubungan Keluk Kadar Luahan dengan Kedalaman	129
4.7	Kesimpulan	133

BAB 5 RUMUSAN KAJIAN DAN PENUTUP

5.1	Pengenalan	134
5.2	Rumusan Kajian	135
5.3	Implikasi dan Sumbangan Kajian	138
5.4	Cadangan Lanjutan Kajian	142
5.5	Penutup	143

RUJUKAN

**SENARAI JADUAL**

No. Jadual		Muka Surat
2.1	Kelas Indeks Kualiti Air bagi Parameter Kepekatan Jumlah Sedimen Terampai (TSS)	30
3.1	Lokasi Stesen Persampelan di Kawasan Kajian	60
4.1	Ciri Hujan Bulanan di Stesen Pekan Tanjong Malim, 1980-2018	94
4.2	Analisis Statistik Data Hujan di Stesen Pekan Tanjong Malim, 1980-2018	97
4.3	Ciri Sedimen Terampai Bulanan di Stesen Pekan Tanjong Malim, 1978-2008	102
4.4	Analisis Statistik Data Sedimen Terampai di Stesen Pekan Tanjong Malim, 1978-2008	104
4.5	Ciri Kepekatan Sedimen Terampai di Kawasan Kajian	117
4.6	Ciri Kepekatan Sedimen Terampai di Kawasan Kajian semasa Hujan	121
4.7	Nilai Kepekatan Sedimen Terampai (mg/L) bagi Aliran Rendah	125
4.8	Nilai Kepekatan Sedimen Terampai (mg/L) bagi Aliran Tinggi	125
4.9	Kepekatan Sedimen Terampai (TSS) di Kawasan Persampelan Sungai Bernam dan Sungai Inki	126
4.10	Data Luahan (m ³ /saat) di Stesen Persampelan Sungai Bernam dan Sungai Inki	128



**SENARAI RAJAH**

No. Rajah		Muka Surat
1.1	Kerangka Konseptual Kajian	10
2.1	Anggaran Beban Sedimen Terampai Mengikut Punca Pencemaran Air di Malaysia	32
2.2	Taburan Anggaran Beban Sedimen Terampai dan Punca Pencemaran Air Mengikut Negeri	33
2.3	Keluk Kadar antara Luahan dan Sedimen di a) Sungai Langat dan b) Sungai Kurau	35
3.1	Lokasi Persampelan Mengikut Stesen di Hulu Lembangan Sungai Bernam	59
3.2	Sungai Bernam (Stesen 1) di Jambatan Hulu Bernam	61
3.3	Sungai Inki (Stesen 2) di Jambatan Besi Kawasan Perumahan	62
3.4	Sungai Bernam (Stesen 3) di Jambatan Pekan Tanjong Malim	63
3.5	Peta Guna Tanah Kawasan Kajian pada Tahun 2019	64
3.6	Kerangka Kerja Kajian	66
3.7	Keratan Rentas bagi Ketiga-tiga Stesen antara Sungai Bernam dan Sungai Inki	72
3.8	Teori Pengukuran Luahan	78
3.9	Analisis Menggunakan Penurasan Pam Vakum dan Kertas Turas (<i>Glass Fiber Filter</i>)	79
3.10	Kaedah Analisis EXCEL 2016	85
4.1	Jumlah Hujan Purata Tahunan di Stesen Pekan Tanjong Malim, 1980-2018	90





4.2	Trend Jumlah Hujan Tahunan di Stesen Pekan Tanjong Malim, 1980-2018	91
4.3	Korelasi antara Jumlah Hari Hujan dengan Jumlah Hujan Tahunan 1980-2018	92
4.4	Purata Hujan Tahunan, 1980-2018	86
4.5	Purata Sedimen Terampai Tahunan di Stesen Pekan Tanjong Malim, 1978-2008	99
4.6	Trend Tahunan Purata Sedimen Terampai di Stesen Pekan Tanjong Malim, 1978-2008	100
4.7	Regrasi antara Purata Sedimen Terampai dengan Luahan Sungai (Q), 1980-2008	101
4.8	Purata Sedimen Terampai Bulanan dari Tahun 1978-2008	102
4.9	Peta Guna Tanah Semasa 2007 di Daerah Batang Padang	108
4.10	Peta Cadangan Guna Tanah 2020 di Daerah Batang Padang	109
4.11	Nilai Kepekatan Sedimen Terampai bagi Stesen 1 di Sungai Bernam	110
4.12	Kawasan Guna Tanah yang Berlaku di Taman Bernam, Tanjong Malim	111
4.13	Sungai Bernam Ketika Keadaan Biasa dan Hujan	112
4.14	Nilai Kepekatan Sedimen Terampai bagi Stesen 2 di Sungai Inki	113
4.15	Keadaan Sungai Inki ketika Hari Biasa dan Hujan	114
4.16	Keadaan Sungai Bernam di Stesen Pekan Tanjong Malim (ST3) Semasa Harian Biasa dan Hujan	115
4.17	Korelasi antara Jumlah Hari Hujan dengan Jumlah Hujan Tahunan 1980-2018	115
4.18	Jumlah Keseluruhan Kepekatan Sedimen Terampai Mengikut Stesen di Sungai Bernam dan Sungai Inki Pada Oktober 2019 sehingga 2020	119
4.19	Jumlah Keseluruhan Kepekatan Sedimen Terampai Semasa Hujan Mengikut Stesen di Sungai dan Sungai Inki pada Oktober 2019 sehingga Februari 2020	122





4.20	Kekeruhan Sungai Bernam di Stesen Pekan Tanjong Malim Ketika Hujan	123
4.21	Hubungan Luahan dan Sedimen Terampai bagi 7/2/2020 Dan 9/10/2019	128
4.22	Keluk Kadar Luahan di Stesen 1, Sungai Bernam	130
4.23	Keluk Kadar Luahan di Stesen 2, Sungai Inki	131
4.24	Keluk Kadar Luahan di Stesen 3, Sungai Bernam	132



SENARAI SINGKATAN

d	Kelebaran sungai
EXCEL	<i>Microsoft Excel</i>
FST	Fakulti Sains dan Teknologi
g	Gram
IKS	Industri Kecil dan Sederhana
IRBM	Pengurusan Lembangan Sungai Bersepadu
JAS	Jabatan Alam Sekitar
JPBD	Jabatan Perancangan Bandar dan Desa
km	Kilometer
km ²	Kilometer persegi
KSAS	Kampus Sultan Azlan Shah
m	Meter
MDTM	Majlis Daerah Tanjong Malim
MDHS	Majlis Daerah Hulu Selangor
mg	Miligram
ml	Mililiter
m/s	Meter per saat
PBT	Pihak Berkuasa Tempatan
Q	luahan / aliran sungai
SD	sisihan piawai

SS	pepejal terampai
TOC	Kepekatan karbon organik
TSS	Jumlah Sedimen Terampai (<i>Total Suspended Solid</i>)
UKM	Universiti Kebangsaan Malaysia
UPSI	Universiti Pendidikan Sultan Idris
USLE	<i>Universal Soil Loss Equation</i>
v	Kelebaran sungai
w	Kedalaman sungai
XLSTAT	<i>Statistical Software for Excel</i>



BAB 1

PENDAHULUAN



Pembangunan guna tanah merupakan aktiviti yang berterusan dan diperlukan oleh setiap negara bagi menjana ekonomi dan sosial yang lebih baik. Hal ini mendorong kepada pelbagai isu berkaitan dengan perubahan guna tanah seperti kawasan hutan digantikan dengan pembukaan kawasan tanah baru seperti kawasan perumahan, petempatan dan pertanian seiring dengan peningkatan populasi penduduk yang semakin pesat turut memberikan tekanan kepada sumber asli (Nur Syabeera Begum dan Firuza Begham, 2019). Tumbuhan hijau sebagai litupan tanah sememangnya dapat mengurangkan berlakunya proses hakisan, namun jika berlaku perubahan guna tanah yang pesat rentetan daripada pembangunan semasa menyebabkan kadar hakisan berlaku dengan cepat dan pantas.



Kerosakan dan kemerosotan tanah menjadi salah satu masalah persekitaran utama di seluruh dunia dan kesan itu juga berkembang seperti di Wilayah Amerika Utara, Australia dan Eropah Selatan (Bajocco et al., 2012). Kemerosotan dan hakisan tanah yang tidak lagi memberikan kebaikan dan manfaat kepada kehidupan turut merosakkan alam sekitar serta menyebabkan kerugian yang besar kepada sesebuah negara. Perubahan dan kekeruhan air menyebabkan banyak masalah kepada organisma kehidupan akuatik khususnya Sungai Bernam merupakan masalah yang serius dialami oleh dua buah negeri iaitu Selangor dan Perak. Oleh itu, kekeruhan yang dialami di kawasan tadahan turut meningkatkan sejumlah besar sedimen terampai di dalam sungai berpunca yang berpunca daripada aktiviti guna tanah dan turut menimbulkan kebimbangan terhadap penduduk sekitar.

1.2 Latar Belakang Kajian

Sungai Bernam merupakan pemisah atau sempadan semula jadi di antara dua buah negeri iaitu negeri Perak dan Selangor. Namun begitu, pengaliran utama sungai ini berpunca daripada Gunung Liang, Perak yang terletak di Banjaran Titiwangsa (Jabatan Perancangan Bandar dan Desa Selangor, 2018). Namun begitu, baru-baru ini terdapat sebuah pembinaan projek perumahan di kawasan hulu Sungai Bernam iaitu di kawasan atas '*upstream*' yang terletak di Taman Bernam, Tanjong Malim. Keadaan ini seiring dengan permintaan yang tinggi terhadap keperluan kawasan tanah yang sentiasa berubah dari semasa ke semasa berikutan kepesatan pembangunan ekonomi dan sosial dalam menghadapi cabaran masa hadapan (Nur Syabeera Begum & Firuza Begham, 2019).



Aktiviti penambakan tanah adalah salah satu usaha bagi mengatasi masalah permintaan tanah yang tinggi, namun ia masih tidak mencukupi bagi memenuhi permintaan tinggi terhadap kawasan tanah rata. Oleh itu, para pemaju telah beralih kepada kawasan yang berbukit untuk memenuhi permintaan pelanggan dengan mendapatkan projek-projek baru. Secara tidak langsung, pembangunan kini telah melibatkan kawasan yang berbukit dan sangat sensitif serta berisiko berlakunya tanah runtuh (Yazid et al., 2012). Ini dibuktikan oleh Suhaiza et al. (2016) yang menjelaskan aktiviti perindustrian kebelakangan ini juga seperti industri ringan, industri sederhana dan industri berat serta industri kecil dan sederhana (IKS) telah meningkatkan penggunaan guna tanah iaitu tekanan kepada kawasan tanah rata.

Kepesatan penggunaan tanah membawa pelbagai masalah alam sekitar seperti penebangan hutan, pemusnahan lembangan saliran, hakisan tanah, tanah runtuh, pencemaran kualiti air, pemendapan dan akhirnya banjir. Masalah ini merupakan masalah yang serius dan bertukar menjadi bencana yang perlu diambil berat oleh penduduk sekitar. Pertambahan populasi penduduk yang semakin bertambah telah memberi peluang kawasan baru yang berterusan dan memberi tekanan kepada sumber asli. Seperti penggunaan kawasan tanah di sekitar Tanjong Malim yang dominan dari tahun 2017 dengan aktiviti perumahan yang mempunyai peratusan sebanyak 1.5 peratus sehinggakan anggaran peratusan ini semakin meningkat kepada 15.94 peratus pada tahun 2035 (Majlis Daerah Muallim, 2018). Ini dibuktikan oleh Mohmadisa et al. (2020) yang menjelaskan pertambahan penduduk di sesebuah kawasan atau negara mendorong kepada pembukaan kawasan petempatan dan bandar baru. Di samping itu, kehilangan tanaman tutup bumi dari permukaan tanah juga menyumbang kepada kadar hakisan dan menjadi punca kepada bencana alam (Jabatan Pertanian Malaysia, 2020).



Proses hakisan, pengangkutan dan pemendapan sedimen dari kawasan tadahan menyumbang kepada kemusnahan kehidupan akuatik, pencemaran sistem tadahan dan menjadi bahan pencemar dalam lingkungan pengangkutan (Roslan et al., 2013). Kebiasaannya pelepasan kejadian ribut dan ribut tropika berlakunya peristiwa hakisan dan pengangkutan sedimen yang banyak (White, 1990). Ia juga turut memainkan peranan penting dalam menentukan jumlah penghasilan sedimen di dalam kawasan tadahan. Hal ini disebabkan oleh sifat fizikal hujan di kawasan tropika yang sangat lebat dan ditambah pula dengan keamatan kelebatan hujan yang sangat tinggi dalam tempoh masa yang singkat. Oleh itu, semasa kejadian hujan lebat turut menyumbang kepada penghasilan sedimen terampai serta memberi peningkatan kepada kesan histerisis iaitu mengenalpasti aliran dan jenis hakisan yang berbeza (Sumayyah Aimi, 2016).

1.3 Permasalahan Kajian

Sesebuah lembangan saliran yang terdiri daripada kawasan hutan biasanya dikaitkan dengan kawasan hulu manakala di bahagian hilir pula biasanya terdiri daripada kawasan pertempatan manusia atau kegiatan pertanian. Namun begitu, timbul konflik iaitu di kawasan lembangan bahagian hulu telah dibangunkan (Newson, 1997 & Burt, 1999). Keadaan ini sama seperti yang berlaku di Sungai Bernam dan Sungai Inki iaitu di Hulu Lembangan Sungai Bernam telah mengalami pencemaran air dari aspek kekeruhan warna sehingga menjejaskan kualiti air. Masalah ini terjadi akibat daripada projek pembinaan 400 buah perumahan di Taman Bernam, Tanjong Malim yang bermula sejak tahun 2017 (Buletin Utama, 2020). Oleh itu, keadaan sungai tersebut memberi kesan

kepada proses hidrologi seperti penyejatan, penyusupan, air larian permukaan dan aliran air bawah tanah (Sumayyah Aimi et al., 2014).

Situasi yang berlaku didakwa terdapat sebuah projek perumahan di Taman Bernam, Tanjong Malim dengan melakukan kerja-kerja menggondol kawasan hutan dan mengorek tanah untuk membina saliran terus mengalir ke Sungai Bernam (Berita Harian Online, 2020). Seiring dengan perkembangan guna tanah yang pesat telah mewujudkan pelbagai isu dan masalah yang timbul terutamanya berkaitan pencemaran alam sekitar, percanggahan tanah serta berkurangnya tanah lapang/kosong untuk kegunaan masa hadapan (Zurinah dan Jalaluddin, 2017). Walau bagaimanapun, yang menjadi masalah adalah rumah yang sepatutnya dibina terlebih dahulu masih tidak lagi kelihatan, namun tangki septik dibina terlebih dahulu (Astro Awani, 2020). Hal ini, menzahirkan kerisauan kepada penduduk setempat khususnya penduduk Kampung Simpang Empat, Tanjong Malim apabila melihat keadaan sungai semasa hujan yang berpunca daripada sisa lumpur yang turun dari kawasan perumahan masuk dalam saliran longkang terus mengalir ke kawasan sungai.

Keadaan ini menyebabkan warna sungai terus bertukar keperangan dan keruh berpunca daripada tanah dan sisa lumpur dari kawasan perumahan. Akhirnya, kualiti Sungai Bernam kini telah tercemar secara fizikalnya berdasarkan pemerhatian yang telah dijalankan dan sedimen yang terhasil akan menyebabkan air sungai menjadi keruh, kotor dan lama-kelamaan sungai menjadi cetek (Aduan Rakyat Online, 2020). Bukti dilihat melalui Laporan Tahunan Jabatan Pengairan dan Saliran 2017, menunjukkan perbelanjaan yang tinggi sebanyak RM 346, 564, 216.73 pada tahun 2017 bagi mengorek kawasan kuala-kuala sungai bagi mendalamkan dan mengalihkan sedimen

yang termendap (Jabatan Pengairan & Saliran, 2017). Masalah sedimen di dalam saluran ini memerlukan kos yang tinggi dan memakan masa dan perlunya kaedah yang lebih cepat bagi mengukur kepekatan jumlah sedimen terampai dijalankan.

Oleh yang demikian, jurang kajian ini merujuk kepada isu Sungai Bernam dan Sungai Inki di Hulu Lembangan Sungai Bernam yang dahulunya jernih dan kini bertukar keruh dan tercemar berpunca daripada aktiviti guna tanah. Keadaan sungai juga turut mengalami pencemaran dari aspek kekeruhan warna sehingga menjejaskan kualiti air sungai. Kesimpulannya, pengkaji ingin menfokuskan dan menganalisis kepekatan jumlah sedimen terampai dengan melihat perbezaan semasa aliran rendah dan aliran tinggi di kawasan tadahan. Di samping itu, kajian yang dijalankan ini sesuai pada masanya kerana Tanjong Malim kini mula membangun dengan pembangunan ekoran faktor ekonomi dan pendidikan.

1.4 Persoalan Kajian

Bagi mencapai objektif kajian, persoalan utama kajian dibentuk antaranya;

- i. Bagaimanakah trend hujan dan trend sedimen terampai dalam tempoh jangka masa panjang di Hulu Lembangan Sungai Bernam?
- ii. Berapakah jumlah kepekatan sedimen terampai di Hulu Lembangan Sungai Bernam?
- iii. Adakah terdapat perbezaan kepekatan sedimen terampai semasa aliran rendah dan aliran tinggi di Hulu Lembangan Sungai Bernam?

1.5 Matlamat dan Objektif Kajian

Pada umumnya kajian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana permasalahan yang berlaku di kawasan kajian iaitu di Hulu Lembangan Sungai Bernam. Aktiviti perubahan guna tanah menyumbang kepada pencemaran air dari aspek kekeruhan warna hingga menjejaskan kualiti air. Oleh itu, kajian ini menfokuskan kepada kepekatan jumlah sedimen terampai khususnya semasa aliran tinggi dan aliran rendah. Namun, secara spesifiknya kajian ini bertujuan untuk mengenal pasti perkara-perkara berikut;

- i. menganalisis trend hujan dan trend sedimen terampai dalam tempoh jangka masa panjang di Hulu Lembangan Sungai Bernam.
- ii. mengukur kepekatan sedimen terampai di Hulu Lembangan Sungai Bernam.
- iii. membandingkan kepekatan sedimen terampai semasa aliran rendah dan aliran tinggi di Hulu Lembangan Sungai Bernam.

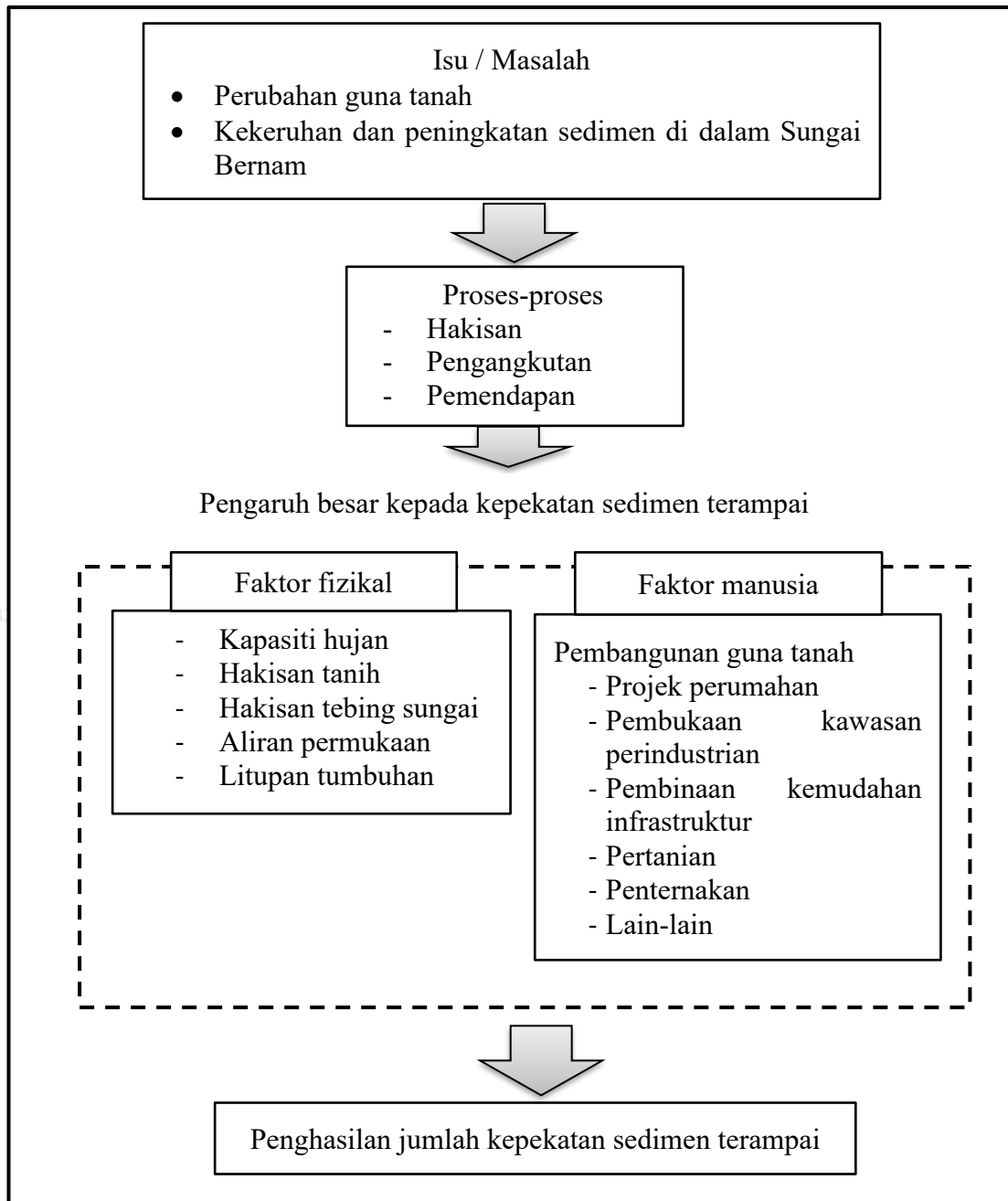
1.6 Kerangka Konseptual Kajian

Perubahan guna tanah yang pesat mendorong berlakunya pelbagai isu dan masalah terutamanya berkaitan pencemaran sungai. Keadaan ini sama seperti yang berlaku di Sungai Bernam yang telah mengalami pencemaran sungai dari aspek kekeruhan warna sehingga menjejaskan kualiti air. Secara tidak langsung, ia menyumbang berlakunya peningkatan kepekatan jumlah sedimen terampai di dalam Sungai Bernam.

Secara umumnya, kepekatan jumlah sedimen terampai yang terhasil di dalam sungai telah melalui proses fizikal seperti hakisan, pengangkutan dan pemendapan (Mohd Ekhwan et al., 2012). Ketiga-tiga proses ini saling berinteraksi di sepanjang aliran sehinggalah berakhir di bahagian muara sungai. Proses hakisan ini merupakan punca kebanyakan sedimen terampai terhasil dan dibantu oleh air larian permukaan yang terus masuk ke dalam sungai seperti yang berlaku di kawasan Tanah Tinggi Lojing, Gua Musang (Adi et al., 2015). Peningkatan sedimen terampai menyumbangkan pelbagai masalah dan memberi kesan negatif kepada pengguna sungai seperti aktiviti penerokaan tanah pembangunan misalnya kerja-kerja penanaman ladang kelapa sawit, pembalakan berterusan dan pertanian intensif sayur-sayuran yang tidak mesra alam akan menyebabkan berlakunya hakisan. Oleh itu, hakisan tanah ini turut menyumbang kepada kemasukan sedimen yang berlebihan ke dalam sungai yang akan mengakibatkan degradasi tanah, gangguan kepada fiziko-kimia tanah dan juga hakisan tanah.

Kemerosotan kualiti air sungai berkait rapat dengan faktor fizikal dan manusia yang menjadi pengaruh besar kepada penghasilan kepekatan jumlah sedimen terampai. Kebiasannya faktor fizikal seperti kapasiti hujan, hakisan tanah dan tebing sungai, aliran permukaan, litupan tumbuhan dan sebagainya manakala faktor manusia pula melibatkan pembangunan guna tanah seperti projek perumahan, pembukaan kawasan perindustrian, pembinaan kemudahan infrastruktur, pertanian, penternakan dan lain-lain. Pembangunan yang pesat dijalankan di sekitar lembangan sungai menyumbang kepada pembuangan sisa-sisa industri, kumbahan domestik dan sebagainya terus dialirkan masuk ke dalam sungai menyebabkan perubahan yang ketara terhadap kualiti air sungai khususnya penghasilan kepekatan jumlah sedimen terampai. Rajah 1.1

memaparkan kerangka konseptual kajian dan pengaruhnya dalam menyumbang kepada penghasilan kepekatan jumlah sedimen terampai di dalam sungai.



Rajah 1.1. Kerangka Konseptual Kajian dan Pengaruhnya kepada Penghasilan Kepekatan Jumlah Sedimen Terampai

1.7 Kepentingan Kajian

Pentingnya kajian ini dijalankan untuk memastikan aktiviti guna tanah yang dilaksanakan di Hulu Lembangan Sungai Bernam tidak mengganggu atau menjejaskan kualiti air sungai. Hal ini disebabkan oleh Sungai Bernam yang terkenal dalam kalangan masyarakat sebagai kawasan rekreasi yang terbaik untuk menjalankan aktiviti riadah pada waktu lapang dan sumber eko-pelancongan seperti Teratak Riverview yang boleh menarik ramai pengunjung luar untuk datang ke Hulu Bernam (Majlis Daerah Tanjong Malim, 2020).

Sedimen terampai dianggap sebagai bahan yang diangkut oleh aliran sungai dengan melibatkan proses pengangkutan. Proses ini melibatkan proses penanggalan bahan-bahan dasar yang mengalami pergerakan bertentangan dengan arus utama menyebabkan berlaku pusaran kecil seterusnya sedimen bergerak mengalir masuk ke dalam sungai dari lokasi asal ke lokasi baru sebelum termendap di bahagian dasar sungai (Parsons et al., 2015; Sumayyah Aimi, 2016). Pentingnya penilaian kualiti air khususnya sedimen terampai yang mudah dilihat dengan mata kasar adalah untuk memastikan kualiti air sungai ini selamat digunakan kepada penduduk sekitar dan orang awam ketika menjalankan aktiviti rekreasi sukan air.

Hulu Lembangan Sungai Bernam ini merupakan sumber utama penduduk sekitar dari aspek pertanian, domestik dan eko-pelancongan. Hal ini kerana Sungai Bernam telah menjadi kebanggaan penduduk sekitar sebagai kawasan eko-pelancongan dan penting terhadap bekalan sumber air kepada penduduk sekitar. Sungai Bernam merupakan sebuah sungai yang sangat sentimental bagi penduduk setempat kerana

keindahan dan kebersihannya yang menjadi punca air semula jadi setelah sekian lama. Sepanjang aliran Sungai Bernam ini juga terkenal dengan spesies ikan sebarau, kelah, baung dan lain-lain yang jarang ditemui di sungai-sungai lain (Aduan Rakyat Online, 2020). Kepentingan seterusnya boleh dijadikan sebagai panduan, rujukan serta memberi faedah kepada pihak-pihak yang berkaitan seperti Jabatan Alam Sekitar (JAS), Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS), Majlis Daerah Tanjong Malim (MDTM), Majlis Daerah Hulu Selangor (MDHS) serta agensi-agensi pelancongan dan sebagainya bagi melestarikan kualiti dan persekitaran sungai untuk generasi akan datang.

Kepentingan kajian ini juga mampu memberikan faedah kepada negara, institusi-institusi pengajian, badan-badan kerajaan atau swasta. Di samping itu, hasil penyelidikan ini boleh membantu pihak-pihak tertentu seperti pihak berkuasa tempatan (PBT), Majlis pembandaran, Majlis Daerah Tanjong Malim dan sebagainya. Selain itu juga, penyelidikan ini dapat memberikan manfaat kepada pihak universiti sendiri untuk dijadikan sebagai rujukan dan panduan sebelum menjalankan sebarang aktiviti rekreasi di kawasan sungai. Setelah dapatan penyelidikan ini diperoleh, ia juga dijadikan sebagai penentu kepada status kualiti air sungai untuk membolehkan seseorang individu ataupun masyarakat menjalankan aktiviti rekreasi yang berasaskan air seperti mandi-manda, memancing, berkelah, berkayak dan sebagainya.

1.8 Skop Kajian

Kajian ini menfokuskan kepada satu bidang ilmu dalam bidang hidrologi iaitu berkaitan dengan kepekatan jumlah sedimen terampai di Hulu Lembangan Sungai Bernam dan membandingkan kepekatan sedimen terampai semasa aliran rendah dan aliran tinggi di kawasan tadahan. Seterusnya, menganalisis trend dalam data siri masa khususnya data hujan dan data sedimen terampai berdasarkan data sekunder yang diperolehi daripada Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS). Skop kajian ini dikecilkan kepada tiga stesen dalam Hulu Lembangan Sungai Bernam iaitu Sungai Bernam (stesen 1 dan stesen 3) dan stesen 2 merupakan Sungai Inki yang mempunyai tahap ketersampaian yang tinggi untuk mendapatkan data bagi melengkapkan kajian ini. Ketiga-tiga stesen ini masih lagi berada di kawasan Hulu Lembangan Sungai Bernam, namun bagi stesen ketiga iaitu Sungai Bernam di stesen Pekan Tanjong Malim dipilih kerana menerima luahan atau *outlet* bagi kedua-dua sungai (St 1 dan St 2).

Walau bagaimanapun, rasional pemilihan kawasan kajian ini juga disebabkan oleh pemerhatian yang dilakukan oleh pengkaji mendapati bahawa penghasilan sedimen terampai pada musim hujan sangat tinggi dengan perubahan warna sungai yang sangat keruh berbanding keadaan normal. Di samping itu, penilaian ini dijalankan untuk melihat adakah masalah kepekatan jumlah sedimen terampai memberi kesan sehingga mengganggu aktiviti harian penduduk tempatan dan rekreasi pengunjung. Aktiviti manusia seperti penerokaan hutan, petempatan, penternakan dan sebagainya memberi implikasi terhadap jumlah kepekatan sedimen terampai seterusnya membawa kepada kemerosotan kualiti air sungai.

Seterusnya, penilaian pandangan penduduk tempatan mengenai kekeruhan air sungai dan mencadangkan langkah-langkah pengurusan yang signifikan kepada pihak-pihak yang bertanggungjawab untuk mengekalkan kualiti persekitaran sungai. Penilaian ini dijalankan untuk melihat sama ada pengaruh kepekatan sedimen terampai mengubah trend hujan dan trend sedimen terampai berdasarkan data sekunder dalam tempoh jangkamasa panjang bagi data hujan dan data sedimen terampai di stesen Pekan Tanjong Malim. Oleh itu, kajian ini juga hanya berfokuskan kepada satu parameter kualiti air iaitu kepekatan jumlah sedimen terampai (TSS) yang ditentukan secara *in situ* iaitu halaju air sungai (v), kelebaran sungai (d) dan kedalaman sungai (w).

1.9 Organisasi Penulisan

Penulisan kajian ini mempunyai lima bab yang disusun mengikut prosedur dalam sesuatu kajian. Penulisan dalam Bab 1 dilakukan bagi menghuraikan pengenalan kepada kajian tentang sungai yang merupakan sumber bekalan air kepada kehidupan di muka bumi secara umumnya. Bab ini seterusnya membincangkan tentang latar belakang kajian, permasalahan kajian, skop kajian, persoalan kajian, matlamat dan objektif kajian, kerangka konseptual dan kepentingan kajian supaya dapat memberikan penjelasan terhadap kajian ini.

Dalam Bab 2 pula, kajian lepas atau sorotan literatur yang membincangkan tentang definisi dan konsep penting dalam kajian ini. Penghuraian dilakukan dengan menggunakan kaedah rujukan dari bahan bacaan seperti buku, jurnal, artikel, laporan, serta pembacaan di laman sesawang yang berkaitan dengan sedimen terampai. Di

samping itu, bab ini juga banyak menjelaskan dan menghuraikan kajian-kajian terdahulu yang berkaitan dengan sedimen terampai sama ada kajian yang dilakukan di dalam negara mahupun luar negara.

Bab ketiga seterusnya membincangkan mengenai kawasan kajian dan metod kajian. Kawasan kajian yang dipilih telah dinyatakan dengan jelas merangkumi ketiga-tiga stesen persampelan meliputi latar belakang fizikal dan budaya di Lembangan Sungai Bernam yang menjadi sempadan antara negeri Selangor dan negeri Perak. Bagi metod kajian pula, bab ini membincangkan tentang reka bentuk persampelan dan pengutipan data di samping menjelaskan sumber data yang diperolehi. Kaedah di lapangan dan makmal digunakan serta kaedah pengukuran dan pengiraan dinyatakan sekali untuk memudahkan kaedah menganalisis data bagi melengkapkan kajian ini.

Bab 4 pula menerangkan tentang dapatan dan hasil kajian yang dijalankan. Analisis pengumpulan data dijalankan secara *in situ* di kawasan lapangan dan dijelaskan secara sistematik melalui jadual dan graf mengikut kehendak kajian di dalam makmal. Perbincangan dilakukan dalam bab ini bagi menganalisis trend hujan dan trend kepekatan sedimen terampai dalam tempoh jangka masa panjang di kawasan kajian serta menjalankan perbincangan dengan lebih terperinci berkaitan dengan penentuan kepekatan jumlah sedimen terampai dan membandingkan semasa aliran rendah dan aliran tinggi.

Bab yang terakhir iaitu Bab 5 merupakan penutup bagi keseluruhan kajian yang diperolehi untuk dirumuskan. Dalam bab ini, penulisan laporan adalah berkaitan kesimpulan yang dibuat secara keseluruhan mengenai kajian yang telah dijalankan.

Kesimpulan ini dapat di jalankan apabila kesemua data yang dikumpul dan dianalisis dalam bab empat iaitu hasil kajian dan perbincangan telah diselesaikan. Dalam bab ini juga, pengkaji memberikan cadangan kajian pada masa akan datang bagi penambahbaikan terhadap isu yang dikaji iaitu kepekatan jumlah sedimen terampai yang bertujuan untuk menjadi rujukan kepada pihak-pihak tertentu.

1.10 Kesimpulan

Dalam bab ini telah dinyatakan tentang kualiti dan kestabilan yang diberi perhatian adalah tahap sedimentasi dan pemendapan di dalam aliran sungai semula jadi. Hulu Lembangan Sungai Bernam merupakan kawasan yang menerima tempias kesan daripada aktiviti guna tanah di kawasan persekitaran. Punca penghasilan sedimen terampai merangkumi kepada proses hakisan tanah, hakisan tebing sungai, air larian permukaan, litupan tumbuhan dan faktor hujan. Hakisan permukaan yang giat berlaku menyumbang kepada kualiti dan kestabilan kawasan tadahan air yang berhampiran seperti sungai, tasik dan sebagainya.

Punca dan kesan yang wujud akibat daripada aktiviti guna tanah di Hulu Lembangan Sungai Bernam perlu dikenal pasti supaya tindakan segera diambil oleh pelbagai pihak. Keberkesanan dalam perlaksanaan pelbagai tindakan kawalan, langkah kawalan jangka masa pendek mahupun panjang perlu dilakukan bagi memastikan keberkesanan ini lebih berkesan dan efektif. Selain itu, badan-badan kerajaan yang bertanggungjawab seperti MDTM, MDHS, JAS dan JPS perlulah bijak mengambil tindakan dan menangani masalah ini. Tambahan pula, langkah perundangan amat



penting dan diperlukan untuk menyekat dan menghalang mana-mana pihak mahupun individu yang terbabit dalam permasalahan berkaitan pencemaran alam sekitar.

