



Universiti Malaysia
KELANTAN

GEOLOGY AND DELINEATION OF GROUNDWATER POTENTIAL OF KUALA BETIS BY USING REMOTE SENSING AND GIS

by

MUHAMMAD IZZUDDIN BIN MAZLAN

Report submitted in fulfilment of the requirement for the degree
of Bachelor of Applied Science (Geoscience) with Honors

MALAYSIA

FACULTY OF EARTH SCIENCE

UNIVERSITI MALAYSIA KELANTAN

2019

PERAKUAN

Saya mengesahkan tesis ini yang bertajuk “Geologi dan Pencarian Kawasan Potensi Air Bawah Tanah di Kuala Betis dengan menggunakan Penderiaan Jarak Jauh dan GIS” adalah keputusan dari kajian saya sendiri kecuali kajian yang telah dirujuk dari mana artikel. Tesis ini masih belum diterima untuk ijazah yang lain dan tidak sama dengan kajian dari calon ijazah yang lain.

Tandatangan :

Nama : Muhammad Izzuddin bin Mazlan

Tarikh :

UNIVERSITI
MALAYSIA
KELANTAN

KELULUSAN

Saya telah mengesahkan yang tesis ini telah dibaca dan mengikut pendapat saya tesis ini sudah cukup kriteria yang diperlukan dari segi skop dan kualiti sebagai seorang calon ijazah Sarjana Muda Sains Gunaan (Geosains) dengan kepujian.

Tandatangan :.....

Nama Penyelia : Dr. Wani Sofia binti Udin

Tarikh :.....

UNIVERSITI
MALAYSIA
KELANTAN

PENGHARGAAN

Dalam melaksanakan kajian geologi dan pencarian kawasan potensi air bawah tanah dengan menggunakan penderiaan jarak jauh dan GIS, setinggi-tinggi penghargaan di berikan kepada penyelia saya iaitu Dr. Wani Sofia binti Udin yang telah banyak memberi nasihat dan tunjuk ajar sepanjang proses kajian di jalankan sehingga proses selesai di jalankan. Dalam pada masa yang sama, penghargaan juga diberikan kepada pensyarah geosains yang selama ini telah membantu dalam memberi ilmu dalam menjalankan kajian geologi di Kuala Betis Gua Musang iaitu Ir. Arham Muchtar Achmad Bahar, Prof. Surono Martusuwito dan juga Prof. Udi Hartono. Tanpa tunjuk ajar daripada mereka semua, kajian geologi Kuala Betis Gua Musang tidak mungkin dapat dilaksanakan dengan jayanya. Tidak lupa juga penghargaan kepada warga FELCRA dan warga penduduk Kuala Betis Gua Musang kerana mengizinkan kami untuk bermalam di dewan Panggong Lalat sewaktu proses kerja-kerja lapangan di jalankan.

Di kesempatan ini, ucapan terima kasih dan penghargaan telah diberikan kepada pembantu makmal En. Mohd Khairul Aizuddin bin Razali yang telah memberi tunjuk ajar dalam proses dan langkah-langkah untuk memotong batu di makmal. Dalam pada masa yang sama, En. Khairul Aizuddin bin Razali juga menjadi pemandu *Hilux* sewaktu hendak ke lapangan. Tidak lupa juga kepada pemandu UMK kampus Jeli dalam bersama-sama menjayakan kajian Geologi Kuala Betis Gua Musang. Penghargaan juga diberikan kepada rakan-rakan yang kerna telah membantu bersama-sama pergi ke lapangan untuk mendapatkan data lapangan.

GEOLOGI DAN PENCARIAN KAWASAN POTENSI AIR BAWAH TANAH DI KUALA BETIS DENGAN MENGGUNAKAN KAEDAH PENDERIAAN JARAK JAUH DAN GIS

Muhammad Izzuddin Mazlan¹, Wani Sofia Udin², Arham Muchtar Achmad Bahar³

^{1&2&3}Geoscience department, Faculty of Earth Science, University Malaysia Kelantan

izzuddin.e15a0118@siswa.umk.edu

Abstrak: Kajian ini adalah mengenai geologi dan pencarian kawasan potensi air bawah tanah di kawasan Kuala Betis Gua Musang dengan menggunakan kaedah penderiaan jarak jauh dan GIS. Kajian ini dijalankan kerana kurangnya maklumat tentang geologi bagi kawasan Kuala Betis Gua Musang. Tujuan kajian ini dijalankan adalah untuk menghasilkan peta geologi yang berskala 1:25 000. Dalam pada masa yang sama, tujuan kajian ini dijalankan adalah untuk mengenalpasti faktor-faktor bagi proses pencarian kawasan potensi air bawah tanah dan untuk menghasilkan peta kawasan potensi air bawah tanah bagi kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang. Kajian bagi geologi kawasan Kuala Betis Gua Musang telah dijalankan dengan melakukan kerja-kerja lapangan. Data struktur geologi dan litologi batuan diambil sewaktu kerja-kerja lapangan. Kesemua data yang diambil dan dikumpulkan sewaktu kerja-kerja lapangan dimasukkan ke dalam peta untuk dijadikan peta geologi bagi kawasan Kuala Betis Gua Musang pada skala 1:25 000. Peta kawasan potensi air bawah tanah di Kuala Betis Gua Musang dilakukan dengan mendapat kesemua parameter yang diperlukan seperti peta kecerunan, peta ketumpatan saliran, peta garisan *lineament*, peta geomorfologi dan peta penggunaan tanah. Kesemua parameter digabungkan dengan mengikut pemberat yang telah ditetapkan bagi setiap parameter untuk dijadikan sebuah peta kawasan potensi air bawah tanah. Perisian yang digunakan untuk melakukan proses pencarian kawasan potensi air bawah tanah dengan menggunakan kaedah penderiaan jarak jauh dan GIS adalah perisian *ArcGIS* 10.2.

Kata kunci: air bawah tanah; Kuala Betis; penderiaan jarak jauh; parameters;pemberat

GEOLOGY AND DELINEATION OF GROUNDWATER POTENTIAL OF KUALA BETIS BY USING REMOTE SENSING AND GIS

Muhammad Izzuddin Mazlan¹, Wani Sofia Udin², Arham Muchtar Achmad Bahar³

^{1&2&3}Geoscience department, Faculty of Earth Science, University Malaysia Kelantan

izzuddin.e15a0118@siswa.umk.edu

Abstract: This study is about the geology and delineation of groundwater potential in the area of Kuala Betis Gua Musang by using remote sensing and GIS. The purpose of this study was to produce a geological map of scale 1:25 000. At the same time, the purpose of this study is to identify the factors for the process of delineation groundwater potential and to produce a map of groundwater potential for the study area at Kuala Betis Gua Musang. The geological study of the Kuala Betis Gua Musang area was conducted by fieldwork. Geological structure data and rock lithology are taken during fieldwork. All data collected during fieldwork are included in the map to be used as a geological map of the Kuala Betis Gua Musang area at a scale of 1:25 000. Map of groundwater potential at Kuala Betis Gua Musang is done by obtaining all required parameters such as slope map, drainage map, lineament density map, geomorphological map and land use map. All parameters are combined with the weightage given for each parameter to complete the making process map of groundwater potential. The software used to perform groundwater potential process by using remote sensing method and GIS is ArcGIS 10.2 software.

Keywords: groundwater potential; Kuala Betis; remote sensing; parameters; weightage

UNIVERSITI
MALAYSIA
KELANTAN

ISI KANDUNGAN

PERAKUAN	i
KELULUSAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	vi
ISI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI SINGKATAN	xii
BAB 1: PENGENALAN	1
1.1: Latar Belakang Kajian	1
1.2: Kawasan Kajian	3
1.2.1: Lokasi	3
1.2.2: Jalan Perhubungan	3
1.2.3: Demografi	5
1.2.4: Guna Tanah	5
1.2.5: Sosio Ekonomi	6
1.3: Penyataan Masalah	6
1.4: Objektif	7
1.5: Skop Kajian	7
1.6: Kepentingan Kajian	8
BAB 2: KAJIAN LITERATUR	8
2.1: Pengenalan	9
2.2: Aktiviti Tektonik	10
2.3: Stratigrafi	10
2.4: Struktur Geologi	11
2.5: Sejarah Geologi	11
2.6: Pencarian Kawasan Potensi Air Bawah Tanah	12
2.6.1: Faktor-Faktor Kawasan Potensi Air Bawah Tanah	12
2.6.2: Kaedah Pencarian Kawasan Potensi Air Bawah Tanah	13
BAB 3: PERALATAN DAN METODOLOGI	15
3.1: Pengenalan	15
3.2: Peralatan	15

3.2.1: Peralatan Untuk Kajian Geologi	15
3.2.2: Alatan Untuk Kajian Kawasan Potensi Air Bawah Tanah	17
3.3: Metodologi	18
3.3.1 Kajian Awal	18
3.3.2 Kerja-Kerja Lapangan	18
3.3.3 Kerja-Kerja Makmal	19
3.3.4 Pemprosesan Data	20
A) Kaedah Penghasilan Kawasan Potensi	21
B) Proses Penghasilan Peta Tematik	21
I) Peta Cerun	21
Ii) Peta Ketumpatan Saliran	22
Iii) Peta Ketumpatan <i>Lineament</i>	23
Iv) Peta Penggunaan Tanah	23
V) Peta Geomorfologi	24
3.3.5 Data Analisis Dan Pentafsiran	24
BAB 4: KAJIAN GEOLOGI	26
4.1: Pengenalan	26
4.2: Geomorfologi	28
4.2.1: Klasifikasi Geologi	28
4.2.2: Polar Saliran	31
4.2.3: Luluhawa	32
4.3: Litostratigrafi	33
4.3.1: Litologi Unit <i>Phylite</i>	33
4.3.2: Litologi Unit <i>Tuff</i>	35
4.4: Struktur Geologi	38
4.4.1: Lineamen Analisis	38
4.4.2: Telerang	40
4.4.3: Sesar	41
4.4.4: Kekar	43
4.4.5: Lipatan	44
BAB 5: PENGHASILAN KAWASAN POTENSI AIR BAWAH TANAH	46
5.1: Pengenalan	46
5.2: Kecerunan	46
5.3: Ketumpatan Saliran	49
5.4: Ketumatan Garisan Lineamen	51

5.5: Penggunaan Tanah	53
5.6: Geomorfologi	55
5.7: Kawasan Potensi Air Bawah Tanah	57
BAB 6: RUMUSAN DAN CADANGAN	62
6.1: Rumusan	62
6.2: Cadangan	63
SUMBER RUJUKAN	64

Senarai jadual

2.1:	Faktor-faktor yang mempengaruhi potensi pengisian di kawasan tadahan air di <i>Hualian River</i>	14
5.1:	Jadual pemberat dan peratus pemberat yang telah ditetapkan bagi setiap parameter yang diperlukan	58

Senarai rajah

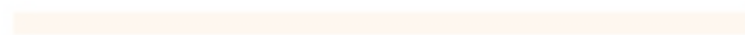
1.1 :	Peta kawasan kajian Kuala Betis Gua Musang	4
3.1 :	Alatan untuk kajian geologi	16
3.2 :	Carta alir	25
4.1 :	Geomorfologi bagi kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang	29
4.2 :	Peta bentuk muka bumi bagi kawasan kajian Kuala Betis Gua Musang	30
4.3 :	Polar saliran bagi kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang	32
4.4 :	Singkapan bagi batuan <i>tuff</i>	36
4.5 :	Garisan <i>lineament</i> yang dilakukan pada peta topografi bagi kawasan kajian Kuala Betis Gua Musang	39
4.6 :	<i>Rose Diagram</i> bagi data <i>lineament</i> yang dimasukkan ke dalam perisian <i>GeoRose</i>	40
4.7 :	Telerang yang terdapat pada batuan <i>lapilli tuff</i>	41
4.8 :	Sesar kecil yang berlaku pada batuan <i>lapilli tuff</i>	42
4.9 :	Sesar yang berlaku pada sungai Nenggiri berdasarkan peta topografi	43
4.10:	Struktur kekar yang terdapat pada batuan <i>lapilli tuff</i>	44
4.11:	Struktur lipatan pada batuan <i>tuff</i>	45
5.1 :	Gambar peta kecerunan bagi kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang	48
5.2 :	Gambar menunjukkan peta nilai ketumpatan saliran bagi kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang	50
5.3 :	Peta ketumpatan garisan lineamen bagi kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang	52
5.4 :	Peta penggunaan tanah bagi kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang	54
5.5 :	Peta geomorfologi bagi kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang	56



UNIVERSITI



MALAYSIA



KELANTAN

Senarai singkatan

USGS	: <i>United State Geological Survey</i>
GIS	: <i>Geographic Information System</i>
DEM	: <i>Digital Elevation Model</i>
TIN	: <i>Triangular Irregular Network</i>
SRTM	: <i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
IDW	: <i>Inverse Distance Weight</i>
GPS	: <i>Global Positioning System</i>

UNIVERSITI
MALAYSIA
KELANTAN

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Latar Belakang Kajian

Pemetaan Geologi ialah sebuah proses untuk mengenal pasti tentang ciri-ciri geologi seperti litologi batuan, geomorfologi bagi sesebuah kawasan dan juga mengenai struktur geologi yang terdapat di dalam kawasan kajian. Di pengakhiran proses pemetaan geologi ini, peta geologi yang mengandungi maklumat tentang aspek-aspek geologi bagi kawasan kajian akan dihasilkan bagi kegunaan masyarakat setempat dan kerajaan. Geologi Gua Musang boleh digambarkan dengan mengetahui semua aspek-aspek geologi seperti litologi batuan, formasi batuan dan struktur geologi bagi kawasan Gua Musang.

Air bawah tanah adalah air yang terkandung di bawah permukaan bumi. Air bawah tanah ini terjadi disebabkan oleh proses kitaran air yang berlaku di dalam bumi. Air yang terdapat atas permukaan bumi ini terjadi disebabkan oleh hujan yang mengalir masuk ke-dalam sungai dan tasik. Air yang tidak mengalir masuk ke dalam sungai atau tasik akan meruap ke ruangan atmosfera. Pada masa yang sama, air yang tidak mengalir tadi akan meresap masuk ke bawah permukaan bumi melalui rekahan-rekahan yang terdapat di kawasan permukaan bumi dan berkumpul di sebuah zon yang dikenali sebagai akuifer. Akuifer ialah sebuah lapisan batu yang telap kepada air dan sesuai untuk menjadi kawasan takungan air bawah tanah.

Kawasan penigisian air adalah sebuah kawasan yang berlakunya proses resapan air masuk ke bawah permukaan bumi dan mengalir ke akuifer.

Penderiaan jarak jauh adalah sebuah kaedah bagi memproses dan menganalisis data imej yang diambil dengan menggunakan satelit dan pesawat tanpa pemandu (UAV). Untuk kajian spesifik yang dilakukan ini, kaedah penderiaan jarak jauh dan sistem maklumat geografi (GIS) digunakan untuk mengenalpasti sesebuah kawasan yang mempunyai potensi air bawah tanah. Untuk mengenalpasti kawasan yang berpotensi bagi air bawah tanah, kaedah penderiaan jarak jauh dapat digunakan bagi mendapatkan data saliran, *lineament*, penggunaan tanah, cerun dan geomorfologi untuk menganalisis bagi mendapatkan maklumat tentang kawasan potensi air bawah tanah. Untuk menganalisis kawasan potensi air bawah tanah, peta litologi boleh dijadikan sumber rujukan untuk mengetahui jenis batuan yang dapat menyimpan takungan air bawah tanah yang terdapat di dalam kawasan kajian. Kawasan penggunaan tanah dapat mengenalpasti kawasan potensi air bawah tanah dengan mengkaji kawasan tadahan air dan permukaan bumi. *Lineament* juga adalah faktor yang boleh dikaji bagi mengetahui struktur geologi yang mempunyai kaitan dengan air bawah tanah seperti sesar dan rekahan yang memberikan kepustusan kepada struktur keliangan yang kedua dan ketelapan. Ia juga boleh mengenalpasti pergerakan air bawah tanah ke tempat takungan air bawah tanah.

Peta ketumpatan saliran digunakan untuk ketelapan berbalik. (Magesh N.S.,2012). Cerun adalah salah satu faktor yang diperlukan untuk mencari kawasan potensi air bawah tanah. Cerun terbahagi kepada empat kelas dimana ia terbahagi kepada sangat baik, baik, teruk dan sangat teruk. Kawasan yang sangat baik ialah

kawasan cerun yang bersudut diantara $0-6^{\circ}$ kerana bentuk muka bumi yang rata dan kadar penapisan adalah tinggi. Kawasan yang baik adalah kawasan cerun yang bersudut diantara $6-16^{\circ}$ dimana ia bagus untuk tempat takungan air bawah tanah kerana bentuk muka bumi yang beralun. Kawasan yang teruk ialah kawasan yang mempunyai cerun yang bersudut diantara $16-27^{\circ}$ dimana ia mempunyai kadar penapisan yang rendah dan kawasan yang sangat teruk ialah kawasan yang mempunyai cerun bersudut lebih dari 27° .

1.2 Kawasan Kajian

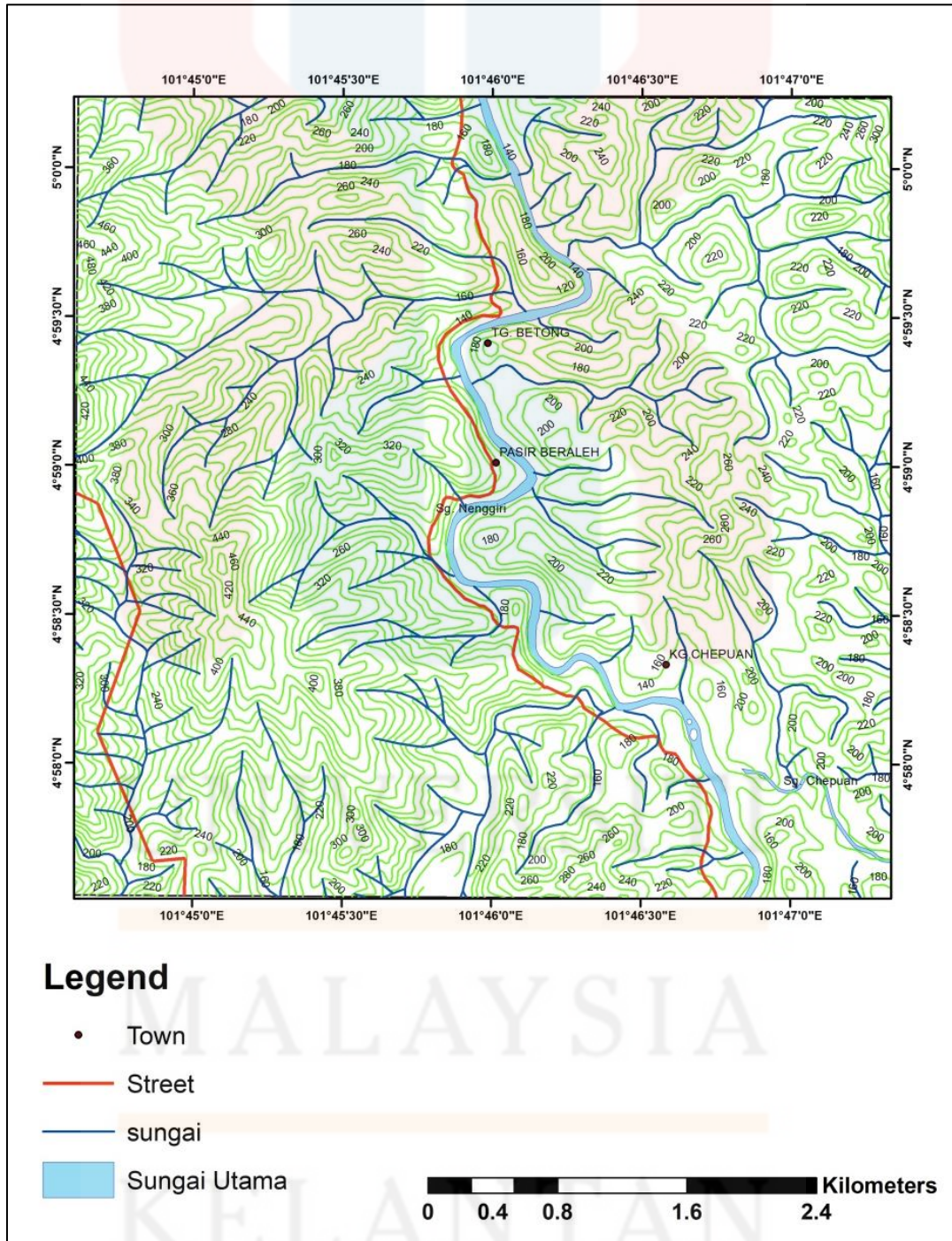
1.2.1 Lokasi

Kawasan kajian bertempat di Kampung Pasir Beralih di Kuala Betis. Kuala Betis terletak di kawasan Selatan di Negeri Kelantan. Jarak dari Gua Musang ke Kuala Betis adalah dalam 35.8 kilometer. Koordinat bagi kawasan kajian di Kuala Betis adalah pada latitud $N4^{\circ}57'30''$ kepada $N5^{\circ}57'30''$ dan longitud pada $E101^{\circ}44'30''$ kepada $E101^{\circ}47'30''$. Sungai utama yang terdapat di kawasan kajian adalah Sungai Nenggiri. Rajah 1.1 menunjukkan peta bagi kawasan kajian.

1.2.2 Jalan Perhubungan

Kuala Betis terletak di bahagian barat Gua Musang. Untuk memasuki kawasan kajian dari Bandar Gua Musang, perlu ambil jalan Gua Musang ke Kampug Kuala Betis. Bermula dari Kampung Kuala Betis, jalan untuk memasuki kawasan Kuala Betis ialah jalan tanah merah. Jarak dari kampung Kuala Betis ke kawasan

kajian ialah dalam 8.0 kilometer. Jadi, untuk memasukinya perlu menggunakan kereta pacuan empat roda atau motosikal. Jalan yang digunakan untuk memasuki kawasan kajian adalah jalan yang sama digunakan oleh penduduk kampung untuk keluar masuk kampung. Pada arah timur daripada jalan utama ialah Sungai Nenggiri.



Rajah 1.1: Peta kawasan kajian Kuala Betis Gua Musang

1.2.3 Demografi

Populasi yang terdapat di Kuala Betis ialah penduduk kampung berbangsa melayu dan ada juga penduduk dari kalangan orang asli. Kebanyakan penduduk yang terdapat disini adalah dari kalangan orang asli. Salah satu kaum yang terdapat dalam kalangan orang asli ialah kaum Penan. Di kawasan kajian terdapat tiga kampung yang penduduknya adalah dari kalangan orang asli. Antara kampungnya adalah kampung Chepuan, Kampung Pasir Beralih dan Tanjung Betong. Untuk memasuki kawasan kampung orang asli yang terdapat di dalam kawasan kajian perlu memasuki pagar utama yang dibuat oleh kaum mereka sendiri. Di dalam kawasan kajian juga terdapat sekolah rendah dan kebanyakan guru-gurunya adalah berbangsa melayu. Pekerjaan yang selalu dilakukan di Kuala Betis adalah sebagai penoreh getah dan mengutip hasil kelapa sawit. Masyarakat orang asli yang muda bekerja sebagai pengawal di pagar untuk memasuki kawasan kampung orang asli.

1.2.4 Guna Tanah

Tanah di kawasan Kuala Betis digunakan sebagai ladang tanaman pokok getah dimana pekerja-pekerjanya adalah dari kalangan masyarakat orang asli sendiri. Tetapi, kebanyakan tempat di kawasan Kuala Betis digunakan sebagai tanah untuk tanaman pokok kelapa sawit. Di Kuala Betis juga terdapat kawasan tanah yang digunakan kawasan untuk dijadikan kawasan tempat tinggal bagi masyarakat orang asli. Tanah yang selebihnya yang terdapat di kawasan Kuala Betis ada dijadikan sebagai kawasan pembalakan.

1.2.5 Sosio Ekonomi

Kawasan ini didiami oleh masyarakat melayu dan orang asli. Antara aktiviti-aktiviti yang dilakukan oleh penduduk bagi masyarakat di Kuala Betis adalah perniagaan secara kecil-kecilan. Perniagaan yang dilakukan oleh penduduk kampung Kuala Betis adalah dengan membuka kedai runcit dan juga beberapa warung makanan. Dalam pada masa yang sama, penduduk ini mengambil hasil dan mencari rezeki dengan menjual getah skrap dan mengambil upah untuk mengambil hasil buah kelapa sawit.

1.3 Pernyataan Masalah

Pernyataan masalah bagi geologi kawasan Kuala Betis adalah maklumat berkenaan geologi sudah lama dan tidak di perbaharui. Dalam masa yang sama, tiada lagi kajian yang dibuat mengenai geologi bagi kawasan Kuala Betis di Gua Musang. Jadi kajian ini dibuat bagi mendapatkan maklumat yang berguna tentang aspek-aspek geologi di Kuala Betis.

Penyataan masalah yang berikutnya adalah mengenai kawasan potensi air bawah tanah. Di Kuala Betis, terdapat kurangnya maklumat tentang kajian air bawah tanah bagi membantu penduduk Kuala Betis untuk mendapatkan sumber air untuk kegunaan harian. Selain itu, kajian bagi mencari air bawah tanah memerlukan dana yang banyak, dengan adanya kajian ini, dana, masa dan tenaga bagi mencari sumber air bawah tanah dapat dijimatkan.

1.4 Objektif

1. Untuk menghasilkan peta geologi bagi kawasan Kuala Betis yang berskala 1: 25 000
2. Untuk mengenalpasti faktor-faktor bagi pencarian air bawah tanah
3. Untuk menghasilkan peta yang menunjuk maklumat tentang kawasan potensi air bawah tanah.

1.5 Skop Kajian

Skop kajian yang perlu ada dalam kajian bagi geologi Kuala Betis Gua Musang ialah struktur geologi. Struktur geologi ialah perkara atau struktur-struktur yang terdapat di lapangan bagi menentukan kejadian atau sejarah batuan yang berlaku di kawasan tersebut. Dalam struktur geologi, kekar dan rekahan juga perlu diambil datanya bagi mengetahui arah tekanan yang menghentam sesuatu batuan. Litologi bagi kawasan Kuala Betis juga termasuk dalam skop kajian untuk mengetahui sempadan dan jenis batuan batuan yang terdapat di kawasan Kuala Betis Gua Musang.

Bagi spesifikasi untuk kajian ini yang kajiannya adalah menentukan kawasan potensi air bawah tanah dengan menggunakan kaedah penderiaan jarak jauh dan GIS, skop kajiannya adalah faktor-faktor dan ciri-ciri bagi kawasan potensi air bawah tanah. Faktor-faktor bagi kawasan potensi air bawah tanah adalah seperti geomorfologi batuan, saluran, cerun, penggunaan tanah dan *lineament*. Skop kajian yang juga perlu ada dalam kajian spesifik ini ialah pengetahuan tentang penderiaan

jarak jauh dan cara menggunakan perisian untuk membuat peta litologi, peta *lineament*, peta saliran, peta penggunaan tanah dan peta cerun.

1.6 Kepentingan Kajian

Kepentingan bagi kajian ini adalah untuk memberi maklumat tentang kawasan potensi air bawah tanah untuk kegunaan kerajaan dan syarikat pencarian air bawah tanah yang lain. Kajian ini juga dapat memberikan perancangan awal kepada syarikat pencarian air bawah tanah untuk melanjutkan proses pencarian mereka. Dalam pada masa yang sama, kajian ini dapat menjaga sistem pengurusan air bawah tanah.

BAB 2

KAJIAN LITERATUR

2.1 Pengenalan

Formasi bagi kawasan Gua Musang keseluruhannya adalah dari batuan sedimen yang umurnya pada *Triassic* dan *Permian* (Kouame Yao, 2017). Gua Musang mempunyai altitud yang tinggi dimana ketinggian dari aras laut ialah 110m dan dikelilingi dengan struktur-struktur geologi yang banyak (Elhaj, 2016). Kumpulan Gua Musang ditakrifkan sebagai *argilit-karbonat-volcanic* yang didepositkan dalam platform Gua Musang yang sama pada tempoh masa *Permo-Triassic*. Didalam kumpulan Gua Musang terdapat formasi Gua Musang, formasi Aring, formasi Telong dan formasi Nilam (Kamal Roslan Mohamed, 2016).

Kuala Betis ini terletak di Selatan Barat Kelantan dan jaraknya ialah 40 kilometer dari arah Barat Bandar Gua Musang. Batuan yang terdapat di kawasan Kuala Betis adalah batuan piroklasti seperti batuan meta-sedimen dimana umurnya adalah *Permo-Triassic*. (Leman, M. S. 1994). Di Gua Musang juga terdapat batuan metamorfik yang dimana umurnya adalah pada tempoh *Paleozoic* dan terletak di arah timur Kuala Betis. Di Kuala Betis. Di dalam formasi Gua Musang terdapat bauan konglomerat dan batu pasir (Abdul Rahim Samsudin, 1994).

2.2 Aktiviti Tektonik

Semenanjung Malaysia terdiri daripada dua bentuk muka bumi yang berasal dari benua Gondwana yang terpisah dan bercantum pada akhir *Triassic*. Sibumasu yang mewakili bahagian barat semenanjung Malaysia dipisahkan dari Gondwana sewaktu awal *Permian*. Vulkanik yang terbentuk pada margin Indochina yang besar mewakili bahagian tengah dan timur bagi Semenanjung Malaysia. Blok Indochina dipisahkan dari Gondwana pada zaman *Devonian*. Subduksi lautan *Paleo-Tethys* adalah diikuti pelanggaran dua blok dan terjadinya orogenic pada *Triassic* rendah. (Wal, 2014)

2.3 Stratigrafi

Formasi Gua Musang dan Telong terdiri daripada batuan fasies *Argillaceous* yang batuan itu terdiri daripada batuan syal, *siltstone*, *mudstone*, *slate* dan *phylite*. Formasi ini berlaku sebagai *interbedded* bersama dengan pembentukan Formasi Aring dan marmar Nilam. Fasies Karbonat adalah fasies yang paling dominan di marmar Nilam dan sangat meluas pada formasi Gua Musang. (Kamal Roslan Mohamed, 2016).

Batuan fasies *Argillaceous* mempunyai spesies–spesies fosil yang terdapat pada zaman *Triassic* (Mohd Shafeea Leman, 2004). Batuan vulkanik termasuk batuan *tuff* dan batuan *Agglomerate*. Kebanyakan batuan piroklastik dengan batuan sedimen dan mempunyai fosil spesies dari zaman *Upper Paleozoic* (Gobbett, 1973).

2.4 Struktur Geologi

Batuan di sepanjang garisan Bentong-Raub Suture boleh dibahagi kepada tujuh unit tektonik yang membentuk struktur imbrikasi. Bentong-Raub suture mempunyai struktur sesar mendatar. Bentong-Raub suture ini terdedah di sepanjang jalan dari Gua Musang sehingga ke Cameron Highlands dimana lebar kawasan pembentukan tersebut adalah dalam 20 kilometer (Tjia & Syed Sheikh, 1996).

Terdapat struktur lineamen pada margin timur di mana jurus bagi lineamen tersebut adalah pada Utara-Selatan daripada sempada Thailand di bahagian Selatan sehingga ke Raub. Kawasan yang mempunyai lineamen tersebut dikenali sebagai garisan Bentong-Raub (Hutchinson, 1989).

2.5 Sejarah Geologi

Batuan Vulkanik atau piroklastik menghasilkan topografi di lautan dimana terdapat pengendapan batuan limestone di persekitaran lautan yang cetek. Jumlah batuan vulkanik atau piroklastik menunjukkan bahawa ada berlakunya aktiviti gunung berapi pada waktu yang tertentu. Berdasarkan batu kapur di kawasan Lipis, interaktif Gunung berapi-karbonat lazim berlaku di bahagian lewat *Permian* yang menandakan masa puncak Gunung berapi. Aktiviti ini diikuti dengan pemendapan karbonat yang meningkat semasa *Triassic* dimana fenomena gunung berapi sudah berkurang. Laminasi selari boleh dilihat di beberapa tempat, menandakan pemendapan di kawasan persekitaran tenaga yang rendah. Laminasi selari menandakan kawasan peralihan air dari kawasan yang terhad ke kawasan yang tertutup (Kamal Roslan Mohamed, 2016).

2.6 Pencarian Kawasan Potensi Air Bawah Tanah

2.6.1 Faktor-Faktor Kawasan Potensi Air Bawah Tanah

Cerun adalah salah satu faktor utama yang penting dalam pencarian sesebuah kawasan potensi air bawah tanah. Faktor cerun perlu diperhatikan kerana kadar penyerapan air bawah tanah adalah berlawanan dan berkait rapat dengan kecerunan bagi setiap cerun. Semakin curam sesebuah cerun itu, semakin kurang potensi untuk menemukan air bawah tanah dan kecerunan yang kurang curamnya mempunyai potensi yang baik bagi menemukan prospek air bawah tanah (Das, 2017).

Ketumpatan saliran juga merupakan faktor dalam mencari kawasan potensi air bawah tanah. Jika nilai ketumpatan saliran itu adalah tinggi, maka ia akan menjadi petunjuk kepada kurangnya potensi untuk menemukan kawasan air bawah tanah. Untuk mencari kawasan potensi air bawah tanah, faktor-faktor yang perlu diperhatikan adalah ciri-ciri geologi, tanah, saliran, *lineament*, data taburan hujan bagi kawasan kajian, penggunaan tanah, cerun dan topografi bagi kawasan kajian. (Domingos Pinto, 2017)

Geomorfologi merupakan faktor yang penting dalam proses pencarian kawasan potensi air bawah tanah. Antara ciri-ciri geomorfologi yang utama untuk diperhatikan dalam pencarian kawasan potensi air bawah tanah adalah alluvial, sungai, *pediment*, lembah dan bukit-bukau (S Sunganthi *et al*, 2013).

Penggunaan tanah atau tanah yang digunakan sebagai kawasan penanaman sayur-sayuran akan mempunyai potensi kawasan dimana air meresap masuk kedalam tanah kerana sayur-sayuran dan tanam-tanaman akan menyerap air yang berada di

atas muka bumi. Ketumpatan *lineament* juga dapat digunakan untuk menentukan keliangan sekunder bagi mengenalpasti pergerakan dan takungan air bawah tanah (Raju Thapa, 2017). Struktur *lineament* diperhatikan dengan menggunakan penderiaan jarak jauh bagi mengetahui pergerakan dan takungan bagi air bawah tanah (Hsin-Fu Yeh, 2016)

2.6.2 Kaedah Pencarian Kawasan Potensi Air Bawah Tanah

Kebanyakan kawasan potensi air bawah tanah dicari dengan menggunakan kaedah penderiaan jarak jauh dan teknik GIS. Setiap lapisan tematik yang dihasilkan bagi menjalankan kajian ini adalah disediakan dari imej satelit dan daripada peta topografi. Antara lapisan tematik yang diperlukan untuk menjalankan kajian pencarian kawasan potensi air bawah tanah adalah peta geomorfologi, peta kecerunan, peta penggunaan tanah, peta *lineament* dan peta saliran. Setiap lapisan tematik perlu ditukarkan kepada data raster dengan menggunakan *raster converter tool* di ArcGIS.

Antara faktor yang mempengaruhi kawasan potensi air bawah tanah adalah seperti *lineament*, saliran, geomorfologi, kecerunan, penggunaan tanah dan tanah dengan memerhatikan pemberat yang telah ditetapkan. Anggaran bagi pemberat kumulatif telah digunakan untuk mengira kadar faktor yang mempengaruhi kawasan potensi air bawah tanah dengan menggunakan formula $\left[\frac{(A+B)}{\sum(A+B)} \right] \times 100$. (Magesh, 2012). Pemberat bagi perbezaan faktor kawasan potensi air bawah tanah adalah ditetapkan berdasarkan ciri-ciri kawasan yang terdapat di dalam kawasan kajian. Pengumpulan pemberat telah digunakan untuk menentukan kawasan potensi air

bawah tanah. Nilai pemberat bagi potensi pengisian perlu ditentukan bergantung kepada kepentingan bagi setiap faktor semasa proses pengisian. Jadi, semakin tinggi pemberat pengisian, maka semakin besar pengaruh bagi faktor-faktor tersebut. (Hsin-Fu Yeh, 2016). Jadual 2.1 menunjukkan faktor-faktor yang mempengaruhi potensi pengisian di Hualian River dan pemberat yang telah ditetapkan.

Jadual 2.1: Faktor-faktor yang mempengaruhi potensi pengisian di kawasan tadahan air di *Hualian River*

Factor	Domain of effect	Assigned weight
Lineaments density	5–6 (segment per 1 km ²)	20
	4–5	16
	3–4	13
	2–3	10
	0–2	6
	0	0
Drainage density	6–10 (segment per 1 km ²)	9.75
	4–6	7.5
	2–4	5.25
	0–2	3
	0	0
Lithology	Gravelly sand	30
	Slate/Schist	24
	Other metamorphic rock	15
	Marble/Dolomite	6
	Igneous rock	3
Slope gradient	0–10°	15
	10–20°	12
	20–35°	9.75
	35–60°	7.5
Land use/cover	Surface water body/river channel	16.25
	Agricultural land	12.5
	Bare land	8.75
	Forest	5
	Building	2.5

Sumber (Hsin-Fu Yeh, 2016)

BAB 3

PERALATAN DAN METADOLOGI

3.1 Pengenalan

Pada bab ini, perkara yang akan diceritakan adalah perkara yang berkaitan dengan peralatan-peralatan yang digunakan sewaktu melakukan kerja-kerja lapangan dan sewaktu hendak menyipkan kajian sama ada kajian geologi atau spesifikasi. Dalam pada masa yang sama, bab ini akan menceritakan langkah-langkah dan proses bagaimana hendak menyiapkan kajian geologi dan spesifikasi.

3.2 Peralatan

3.2.1 Peralatan Untuk Kajian Geologi

Alat-alat yang digunakan untuk membuat kajian geologi Kuala Betis Gua Musang adalah Sistem Penentuan Lokasi Sejagat (GPS), asid hidroklorik, pita pengukur, perisian *ArcGIS 10.2* dan kanta mata. Peralatan yang digunakan untuk kajian spesifik pula adalah perisian *ArcGIS 10.2* untuk membuat peta dan lapisan tematik untuk menginterpretasi data kawasan potensi air bawah tanah di kawasan kajian. Alatan yang pertama yang digunakan untuk Geologi Kuala Betis Gua Musang adalah alat GPS untuk menanda kawasan dan mengetahui koordinat dimana terjumpanya singkapan di kawasan kajian. Dalam pada masa yang sama, ia juga digunakan untuk menandakan koordinat di mana terjumpa penemuan yang penting untuk kajian. GPS juga dapat digunakan untuk merekod data perjalanan sewaktu melakukan kerja-kerja lapangan.



Rajah 3.1: Alatan untuk kajian geologi

Alatan yang kedua adalah kompas. Kompas digunakan untuk mengambil arah jurus dan kemiringan bagi sebuah singapan yang terjumpa di kawasan kajian. Data jurus digunakan untuk membuat keratan rentas bagi kawasan kajian.

Alatan seterusnya adalah tukul geologi. Tukul geologi digunakan untuk mengetuk batu di lapangan untuk dijadikan sampel bagi singkapan yang terjumpa di dalam lapangan. Batu itu seterusnya akan dibawa ke makmal untuk proses penipisan batuan dan melihatnya di bawah mikroskop.

Asid Hidroklorik juga adalah salah satu alatan yang diperlukan uuntuk melakukan kajian geologi di Kuala Betis Gua Musang. Ia digunakan untuk mengenalpasti kalsit yang terdapat di batuan dan untuk mengetahui jenis batuan

seperti batu kapur. Alatan seterusnya adalah pita pengukur. Pita pengukur ini digunakan untuk mengukur saiz atau lebar singkapan yang tersingkap di atas permukaan bumi yang dapat diperhatikan.

Dalam kajian pemetaan Kuala Betis Gua Musang, perisian ArcGIS 10.2 juga digunakan untuk penghasilan peta kawasan kajian dan peta geologi. Alatan yang terakhir digunakan untuk kajian pemetaan geologi bagi kawasan Kuala Betis Gua Musang adalah kanta mata. Ia digunakan untuk memerhati mineral yang kecil yang terkomposisi di dalam batuan.

3.2.2 Alatan untuk Kajian Kawasan Potensi Air Bawah Tanah

Alatan yang digunakan untuk mengenalpasti kawasan potensi air bawah tanah adalah peta topografi, imej satelit dan data konvensional seperti data taburan hujan. Dalam kajian ini, peta topografi digunakan untuk memerhati *lineament* dan memerhati cerun dengan menggunakan perisian ArcGIS.

Alatan yang seterusnya adalah imej satelit. Imej satelit digunakan untuk membuat lapisan tematik seperti peta penggunaan tanah, peta litologi, peta density *lineament* dan peta cerun bagi proses mengenalpasti kawasan potensi air bawah tanah. Data konvensional seperti data taburan hujan yang boleh didapati di jabatan meteorologi digunakan untuk mengenalpasti taburan hujan di kawasan Kuala Betis Gua Musang dengan menggunakan *Inverse Distance Weight (IDW)*.

3.3 Metodologi

3.3.1 Kajian Awal

Kajian awal ini adalah langkah pertama yang perlu dilakukan untuk menjalankan kajian mengenai geologi Gua Musang dan kajian pencarian kawasan potensi air bawah tanah. dalam kajian awal ini, segala jenis maklumat dan artikel mengenai kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang telah dikaji sebelum pergi ke lapangan. *Lineament* telah di tafsir melalui peta topografi sebelum bergerak ke lapangan untuk memastikan kawasan yang berpotensi untuk menjumpai struktur-struktur geologi di lapangan. Peta bagi kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang telah disediakan sebelum ke lapangan untuk mengetahui kawasan yang perlu pergi untuk mendapatkan data-data geologi. Berdasarkan peta topografi yang telah disediakan, geomorfologi bagi kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang dengan membezakan corak kontor dan ketinggian. Peta topografi pula perlu ditentukan sempadan litologi batuanannya dan perlu menganalisis jenis batuanannya berdasarkan corak kontor yang terdapat pada peta topografi. Hal ini akan memudahkan perancangan untuk kerja-kerja lapangan seperti mengetahui di mana tempat yang mungkin dapat menemukan kawasan hubungan bagi batuan dengan batuan yang lain. Dalam pada masa yang sama, peta imej satelit yang diambil dari *Google Earth* atau *Google Map* untuk mengetahui aksesibiliti untuk memasuki kawasan kajian.

3.3.2 Kerja-Kerja Lapangan

Setelah selesai mengumpulkan semua maklumat tentang lapangan atau kawasan kajian seperti mengetahui aksesibiliti untuk memasuki kawasan kajian dan mengetahui kawasan yang hendak pergi untuk mencari data-data geologi yang diperlukan, proses kerja-kerja lapangan adalah langkah yang seterusnya yang perlu

dilakukan bagi melengkapi sesebuah kajian geologi bagi kawasan Kuala Betis Gua Musang. Pada proses ini, perjalanan telah dilakukan di semua tempat yang termasuk dalam kawasan kajian yang luasnya 26 kilometer per segi bagi memerhatikan jenis-jenis batuan yang terdapat dalam kawasan kajian. Dalam pada masa yang sama, data-data tentang sempadan litologi batuan di kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang. Sewaktu kerja-kerja lapangan, geomorfologi bagi kawasan dapat diperhatikan dengan menaiki kawasan yang tinggi yang dimana kawasan itu dapat melihat bentuk muka bumi bagi kawasan kajian. Sewaktu melakukan perjalanan, data-data jurus dan kemiringan di ambil bagi setiap singkapan yang tersingkap di dalam kawasan kajian dan menandakannya di dalam GPS. Data jurus dan kemiringan ini dapat digunakan untuk menganalisis kaitan batuan bagi satu singkapan dengan singkapan yang lain. Sampel batuan bagi setiap singkapan yang berbeza di ambil dan dibawa balik bagi proses kerja-kerja makmal untuk kajian yang selanjutnya. Struktur-struktur geologi seperti kekar, lipatan dan sesar yang terdapat di kawasan kajian diambil datanya.

3.3.3 Kerja-kerja Makmal

Setelah tamat proses lapangan dan ambil segala jenis data yang diperlukan di lapangan, kerja-kerja makmal adalah langkah dan proses yang seterusnya untuk menganalisis data lapangan dan menginterpret keputusan geologi bagi kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang. Dalam kerja-kerja makmal, sampel-sampel batuan yang dibawa ke makmal telah dipotong dan dinipiskan untuk ditempelkan di atas slaid. Batuan yang dah dinipiskan dan ditempel di atas slaid diletakkan di bawah mikroskop untuk proses pemerhatian yang selanjutnya bagi mendapatkan nama batuan.

3.3.4 Pemrosesan Data

Dalam pemrosesan data, data-data yang telah diambil di lapangan dan pemerhatian sewaktu kerja-kerja makmal di proses untuk dijadikan sebuah peta geologi dan mengetahui apa yang berlaku di kawasan kajian. Peta geologi diproses dengan menggunakan perisian ArcGIS 10.2. Sewaktu proses menyiapkan peta geologi, pertama sekali, data perjalanan, data sempadan litologi batuan dan data jurus dan kemiringan di masukkan ke ArcGIS dan gabungkan sekali dengan peta topografi yang sudah dibuat sebelum pergi ke lapangan. Seterusnya, sambungkan sempadan litologi batuan dengan sempadan litologi batuan yang lain untuk menjadika sempadan yang panjang dan lengkap di dalam peta kawasan kajian. Setelah itu, data jurus dan kemiringan yang diambil di lapangan perlu dimasukkan juga ke dalam peta topografi. Seterusnya, membuat kawasan bagi mewakili litologi batuan bagi kawasan Kuala Betis Gua Musang bagi membuat peta litologi.

Dalam pemrosesan data bagi menyiapkan peta geologi bagi kawasan Kuala Betis Gua Musang, garisan panjang yang memotong litologi batuan di atas peta topografi dilakukan untuk membuat keratan rentas bagi kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang. Untuk melengkapkan peta geologi, petunjuk, skala peta, tajuk dan arah utara perlu diletakkan pada peta geologi. Dalam pada yang sama, data-data seperti data join diproses dengan menggunakan perisian GeoRose untuk mengenalpasti dimana arah daya yang dikenakan keatas batu yang menyebabkan pembentukan batuan di Kuala Betis Gua Musang.

a) Kaedah Penghasilan Kawasan Potensi Air Bawah Tanah

Peta bagi Kawasan Kuala Betis gua Musang telah disediakan berdasarkan peta topografi kawasan kajian yang telah tersedia. Data-data topografi seperti kontur, jalan utama, sungai utama dan kawasan perkampungan telah diberikan oleh pensyarah geosains. Bentuk dan hubungan saliran air bagi kawasan Kuala Betis Gua Musang telah didigitalkan dengan menggunakan perisian ArcGIS 10.2 dengan menjadikan peta topografi bagi kawasan Kuala Betis sebagai rujukan. Peta cerun pula telah disediakan dengan mendapatkan data dari *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) dan Model Rupabumi Berdigit (DEM) di ArcGIS *Spatial Analysis Module*. Imej satelit telah digunakan untuk membuat lapisan tematik seperti peta penggunaan tanah kawasan, peta ketumpatan lineament, peta litologi dan peta jenis tanah. Faktor-faktor yang mempengaruhi kawasan potensi air bawah tanah merujuk kepada pemberat yang diberikan seperti yang ditunjukkan di Jadual 2.1 (bahagian 2.2.2). seterusnya kesemua lapisan tematik ini digabungkan bagi mendapatkan kawasan yang berpotensi mengandungi air bawah tanah dengan menggunakan *spatial analysis tool* pada ArcGIS 10.2. Kawasan potensi air bawah tanah akan dibahagikan kepada empat kategori iaitu sangat baik, baik, teruk dan sangat teruk.

b) Proses Penghasilan Peta Tematik

I Peta Cerun

Berdasarkan data satelit iaitu data model rupabumi berdigit (DEM), ia ditukarkan menjadi data bagi peta topografi seperti kontur. Setelah mendapatkan data kontur bagi kawasan kajian daripada DEM, data kontur tadi harus menukarkannya kepada 3D data yang boleh menunjukkan ketinggian bagi setiap kontur yang diberikan. Untuk menukarkannya didalam bentuk 3D, pergi ke *Data*

management dan tekan *TIN*. Setelah tekan *TIN* di *Data management*, tekan *create TIN* dan masukkan data kontur yang dalam bentuk *shapfile*. Tunggu proses siap sehingga terjadinya lapisan tematik peta cerun. Seterusnya, untuk jadikan peta kecerunan daripada data *TIN*, pilih *slope* pada *raster subsurface* di *ArcToolbox* dan tunggu sehingga peta kecerunan siap di proses. Daripada peta kecerunan, klasifikasikan ciri-ciri kecerunan yang mempengaruhi kawasan potensi air bawah tanah dengan memilih *reclassify* di *ArcToolbox*.

II Peta Ketumpatan Saliran

Untuk peta ketumpatan saliran, data yang diperlukan adalah data saliran sungai kecil yang terdapat di kawasan kajian yang telah diberikan. Data saliran bagi kawasan kajian telah diberikan oleh pensyarah geosains. Berdasarkan data saliran tersebut, ia perlu diubah mengikut kesesuaian kontur bagi kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang. Setelah data saliran sesuai dengan data kontur bagi kawasan kajian, tentukan kawasan tadahan air bagi sungai-sungai yang terdapat di dalam kawasan kajian tersebut. Seterusnya, siapkan peta ketumpatan data saliran berdasarkan saliran sungai dan kawasan tadahan air bagi kawasan kajian dengan memilih *spatial analysis tool*. Di *spatial analysis tool*, tekan *line density* dan masukkan data saliran dengan data kawasan tadahan air. Setelah memasukkan semua data yang diperlukan, tunggu proses siap sehingga terbentuknya peta ketumpatan saliran bagi kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang. Seterusnya, klasifikasikan ciri-ciri yang mempengaruhi kawasan potensi air bawah tanah dengan memilih *reclassify* di *ArcToolbox*.

III. Peta Ketumpatan Lineament

Untuk peta ketumpatan *lineament*, data yang diperlukan adalah data imej satelit dan peta topografi. Berdasarkan peta topografi dan imej satelit, gariskan satu garis lurus pada garisan *lineament* yang terdapat pada imej satelit dan peta topografi. Gariskan sebanyak mungkin garisan *lineament* yang terdapat pada imej satelit dan peta topografi. Setelah selesai membuat garis lurus pada setiap *lineament* yang terdapat pada imej satelit dan peta topografi, buat satu shapefile *polygon* dan buat satu kawasan yang mengelilingi semua garisan *lineament* yang telah dibuat. Seterusnya, untuk siapkan peta ketumpatan *lineament* tersebut, perlu memilih *spatial analysis tool* di *Arctoolbox* dan pilih *line density*. Setelah itu, masukkan data-data garisan *lineament* dengan *polygon* yang mengelilingi garisan *lineament* ke dalam ruang kosong. Setelah memasukkan semua data, tunggu sehingga peta ketumpatan *lineament* siap. Seterusnya, klasifikasikan ciri-ciri ketumpatan *lineament* yang mempengaruhi kawasan potensi air bawah tanah dengan memilih *reclassify* di *ArcToolbox*.

IV. Peta Penggunaan Tanah

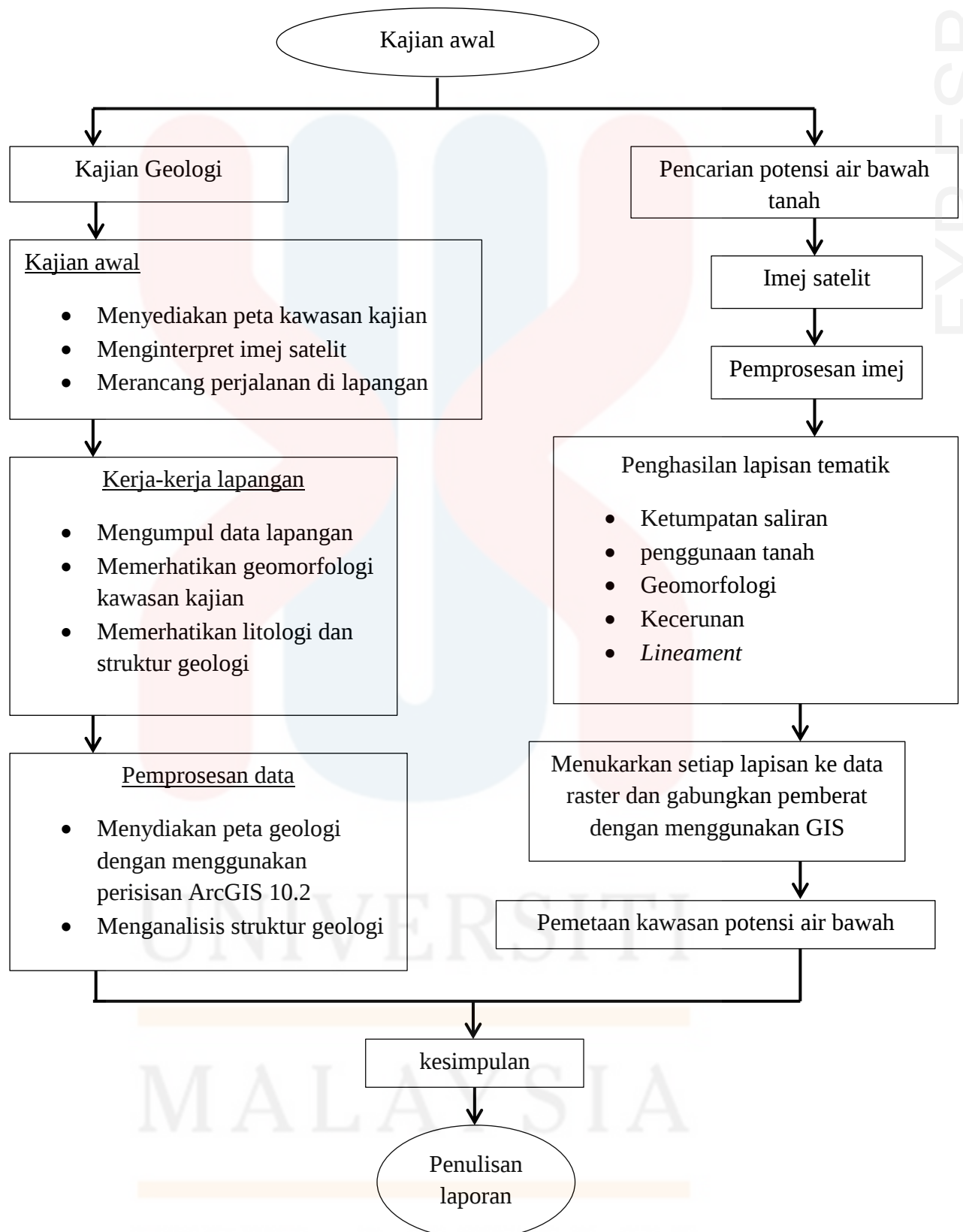
Data untuk membuat peta tematik bagi peta penggunaan tanah boleh didapati dengan memuat turun data satelit dari laman sesawang USGS dan juga data daripada hasil kerja-kerja lapangan. Berdasarkan data-data lapangan dan data satelit, masukkan kesemua data itu ke dalam peta dan jadikan ia sebagai satu peta tematik. Setelah siap peta tematik bagi parameter penggunaan tanah, tukarkan peta tersebut kepada data raster. Setelah peta ditukarkan kepada data raster, klasifikasikan peta tersebut mengikut ciri-ciri yang mempengaruhi potensi kawasan air bawah tanah dengan memilih *reclassify* di *ArcToolbox*.

V. Peta Geomorfologi

Untuk menyiapkan peta geomorfologi, data yang diperlukan adalah sama dengan data penggunaan tanah iaitu data satelit dari laman sesawang USGS dan data dari kerja-kerja lapangan. Berdasarkan data geomorfologi yang dapat sewaktu kerja-kerja lapangan dan juga daripada pemerhatian pada data satelit, masukkan data-data tersebut ke dalam peta. Setelah selesai memasukkan data geomorfologi ke dalam peta, tukarkan data polygon bagi peta geomorfologi kepada data raster. Seterusnya, klasifikasikan ciri-ciri yang mempengaruhi kawasan potensi air bawah tanah dengan memilih *reclassify* di *ArcToolbox*.

3.3.5 Data Analisis dan Pentafsiran

Untuk data dan analisis, kesemua peta yang telah dibuat dan ditukarkan ke dalam data raster, gabungkannya dengan memilih *weighted overlay* di *ArcToolbox* dan masukkan kesemua peta tematik dan pemberatnya sekali. Tunggu sehingga peta kawasan potensi air bawah tanah siap di proses.



Rajah 3.2: Carta Alir Kerja

BAB 4

KAJIAN GEOLOGI

4.1 Pengenalan

Di dalam Bab 4 akan diceritakan semua perkara yang berkaitan dengan lapangan di kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang seperti bagaimana hendak mengakses dan suasana di lapangan. Dalam pada yang sama, perkara yang akan diceritakan juga adalah geomorfologi, litostratigrafi dan struktur-struktur geologi yang ditemui di lapangan di Kuala Betis Gua Musang. Proses kerja-kerja lapangan ini dilakukan selama enam bulan untuk melakukan traves dan mengumpul data-data lapangan. Kenderaan yang digunakan sewaktu melakukan kerja lapangan di kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang adalah motorsikal dan Hilux. Hal ini kerana keadaan jalan di kawasan kajian adalah tanah merah dan batu-batuan yang mana ia tidak boleh diakses dengan menggunakan kereta biasa. Terdapat juga kawasan yang tidak dapat diakses dengan menggunakan motorsikal ataupun Hilux kerana jalannya terlalu sempit dimana jalan itu adalah kawasan perhutanan.

Di kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang ini terdapat penempatan di mana ada beberapa buah kampung yang didiami oleh penduduk masyarakat orang asli. Antara penempatan atau perkampungan yang terdapat di dalam kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang adalah Kampung Chepuan, Kampung Pasir Beralilh dan Tanjung Betong. Kesemua penempatan berada jauh dari kampung Kuala Betis yang didiami oleh penduduk dari masyarakat berbangsa melayu. Jarak penempatan orang

asli ini dari Kampung Kuala Betis adalah dalam 6 kilometer. Corak penempatan di dalam kawasan kajian adalah penempatan berselerak dan penempatan berpusat.

Kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang adalah kawasan perhutanan dan kawasan ladang bagi penanaman pokok kelapa sawit. Kawasan perhutanan terletak di bahagian sebelah barat dari Kampung Pasir Beralih yang mana terletak di dalam kawasan kajian. Di sebelah timur dari kawasan hutan adalah kawasan ladang di mana dijadikan sebagai kawasan bagi penanaman pokok kelapa sawit. Di sebelah timur bagi kawasan kajian juga terdapat kawasan perhutanan di mana ia terletak di sebelah timur dari sungai Nenggiri. Di sebelah timur sungai Nenggiri juga terdapatnya kawasan tinggalan ladang pokok kelapa sawit yang sudah naik semak-samun yang tebal yang mana jarak kawasan dari sungai Nenggiri adalah dalam 1 kilometer.

Luas bagi kawasan kajian yang telah diberikan di Kuala Betis Gua Musang adalah seluas 25 kilometer per segi dan dimana kawasan kajian itu perlu meliputi kajiannya di seluruh kawasan itu. Perancangan perjalan bagi meliputi kawasan kajian adalah berdasarkan peta imaj satellite dan peta topografi. Berdasarkan peta topografi, perjalanan meliputi kawasan kajian adalah menuju kawasan yang mempunyai garisan *lineament*. Peta imej satelit digunakan sebagai rujukan jalan untuk mengakses ke kawasan yang telah ditetapkan. Perjalanan di kawasan kajian meliputi hamper semua jalan-jalan utama, sungai dan jalan-jalan kecil seperti jalan ladang yang terdapat di dalam kawasan kajian.

4.2 Geomorfologi

4.2.1 Klasifikasi Geomorfologi

Geomorfologi adalah sebuah kajian mengenai ciri-ciri bentuk muka bumi yang terbentuk seperti pembentukan permukaan bumi, sungai, bukit-bukit, gunung-gunung dan perkara yang berkaitan dengan pembentukan muka bumi. Proses pembentukan bumi ini terjadi boleh disebabkan oleh aktiviti-aktiviti tektonik dan juga proses peneuaan. Geomorfologi bagi sesebuah kawasan dapat diperhatikan dengan memerhatinya di kawasan yang tinggi seperti bukit, gunung dan tempat tinggi yang lain dapat melihat hampir keseluruhan kawasan kajian yang telah diberikan. Selain dengan menunjukkan kawasan yang tinggi, geomorfologi juga dapat diperhatikan dengan melihat peta topografi. Di peta topografi, ketinggian bagi setiap kontur dan corak kontur dapat dijadikan sebagai salah satu cara untuk mengklasifikasikan geomorfologi unit.

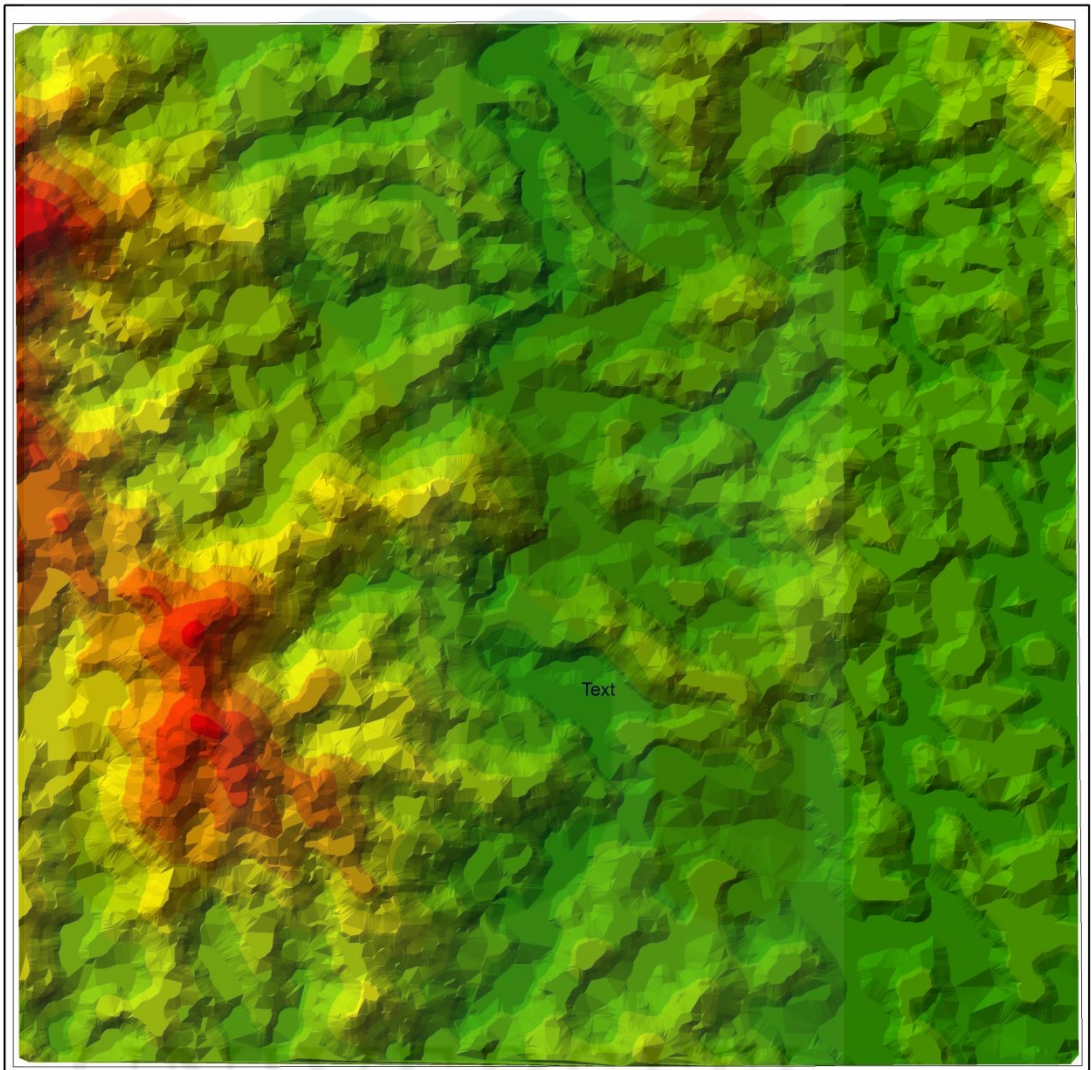
Berdasarkan kawasan kajian yang telah diberikan, kawasan kajian adalah kawasan berbukit-bukau. Di sebelah barat bagi kawasan kajian yang telah diberikan adalah kawasan bukit tinggi dimana ketinggiannya dalam purata 250 meter hingga ke 450 meter dari aras laut. Di kawasan kajian yang telah diberikan di Kuala Betis Gua Musang, terdapat satu bukit yang tinggi yang terletak di Selatan-Barat kawasan kajian yang dimana ketinggiannya mencecah 450 meter dari aras laut. Formasi batuan di kawasan ini didominasi oleh batuan *tuff* dan terdapat juga batuan *lapilli tuff*. Di sebelah timur dari sungai Nenggiri pula, geomorfologi bagi kawasan tersebut adalah merupakan kawasan bukit-bukau yang dimana ketinggian bukit itu dalam purata 180 meter hingga ke 250 meter sahaja. Di kawasan kajian yang telah diberikan ini kawasan yang paling rendah adalah di kawasan yang berhampiran dengan sungai

Nenggiri dimana ketinggiannya adalah 150 meter. Di kawasan yang paling rendah ini jenis tanahnya adalah daripada tanah alluvium. Rajah 4. 1 menunjukkan geomorfologi bagi kawasan kajian.



Rajah 4.1: Geomorfologi bagi kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang

N



1:25,000

dem		280 - 320
Elevation		240 - 280
	440 - 480	200 - 240
	400 - 440	160 - 200
	360 - 400	120 - 160
	320 - 360	

A scale bar with markings at 0, 0.25, 0.5, 1, 1.5, and 2 Kilometers. The bar is black with white markings and text.

Rajah 4.2: Bentuk muka bumi bagi kawasan kajian Kuala Betis Gua Musang.

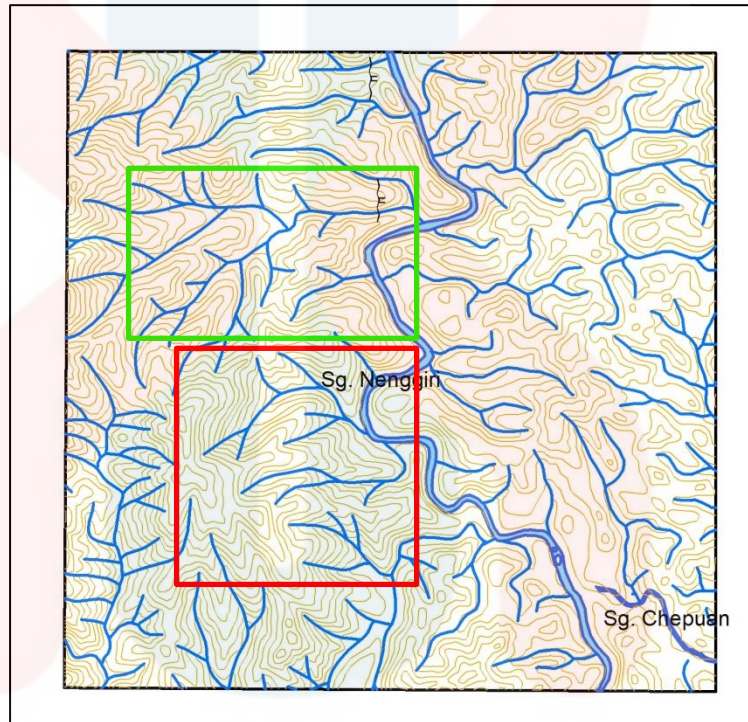
4.2.2 Polar Saliran

Polar saliran adalah bentuk saliran yang terbentuk oleh sungai disebabkan oleh topografi dan bentuk muka bumi yang berbeza-beza. Untuk corak saliran, kebiasaannya terdapat empat corak. Antaranya, corak dendrit, corak segi empat tepat, corak radial dan corak trellis. Setiap bentuk corak saliran ini terbentuk mengikut muka bumi yang mempengaruhi bentuk corak saliran tersebut.

Berdasarkan peta topografi kawasan kajian yang telah diberi di Kuala Betis Gua Musang, corak saliran bagi sungai-sungai di kawasan kajian adalah berbentuk dendrit dan berbentuk radial. Corak saliran bagi sungai yang berbentuk dendrit terletak di Utara-Barat dalam peta topografi. Polar saliran berbentuk dendrit ini bergerak dari kawasan tanah tinggi yang ketinggiannya adalah 360 meter sehingga ke kawasan yang rendah dan ketinggiannya adalah 160 meter. Polar saliran ini terbentuk di kawasan ini kerana keadaan bentuk muka di kawasan yang tinggi yang terletak di sebelah Utara-Barat dari kawasan kajian yang telah diberikan mempunyai daya tahan yang tinggi yang menyebabkan kawasan itu tidak mudah terhakis oleh aliran air sungai yang mengalir.

Di sebelah Selatan-Barat dari peta topografi pula terdapat polar saliran sungai yang berbentuk radial. Polar saliran yang berbentuk radial ini terdapat di kawasan di sekeliling bukit. Air sungai yang berbentuk radial ini mengalir dari puncak bukit yang tinggi dan menuruni bukit sehingga ke kawasan yang rendah. Di sebabkn air sungai ini mengalir dari puncak bukit, maka air yang mengalir menuruni bukit ini akan mengalir dari arah yang berbeza dari puncak bukit dan menyebabkan bentuk polar saliran itu berbentuk radial. Untuk di kawasan kajian ini, bentuk muka bumi

bagi polar saliran radial ini adalah bukit tinggi yang ketinggiannya mencecah 460 meter. Berdasarkan rajah 4.3, kawasan yang berwarna merah adalah polar saliran berbentuk radial manakala kawasan yang berwarna hijau adalah polar saliran berbentuk dendrit.



Rajah 4.3: Polar saliran bagi sungai di kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang.

4.2.3 Luluhawa

Luluhawa adalah sebuah proses yang berlaku kepada batu-batuan yang terdedah di atas permukaan bumi. Proses luluhawa ini akan menyebabkan sesebuah batu itu menjadi rapuh dan mudah pecah. Dalam pada masa yang sama, proses luluhawa ini akan menjadikan butir-butiran dalam batu itu menjadi longgar.

Tahap luluhawa yang berlaku di kawasan kajian yang telah diberikan di Kuala Betis Gua Musang adalah tinggi. Hal ini boleh ditentukan dengan keadaan fizikal yang terdapat pada batu-batuan di kawasan kajian yang terdedah kepada

permukaan bumi. Antaranya, batu *phylite*. Batu *phylite* mengalami proses luluhawa dan menyebabkan warna batuan menjadi agak kuning-kekuningan dan sedikit rapuh batunya.

4.3 Lithostratigrafi

Dalam bahagian litostratigrafi ini, perkara yang akan dibincangkan adalah perkara yang berkenaan dengan jenis-jenis batuan yang terdapat di dalam kawasan kajian, sempadan bagi setiap batuan di dalam kawasan kajian dan ciri-ciri batuan. Di kawasan kajian yang telah diberi di kawasan Kuala Betis Gua Musang, jenis-jenis batuan yang terdapat adalah batu *phylite* dan batu *tuff*. *Phylite* dan *tuff* adalah batuan yang dominan yang dijumpai di kawasan kajian. Terdapat juga batuan lain yang dijumpai di kawasan batuan metamorfik seperti batuan *slate* dijumpai di kawasan litologi batuan adalah didominasi oleh batuan *phylite*.

4.3.1 Litologi Unit *Phylite*

Lokasi bagi batuan *phylite* ini adalah pada koordinat longitude E101°45'59.958" dan latitud N04°59'35.38". Batuan *phylite* ini mendominasi kawasan sebelah barat bagi peta kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang. Tahap luluhawa bagi batuan *phylite* ini adalah tinggi dimana butir-butiran batuan *phylite* ini sudah longgar dan mudah untuk pecah. Jenis-jenis proses luluhawa yang berlaku pada batuan *phylite* ini adalah proses luluhawa jenis fizikal. Keadaan kawasan bagi sinangkapan *phylite* ini adalah kawasan pokok-pokok dan tumbuh-tumbuhan hutan. Sinangkapan yang terdedah ini berada di bahagian cerun yang di potong dimana lokasinya adalah di sebelah tepi jalan utama masyarakat kampung orang asli. Arah

bagi singkapan *phylite* yang terdedah adalah pada posisi barat dari jalan utama masyarakat perkampungan orang asli.

Ciri-ciri yang dapat *phylite* yang dapat diperhatikan pada sampel batuan adalah seperti warnanya dan ciri-ciri fisikal yang lain. Warna bagi batuan *phylite* ini adalah kekuningan dan ada sedikit kawasan yang berwarna coklat. Struktur-struktur batuan metamorfik yang terdapat pada batuan *phylite* ini adalah *foliated*. Batuan *pylite* ini boleh di kelaskan sebagai *schistosity* bagi struktur batuan metamorfik. Saiz bagi butiran pada batuan *phylite* ini adalah sangat halus. Komposisi mineral bagi batua *phylite* ini adalah sama dengan komposisi batuan *tuff* dari batuan volcanic. Batuan *phylite* ini dikatakan sebagai batuan metamorfik adalah kerana batuan ini sudah mempunyai ciri-ciri struktur batuan metamorfik seperti *foliation*. Hubungan antara lapisan dengan lapisan yang lain bagi batuan *phylite* ini adalah *conformity*. Lokasi atau arah singkapan batuan *phylite* ini adalah pada bahagian sebelah Utara-Barat peta kawasan kajian Kuala Betis Gua Musang.

Dalam litologi unit batuan *phylite* ini, terdapat singkapan batuan *slate* di mana ia terdedah di kawasan sungai dalam kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang. lokasi bagi singkapan batuan *slate* ini adalah pada longitud E101°46'17.792" dan pada latitud N04°58'14.967". Tahap luluhawa yang berlaku pada batuan ini adalah sederhana. Jenis-jenis proses luluhawa yang berlaku pada batuan *slate* ini adalah proses luluhawa jenis-jenis fisikal. Jenis-jenis tanaman dan tumbuh-tumbuhan bagi kawasan dimana singkapan ini terdedah adalah jenis tanaman hutan. Arah bagi singkapan batuan *slate* ialah pada azimut 200° Selatan-Barat. Ciri-ciri fisikal bagi batuan *slate* yang dapat diperhatikan adalah seperti

warnanya dan saiz butirannya. Warna bagi batuan *slate* ini adalah warna kelabu gelap. Saiz bagi butiran batuan ini adalah sangat halus. Batuan ini boleh diklasifikasikan sebagai batuan metamorfik kerana batuan ini mempunyai foliasi. Hubungan bagi setiap lapisan dengan lapisan yang lain bagi batuan ini adalah kesetaraan. Arah lokasi bagi singakapn batuan *slate* yang terdedah ini adalah pada bahagian sebelah Selatan-Timur peta kawasan kajian Kuala Betis Gua Musang.

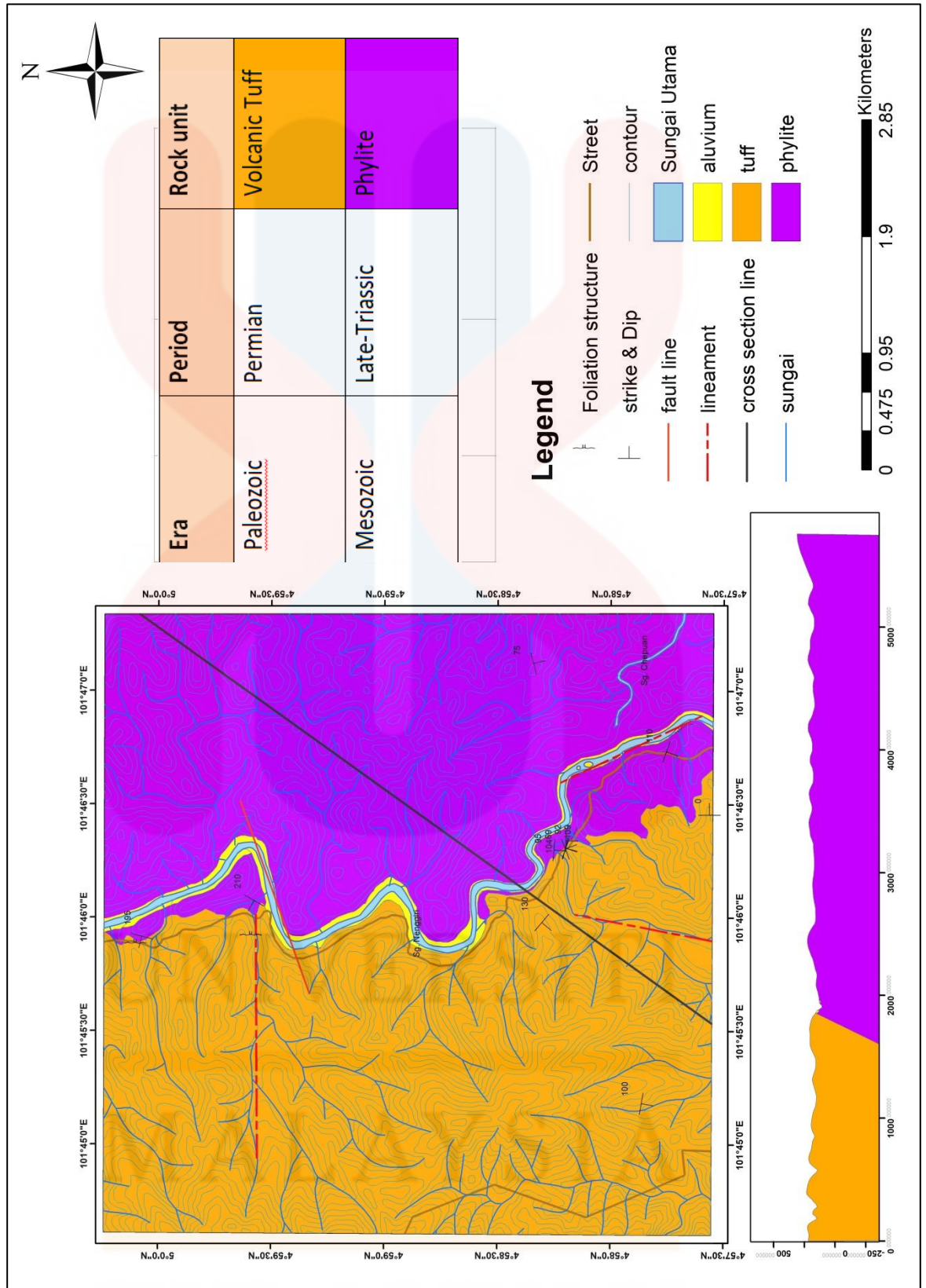
4.3.2 Litologi Unit *tuff*

Lokasi bagi batuan *tuff* adalah pada bahagian sebelah barat peta kawasan kajian Kuala Betis Gua Musang. Tahap luluhawa yang berlaku pada batua *tuff* ini adalah tinggi dimana butir-butirannya sudah longgar dan menyebabkan batuannya rapuh dan mudah untuk pecah. Butir-butiran batuan *tuff* sangat longgar sehingga butirannya mudah untuk dibawa ke tempat lain apabila ditiup oleh angin dan mengalami proses hakisan. Terdapat juga kawasan batuan *tuff* yang hampir berubah kepada tanah. Jenis-jenis proses luluhawa yang berlaku pada batuan ini adalah proses luluhawa jenis fisikal. Posisi arah bagi singkapan yang terdedah adalah pada azimut 170° Selatan-Timur. Ciri-ciri fisikal yang boleh diperhatikan pada batuan *tuff* ini adalah dari segi warnanya dan saiz butirannya. Batuan *tuff* merupakan salah satu daripada batuan vulkanik. Warna yang terdapat pada batuan *tuff* adalah warna putih cerah dan kekuningan. Saiz butiran bagi batuan ini adalah sangat halus. Batuan volcanic *tuff* ini termasuk dalam jenis batuan sedimen kerana pada singkapan yang terdedah mempunyai struktur-struktur batuan sedimen seperti lapisan batuan. Hubungan bagi setiap lapisan batuan *tuff* dengan lapisan yang lain adalah *conformity*. Rajah 4.4 menunjukkan singkapan pada batuan *tuff*.



Rajah 4.4: Singkapan bagi batuan *tuff*.

Dalam litologi unit *tuff* ini terdapat batuan *lapilli tuff*. Batuan *lapilli tuff* ini juga merupakan salah satu batuan vulkanik. Perbezaan diantara batuan *tuff* dengan *lapilli tuff* adalah dari segi saiz butirannya. Tahap luluhawa pada batuan ini adalah tinggi. Hal ini kerana, ia dapat dilihat dari segi ciri-ciri fisikalnya seperti warna batuan *lapilli tuff*. Warna bagi batuan ini adalah coklat dan kekuningan. Saiz butiran bagi batuan *lapilli tuff* ini adalah sederhana kepada kasar.



4.4 Struktur Geologi

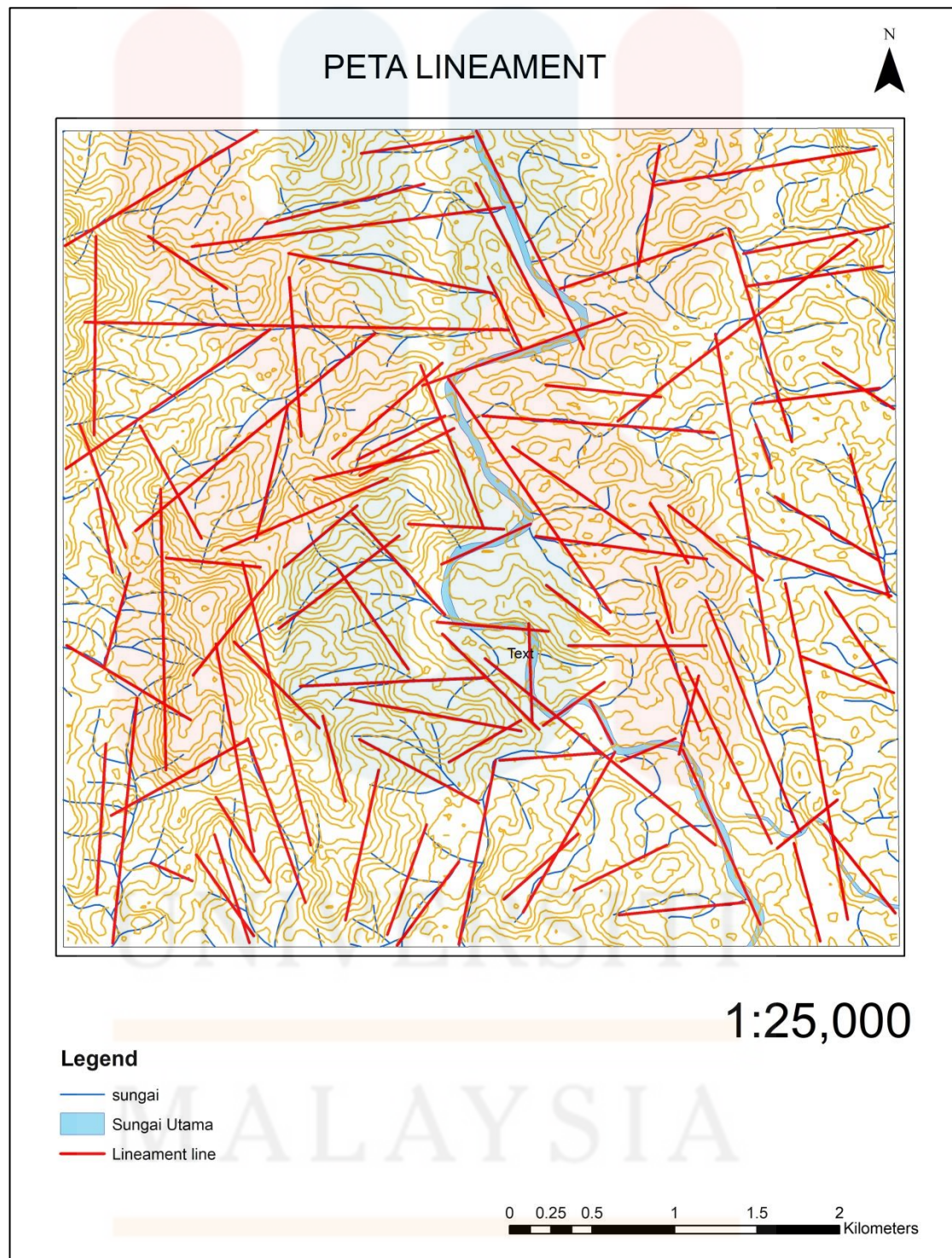
Struktur geologi adalah struktur-struktur yang berlaku ke atas batuan di muka bumi seperti sesaran, telerang, kekar, lipatan dan lineamen analisis. Struktur-struktur geologi ini penting untuk kita perhatikan kerana dengan struktur geologi, ia dapat untuk mengetahui sejarah geologi bagi sesuatu batuan.

4.4.1 Lineamen Analisis

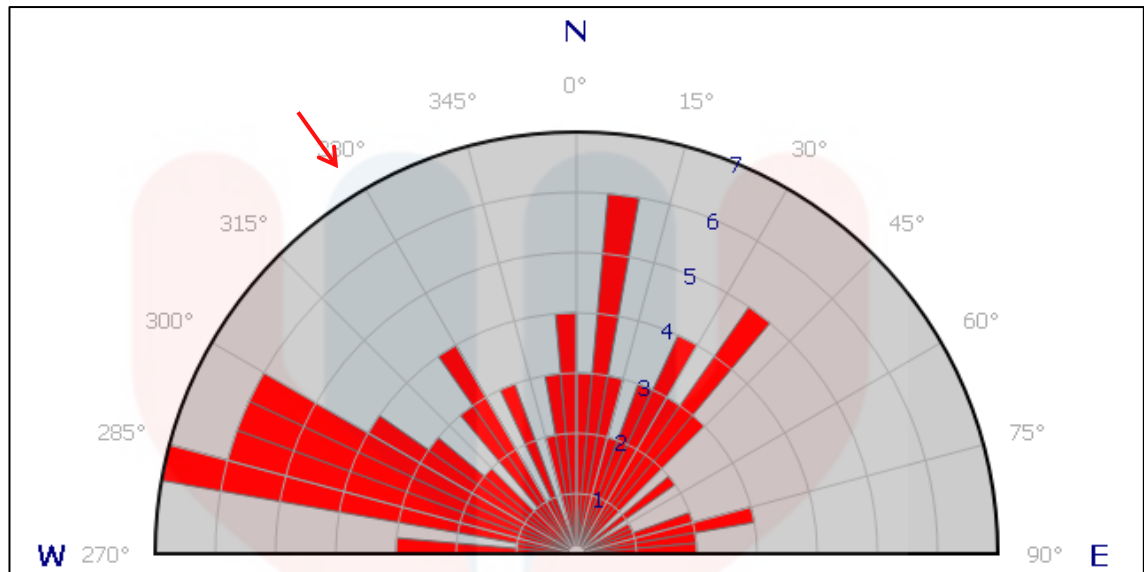
Lineamen adalah garis lurus yang terdapat pada permukaan bumi yang terjadi disebabkan oleh berlakunya aktiviti-aktiviti tektonik dan menghasilkan struktur-struktur geologi pada batuan di permukaan bumi. Lineamen untuk menghubungkan data-data *spatial* dengan ciri-ciri bentuk muka bumi seperti sempadan bagi ketinggian setiap kawasan, garisan sungai, garisan Pantai, sempadan bagi setiap formasi batuan dan garisan pada setiap singkapan (Leary; 1976). Kawasan-kawasan yang terdapat struktur-struktur geologi akan menghasilkan lineamen iaitu garis lurus pada permukaan bumi ini. Lineamen analisis ini boleh dikenalpasti dengan menggunakan penderiaan jarak jauh dan satellite pengimejan. Berdasarkan peta topografi dan satelit imej, lineamen analisis dapat dibuat dengan menandakan satu garis lurus pada setiap kawasan yang terlihat susunan atau bentuk muka bumi dalam keadaan yang lurus seperti rajah 4.5.

Lineamen kebiasaannya dapat dijumpai di kawasan-kawasan lembah, sungai dan kawasan-kawasan yang mempunyai sesaran. Berdasarkan garisan lineamen yang sudah ditandakan di dalam peta kawasan kajian Kuala Betis Gua Musang, dapatkan arah bagi setiap lineamen yang sudah ditandakan dan masukkan data arah ke dalam

perisian *GeoRose* untuk menganalisis arah tekanan yang dikenakan ke atas batuan di dalam kawasan kajian.



Rajah 4.5: Garisan lineamen yang dilakukan pada peta topografi bagi kawasan kajian Kuala Betis Gua Musang.



Rajah 4.6: Data bagi *lineament* yang dimasukkan ke dalam perisian GeoRose untuk mengetahui arah tekanan yang dikenakan pada batuan.

Berdasarkan rajah 4.6, arah tekanan yang dikenakan pada batu-batuan di permukaan bumi dalam kawasan kajian yang telah diberikan di Kuala Betis Gua Musang adalah pada sudut 330°.

4.4.2 Telerang

Telerang juga adalah salah satu sruktur geologi yang boleh dijumpai pada batuan. Telerang ini terbentuk disebabkan oleh berlakunya aktiviti-aktiviti tektonik dan menyebabkan batuan mendapat tekanan yang tinggi sehingga menyebabkan batuan pada permukaan bumi ini pecah dan merekah. Sewaktu proses hidrothermal, batuan-batuan tadi telah di penuhi ruang-ruangnya dengan magma yang terkandung mineral. Setelah magma yang terkandung mineral memasuki celah-celah dari rekahan pada setiap batuan dan berlaku proses penyejukan.



Rajah 4.7: Telerang yang terdapat pada batuan *lapilli*

Berdasarkan Rajah 4.7, Telerang ini terbentuk pada batuan lapilli tuff dan mineral yang terkandung di dalam vein tersebut adalah mineral kuarza.

4.4.3 Sesar

Sesaran merupakan struktur yang penting dalam mengetahui sejarah geologi yang berlaku terhadap sesuatu batu di sesuatu kawasan. Sesar berlaku apabila terdapat tekanan yang dikenakan kepada batuan dari dua arah yang bertentangan dan menyebabkan batu yang rapuh pecah. Dalam pada masa yang sama, terdapat pergerakan yang berlaku pada batuan yang pecah disebabkan oleh tekanan yang dikenakan kepadanya. Batuan yang mengalami struktur geologi sesar ini akan berada pada tempat yang berbeza walaupun batu tersebut adalah daripada lapisan yang sama.

Di kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang, terdapat sesar yang kecil di mana ia dijumpai pada batuan *lapilli tuff*. Sesar yang terdapat di kawasan kajian tersebut adalah jenis sesar mendatar ke kanan. Lokasi bagi sesar tersebut adalah pada longitud E101°46'17.617" dan pada latitud N04°57'40.786".

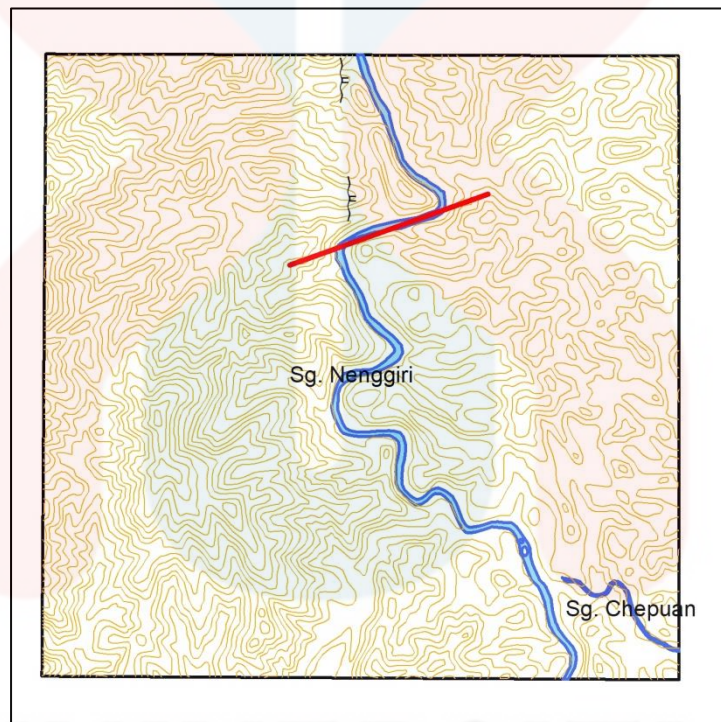


Rajah 4.8: Gambar menunjukkan sesar kecil yang berlaku pada batuan *lapilli tuff*.

Sesar yang terdapat pada Rajah 4.8, dapat dikenalpasti dengan melihat pada telerang yang terkandung mineral quarza didalamnya mempunyai pergerakan ke arah kanan. Jadi, sesar kecil ini dinamakan sebagai sesar mendatar ke kanan.

Selain itu terdapat juga sesar yang dapat dilihat pada peta topografi bagi kawasan kajian Kuala Betis Gua Musang. Sesar yang dapat dilihat pada peta topografi adalah sesar mendatar ke kanan di mana ia dapat dilihat pada sungai

Nenggiri di dalam kawasan kajian yang telah diberikan. Garisan merah yang terdapat di dalam peta topografi di rajah 4.9 merupakan garis sesar yang berlaku sungai Nenggiri tersebut. Berdasarkan peta topografi yang kawasan kajian Kuala Betis Gua Musang pada gambar Rajah 4.9, kawasan Sungai Nenggiri pada bahagian Utara mempunyai pergerakan ke arah kanan. Oleh sebab itu, sesar yang terdapat pada Sungai Nenggiri tersebut dinamakan sebagai sesar mendatar ke kanan.



Rajah 4.9: Gambar menunjukkan sesaran yang berlaku pada sungai Nenggiri berdasarkan peta topografi

4.4.4 Kekar

Kekar merupakan rekahan-rekahan pada batu yang terbentuk juga disebabkan daripada tekanan yang menghentam batuan tersebut. Antara jenis kekar yang dapat dijumpai di kawasan kajian adalah kekar gerus.



Rajah 4.10: Struktur kekang yang terdapat pada batuan *lapilli tuff*.

Gambar rajah 4.10 menunjukkan kekang gerus yang terdapat di kawasan kajian Kuala Betis Gua Musang yang terdapat pada batuan *lapilli tuff*. Lokasi bagi kekang gerus yang dijumpai adalah pada longitud $E101^{\circ}46'24.888''$ dan pada latitud $N04^{\circ}57'33.685''$.

4.4.5 Lipatan

Lipatan adalah struktur geologi yang sering dijumpai sewaktu menjalani proses kerja-kerja lapangan. Struktur geologi lipatan ini berlaku disebabkan oleh tekanan yang dikenakan kepada batuan yang mulur atau batuan yang tidak mudah pecah. Permukaan bukit-bukau yang terjadi adalah merupakan lipatan bagi batuan yang terjadi disebabkan oleh tekanan yang menghentam dari arah dan sudut yang berbeza. Struktur geologi lipatan ini dapat dijumpai di kawasan batu sedimen atau batuan yang mempunyai lapisan kerana pada batuan yang mempunyai lapisan mudah untuk perhatikan lipatan yang berlaku pada batuan tersebut.



Rajah 4.11: Struktur lipatan pada batuan *tuff*

Merujuk pada gambar rajah 4.11 merupakan sebuah singkapan yang terlihat jelas struktur lipatannya. Berdasarkan pemerhatian pada singkapan di kawasan kajian tersebut, jenis lipatan tersebut adalah jenis lipatan antiklin. Jenis lipatan antiklin adalah lipatan yang berlaku pada sesebuah batuan yang membentuk sebagai sebuah lipatan menaik. Lokasi bagi struktur lipatan ini adalah pada longitud $E101^{\circ}46'2.099''$ dan pada latitud $N04^{\circ}58'27.646''$. struktur lipatan ini berlaku pada batuan *tuff*. Pada bahagian kiri dan kanan bagi singkapan ini mempunyai bacaan arah dan kemiringan yang berbeza.

BAB 5

PENGHASILAN KAWASAN POTENSI AIR BAWAH TANAH

5.1 Pengenalan

Dalam bab 5 ini, perkara yang akan dibincangkan adalah perkara yang berkaitan dengan kajian pencarian kawasan potensi air bawah tanah di Kuala Betis Gua Musang dengan menggunakan kaedah penderiaan jarak jauh dan GIS. Untuk melakukan kajian pencarian kawasan potensi air bawah tanah ini, parameter yang diperlukan bagi mendapat kawasan potensi kawasan air bawah tanah adalah parameter kecerunan, ketumpatan saluran, ketumpatan garisan *lineament*, penggunaan tanah dan geomorfologi bagi kawasan kajian. Kesemua parameter yang diperlukan hendaklah dijadikan dalam bentuk peta dan sebagai satu lapisan tematik. Lapisan tematik yang telah dihasilkan bagi setiap parameter yang diperlukan kemudiannya akan digabungkan mengikut pemberat yang telah ditetapkan untuk mendapatkan kawasan potensi air bawah tanah bagi kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang. Bagi mendapatkan data-data yang diperlukan untuk melengkapkan kesemua parameter yang diperlukan adalah dengan data-data dari imej satelit, peta topografi dan juga dari kerja-kerja lapangan. Data satellite seperti Model Rupabumi Berdigit (DEM) boleh didapati dari internet iaitu dari laman sesawang USGS.

5.2 Kecerunan

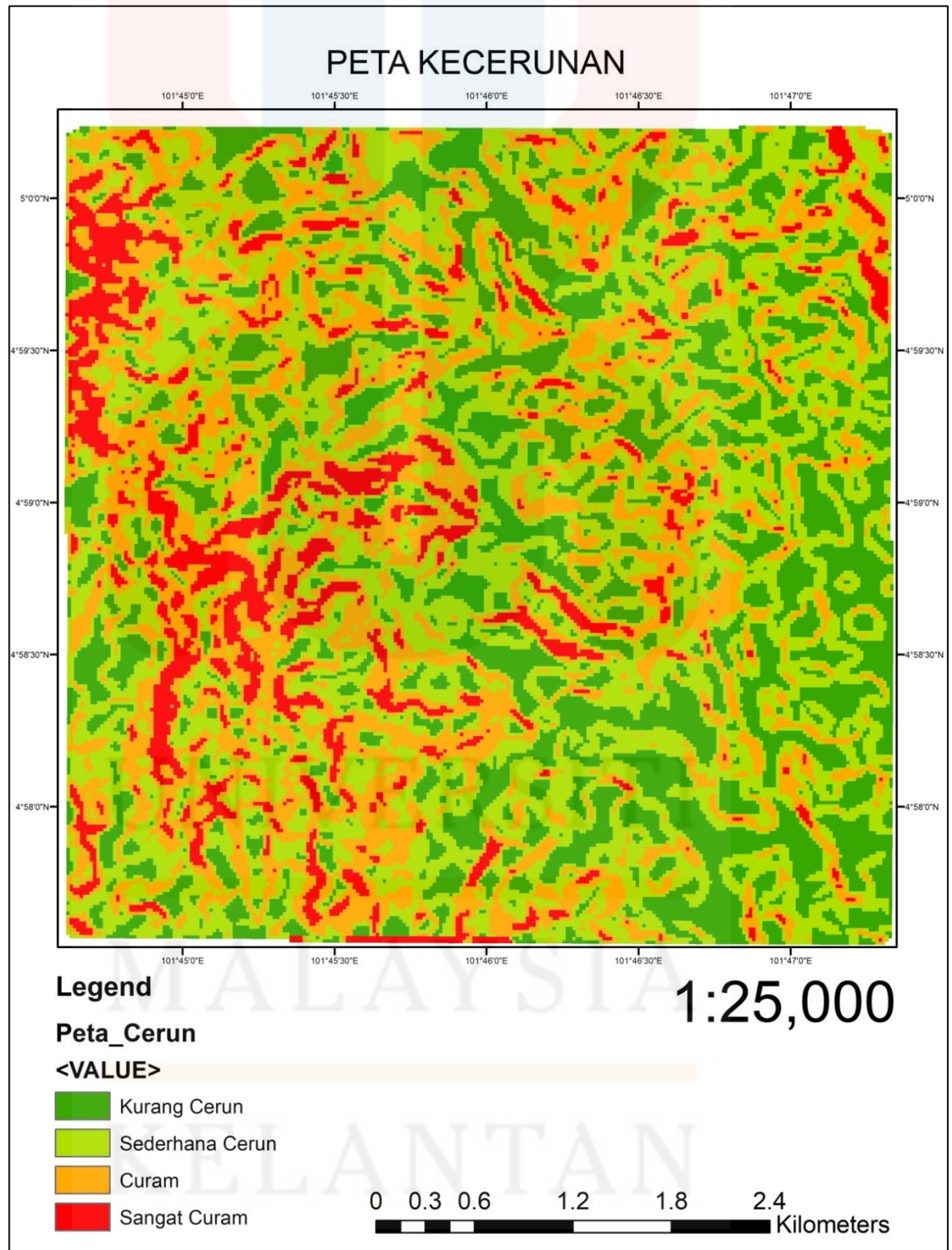
Kecerunan merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam pencarian kawasan potensi air bawah tanah. Hal ini kerana, apabila bercerita tentang kaitan

kecerunan dengan air bawah tanah adalah kadar proses resapan air dengan kadar air yang mengalir dari sesebuah cerun. Kadar resapan air adalah berbalik dengan sudut kecerunan bagi sesebuah cerun (Basavarajappa dan Dinakar, 2005). Semakin curam bagi sesebuah kecerunan tersebut, maka semakin kurang potensi kawasan tersebut untuk mempunyai air bawah tanah. Hal ini kerana apabila sebuah kecerunan itu terlalu curam, maka kadar resapan bagi air di permukaan bumi perlahan daripada kelajuan air yang mengalir turun ke bawah mengikuti kecerunan yang curam.

Rajah 5.1 adalah merupakan lapisan tematik pertama yang dihasilkan bagi parameter kecerunan. Peta kecerunan seperti di rajah 5.1 dihasilkan daripada data DEM yang telah dimuat turun dari laman sesawang USGS. Berdasarkan rajah 5.1, kawasan yang berwarna merah merupakan kawasan kecerunan yang sangat curam dimana purata peratus bagi kecerunan curam tersebut adalah dalam lingkungan 45 peratus sehingga 132 peratus. Bagi kawasan yang sangat curam seperti di kawasan yang berwarna merah di dalam peta kecerunan adalah kawasan yang jarang menemukan air bawah tanah.

Hal ini kerana kadar resapan air di kawasan ini lebih perlahan berbanding dengan kelajuan air menuruni kecerunan. Bagi kawasan yang berwarna oren pula, nilai purata peratus bagi kecerunannya adalah dalam lingkungan 27 peratus sehingga 45 peratus dimana kawasan dikategorikan sebagai kawasan curam. Bagi kawasan yang berwarna hijau muda, nilai purata bagi peratus kecerunan adalah dalam lingkungan 12 peratus sehingga 27 peratus dimana kawasan ini dikategorikan sebagai kawasan sederhana. Bagi kawasan yang berwarna hijau pekat pula, nilai purata bagi peratusan kecerunan adalah lingkungan 0 peratus sehingga 12 peratus.

Kawasan yang berwarna hijau pekat merupakan kawasan yang paling tinggi potensi untuk mempunyai takungan air bawah tanah kerana kadar resapan air di kawasan ini lebih laju berbanding kelajuan air yang mengalir.



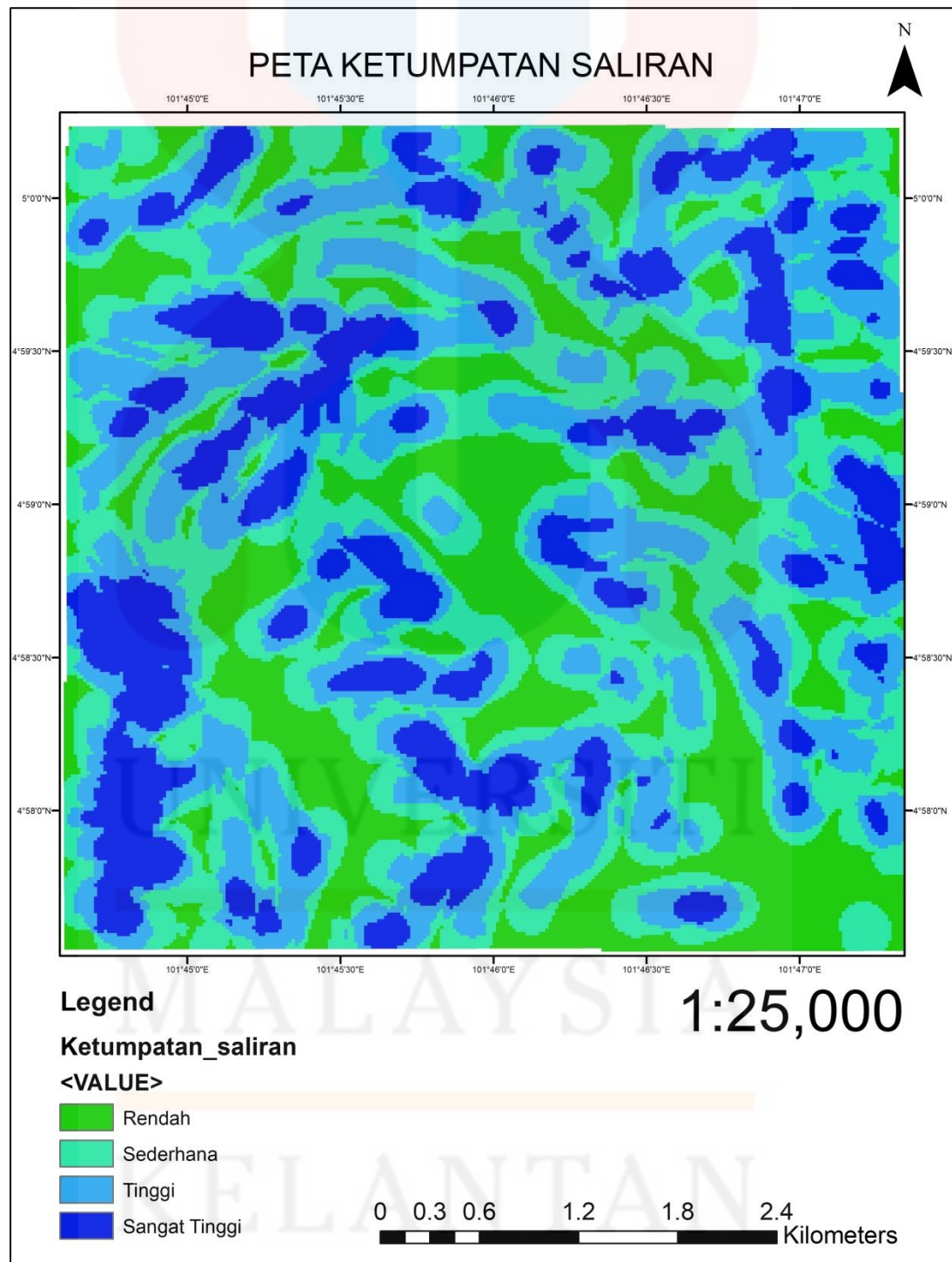
Rajah 5.1: Peta akecerunan bagi kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang.

5.3 Ketumpatan Saliran

Ketumpatan saliran adalah salah satu parameter yang diperlukan untuk memahami pergerakan air sungai dan kadar penyerapan air bagi sesebuah kawasan. Bagi kawasan yang mempunyai nilai ketumpatan saliran yang rendah dan nilai yang sederhana merupakan kawasan yang sangat berpotensi untuk mempunyai air bawah tanah di bawah permukaan bumi. (S Sunganthi, 2013). Kawasan yang mempunyai nilai ketumpatan saliran yang rendah adalah kawasan yang sangat berpotensi untuk mempunyai air bawah tanah kerana di kawasan ini kadar resapan air ke bawah tanah adalah lebih tinggi dan kelajuan air yang mengalir di kawasan ini adalah sangat perlahan.

Berdasarkan rajah 5.2, kawasan yang berwarna hijau adalah kawasan yang mempunyai nilai ketumpatan saliran yang sangat rendah dimana nilai puratanya adalah dalam lingkungan 0 hingga ke 1. Kawasan yang mempunyai nilai ketumpatan saliran yang sangat rendah seperti di kawasan yang berwarna hijau merupakan kawasan yang sangat berpotensi untuk mempunyai takungan air bawah tanah di kawasan tersebut. Hal ini kerana, di kawasan yang rendah nilai ketumpatan salirannya merupakan kawasan dimana kadar resapan air ke bawah tanah lebih laju dan kadar pengaliran air adalah sangat perlahan. Bagi kawasan yang berwarna biru kehijauan, nilai purata bagi ketumpatan saliran adalah dalam lingkungan 1 hingga 3 dimana kawasan ini dikategorikan sebagai kawasan yang sederhana ketumpatan salirannya. Bagi kawasan yang berwarna biru muda, nilai purata bagi ketumpatan saliran adalah dalam lingkungan 3 hingga ke 6 dimana kawasan ini dikategorikan sebagai kawasan yang tinggi nilai ketumpatan salirannya. Seterusnya, kawasan yang

berwarna biru gelap, nilai purata bagi ketumpatan saliran adalah lingkungan 6 hingga 12 dimana kawasan ini dikategorikan sebagai kawasan yang sangat tinggi nilai ketumpatan salirannya tetapi sangat rendah potensi untuk mempunyai takungan air bawah tanah.

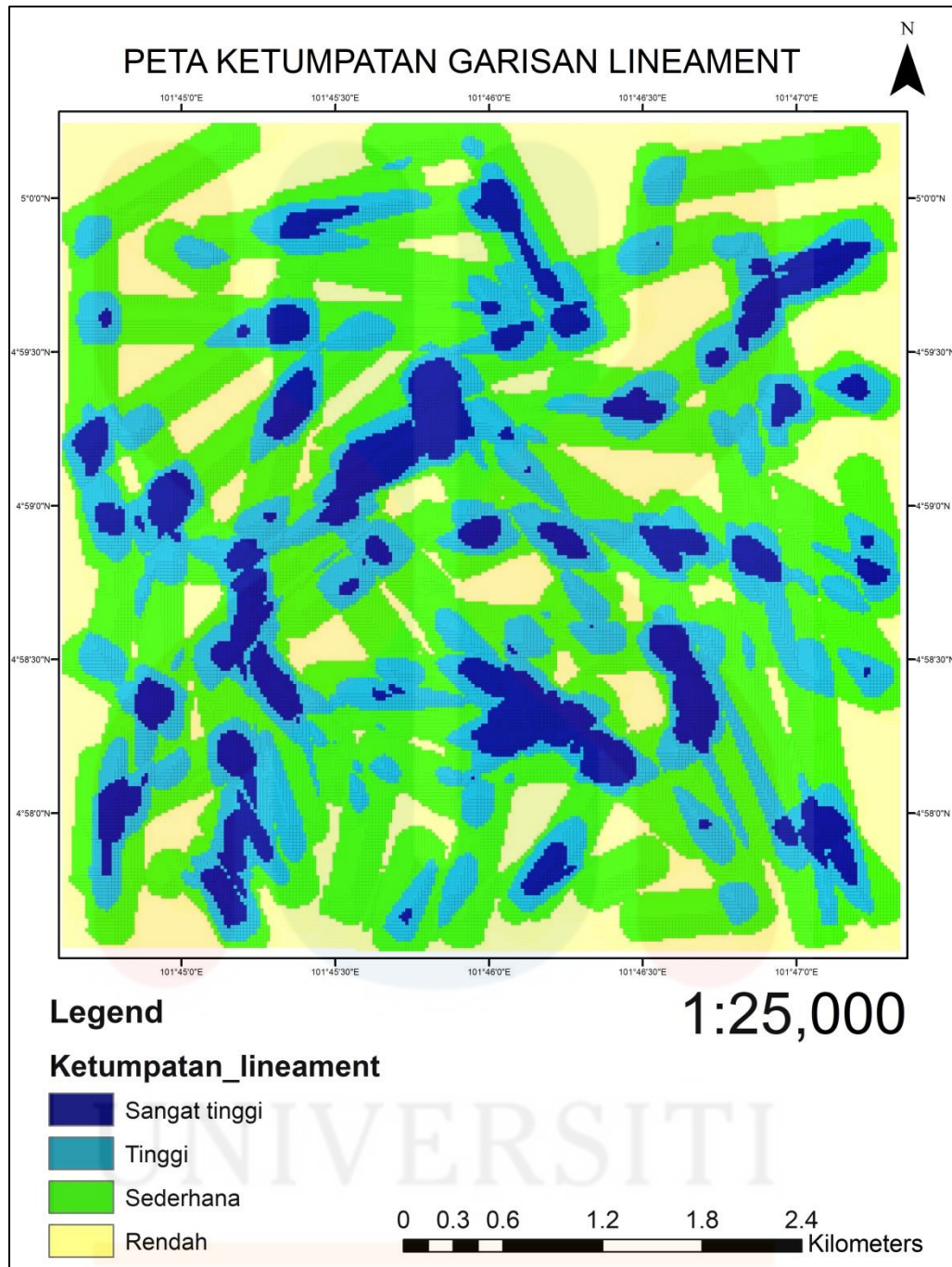


Rajah 5.2: Peta nila ketumpatan saliran bagi kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang.

5.4 Ketumpatan Garisan Lineamen

Parameter yang seterusnya adalah parameter ketumpatan garisan Lineamen. Lineamen yang terbentuk di atas muka bumi terbentuk disebabkan berlakunya aktiviti-aktiviti tektonik yang menyebabkan terhasilnya struktur-struktur geologi di atas permukaan bumi. Kebiasaannya lineamen ini terbentuk disebabkan tekanan tektonik dan ia menjadi salah satu petanda yang sangat penting di permukaan yang dapat mengetahui maklumat tentang resapan dan pengaliran air di permukaan dan juga mengetahui pergerakan air bawah tanah. (Basavarajappa dan Dinakar, 2016). Bagi parameter ketumpatan garisan lineamen kawasan yang sangat berpotensi untuk memperolehi kawasan takungan air bawah tanah adalah kawasan yang mempunyai nilai ketumpatan garisan lineamen yang sangat tinggi. Hal ini kerana, di kawasan ketumpatan lineamen yang sangat tinggi mempunyai banyak struktur-struktur geologi yang menghasilkan keliangan pada permukaan.

Berdasarkan maklumat ketumpatan garisan lineamen pada rajah 5.3, kawasan yang sangat rendah nilai ketumpatan lineamen adalah pada kawasan yang berwarna kuning muda dimana nilai puratanya dalam lingkungan 0 hingga ke 213. Kawasan ini adalah kawasan yang sangat kurang potensi untuk mendapatkan takungan air bawah tanah kerana struktur-struktur geologi yang terbentuk dan menjadi petanda untuk melihat pergerakan dan resapan air ke bawah tanah adalah kurang.



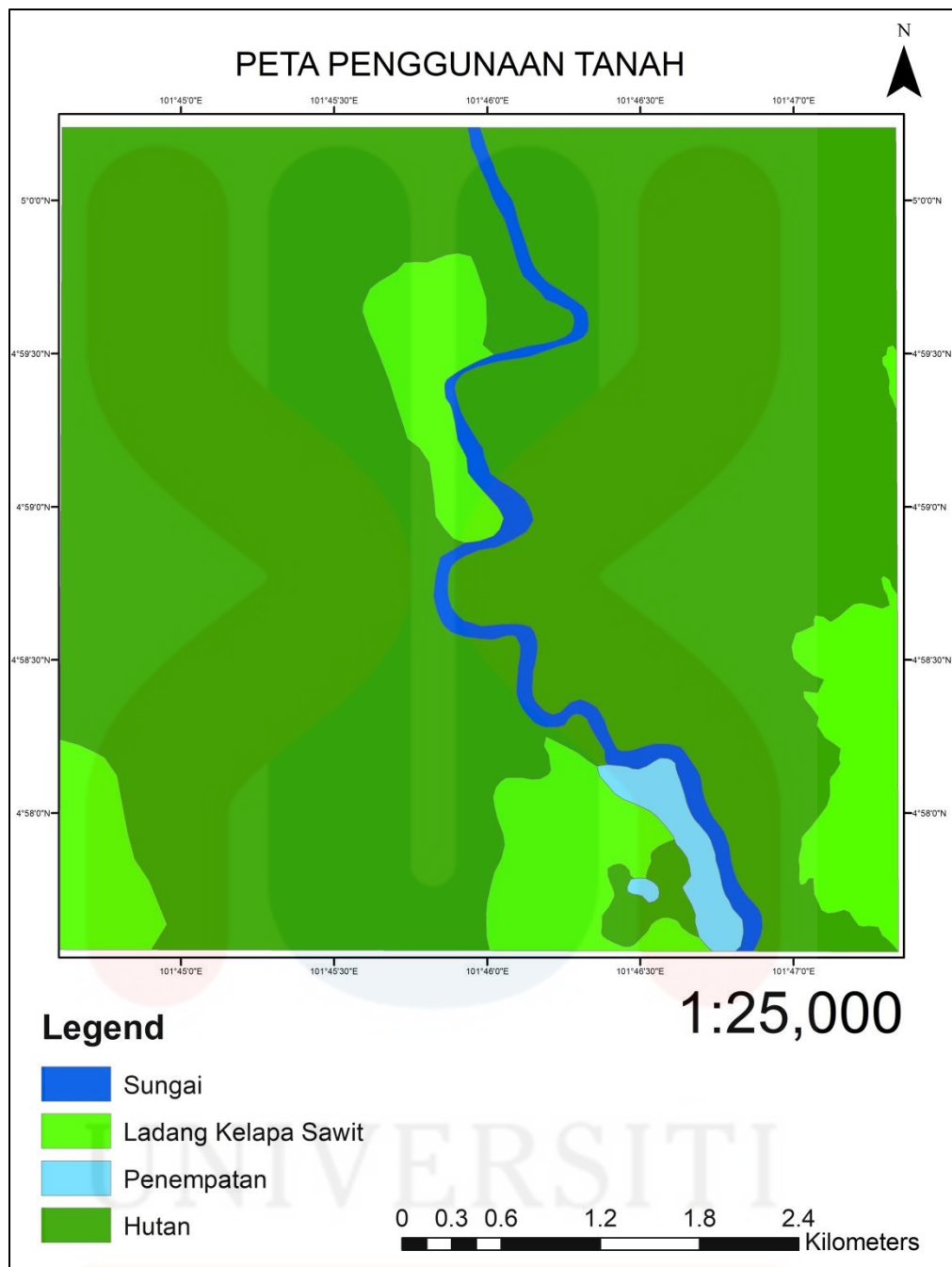
Rajah 5.3: Peta ketumpatan garisan lineamen bagi kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang.

Kawasan yang berwarna hijau merupakan kawasan yang mempunyai nilai ketumpatan lineamen yang sederhana dimana nilai puratanya adalah dalam lingkungan 213 hingga ke 446. Seterusnya, nilai purata bagi kawasan yang berwarna biru muda adalah dalam lingkungan 496 hingga ke 763 dimana kawasan ini

dikategorikan sebagai kawasan tinggi nilai ketumpatan lineamen. Bagi kawasan yang berwarna biru pekat, kawasan ini mempunyai nilai ketumpatan lineamen yang sangat tinggi dengan nilai puratanya adalah 763 hingga ke 1390. Di kawasan yang mempunyai nilai ketumpatan lineamen yang sangat tinggi merupakan kawasan yang sangat berpotensi untuk mempunyai kawasan takungan air bawah tanah.

5.5 Penggunaan Tanah

Faktor penggunaan tanah juga merupakan salah satu parameter yang diperlukan dalam kajian pencarian kawasan potensi air bawah tanah bagi kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang. Berdasarkan data dari peta satelit dan proses kerja-kerja lapangan yang telah dilakukan, terdapat beberapa jenis penggunaan tanah bagi kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang. Antara penggunaan tanah yang terdapat di kawasan kajian Kuala Betis Gua Musang adalah hutan, ladang kelapa sawit, sungai dan penempatan. Semua jenis penggunaan tanah dan kawasan yang terlibat telah dimasukkan ke dalam peta dan menjadikan sebuah lapisan tematik bagi parameter penggunaan tanah. Kebanyakannya tanah penggunaan jenis perhutanan berada pada kawasan yang berbukit dan pada bentuk muka bumi yang beralun akan mengakibatkan kadar resapan air menjadi perlahan dan kadar pengaliran air menjadi laju. Bagi kawasan-kawasan sungai merupakan kawasan yang bagus sebagai kawasan potensi untuk mempunyai takungan air bawah tanah. (Basavarajappa dan Dinakar, 2005).



Rajah 5.4: Peta penggunaan tanah bagi kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang

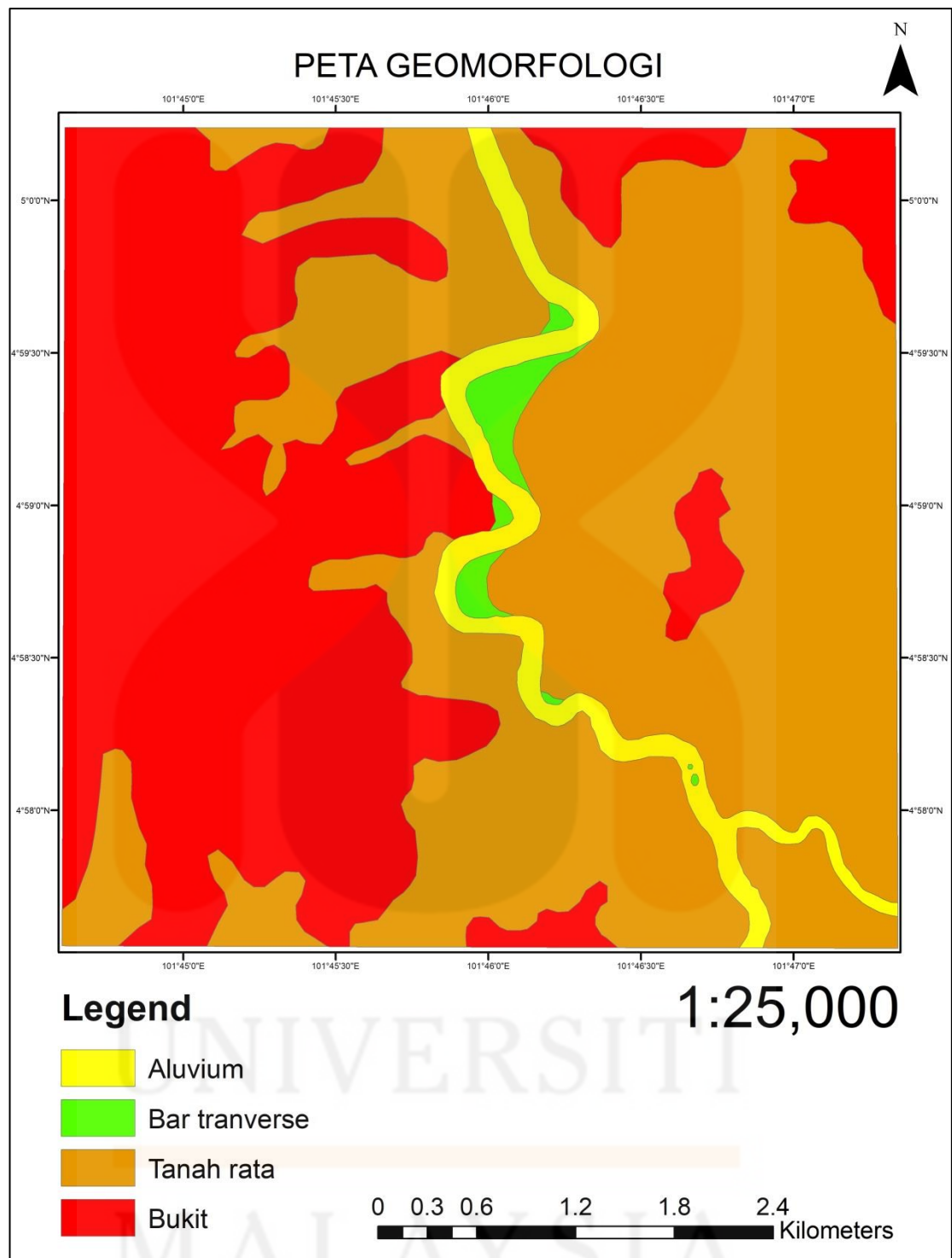
Berdasarkan rajah 5.4 iaitu peta penggunaan tanah bagi kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang, kawasan yang berwarna hijau merupakan kawasan perhutanan. Bagi kawasan yang berwarna hijau muda pula merupakan kawasan tanah penggunaan bagi lading kelapa sawit dan kawasan yang berwarna biru adalah merupakan kawasan sungai. Kawasan yang berwarna biru muda pula merupakan

kawasan yang dijadikan sebagai kawasan penempatan bagi penduduk masyarakat orang asli. Berdasarkan kajian literatur yang dilakukan dan kaitannya dengan peta penggunaan tanah ini, kawasan takungan air seperti sungai merupakan kawasan yang sangat berpotensi untuk mempunyai takungan air bawah tanah.

5.6 Geomorfologi

Parameter yang seterusnya yang diperlukan untuk kajian pencarian kawasan potensi air bawah bagi kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang. Berdasarkan data dari peta satelit iaitu data imej dan data dari lapangan, geomorfologi bagi kawasan kajian dikategorikan sebagai empat kategori iaitu kawasan aluvium, kawasan beting, kawasan tanah rata dan kawasan tanah tinggi. Kesemua data-data geomorfologi bagi kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang telah dimasukkan ke dalam peta dan juga dijadikan sebagai salah satu lapisan tematik seperti di rajah 5.5 dimana ia digunakan untuk proses pencarian kawasan potensi air bawah tanah bagi kawasan tersebut.

Berdasarkan rajah 5.5, kawasan yang berwarna merah merupakan kawasan tanah tinggi dimana kawasan ini merupakan sebagai sebuah kawasan yang sangat kurang berpotensi untuk mempunyai takungan air bawah tanah. Hal ini kerana, di kawasan tanah tinggi ini, kadar bagi proses resapan air adalah sangat perlahan berbanding dengan kelajuan air yang mengalir. Seterusnya di ikuti dengan kawasan yang berwarna oren. Kawasan yang berwarna oren merupakan sebuah kawasan tanah rata dan kawasan ini berkemungkinan untuk mempunyai takungan air bawah tanah. kawasan yang berwarna hijau pula merupakan kawasan beting dimana kawasan ini berhampiran dengan kawasan aluvium dan kawasan takungan air yang mengalir.



Rajah 5.5: Peta geomorfologi bagi kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang

Kawasan yang berwarna kuning merupakan kawasan aluvium dimana kawasan ini adalah kawasan yang sangat tinggi potensi untuk menemukan takungan

air bawah tanah kerana kawasan ini berada di kawasan takungan air sungai yang mengalir.

5.7 Kawasan Potensi Air Bawah Tanah

Berdasarkan kesemua parameter yang sudah dijadikan sebagai lapisan tematik, gabungkan kesemua peta tematik tersebut untuk mendapat keputusan dan kawasan potensi bagi takungan air bawah tanah di kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang. Untuk mendapat keputusan kawasan potensi bagi takungan air bawah tanah, kesemua parameter perlu ditetapkan peratusan pemberatnya bagi setiap peta tematik yang telah dihasilkan. Untuk mendapatkan pemberat bagi setiap parameter yang diperlukan, rujukan artikel dan jurnal mengenai kajian pencarian kawasan potensi air bawah tanah yang telah dilakukan oleh penyelidik-penyelidik yang lain perlu dilakukan.

Setelah membuat kajian literatur dan membuat perbandingan antara semua pemberat yang ditetapkan bagi setiap parameter yang diperlukan untuk proses pencarian kawasan potensi air bawah tanah, pemberat bagi setiap parameter seperti kecerunan, ketumpatan saluran, ketumpatan garisan *lineament*, penggunaan tanah dan geomorfologi digunakan untuk proses pencarian kawasan potensi air bawah tanah di kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang telah ditetapkan seperti jadual 5.1.

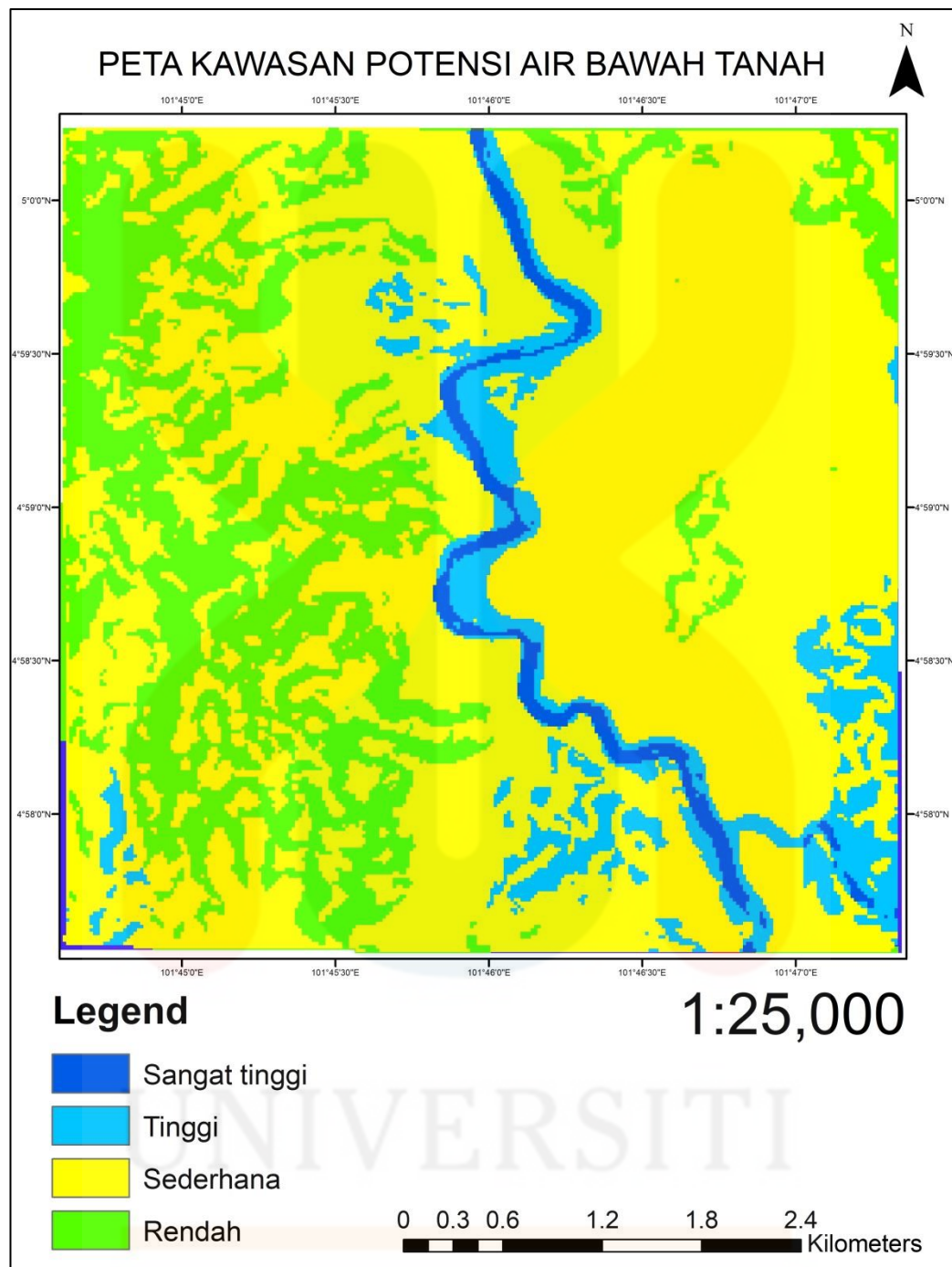
Jadual 5.1: Jadual menunjukkan pemberat dan peratus pemberat yang telah ditetapkan bagi setiap parameter yang diperlukan.

Parameter	Pemberat	Peratus pemberat (%)
Kecerunan	30	23
Ketumpatan saliran	5	4
Ketumpatan garisan lineament	8	6
Penggunaan tanah	25	20
Geomorfologi	60	47

Sebelum menggabungkan kesemua peta tematik bagi setiap parameter, kelaskan kesemua ciri-ciri bagi setiap parameter mengikut susunan potensi air bawah tanah yang sangat tinggi, tinggi, sederhana dan rendah. Sebagai contoh di rajah 5.1, susunan klasifikasi bagi ciri-ciri kecerunan bermula dengan kawasan yang berwarna hijau iaitu kawasan yang kurang cerun dimana kawasan tersebut merupakan kawasan yang sangat tinggi potensi untuk memperolehi takungan air bawah tanah di kawasan tersebut. Ciri-ciri yang seterusnya diletakkan mengikut susunan potensi air bawah sehingga ciri-ciri yang sangat kurang berpotensi di letakkan pada bahagian bawah sekali. Proses dan langkah yang sama perlu dilakukan pada setiap peta tematik bagi parameter ketumpatan saliran, ketumpatan garisan *lineament*, penggunaan tanah dan geomorfologi.

Setelah kesemua ciri-ciri yang mempengaruhi potensi bagi takungan air bawah mengikut susunan sangat tinggi, tinggi, sederhana dan rendah, gabungkan

kesemua peta tematik dengan memasukkan peratus pemberat bagi setiap parameter yang telah dikira. Untuk mendapatkan peratus pemberat bagi setiap parameter yang diperlukan, setiap pemberat perlu dikira dengan menggunakan formula $\frac{\text{Pemberat parameter}}{\text{Jumlah Pemberat parameter}} \times 100$. Setelah selesai melakukan kesemua proses yang diperlukan, tunggu sehingga peta kawasan potensi air bawah tanah bagi kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang selesai seperti di rajah 5.6.



Rajah 5.6: Peta kawasan yang potensi air bawah tanah di kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang

Berdasarkan rajah 5.6, kawasan potensi air bawah tanah dikategorikan sebagai empat bahagian iaitu sangat tinggi, tinggi, sederhana dan rendah. Kawasan yang sangat tinggi potensi untuk memperolehi takungan air bawah tanah adalah kawasan yang berwarna biru pekat dan di ikuti dengan kawasan yang tinggi iaitu kawasan yang berwarna biru muda. Bagi kawasan yang berwarna kuning, kawasan ini dikategorikan sebagai kawasan yang sederhana potensi untuk memperolehi takungan air bawah tanah. Kawasan yang berwarna kuning ini berkemungkinan mempunyai kawasan takungan air bawah tanah dan juga berkemungkinan untuk tidak mempunyai kawasan takungan air bawah tanah. Bagi kawasan yang berwarna hijau, kawasan ini merupakan kawasan yang sangat rendah potensinya untuk menjumpai takungan air bawah tanah kerana ia merupakan kawasan yang bertanah tinggi dan menyebabkan proses resapan air ke dalam tanah lebih perlahan berbanding dengan kelajuan air yang mengalir.

BAB 6

RUMUSAN DAN CADANGAN

6.1 Rumusan

Rumusan bagi kajian kajian ini adalah berdasarkan daripada objektif yang telah dinyatakan dalam bab 1. Berdasarkan objektif yang telah dinyatakan dalam bab 1, yang pertama ialah menghasilkan peta geologi bagi kawasan kajian di Kuala Betis dalam skala 1:25 000. Untuk mencapai objektif yang pertama, kajian geologi bagi kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang telah dilakukan. Kajian geologi bagi kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang di jalankan dengan melakukan kerja-kerja lapangan seperti berjalan di dalam kawasan kajian untuk mendapatkan data-data geologi. Data-data geologi seperti jenis batuan, struktur geologi sesar, kekar, lipatan dan data-data yang berkaitan dengan kajian geologi diambil dan dimasukkan ke dalam perisian *ArcGIS* untuk dijadikan peta geologi bagi kawasan kajian di Kuala Betis Gua Musang.

Berdasarkan objektif yang kedua iaitu mengenalpasti faktor-faktor bagi pencarian air bawah tanah, kajian literatur seperti membaca artikel dan jurnal daripada penyelidik yang lain berkenaan dengan kajian pencarian kawasan potensi air bawah tanah. Faktor-faktor yang terdapat daripada kajian literatur tentang pencarian kawasan potensi air bawah tanah adalah bergantung kepada parameter kecerunan, ketumpatan saliran, ketumpatan garisan *lineament*, geomorfologi kawasan dan penggunaan tanah kawasan.

Berdasarkan objektif yang ketiga adalah menghasilkan peta yang menunjukkan maklumat tentang kawasan potensi air bawah tanah. Setelah mengenalpasti parameter untuk proses pencarian air bawah tanah, setiap parameter perlu dijadikan lapisan tematik untuk digabungkan menjadi sebuah peta kawasan potensi air bawah tanah. kawasan yang berpotensi mempunyai takungan air bawah tanah dikategorikan kepada empat kelas iaitu sangat tinggi, tinggi, sederhana dan rendah.

6.2 Cadangan

Berdasarkan kajian spesifik iaitu pencarian kawasan potensi air bawah tanah dengan menggunakan kaedah penderiaan jarak jauh dan GIS, kajian lanjutan seperti pencarian air bawah tanah dengan menggunakan kaedah geofizik boleh dilakukan. Hal ini kerana, dengan menggunakan kaedah penderiaan jarak jauh dan GIS hanya boleh mengenalpasti kawasan yang berpotensi untuk mencari kawasan yang mempunyai takungan air bawah tanah. Kajian lanjutan seperti pencarian air bawah tanah dengan menggunakan kaedah geofizik boleh dilakukan di kawasan potensi yang tinggi berdasarkan peta yang telah dihasilkan. Hal ini kerana, dengan kaedah geofizik, ia boleh memastikan kawasan yang lebih tepat untuk menemukan takungan air bawah tanah.

SUMBER RUJUKAN

- Abdul Rahim Samsundin, K. R. (1994). Kajian Geofizik Di Kuala Betis, Kelantan. *Geological Society Malaysia*, 169-174.
- Basavarajappa H. T; Dinakar S. (2005). Land Use/Land Cover Studies Around Kollegal, Chamarajanagar District Using Remote Sensing And Gis Techniques. *Journal Of The Indian Mineralogist*, 89-94.
- Basavarajappa H.T; Dinakar S; Manjunathan M. C. (2016). Validation Of Derived Groundwater Potential Zones (Gwps) Using Geo-Informatics And Actual Yield From Well Points In Parts Of Upper Cauvery Basin Of Mysuru And Chamarajnagara District, Kartanaka,India. *International Journal Of Civil And Technology (Ijctet)*, 141-161.
- D. W.O'leary; J. D. Friedman; H. A. Pohn. (1976). Lineamnet, Linear, Lineation: Some Proposed New Standard For Old Terms. *Gsa Bulletin*, 1463-1469.
- Das, G. K. (2017). A Geo-Spatial Analysis Nd Assessment Of Groundwater Potential Zones By Using Remote Sensing And Gis Techniques-A Micro Level Study Of Bhagwanpur-I Cd In Purba Medinipur District, West Bengal, India. *International Journal Of Experimental Research And Review*, 9-19.
- Domingos Pinto, S. S. (2017). Delineation Of Groundwater Potential Zones In The Comoro Watershed, Timor Leste Using Gis, Remote Sensing And Analytic Hierarchy Process (Ahp) Technique. *Application Water Science*, 503-519.
- Elhaj, K. G. (2016). Subsurface Delineation And Cavity Investigation Using Geophysical Methods In Gua Musang, Kelantan. *Reasearchgate*.

- Gobbett, D. J. (1973). Upper Palaeozoic. In: Gobbett, D. J. & Hutchinson, C. S. (Eds). *Geology Of The Malay Peninsula*. Wiley-Interscience, New York, 61-95.
- Hsin-Fu Yeh, Y.-S. C.-I.-H. (2016). Mapping Groundwater Recharge Potential Zone Using A Gis Approach In Hualian River, Taiwan. *Sustainable Environment Research*, 33-43.
- Hutchinson, C. S. (1989). *Geological Evolution Of South-East Asia*. Oxford Monograph On Geology And Geophysics, 13, Clarendon Press Oxford, 368pp.
- Kamal Roslan Mohamed, N. A. (2016). The Gua Musang Group: A Newly Proposed Stratigraphic Unit For The Permo-Triassic Sequence Of Northern Central Belt, Peninsular Malaysia. *Bulletin Of The Geological Society Of Malaysia*, 131-142.
- Kouame Yao, B. P. (2017). Identification Of Rocks And Their Quartz Content In Gua Musang Goldfield Using Advanced Spaceborne Thermal Emission And Reflection Radiometer Imagery. *Hindawi*, 8 Pages.
- Leman, M. S. (1994). Permian Ammonoids From Kuala Betis Area, Kelantan And Their Paleogeographic Significance. *Annual Geological Conference*, 11-12.
- Magesh N.S., N. C. (2012). Delineation Of Groundwater Potential Zones In Theni District, Tamil Nadu, Using Remote Sensing , Gis And Mif Techniques. *Geoscience Frontiers*, 189-196.
- Raju Thapa, S. G. (2017). Assessment Of Groundwater Potential Zones Using Multi-Influencing Factor (Mif) And Gis: A Case Study From Birbhum District, West Bengal. *Applcation Water Science*, 4117-4131.
- S Sunganthi; L Elango; S K Subramanian. (2013). Groundwater Potential Zonation By Remote Sensing And Gis Techniques And Its Relation To The Groundwater Level In

The Coastal Part Of The Arani And Koratalai River Basin, Sounthern India. *Earth Science Research Journal*, 87-95.

Tjia, H. D. & Syed Sheikh Almashoor (1996). The Bentong Suture In Southwest Kelantan, Peninsular Malaysia. *Geological Society Of Malaysia Bulletin*, 39, 195-211.

Wal, J. L. (2014). *The Structural Evolution Of The Bentong-Raub Zone And The Western Belt Around Kuala Lumpur, Peninsular Malaysia*. Msc Thesis.