

LAPORAN RISIKO BENCANA: MEMAHAMI RISIKO TANAH RUNTUH DAN BANJIR KE ARAH PENGURANGAN RISIKO BENCANA BERASASKAN SAINS DI NEGERI SELANGOR

MEMPERKASAKAN KAPASITI PENGURANGAN RISIKO BENCANA (DRR) DEMI MENINGKATKAN KESELAMATAN DAN SEKURITI KOMUNITI DENGAN MEMAHAMI RISIKO BENCANA (SeDAR)



SeDAR
Malaysia
-Japan

MEMAHAMI & MENANGANI
RISIKO BENCANA



Japan International
Cooperation Agency



International Research Institute of Disaster Science



UTM
UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA

LAPORAN RISIKO BENCANA: MEMAHAMI RISIKO TANAH RUNTUH DAN BANJIR KE ARAH PENGURANGAN RISIKO BENCANA BERASASKAN SAINS DI NEGERI SELANGOR

MEMPERKASAKAN KAPASITI PENGURANGAN RISIKO BENCANA (DRR) DEMI MENINGKATKAN KESELAMATAN DAN SEKURITI KOMUNITI DENGAN MEMAHAMI RISIKO BENCANA (SeDAR)



Tentang Penerbitan ini:

Penerbitan ini dihasilkan oleh sekumpulan individu dari Institut Penyelidikan Antarabangsa Sains Bencana (IRIDeS) di Universiti Tohoku, Universiti Teknologi Malaysia (UTM) Kuala Lumpur dan Johor Bahru; dan Unit Pengurusan Bencana Negeri Selangor (SDMU), Kerajaan Negeri Selangor, dengan sokongan Agensi Kerjasama Antarabangsa Jepun (JICA). Kajian kes pengenalan pastian dan analisis risiko bencana dihasilkan oleh pakar akademik dari universiti yang disebut di atas. Penerbitan ini bukan suara rasmi mana-mana organisasi atau negara.

Analisis yang terkandung dalam penerbitan ini adalah hasil kerja penulis setiap kajian kes.

Team members:

Dr. Takako Izumi (IRIDeS, Universiti Tohoku), Dr. Shohei Matsuura (Pakar JICA), En. Ahmad Fairuz Mohd Yusof (Unit Pengurusan Bencana Negeri Selangor), Dr. Khamarrul Azahari Razak (Universiti Teknologi Malaysia Kuala Lumpur), Dr. Shuji Moriguchi (IRIDeS, Universiti Tohoku), Dr. Shuichi Kure (Universiti Wilayah Toyama), Ir. Dr. Mohamad Hidayat Jamal (Universiti Teknologi Malaysia), Dr. Faizah Che Ros (Universiti Teknologi Malaysia Kuala Lumpur), Pn. Eriko Motoyama (Pejabat IRIDeS KL), dan En. Luqman Md Supar (Pejabat IRIDeS KL).

Cara merujuk kepada penerbitan ini:

Sila rujuk kepada penerbitan ini seperti berikut: Izumi, T., Matsuura, S., Mohd Yusof, A.F., Razak, K.A., Moriguchi, S., Kure, S., Jamal, M.H., Che Ros, F., Motoyama, E., Supar, L.M. Laporan Risiko Bencana oleh IRIDeS, Jepun; Universiti Teknologi Malaysia; Unit Pengurusan Bencana Negeri Selangor, Kerajaan Negeri Selangor, Malaysia, 108 muka surat.

Ogos 2019



Penerbitan ini memiliki lesen Creative Commons Pengiktirafan-Bukan Komersial-Perkongsian Serupa 4.0 Lesen Antarabangsa

www.jppsedar.net.my



Penghargaan kepada Penyumbang

Pasukan Projek ingin menyampaikan penghargaan kepada para penyumbang kepada laporan ini, yang telah memberi kerjasama dengan penuh semangat setiakawan kepada laporan yang tidak mungkin berjaya tanpa kehadiran mereka.

<i>Majlis Perbandaran Ampang Jaya (MPAJ)</i>	<i>Pejabat Daerah dan Tanah (PDT) Klang</i>
<i>Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS) Malaysia</i>	<i>Majlis Perbandaran Klang (MPK)</i>
<i>Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS) Selangor</i>	<i>Agensi Remote Sensing Malaysia (ARSM)</i>
<i>Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS) Hulu Langat</i>	<i>Pusat Hidrografi Nasional (PHN)</i>
<i>Jabatan Mineral dan Geosains (JMG) Malaysia</i>	<i>Agensi Pengurusan Bencana Negara (NADMA)</i>
<i>Jabatan Mineral dan Geosains (JMG) Selangor</i>	<i>Institut Penyelidikan Hidraulik Kebangsaan Malaysia (NAHRIM)</i>
<i>Jabatan Perangkaan Malaysia</i>	<i>Jabatan Perancangan Bandar dan Desa Malaysia (JPBD)</i>
<i>Jabatan Ukur dan Peta Malaysia (JUPEM)</i>	<i>Jabatan Kerja Raya (JKR) Selangor</i>
<i>Pejabat Daerah dan Tanah Hulu Langat</i>	<i>Lembaga Urus Air Selangor (LUAS)</i>
<i>Majlis Perbandaran Kajang (MPKj)</i>	<i>Cawangan Kejuruteraan Cerun, Jabatan Kerja Raya Malaysia (CKC, JKR)</i>
<i>Kapar Energy Ventures (KEV)</i>	<i>Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM)</i>
	<i>Universiti Teknologi Mara (UiTM)</i>

Kami ingin menyampaikan penghargaan khas kepada Geomapping Technology Sdn. Bhd. atas bantuan dan sokongan dalam memperoleh dan memproses data berkenaan lokasi projek di Kapar.



BANGUNAN SULTAN SALAHUDDIN ABDUL AZIZ SHAH

باغونن سلطان صلاح الدين عبدالعزيز شاه



Pendahuluan oleh Y.A.B. Dato' Menteri Besar Selangor



Y.A.B. TUAN AMIRUDIN BIN SHARI, Menteri Besar Selangor

Dalam tempoh beberapa dekad yang lalu, Selangor telah menjadi lokasi bencana yang tidak kecil jumlahnya. Dalam beberapa tahun kebelakangan ini, negeri kami telah dilanda banjir, kebakaran, ribut, dan tanah runtuh, dengan kekerapan dan kedahsyatan yang semakin ketara akibat perubahan iklim.

Selangor telah dikenalpasti sebagai antara zon panas untuk tanah runtuh di dalam negara dalam Pelan Induk Cerun Kebangsaan 2009-2023 oleh Jabatan Kerja Raya, manakala Jabatan Perangkaan Malaysia telah mengumumkan Selangor sebagai antara negeri yang paling kerap dilanda banjir pada 2007.

Memandangkan situasi kejadian bencana ini, warga Selangor perlu memiliki kebolehan memahami risiko bencana, sebagai langkah bersedia yang lebih kukuh.

Pendekatan proaktif ini sejajar dengan inisiatif Smart Selangor, yang membolehkan semua warga Selangor untuk bersama-sama memperkasakan ekosistem ekonomi negeri melalui penyampaian perkhidmatan yang lebih bagus dalam pelbagai bidang, termasuk Pengurusan Bijak Bencana. Pihak kami telah menujuhkan Unit Pengurusan Bencana dengan jayanya untuk menjalankan pengurusan dan respons bencana dengan lebih berkesan. Dengan kehadiran SeDAR, kami kini boleh membina kapasiti untuk menguruskan risiko bencana dengan lebih berkesan.

Diiringi sokongan ihsan daripada Agensi Kerjasama Antarabangsa Jepun (JICA), kami berbesar hati untuk bekerjasama dengan institusi pengajian tinggi yang disegani seperti Institut Penyelidikan Antarabangsa Sains Bencana (IRIDeS) di Universiti Tohoku serta Universiti Teknologi Malaysia. Saya berharap kolaborasi dalam memperkenalkan sains kepada pengurangan risiko bencana akan membentuk 'rakyat bijak' yang berupaya memainkan peranan dalam memastikan komuniti mereka selamat daripada ancaman bencana alam.

Kerajaan Negeri Selangor menyokong penuh inisiatif ini, yang akan memanfaatkan rakyat Selangor yang bakal meneruskan program ini meskipun SeDAR sudah lama berlalu.

Ucapan setinggi-tinggi tahniah kepada Pasukan Projek SeDAR atas kejayaan menghasilkan penerbitan pertama tentang risiko bencana dalam sejarah negeri Selangor.

Y.A.B. TUAN AMIRUDIN BIN SHARI
Menteri Besar Selangor

Pendahuluan oleh JICA Malaysia

EN. KENSUKE FUKAWA, Ketua Wakil JICA Malaysia



Bagi pihak Pejabat Agensi Kerjasama Antarabangsa Jepun (JICA) di Malaysia, saya ingin menyampaikan penghargaan kepada pasukan projek “Memperkasakan Kapasiti Pengurangan Risiko Bencana (DRR) demi Meningkatkan Keselamatan dan Sekuriti Komuniti dengan Memahami Risiko Bencana (SeDAR)” – projek pelaksanaan bersama oleh Institut Penyelidikan Antarabangsa Sains Bencana (IRIDeS), Universiti Tohoku dan Bandar Sendai, Jepun; Unit Pengurusan Bencana Kerajaan Negeri Selangor dan Pusat Pencegahan dan Persediaan Bencana (DPPC) di Universiti Teknologi Malaysia (UTM), Malaysia atas kejayaan menghasilkan “Laporan Risiko Bencana: Memahami Risiko Tanah Runtuh dan Banjir ke Arah Pengurangan Risiko Bencana Berdasarkan Sains di Negeri Selangor”.

JICA telah menghebahkan dan menyokong beberapa negara dan komuniti dalam Pengurangan dan Pengurusan Risiko Bencana (DRRM), berpandukan fahaman bahawa DRRM adalah unsur yang tidak boleh ditinggalkan dalam mencapai pertumbuhan sosioekonomi yang lestari dan adil. Kerana risiko berkaitan dengan bencana dan iklim semakin kompleks dan meninggalkan kesan yang semakin ketara, semua pihak berkepentingan daripada pelbagai bidang seperti kerajaan tempatan, komuniti, NGO/CBO, pakar akademik dan sektor swasta digesa untuk bekerjasama dalam membina ketahanan apabila menghadapi bencana.

Meskipun Malaysia tidak dikenali sebagai negara paling berisiko dilanda bencana di rantau Asia Pasifik, negara tetap menghadapi cabaran baharu dalam memelihara keselamatan komuniti dan melindungi industri dalam persekitaran yang kian berubah. Jepun pula mempunyai pengalaman bertahun dalam menghadapi dan mengambil langkah mencegah impak bencana, dan telah membangunkan teknologi tinggi dan pengetahuan komuniti dalam DRRM yang dikongsi dengan negara-negara jiran di dalam dan di luar rantau.

Saya percaya projek ini berfungsi sebagai landasan untuk menghimpunkan pihak berkepentingan berbeza dan antara muka untuk menyatukan kepakaran dan pengalaman bagi DRRM — khususnya untuk memadankan sains dengan tindakan di lokasi tempatan. Saya berharap projek ini akan menjadi pengalaman pembelajaran bersama yang sangat berharga untuk pakar DRRM dari Malaysia dan Jepun serta penduduk di komuniti yang berisiko dilanda bencana.

Sekali lagi, saya teruja melihat laporan ini, yang bakal menjadi asas untuk aktiviti memperkuuhkan ketahanan bencana dalam kalangan komuniti di negeri Selangor.

行川賢祐

EN. KENSUKE FUKAWA
Ketua Wakil JICA Malaysia



Pendahuluan oleh IRIDeS



PROF. FUMIHIKO IMAMURA, Pengarah Institut Penyelidikan Antarabangsa Sains Bencana, Universiti Tohoku

Meskipun Malaysia dianggap negara dengan risiko bencana yang rendah, risiko yang dihadapi semakin meningkat akibat pembangunan bandar dan perubahan iklim. Bencana seperti banjir, tanah runtuh dan lain-lain sedang meningkat, dan wujud keperluan segera untuk mengambil langkah pengurangan untuk menangani bahaya yang pelbagai.

Projek SeDAR, dengan matlamat meningkatkan keselamatan dan sekuriti komuniti, membantu dalam mengurangkan risiko bencana dengan memahami dan mengenalpasti bencana serta risiko bencana. Berpandukan pengalaman luas di Jepun, pakar bencana daripada Institut Penyelidikan Antarabangsa Sains Bencana (IRIDeS) dan universiti-universiti lain serta kerajaan tempatan di Jepun telah menyertai projek ini untuk berkongsi pengalaman dalam pengurangan risiko bencana (DRR), khususnya di peringkat tempatan. Saya berharap pengalaman dan pengajaran yang diperoleh daripada Tsunami dan Gempa Bumi Timur Jepun yang melanda pada 2011 serta pelbagai bencana lain di Jepun dan negara-negara lain dapat menyumbang kepada pengukuhan kapasiti DRR di Malaysia.

Projek ini dilaksanakan di negeri Selangor, berhampiran dengan ibu negara, Kuala Lumpur. Dengan sokongan dan bantuan pakar bencana, projek ini menyediakan landasan untuk komuniti-komuniti setempat membincangkan risiko bencana sesama mereka serta merangka langkah-langkah DRR mereka sendiri. Ini berdasarkan idea bahawa sesudah mengkaji sejarah bencana di Malaysia, menyemak kerosakan dan impak, dan memahami risiko bencana pada masa hadapan, adalah amat penting untuk mendalami dan mengaplikasikan usaha DRR yang terbaik berpandukan ciri-ciri wilayah berkenaan dan latar belakang sosial, ekonomi, budaya, dan kaum.

Projek ini bertunjangkan kolaborasi dan sokongan yang luar biasa oleh Universiti Teknologi Malaysia (UTM) Kuala Lumpur dan Unit Pengurusan Bencana Negeri Selangor (SDMU). Ini adalah contoh baik kolaborasi antarabangsa antara pakar akademik, komuniti tempatan dan pihak kerajaan.

Memahami risiko bencana adalah langkah keutamaan pertama di Rangka Kerja Sendai untuk Pengurangan Risiko Bencana. Saya mengalu-alukan pelaksanaan bersama oleh para pihak berkepentingan di Malaysia dan Jepun. Hasil projek ini adalah model dan kajian kes yang mewakili berkenaan aktiviti kolaborasi, dan saya berharap untuk mengutarakan projek mirip di negara dan wilayah yang lain pada masa akan datang.

PROF. FUMIHIKO IMAMURA

Pengarah Institut Penyelidikan Antarabangsa
Sains Bencana (IRIDeS)
Universiti Tohoku

Pendahuluan oleh UTM Kuala Lumpur



Risiko bencana adalah kompleks, sistemik dan saling berhubung kait. Mengurangkan risiko bencana memerlukan paradigma baharu bagi menangani proses kerentanan dan risiko yang pelbagai dan saling berhubung kait.

UTM telah membina momentum ke arah matlamat ini. Bersama dengan pelbagai rakan strategik, pihak kami melaksanakan bersama tindakan tempatan berasaskan bukti serta kempen saranan pada peringkat tempatan, dalam membina kerjasama ke arah ketahanan. Kami telah melibatkan kapasiti dan pengetahuan dari warga tempatan serta barisan pakar dalam dasar, pelan dan tindakan yang membantu untuk membina ketahanan komuniti di pelbagai peringkat.

Berdasarkan senario semasa, adalah penting untuk menyarankan pendekatan pelbagai disiplin dalam menerajui transformasi masyarakat ke arah ketahanan bencana. Peranan sains dan teknologi dalam melaksanakan tindakan berpandukan dasar, serta mengubah ungkapan kepada tindakan semakin diperlukan dengan segera. Inventori, kerosakan dan kerugian bencana yang komprehensif dapat membantu kerajaan untuk mengurangkan skala pelaburan hari ini dan masa hadapan ke dalam usaha menjadikan bandar lebih berdaya tahan dan berupaya pulih dalam tempoh yang sesuai. Ketahanan bencana merangkumi tindakan melangkaui dari sekadar memberi respons dan pulih daripada bencana.

Sikap tidak endah adalah ancaman terbesar dalam menghadapi bencana alam yang tidak mengenal masa atau musim. Segala usaha yang mungkin perlu diambil untuk bersedia dan meningkatkan kesedaran dalam kalangan penduduk untuk menjadikan pengurangan risiko sebagai keutamaan. Di sini, saya ingin mengambil kesempatan untuk berkongsi bahawa Agensi Pengurusan Bencana Negara bersama rakan strategik termasuk UTM, telah menganjurkan beberapa program pendidikan dan persediaan bencana untuk mendidik komuniti berisiko dan mengetengahkan warga tempatan dalam meningkatkan ketahanan bencana.

Integrasi ketahanan dan pengurangan risiko bencana adalah kritikal dalam semua sektor, bagi memastikan koordinasi dasar dan program secara menegak dan mendatar. Ini memberi kekuatan pada pihak berkuasa dan komuniti tempatan untuk memperoleh sumber, insentif, dan tanggungjawab mengambil keputusan yang bersesuaian dengan menyokong barisan kepimpinan tempatan.

Mengambil kira DRR, pelaksanaan kos rendah sumber air, permintaan air dan pengurangan bencana adalah penting untuk menyokong pembangunan lestari di lembangan sungai yang terjejas. Pendekatan mengambil keputusan berasaskan pengetahuan sains adalah penting dalam menekankan penyesuaian risiko tempatan bagi mengurangkan kehilangan nyawa dan mengekalkan sumber pencarian serta aset ekonomi, fizikal, sosial, budaya dan alam semulajadi milik penduduk, perniagaan dan komuniti.

Repositori data pintar akan didalami sebagai keperluan utama untuk membangunkan strategi pengurusan risiko, dengan peluang untuk memperkasakan interaksi merentasi sains, dasar dan pelaksanaan. Keperluan memiliki pangkalan data bencana, himpunan pendaftaran bencana dan tempat simpanan data bencana telah membolehkan langkah memperkuuhkan pemantauan risiko dan komunikasi di pelbagai peringkat.

Peranan sains dan teknologi dalam menyediakan bukti untuk penggubalan dasar semakin mendapat perhatian, dengan permintaan yang meningkat untuk pendekatan daripada pelbagai disiplin untuk menangani masalah perubahan iklim, bencana dan pembangunan lestari yang kompleks dan saling berhubung kait. Inovasi dalam kaedah, perkakas dan analisa telah mencapai kebolehan berlipat ganda dalam mengenalpasti penyelesaian, sejajar dengan akses kepada data yang semakin meluas.



PROF. DATUK DR. WAHID OMAR
Naib Canselor
Universiti Teknologi Malaysia (UTM)
Kuala Lumpur



Isi Kandungan

Penghargaan kepada Penyumbang	i
Pendahuluan oleh Y.A.B. Dato' Menteri Besar Selangor	iii
Pendahuluan oleh JICA	iv
Pendahuluan oleh IRIDeS	v
Pendahuluan oleh UTM Kuala Lumpur	vi
Rumusan Eksekutif	x
Pengenalan	1
Tentang Program SeDAR	1
Tentang Laporan Risiko Bencana	3
Apa yang Dimaksudkan oleh Analisis Risiko Berdasarkan Sains?	6
Tentang Negeri Selangor	7
Bahaya Semulajadi, Bencana dan DRR di Malaysia	9
Bahaya dan Bencana Alam	9
Disaster Risk Reduction	14
Bahaya Semulajadi, Bencana dan DRR di Selangor	16
Bahaya Semulajadi dan Bencana	16
Pengurangan Risiko Bencana	19
Pemilihan Lokasi	22
Pemilihan Lokasi Komuniti untuk Komponen Tanah Runtuh	22
Pemilihan Lokasi Komuniti untuk Komponen Banjir	23
Tanah Runtuh: Pengenalpastian Risiko Berdasarkan Sains	25
Lokasi 1: Mukim Ulu Klang, Daerah Gombak	25
Lokasi 2: Batu 14, Daerah Hulu Langat	34
Simulasi Tanah Runtuh di Hulu Langat 2011	42
Banjir: Pengenalpastian Risiko Berdasarkan Sains	46
Lokasi 3: Kampung Sungai Serai, Daerah Hulu Langat	46
Lokasi 4: Kampung Tok Muda, Kapar	55
Rumusan Kawasan Berisiko	65
Pemerhatian dalam Menangani Risiko Bencana	66
LAMPIRAN	68
Lampiran A.	69
Ahli Pasukan Laporan Risiko Bencana	
Lampiran B.	73
Nota Teknikal	
Lampiran C.	79
Istilah berkaitan Pengurangan Risiko Bencana	



Ringkasan Eksekutif

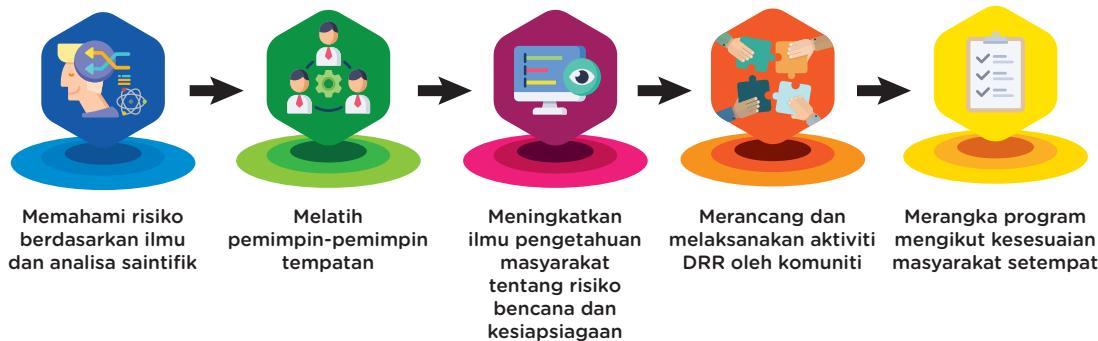
Penerbitan ini bertajuk "Laporan Risiko Bencana: Memahami Risiko Tanah Runtuh dan Banjir ke Arah Pengurangan Risiko Bencana Berasaskan Sains di Negeri Selangor" dan merupakan hasil daripada fasa pertama projek "Memperkasakan Kapasiti Pengurangan Risiko Bencana (DRR) demi Meningkatkan Keselamatan dan Sekuriti Komuniti dengan Memahami Risiko Bencana (SeDAR)".

Projek bertempoh empat tahun ini dilaksanakan oleh Kerajaan Negeri Selangor bersama dengan Institut Penyelidikan Antarabangsa Sains Bencana (IRIDeS) di Universiti Tohoku, dan Pusat Pencegahan dan Persediaan Bencana (DPPC) di Institut Teknologi Antarabangsa Malaysia-Jepun (MJIIT), Universiti Teknologi Malaysia (UTM), Kuala Lumpur. Projek ini disokong dan dibiayai oleh Agensi Kerjasama Antarabangsa Jepun (JICA) di bawah Program Perkongsian JICA (JPP).

Laporan Risiko Bencana adalah langkah pertama projek yang berhasrat melengkapkan pihak kerajaan tempatan serta pemimpin komuniti dengan kemahiran dan pengetahuan untuk merangka program pengurangan risiko bencana di peringkat akar umbi.

Program ini mengambil pendekatan unik dengan:

- Memupuk pemahaman berdasarkan sains terhadap risiko bencana dalam kalangan pemimpin serta ahli komuniti dan pihak berkuasa tempatan, dan
- Memberi peluang untuk mereka bekerjasama dalam merangka aktiviti dan program DRR yang paling bersesuaian dengan pemahaman serta keperluan mereka



Apakah Laporan Risiko Bencana?

Laporan Risiko Bencana menjelaskan risiko tanah runtuh dan banjir yang dihadapi oleh komuniti di Selangor, dengan cara yang mudah difahami oleh pembaca berpengetahuan teknikal maupun sebaliknya. Laporan ini menjadi perkakas komunikasi untuk pihak berkuasa tempatan dan daerah, serta agensi kerajaan di peringkat daerah dan negeri untuk memahami bahaya dan risiko yang terdapat di kawasan projek.

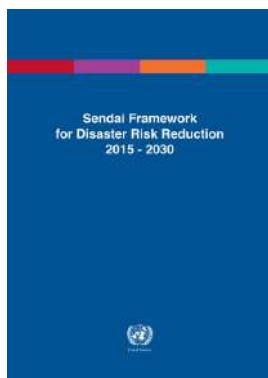
Setiap kajian kes menunjukkan kaedah saintifik boleh membantu dalam mengenalpasti risiko bencana. Dengan mengambil pendekatan saintifik apabila menunjukkan risiko kepada pihak berkepentingan komuniti, pengurus risiko lebih berupaya untuk menggesa penduduk agar mempelajari, mereka bentuk, melaksanakan dan menerajui langkah-langkah proaktif untuk memelihara kediaman, harta benda dan nyawa mereka dalam kadar jangka masa panjang secara lestari.



Apakah Analisis Berasaskan Sains?

Analisis risiko berdasarkan sains merujuk kepada penggunaan sains dalam analisis risiko. Ini berdasarkan konsep memperkenalkan sains dan teknologi dalam pengurangan risiko bencana, iaitu topik yang diketengahkan dalam Kerangka Kerja Sendai untuk Pengurangan Risiko Bencana 2015-2030, di Keutamaan Tindakan yang pertama, "Memahami Risiko Bencana," yang menekankan peranan sains dan teknologi dalam menjelaskan risiko bencana kepada pelbagai khalayak.

Penggunaan sains dan teknologi bagi menunjukkan 'bagaimana dan mengapa bencana berlaku' berguna dalam bidang komunikasi risiko oleh penggubal dasar dan perancang bandar, ketika membangunkan dan menyampaikan pengetahuan, teknologi serta inovasi risiko berdasarkan sains.



Pemilihan Lokasi

Empat lokasi berikut dipilih untuk projek SeDAR iaitu:

1. Ulu Klang, Daerah Gombak
2. Batu 14, Daerah Hulu Langat
3. Kampung Sg. Serai, Daerah Hulu Langat
4. Kampung Tok Muda, Kapar, Daerah Klang

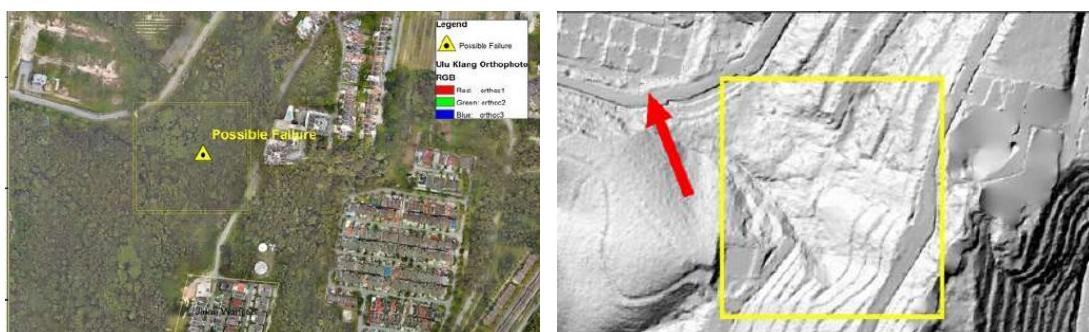
Ringkasan: Pengenapstian dan Analisis Berasaskan Sains

Tanah Runtuh – Lokasi 1: Ulu Klang, Gombak

Di ruangan ini, kita mendapati bahawa peta janaan LiDAR adalah medium komunikasi berkesan dalam mengenalpasti dan risiko tanah runtuh dan banjir. Peta paramuka yang dihasilkan oleh model ketinggian digital LiDAR mendedahkan bentuk tanah di sebalik litusan tumbuh-tumbuhan, untuk menunjukkan aktiviti manusia pada masa lalu atau kini serta proses geologi atau hidrologi semulajadi. Di kawasan projek ini, peta berwarna tebing bukit atau pandangan *hillshade* menunjukkan bahawa sesuatu yang kelihatan seperti 'cerun semulajadi' pada mata kasar sebenarnya dibanjiri ciri-ciri yang berpotensi untuk gagal. Menggunakan peta yang dihasilkan oleh penderiaan jauh, 'tanda-tanda lazim' atau tanda kegagalan mendatang cerun dapat dikesan lebih awal.

Di kawasan projek amnya, peta bahaya tanah runtuh menunjukkan bahawa kawasan dikenalpasti sebagai berbahaya tinggi (dipaparkan dalam warna merah di Rajah 1). Bahagian yang lebih kecil, berwarna kuning, menunjukkan paras bahaya yang lebih rendah.

Daripada peta *hillshade*, kita melihat satu lokasi di dalam kawasan yang mungkin kerap dilanda tanah runtuh. Juga terdapat kawasan pembinaan kawasan perumahan yang terbengkalai di bahagian bawah cerun. Di kawasan cerun pula, kelihatan seakan kegiatan mitigasi yang lalu dengan keadaan topografi yang terganggu atau bergerak secara retrogresif.



Rajah 1: Kegagulan yang mungkin terletak di rupa bumi berimbun, dengan (A) ortofoto kawasan dan (B) model rupa bumi digital yang dilihat secara bertindih ke atas risiko tinggi terdedah kepada tanah runtuh.

Tanah Runtuh – Lokasi 2: Batu 14, Hulu Langat

Menggunakan ortofoto dan peta baya tanah runtuh membolehkan pengenalpastian dan penganalisaan topografi terselindung di bawah litupan tumbuh-tumbuhan. Di kawasan projek ini, kelihatan seperti tanah runtuh disebabkan oleh gangguan tanah yang berskala kecil, khususnya di dasar cerun, dan kawasan ini juga sering dilanda hujan lebat.

Daripada pelbagai peta, kita melihat bahawa rupa bumi asal di beberapa kawasan telah dikorek, kebanyakannya tumbuh-tumbuhan di atas bukit telah ditebang, dan struktur bangunan yang didirikan dengan sangat dekat kepada kaki cerun, supaya memaksimumkan ruang dalam lot yang ditetapkan. Sebahagian aktiviti manusia ini dilihat berlaku dalam beberapa tahun kebelakangan ini, dan dengan peredaran masa, tumbuh-tumbuhan sekunder telah tumbuh dan menyebabkan kawasan kelihatan seolah-olah belum pernah diganggu. Beberapa kawasan potongan cerun menghasilkan zon takungan air sementara, yang membolehkan air untuk menyerap ke dalam tanah ketika hujan yang lebat dan berpanjangan. Situasi ini boleh diperhatikan di Rajah 2.

Hulu Langat adalah kawasan rekreasi terkenal yang berperanan sebagai lokasi santai yang berhampiran dengan bandaraya. Diliputi kehijauan dan hutan cerun yang rimbun, Batu 14 dan kawasan sekitarnya adalah lokasi terkenal untuk pemilik resort, homestay, pengendali aktiviti bina diri, pengendali kolam ikan serta perniagaan bertumpukan pelancongan yang lain. Namun, pembinaan di kawasan cerun perlu dilaksanakan secara betul, untuk mengurangkan risiko bencana.

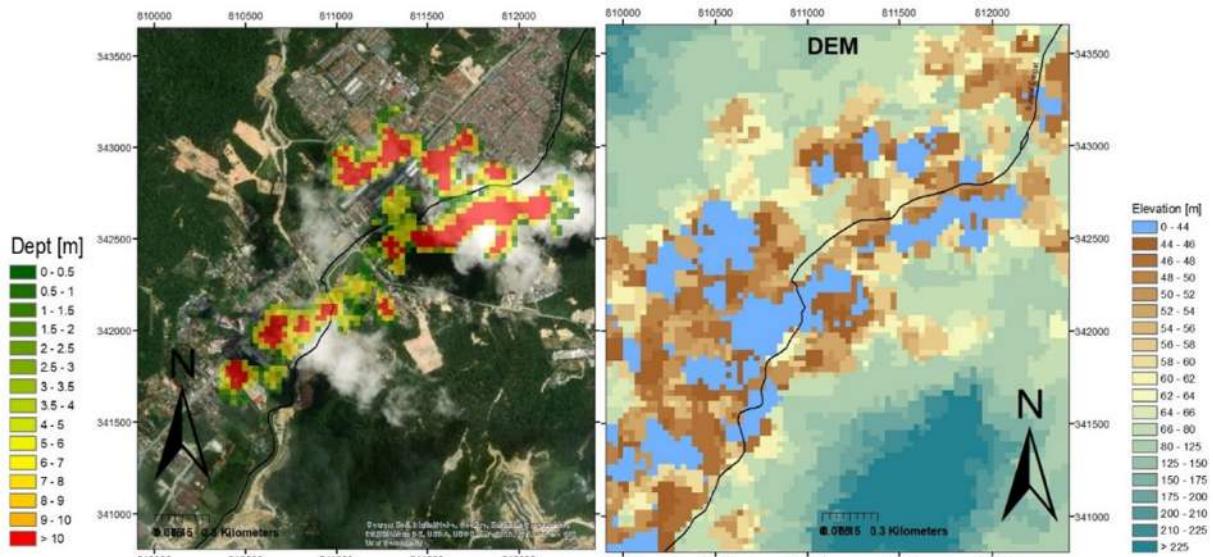


Rajah 2: Ortofoto dan hillshade menunjukkan beberapa kawasan yang dilitupi semula tumbuh-tumbuhan dan menunjukkan bilangan aktiviti antropogenik yang banyak, contohnya pemotongan cerun untuk pembangunan baru di kawasan projek di Hulu Langat.

Banjir – Lokasi 3: Kampung Sungai Serai, Hulu Langat

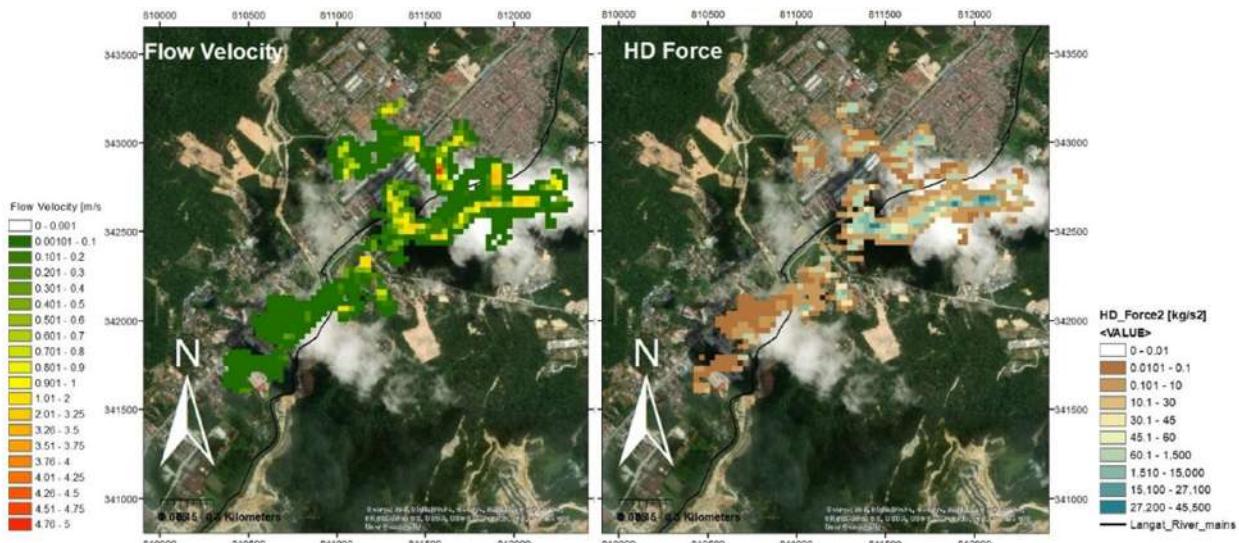
Model hujan-air larian dan pelamparan banjir berdasarkan fizikal digunakan untuk menjalankan simulasi senario pelamparan banjir di kawasan sasaran iaitu lembangan Sungai Langat.

Bulan yang paling banyak menerima hujan adalah April dan November, dengan purata curahan hujan melebihi 250 milimeter. Menurut perkongsian oleh beberapa pemimpin komuniti di Hulu Langat, banjir sebegini dialami oleh penduduk setempat sebanyak tiga atau empat kali setahun. Meskipun tidak mengancam nyawa, kejadian ini mengganggu kehidupan sehari-hari dan perniagaan di sekitar kawasan, menyebabkan kerugian harta benda serta kerugian dari segi aktiviti bercucuk tanam yang dijalankan di sekitar kawasan kampung.



Rajah 3: Simulasi kedalaman maksimum pelambaran banjir (kiri) dan ketinggian DEM (kanan)

Rajah 3 dan 4 adalah kedalaman maksimum banjir disimulasi, ketinggian DEM, halaju aliran serta kuasa hidrodinamik banjir. Perkongsian oleh penduduk setempat menyatakan bahawa banjir kerap berlaku, maka mereka tidak berpindah apabila paras air meningkat. Mereka menunggu sehingga paras air menurun, kerana adalah lebih mudah untuk mencuci lumpur yang ditinggalkan oleh banjir ketika masih basah. Namun, analisa halaju banjir menunjukkan bahawa terdapat kemungkinan daya kuasa air banjir berada pada paras yang cukup tinggi sehingga menyukarkan penduduk setempat untuk kekal di kediaman mereka sewaktu banjir, terutama sekali ketika banjir yang berlaku di bahagian utama hulu Sungai Langat. Oleh itu, para penduduk perlu peka terhadap daya kuasa air banjir yang mungkin kelihatan sewaktu kejadian hujan melampau.



Rajah 4: Simulasi halaju aliran banjir maksimum (kiri) dan kuasa hidrodinamik (kanan)

Banjir – Lokasi 4: Kampung Tok Muda, Kapar

Keselamatan Kampung Tok Muda daripada dibanjiri air laut bergantung sepenuhnya pada sebuah ban yang terbina sepanjang persisiran pantai dan juga sepanjang sungai Kapar Besar. Kawasan perkampungan yang seringkali menjadi tempat pertama dinaiki air didapati terletak di kawasan lebih rendah daripada paras purata air laut pasang. Ban juga terdedah kepada risiko hakisan dan perlu dipulihara berterusan. JPS melakukan kerja-kerja pemuliharaan berkala pada struktur ban untuk mengekalkan ketinggian. Namun begitu, menurut perkongsian oleh penduduk setempat yang kemudian disahkan juga oleh JPS, keutuhan ban terancam oleh pembentukan lubang sarang ketam merentasi ban selepas sekian lama. Ini membolehkan air untuk diresap dan menyebabkan hakisan kerana paras air berubah-ubah. Meskipun paras air sungai yang meningkat disebabkan air pasang serta hujan lebat tidak semestinya membawa kepada limpahan air mengatasi paras ban, ia boleh menghasilkan tekanan yang tinggi terhadap ban dan menyumbang kepada kerosakan/kepecahan.

Walaupun ban seringkali diperbaiki selepas banjir, risiko kerosakan ban berterusan kerana aktiviti ketam adalah fenomena semulajadi dan mustahil untuk dipantau. Namun begitu, apabila berlaku air pasang, air boleh diperhatikan meresap merentasi ban dan dilihat sebagai tanda kerosakan ban yang mungkin, seperti dilihat di Rajah 5. Jika pemimpin serta komuniti tempatan dapat bertindak setelah melihat tanda-tanda keresapan sebegini, kerugian tatkala berlakunya kegagalan ban dan banjir yang menyusul kemudian mungkin dapat dielakkan atau dikurangkan.

Dari pemerhatian ini, boleh dikatakan bahawa banjir di Kampung Tok Muda mungkin disebabkan oleh paras air sungai yang tinggi berikutan hujan lebat, air laut pasang serta ombak kuat yang walaupun tidak semestinya menyebabkan limpahan air melebihi paras ban, ia mampu menghasilkan daya kuasa hidrodinamik yang mampu mengancam struktur ban sungai, yang sudah sedia dilemahkan oleh aktiviti ketam. Maka, amat penting untuk mengenalpasti waktu berkemungkinan berlakunya hujan lebat serentak dengan air pasang tinggi.



Rajah 5: Resapan dan runtuhannya kecil sewaktu air pasang menjadi tanda kepecahan ban

Pemerhatian dalam Menangani Risiko Bencana

PEMERHATIAN 1: KEBOLEHDAPATAN DATA

- a. **Data yang diperlukan untuk analisis risiko bencana adalah terhad.** Data untuk tujuan DRR tiada akibat kekurangan sumber untuk pengumpulan atau penyusunan, atau tidak boleh diakses disebabkan tukar ganti pekerja. Terdapat keperluan segera untuk menghimpun data bagi membolehkan akses, kegunaan dan pengedaran yang mudah.
- b. **Data dikumpul tetapi tidak digunakan secara berkesan.** Data yang dikumpulkan kadang kala tidak digunakan untuk tujuan DRR dengan berkesan. Jumlah data yang banyak dikumpul dan disimpan oleh barisan agensi, tetapi tidak dimanfaatkan bagi pengurangan risiko bencana.
- c. **Pembangunan kapasiti untuk memahami data dan kepentingan data.** Kerajaan tempatan dan agensi pengurusan bencana perlu belajar cara menggunakan peta bahaya dan risiko untuk menyampaikan hal risiko kepada pelbagai pihak berkepentingan. Ini boleh dicapai melalui latihan, perkongsian ilmu, dan kolaborasi bersama universiti dan institut penyelidikan dengan penekanan ke atas penggunaan peta bahaya dan risiko bagi tujuan pengurangan risiko bencana.
- d. **Pelaburan untuk pemerolehan data.** Pelaburan dalam pengumpulan serta penggunaan data diperlukan untuk mencetus inovasi. Ini memerlukan penggunaan teknologi tinggi dan kaedah lanjutan untuk mengumpul data berkualiti bagi tujuan pemetaan resolusi tinggi. Turut diperlukan adalah pengaplikasian data untuk membina penyelesaian berinovasi bagi tujuan penerangan dan pengurangan risiko bencana.
- e. **Landasan untuk perkongsian data diperlukan.** Akses kepada data adalah unsur kritikal untuk perkakas komunikasi berasaskan sains seperti peta bahaya dan risiko. Data untuk kegiatan pemodelan dan penggambaran perlu disediakan untuk membantu pengurus risiko bencana. Landasan untuk perkongsian data diperlukan.

PEMERHATIAN 2: KEPERLUAN MENGHASILKAN PETA BAHAYA

- a. **Peta bahaya dan risiko membantu pihak kerajaan untuk mengutamakan cerun berisiko tinggi bagi tujuan pengurangan atau pemberkupulahan.** Peta bahaya dan risiko membantu untuk mengenalpasti kawasan yang memerlukan pemberkupulahan segera. Agensi-agensi kerajaan kemudian boleh merangka langkah serta keutamaan dalam bidang DRR.
- b. **Kerajaan persekutuan dan negeri bertanggungjawab untuk mengenalpasti risiko menggunakan sains.** Kedua-dua kerajaan persekutuan dan negeri mempunyai tanggungjawab besar untuk membina peta bahaya dan risiko untuk kawasan di mana banjir atau tanah runtuh sering terjadi, kerana tanggungjawab ini bukan hanya di bahu kerajaan tempatan. Buat masa sekarang, peta bahaya selalunya dihasilkan untuk tujuan langkah-langkah pengurangan. Namun, peta yang dihasilkan boleh digunakan untuk kerja-kerja penerangan risiko kepada pemimpin dan komuniti setempat.
- c. **Peta bahaya perlu dikemaskini berikutan guna tanah dan kaedah mitigasi yang berubah-ubah.** Pihak berkuasa tempatan dan perancang perlu mengemaskini peta bahaya, kerana profil bahaya dan risiko berubah akibat perubahan dalam guna tanah dan kaedah mitigasi yang mungkin meningkatkan atau mengurangkan tahap risiko. Ini perlu dilakukan oleh pihak kerajaan tempatan.
- d. **Kaedah penilaian bahaya dan risiko tanah runtuh dan banjir perlu diseragamkan.** Wujud pelbagai kaedah sedia ada untuk menjalankan penilaian risiko banjir dan tanah runtuh. Ini mungkin menyebabkan kekurangan saling kendali dan keserasian antara sistem dan kaedah yang berbagai-bagai. Kaedah yang seragam diperlukan.

PEMERHATIAN 3. KOMUNIKASI RISIKO DIPERLUKAN

- a. **Pakar bahaya untuk mengajar komuniti cara membaca dan menggunakan peta bahaya.** Terdapat jurang yang begitu besar antara pakar bahaya dan komuniti setempat, dan adalah amat penting untuk mempertimbangkan cara menggunakan peta bahaya dan menunjukkan peta tersebut kepada komuniti. Peta seharusnya mudah untuk difahami oleh penduduk, tetapi turut perlu menyampaikan mesej yang cukup kukuh untuk membolehkan penduduk berpindah dan mengambil tindakan.
- b. **Menggunakan peta bahaya untuk menyangkal tanggapan dan andaian silap oleh komuniti tentang cerun.** Adalah amat penting untuk penduduk memahami bahawa kawasan yang dianggap berbahaya tinggi boleh dimitigasi dan juga diturun gred kepada bahaya sederhana atau rendah, melalui langkah mitigasi atau kejuruteraan. Ini perlu untuk menyangkal andaian dan tanggapan salah oleh komuniti tentang cerun, yang disebabkan oleh kekurangan maklumat atau pemahaman tentang risiko cerun.
- c. **Sistem amaran awal perlu digunakan di kawasan risiko tinggi.** Peta bahaya dan risiko membantu untuk mengenalpasti kawasan risiko tinggi. Dalam situasi apabila kawasan risiko tinggi tidak boleh dipulihara akibat kekangan sumber atau kewangan, sistem amaran awal boleh memainkan peranan dengan berkesan.
- d. **Kerajaan perlu berkongsi peta untuk tujuan DRR.** Peta bahaya dan risiko berguna untuk menyampaikan maklumat tentang risiko bencana. Peta menunjukkan kemungkinan bahaya, membantu meningkatkan kesedaran dalam kalangan pihak berkepentingan, dan menggalakkan komuniti dan kerajaan tempatan untuk mengambil langkah bersedia dan mitigasi. Peta juga boleh menandakan lokasi dan laluan pemindahan untuk digunakan dalam situasi kecemasan berkaitan bencana. Untuk kegunaan tersebut bagi menjamin keselamatan komuniti, pihak berkuasa tempatan dan negeri disyorkan untuk menyampaikan maklumat risiko menggunakan peta yang dikawal dan tertumpu kepada kawasan setempat sahaja.
- e. **Landasan industri diperlukan untuk menyeragamkan istilah.** Wujud perbezaan istilah berhubung bencana antara bidang sains dan teknikal yang berbeza. Perbezaan dalam takrifan di peta bahaya dan risiko menandakan bahawa takrifan standard diperlukan untuk kegunaan merentasi bidang. Landasan mungkin untuk penyeragaman ialah badan pelbagai disiplin di peringkat kerajaan yang dikenali sebagai Jawatankuasa Antara Kerajaan bagi Pengurusan Cerun (ICMS), yang terdiri daripada pegawai kanan kerajaan dari pelbagai jabatan dan agensi untuk membincangkan, menyelesaikan dan membina standard berhubung hal berkaitan pengurusan cerun di dalam negara.



1 Pengenalan

1.1 Tentang Program SeDAR

Program “Memperkasakan Kapasiti Pengurangan Risiko Bencana (DRR) demi Meningkatkan Keselamatan dan Sekuriti Komuniti dengan Memahami Risiko Bencana (SeDAR)”, bertujuan melengkapkan pihak kerajaan tempatan serta pemimpin komuniti dengan kemahiran dan pengetahuan untuk merangka program pengurangan risiko bencana di peringkat akar umbi. Program ini mengambil pendekatan unik dengan:

- Memupuk pemahaman berdasarkan sains terhadap risiko bencana dalam kalangan pemimpin serta ahli komuniti dan pihak berkuasa tempatan
- Memberi peluang untuk mereka bekerjasama dalam merangka aktiviti dan program DRR yang paling bersesuaian dengan pemahaman serta keperluan mereka

Pendekatan berorientasikan komuniti dalam pengurangan risiko bencana adalah langkah penting dalam membina komuniti dengan ketahanan terhadap bencana.

1.1.1 Penggerak Utama Program

- Pemimpin komuniti tempatan
- Pihak berkuasa tempatan dan pejabat daerah
- Warga komuniti

1.1.2 Maklumat Program

Projek SeDAR merupakan projek sepanjang tempoh 4 tahun yang bertumpu kepada empat komuniti di negeri Selangor.



Senarai komuniti yang dipilih sebagai kajian kes dalam laporan ini (Rajah 6) adalah:

1. Ulu Klang, Gombak
2. Batu 14, Hulu Langat
3. Kampung Sg. Serai, Batu 11 ½, Hulu Langat
4. Kampung Tok Muda dan Kampung Sg. Serdang, Kapar

Semua kawasan ini pernah mengalami kejadian banjir atau tanah runtuh yang dahsyat pada masa lalu. Tetapi, pengalaman seperti ini tidak terhad kepada lokasi-lokasi ini sahaja. Semua lokasi ini memiliki ciri-ciri atau situasi yang boleh dijumpai di seluruh negara. Oleh itu, ilmu yang ditimba daripada program di kawasan-kawasan ini boleh diguna pakai di lokasi-lokasi lain di Malaysia.

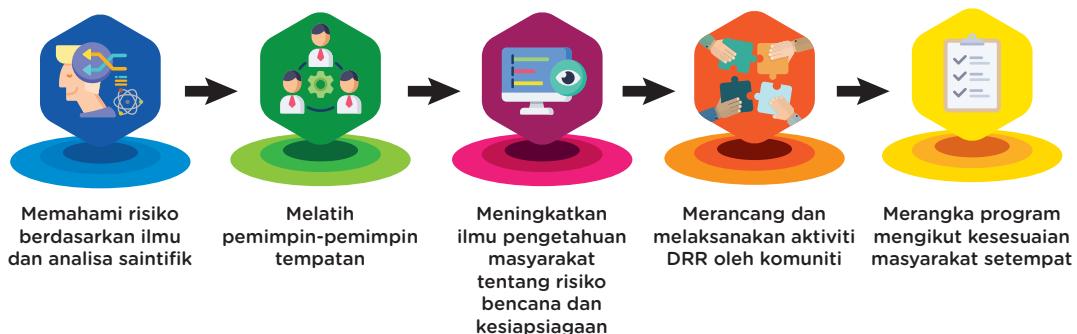


Rajah 6: Lokasi komuniti-komuniti yang dipilih

1.1.3 Konsep Utama Projek SeDAR

- Pemahaman tentang risiko bencana dalam kalangan kerajaan tempatan dan pihak berkepentingan dalam komuniti
- Kepimpinan dan sikap ingin menerajui oleh pihak berkepentingan bagi mengetuai projek DRR
- Memastikan kesinambungan program yang berterusan

1.1.4 Cara Program Dikendalikan



1.1.5 Rakan Usaha Sama Program

SeDAR adalah kolaborasi antara Institut Penyelidikan Antarabangsa Sains Bencana (IRIDeS) di Universiti Tohoku, Unit Pengurusan Bencana Selangor (SDMU) di Kerajaan Negeri Selangor dan Pusat Pencegahan dan Persediaan Bencana (DPPC) di Institut Teknologi Antarabangsa Malaysia-Jepun (MJIIT), Universiti Teknologi Malaysia, Kuala Lumpur.

- **IRIDeS** – pencadang projek yang menguruskan dan menetapkan hala tuju pelaksanaan projek SeDAR, serta menyampaikan kemahiran dan pengetahuan yang berdasarkan pengalaman luas dalam pengurusan bencana di Jepun.
- **DPPC** – pakar teknikal tempatan yang menterjemahkan objektif SeDAR kepada kandungan tempatan untuk kegunaan komuniti, melalui penggabungan sains dan pengetahuan tempatan untuk pendekatan yang lebih komprehensif dalam DRR.
- **SDMU** – pelaksana tempatan yang menjadi penghubung antara komuniti, agensi kerajaan dan dunia akademik, sekaligus memastikan pelaksanaan yang lancar

1.2 Tentang Laporan Risiko Bencana

Laporan Risiko Bencana menjelaskan risiko tanah runtuh dan banjir yang dihadapi oleh komuniti di Selangor, dengan cara yang mudah difahami oleh pembaca dengan pengetahuan teknikal atau sebaliknya. Laporan ini menjadi perkakas komunikasi untuk pihak berkuasa tempatan dan daerah, serta agensi kerajaan di peringkat daerah dan negeri untuk memahami bahaya dan risiko yang terdapat di kawasan projek. Kandungan laporan yang mudah seakan-akan menyelindungi atas kukuh sains yang membentuk penjelasan dan analisis risiko dalam setiap kajian kes yang terkandung di dalam laporan ini.

Setiap kajian kes menunjukkan cara sains boleh membantu dalam mengenalpasti risiko bencana. Dengan mengambil pendekatan saintifik apabila menunjukkan risiko kepada pihak berkepentingan dari komuniti, pengurus risiko lebih berupaya untuk menggesa penduduk agar belajar, mereka, melaksanakan dan menerajui langkah-langkah proaktif untuk memelihara rumah, harta benda dan nyawa mereka dalam kadar jangka masa panjang dan lestari.

‘Sains’ yang dirujuk dalam projek ini adalah hasil kajian mendalam yang dikendalikan oleh agensi kerajaan Malaysia di keempat-empat kawasan projek.

Untuk kajian kes tanah runtuh: Data untuk analisis risiko projek berdasarkan peta bahaya daripada Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia (JMG). Dari 2014 sehingga 2016, menjalankan pemetaan berdasarkan kawasan dan analisis bahaya dengan melaksanakan Projek Pemetaan Bahaya & Risiko Cerun – PBRC (Rajah 7).

Projek dijalankan di Semenanjung Malaysia di Lembah Klang di negeri Selangor, Cameron Highlands di negeri Pahang, dan Ipoh di negeri Perak, meliputi keluasan sebanyak 1,350 km². Projek turut dijalankan di Kundasang dan Kota Kinabalu di negeri Sabah. PBRC meliputi hanya sebilangan daripada kawasan yang cenderung dilanda tanah runtuh di seluruh negara.



Rajah 7: Portal NATSIS kelolaan JMG untuk maklumat pemetaan bahaya dan risiko cerun

Data yang dihasilkan oleh PBRC membentuk peta bahaya, yang mengenalpasti kawasan yang berkemungkinan mengalami tanah runtuh, diukur daripada ‘rendah’ kepada ‘tinggi’. Peta bahaya tanah runtuh mengambil kira kedudukan lokasi tanah runtuh dan penyebab kejadian (kecerunan, jenis tanah dan impak aliran air di sesuatu kawasan) (Rajah 8).¹



Rajah 8: Portal dan peta NATSIS kelolaan JMG

Menggunakan sumber-sumber ini, analisis di kawasan projek dikendalikan oleh pakar tanah runtuh daripada Pasukan Projek. Dengan pendekatan ini, kawasan risiko dikenalpasti dan digunakan untuk komunikasi risiko dan perancangan tindakan oleh para penduduk pada fasa pelaksanaan program SeDAR.

Untuk kajian kes banjir: Model banjir sungai dan pantai pada peringkat sub-lembangan perlu dibina oleh pemodel banjir daripada Pasukan Projek. Data input hidrologik diperoleh daripada Jabatan Pengairan dan Saliran, Malaysia, manakala perkhidmatan pembangunan model ketinggian berdigit disediakan oleh Geomapping Technology Sdn. Bhd.



Berdasarkan model yang dihasilkan, peta banjir kemudian dibina untuk ditunjukkan kepada para pemimpin komuniti dan pihak berkuasa tempatan, untuk menjelaskan cara banjir terjadi dan langkah yang boleh diambil untuk mengurangkan impak fenomena tersebut.

Laporan Risiko Bencana adalah output daripada fasa pertama program SeDAR dan berfungsi sebagai dokumen rujukan ketika fasa perancangan aktiviti dan pelaksanaan program.

¹Geological Survey Ireland,
<https://www.gsi.ie/en-ie/programmes-and-projects/geohazards/projects/Pages/Landslide-Susceptibility-Mapping.aspx>

PENAFIAN:

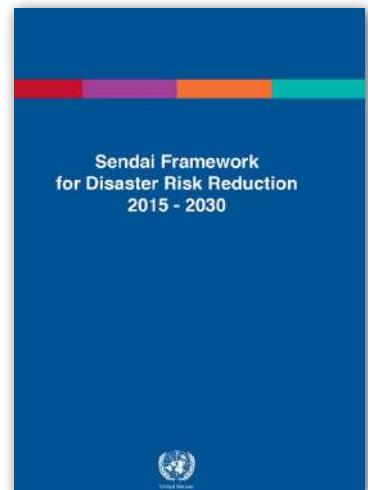
IRIDeS dan UTM menyampaikan data dan keputusan analisis di dalam penerbitan ini yang menggunakan data yang dikongsi oleh agensi-agensi kerajaan Malaysia. Data tertentu, termasuk yang menjadi sumber utama dalam memastikan ketepatan dan kesetiaan keputusan, tidak berjaya diperoleh. Oleh itu, keputusan kajian mungkin berbeza daripada kajian yang dijalankan oleh pihak lain yang menikmati akses yang lebih luas kepada data input. Penerbitan ini sekadar demonstrasi kepada golongan pembaca tertentu tentang cara sains, melalui pemodelan dan visualisasi, boleh digunakan untuk mengenalpasti risiko. Meskipun agak tepat, IRIDeS dan UTM mengesyorkan agar sebarang pemodelan atau visualisasi dilakukan dengan data resolusi lebih tinggi.

IRIDeS dan UTM tidak menyediakan sebarang jaminan atas hasil keluaran ini sama sekali, sama ada diungkap, dibayangkan, atau bawah undang-undang, termasuk, tetapi tidak terhad kepada, sebarang jaminan atas kesesuaian atau kelayakan untuk mencapai sesuatu keputusan atau sebarang jaminan bahawa kandungan data di dalam laporan akan bebas sepenuhnya daripada kesilapan. IRIDeS dan UTM tidak akan bertanggungjawab atas sebarang kerja awam, perancangan guna tanah, atau dasar yang dilaksanakan menggunakan keputusan kajian demonstrasi ini.

1.3 Apakah Analisis Risiko Berasaskan Sains?

Ringkasannya, risiko adalah kombinasi kemungkinan atau kebarangkalian bencana boleh berlaku dan kesan-kesan negatif kejadian tersebut.² Pengurus risiko mengendalikan analisis risiko untuk mengkaji bahaya dan menilai bagaimana ciri-ciri kerentanan boleh mendedahkan manusia, harta benda, perkhidmatan, sumber pencarian dan alam sekitar kepada bahaya.³ Keputusan analisis risiko digunakan untuk mengambil keputusan berhubung cara terbaik untuk bersedia, bertindak dan pulih daripada bencana.

Analisis risiko berdasarkan sains berdasarkan konsep memperkenalkan sains dan teknologi dalam pengurangan risiko bencana, iaitu topik yang diketengahkan dalam Kerangka Kerja Sendai untuk Pengurangan Risiko Bencana 2015-2030, di Keutamaan Tindakan yang pertama, “Memahami Risiko Bencana,” yang menekankan peranan sains dan teknologi dalam menjelaskan risiko bencana kepada pelbagai khalayak.⁴



Penggunaan sains dan teknologi bagi menunjukkan ‘bagaimana dan mengapa bencana berlaku’ berguna dalam bidang komunikasi risiko oleh penggubal dasar dan perancang bandar, ketika membangunkan dan menyampaikan pengetahuan, teknologi serta inovasi risiko berdasarkan sains⁵. Ini turut menjadi pendekatan berguna dalam menyampaikan komunikasi risiko kepada komuniti, dengan menyediakan pemahaman yang lebih mendalam tentang sebab dan mekanisme bencana, dan membolehkan komuniti untuk merangka pelan tindakan untuk persediaan, mitigasi dan pemulihan yang berkesan dan lestari.

Seperti dinyatakan dalam bab sebelum ini, laporan ini menasarkan pihak berkuasa tempatan dan para pemimpin komuniti tempatan untuk membolehkan mereka memahami risiko bencana melalui lensa sains dan teknologi. Ini dilakukan dengan mengaplikasikan:

- Data penderiaan jauh,
- Data digital masa-sebenar,
- Data digital merangkap sosial berasaskan bukti
- Perkakas serta teknologi geomaklumat⁶

Kaedah-kaedah ini digunakan dalam penghasilan laporan ini untuk menggambarkan bahaya dan risiko yang dihadapi komuniti di empat lokasi berkenaan. Huraian lanjut mengenai pengkaedahan tersebut akan disampaikan di bahagian “Pengenalpastian Berasaskan Sains”.

²2009 UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction

³UNDP, Bureau for Crisis Prevention and Recovery, www.undp.org/cpr/we_do/disaster_global_risk_id.shtml, 2010

⁴Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030, UNISDR

⁵The Science and Technology Roadmap to Support the Implementation of the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030, UNISDR, Revised draft February 2019

⁶Appraisal of gaps and challenges in Sendai Framework for Disaster Risk Reduction priority 1 through the lens of science, technology and innovation, Atta-ur Rahman, Chen Fang, Science Direct, Volume 1, May 2019

2 Tentang Negeri Selangor

Selangor, juga dikenali dengan gelaran dalam Bahasa Arab, Darul Ehsan yang bermaksud “Teratak Ihsan/Kebajikan,” adalah satu daripada 13 negeri di Malaysia.

2.1 Lokasi

Selangor terletak di pantai barat Semenanjung Malaysia dan bersempadan dengan Perak di sebelah utara, Pahang di sebelah timur, Negeri Sembilan di sebelah selatan dan Selat Melaka di sebelah barat. Selangor mengelilingi Wilayah Persekutuan Kuala Lumpur dan Putrajaya, yang kedua-duanya dahulu menjadi sebahagian negeri itu. Ibu negeri Selangor adalah Shah Alam, dan bandar diraja negeri adalah Klang. Selangor merangkumi 9 daerah dan 12 pihak berkuasa tempatan (Rajah 9).



Rajah 9: Daerah-daerah di negeri Selangor

2.2 Geografi

Selangor terletak di sebelah barat Semenanjung Malaysia, bersebelahan Selat Melaka. Dengan keluasan sekitar 8,000 km², Selangor turut mencecah pantai barat Semenanjung Malaysia, di sebelah pantai utara Melaka. Negeri itu terletak di tengah-tengah pantai barat Semenanjung Malaysia dan mengelilingi Wilayah Persekutuan Kuala Lumpur serta Putrajaya. Selangor bersempadan dengan Sungai Bernam di utara, Sungai Sepang di Negeri Sembilan di selatan, Banjaran Titiwangsa di timur dan Selat Melaka di barat. Ibu negara Malaysia, Kuala Lumpur, terletak di tengah-tengah negeri Selangor. Dahulu menjadi sebahagian negeri sebelum dipisahkan untuk membentuk Wilayah Persekutuan.

2.3 Ekonomi

Selangor memiliki ekonomi terbesar di Malaysia dari segi keluaran dalam negara kasar (KDNK), berjumlah RM 239.968 bilion (sekitar USD 55.5 bilion) pada 2015, bersamaan dengan 22.6% KDNK Malaysia. Negeri termaju di Malaysia, Selangor memiliki infrastruktur bagus seperti lebuhraya dan pengangkutan, bilangan penduduk negeri terbesar, taraf kehidupan yang tinggi dan kadar kemiskinan terendah di dalam negara.

2.4 Populasi

Dengan kewujudan Lembah Klang di dalam Selangor, negeri itu adalah negeri dengan bilangan penduduk terbesar di Malaysia. Lokasi Selangor di tengah-tengah Semenanjung Malaysia menyumbang kepada pembangunan pesat negeri sebagai hab pengangkutan dan industri Malaysia. Bilangan penduduk Selangor telah meningkat dengan ketara dalam beberapa dekad kebelakangan ini, disebabkan pembangunan bandar di Lembah Klang khususnya. Setakat 2015, populasi negeri hampir mencapai 6 juta, dengan jumlah 5,874,100.

Memandangkan status Selangor sebagai hab pengangkutan dan industri, penduduk dari negeri-negeri lain berhijrah ke Selangor untuk mencari peluang pekerjaan dan perniagaan. Taraf kehidupan di Selangor adalah relatif tinggi, dengan kadar kemiskinan yang relatif rendah. Selangor dikatakan dipacu oleh pertumbuhan bandar, menjadikan negeri itu pusat komersialisasi dan industrialisasi, lantas negeri terkaya di Malaysia.

3 Bahaya dan Bencana Alam serta DRR di Malaysia

3.1 Bahaya dan Bencana Alam

Malaysia terletak di Asia Tenggara, dengan keluasan sebanyak hampir 330,000 km². Purata hujan antara 2,000 dan 4,000 mm dan suhu sekitar 26 °C sehingga 32 °C. Iklim Malaysia bercirikan suhu sekata, kelembapan tinggi dan hujan lebat. Meskipun Malaysia dilindungi daripada bencana membinasakan yang sering dialami negara-negara jiran, negara tidak terlepas daripada mengalami bencana alam.

Di Malaysia, bencana paling kerap adalah banjir serta ribut dan tanah runtuh, menurut komuniti pengurus bencana di dalam negara.

3.1.1 Tanah Runtuh

Tanah runtuh adalah bahaya geologi yang serius di Malaysia serta pelbagai kawasan lain di dunia. Tanah runtuh yang meragut nyawa, merosakkan harta benda serta menjelaskan rangaian pengangkutan telah menyebabkan kerugian ekonomi yang ketara kepada negara. Senarai dikemaskini daripada kajian lain oleh Jabatan Kerja Raya Malaysia menunjukkan bahawa terdapat 721 kehilangan nyawa dalam tempoh dari 1961 sehingga 2019 (lihat Jadual 1).

Senarai Kejadian Tanah Runtuh Utama

Jadual 1: Senarai kejadian tanah runtuh yang menyebabkan kehilangan nyawa di Malaysia

Sumber: Kajian Pelan Induk Cerun Negara 2009 (JKR), senarai dikemaskini dalam Kajian Menentukan Kriteria "Risiko yang boleh Diterima" dan "Risiko yang boleh Dihadapi" serta Aplikasi dalam Penilaian Risiko Tanah Runtuh, 2015 (JKR)

No	Tarikh	Lokasi	Kematian
1	11-Mei-61	Ringlet, Cameron Highlands	16
2	10-Okt-66	Ibu Pejabat PDRM, Tanjung Rambutan, Ipoh, Perak	1
3	26-Jun-67	Stesen Kajian Pertanian Kerajaan (MARDI), Tanah Rata, Cameron Highlands	4
4	23-Sep-69	Jalan Universiti, Petaling Jaya	2
5	18-Nov-72	New Lahat Tin Mine, Ipoh, Perak	1
6	22-Jun-73	Yew Meng Tin Mine, Gunong Rapat, Ipoh, Perak	7
7	18-Okt-73	Kampung Kachang Putih, Gunung Cheroh, Ipoh	42
8	3-Mei-74	Bharat Tea Estate, Cameron Highlands	2
9	5-Feb-75	Ho Pak Yew Tin Mine, Tronoh, Perak	4
10	9-Apr-78	Luen Seng Tin Mine in Gopeng, Perak	1
11	9-Nov-79	Asia Mining Sdn Bhd, Perak	1
12	4-Mar-81	Kampung Kandan, Puchong, Selangor	24
13	1-Jul-85	Jalan Pending, Kuching, Sarawak	2
14	22-Mei-87	Taman Yoon Seng, Seremban, Negeri Sembilan	1
15	14-Nov-89	Bukit Permai, Ampang, Selangor	3
16	24-Okt-93	KM 58, Kuala Lipis - Gua Musang	1
17	23-Nov-93	KM 25.5, Kuala Lumpur - Lebuhraya Karak	2
18	28-Nov-93	KM 63, Kuala Lumpur - Lebuhraya Karak	

No	Tarikh	Lokasi	Kematian
19	11-Dis-93	Highland Towers, Ulu Klang	48
20	31-Dis-93	KM 59.5, Timur - Lebuhraya Barat	1
21	2-Mei-94	Puchong Perdana, Puchong, Selangor	3
22	9-Dis-94	Cameron Highlands, Pahang	1
23	30-Jun-95	KM 39, Genting Sempah, KL- Lebuhraya Karak	21
24	24-Okt-95	Kea Farm, Tringkap, Cameron Highlands	1
25	1-Dis-95	Cameron Highlands	7
26	20-Dis-95	Taman Chiap Aik, Seremban, Negri Sembilan	1
27	6-Jan-96	KM 303.8, Lebuhraya PLUS, Gua Tempurung, Ipoh	1
28	15-Jul-96	KM 1.5, Lebuhraya KL-Karak, Selangor	15
29	29-Ogos-96	Perkampungan Orang Asli Pos Dipang, Perak	38
30	10-Okt-96	Kuala Terla, Cameron Highlands	3
31	17-Okt-96	Kampung Baru, Gelang Patah, Johor	1
32	26-Dis-96	Taufan Gregg, Keningau, Sabah	302
33	11-Mei-97	Jalan Pantai, Kuala Lumpur	1
34	25-Dis-97	KM 17 Lebuhraya Ampang - Ulu Klang, Selangor	3
35	8-Feb-99	Jalan Leila, Kg. Gelam, Sandakan, Sabah	17
36	15-Mei-99	Jalan Wangsa 1, Bukit Antarabangsa, Selangor	1
37	28-Jan-02	Kg. Ruan Changkul, Simunjan, Sarawak	16
38	20-Nov-02	Taman Hillview, Ulu Klang, Selangor	8
39	5-Feb-03	Kg. Lanchang Sijo, Serian, Sarawak	1
40	24-Jan-04	Kg. Podam, Bau, Sarawak	1
41	5-Nov-04	Taman Sri Harmonis, Gombak, Selangor	1
42	29-Nov-04	KM 59, Kuala Lipis - Merapoh, Pahang	4
43	1-Dis-04	Damansara Century Heights, Tol Sg. Penchala, Selangor	1
44	2-Dis-04	Taman Bercham Utama, Ipoh, Perak	2
45	1-Jan-06	Sungai Menson, Cameron Highlands (tarikh tidak diketahui)	1
46	8-Feb-06	Kg. Sundang Darat, Batu Sapi, Sandakan, Sabah	3
47	31-Mei-06	Kg. Pasir, Ulu Klang, Selangor	4
48	26-Jun-06	KM 8.5, FT606, Pelabuhan Sepanggar, Kota Kinabalu, Sabah	1
49	7-Nov-06	Kuari Gunung Jerai, Gurun, Kedah (Mining)	2
50	11-Nov-06	Kg. Bukit Sungai Seputeh, Lembah Jaya, Ampang, Selangor	1
51	26-Dis-07	Lorong 1, Kampung Baru Cina, Kapit, Sarawak	4
52	30-Nov-08	Ulu Yam Perdana, Kuala Selangor, Selangor	2
53	6-Dis-08	Taman Bukit Mewah, Bukit Antarabangsa, Ulu Klang, Selangor	5
54	16-Jan-09	Bukit Kanada, Miri, Sarawak	2
55	12-Feb-09	Bukit Ceylon, Kuala Lumpur	
56	29-Jan-11	Kawasan perumahan di Sandakan, Sabah	2
57	21-Mei-11	Rumah Anak Yatim At Taqwa Hulu Langat, Selangor	16
58	7-Ogos-11	Perkampungan Orang Asli Sg. Ruil, Cameron Highlands	7
59	29-Dis-12	Puncak Setiawangsa, Kuala Lumpur	
60	18-Feb-12	Kampung Terusan, Lahad Datu	2

No	Tarikh	Lokasi	Kematian
61	4-Jan-13	Kingsley Hill, Putra Height	
62	15-Jul-13	Kampung Masilou, Kundasang	1
63	18-Mei-14	One Sejati Perabut, Kampung Melayu Subang, Subang, Selangor	1
64	4-Jun-14	Ulu Temani, Tenom, Sabah	2
65	8-Sep-14	Kuari di Bukit Sagu 4, Kuantan, Pahang	3
66	5-Nov-14	Kg. Raja, Pekan Ringlet, Lembah Bertam, Cameron Highlands	5
67	30-Dis-14	KM 46, Jalan Brinchang-Tringkap, Cameron Highlands	2
68	1-Jan-15	Tapak Bintong, Tringkap, Cameron Highlands (tarikh tidak diketahui)	3
69	1-Jan-15	Desan Corina, Cameron Highlands (tarikh tidak diketahui)	1
70	5-Jun-15	Gunung Kinabalu, Sabah	18
71	11-Nov-15	Lebuhraya Kuala Lumpur-Karak (di antara Lentang dan Bukit Tinggi dan jalan lama Gombak Bentong)	
72	14-Jan-16	Terisu, Cameron Highlands	1
73	23-Feb-16	Ara Damansara, Selangor	1
74	28-Feb-16	Kuala Pilah, Negeri Sembilan	1
75	09-Apr-16	Lombong Pasir Linggiu, Bandar Tenggara, Kota Tinggi	1
76	06-Okt-16	Bukit Manggak, Padang Terap, Kedah	1
77	26-Nov-16	Serendah, Rawang, Selangor	
78	11-Dis-16	Hutan Matau, Jerantut, Pahang	2
79	25-Jan-17	Kebun Bunga, Batu 49, Kuala Terla, Kampung Raja, Cameron Highlands	1
80	21-Sep-17	Jalan Tun Sardon-Bukit Baru Road, Paya Terubong (menyebabkan penutupan jalan menghubungkan Balik Pulau dan George Town)	-
81	21-Okt-17	Projek perumahan di Lengkok Lembah Permai, Tanjung Bunga	11
82	5-Okt-17	Lebih 100 kejadian tanah runtuhan di sekitar Bukit Bendera	10
83	19-Okt-17	Tapak pembinaan jalan berkembar di Bukit Kukus menghubungkan Paya Terubong dan Relau	-
84	20-Okt-17	Tanah runtuhan di kawasan seluas 0.4 hektar di Skim Penempatan Telipok, Kota Kinabalu yang mengakibatkan 12 rumah ranap	-
85	5-Jan-18	Ladang Lada, Tanjung Bungah	-
86	11-Okt-18	Hujan lebat dan angin kencang menyebabkan 14 rasuk konkrit sepanjang 25 m jatuh di cerunan sekitar tapak projek Bukit Kukus	-
87	14-Okt-18	Batu 49, Kampung Tiga, Kuala Terla, Cameron Highlands	3
88	25-Mei-19	Jalan Ringlet - Blue Valley	-
89	25-Mei-19	Jalan Ulu Merah	-
90	12-Jun-19	Jalan 19 / 144A, Taman Bukit Cheras (keruntuhan tembok disebabkan kerja tanah)	-
91	26-Jun-19	Sebuah resort di Jalan Batu Ferringhi, Tanjung Bungah	4
JUMLAH			721

Di Malaysia, kejadian tanah runtuh besar sering disebabkan oleh pembangunan bandar di kawasan tebing bukit dan pembinaan jalan di kawasan berbukit bukau. Tanah runtuh boleh disebabkan oleh faktor semulajadi, geologi atau buatan manusia seperti jenis guna tanah, reka cipta tanpa ciri-ciri yang mencukupi dan amalan pembinaan yang tidak elok.

Tidak kira faktor, tanah runtuh di Malaysia sering dicetuskan oleh hujan yang lebat atau berpanjangan. Memandangkan pembangunan yang berterusan di dalam negara, ditambah pula dengan kesan pemanasan global yang menyebabkan lebih banyak hujan, kejadian tanah runtuh dan akibatnya dijangka meningkat.



Dari kiri: Tanah runtuh Highland Towers (1994), tanah runtuh Bukit Antarabangsa (2008), tanah runtuh Taman Hillview (2012).

3.1.2 Banjir

Banjir adalah bencana paling dahsyat di Malaysia, menjelaskan kehidupan 1.2 juta orang, menyebabkan kerosakan bernilai USD 1.5 juta dan mengorbankan 290 nyawa pada tempoh bermula 1970 sehingga 2018.⁷ Pada 2017, banjir besar di enam negeri (Johor, Kelantan, Pahang, Perak, Selangor dan Sabah) menyebabkan pemindahan 4,000 keluarga manakala banjir di Sarawak pada 2018 menyebabkan pemindahan 4,859 orang (Rajah 10).⁸

Isu dan Cabaran Berkaitan Jaminan Air



Rajah 10: Isu banjir yang diketengahkan oleh Jabatan Pengairan dan Saliran Malaysia
Sumber: Bahagian Hidrologi dan Sumber Air, JPS Malaysia

Pada 2017 sahaja, 498 kejadian banjir dilaporkan di seluruh negara, dan negeri dengan bilangan banjir yang tertinggi adalah Selangor (86 kes), Sarawak (64 kes), dan Pahang (61 kes).⁹

⁷Summary of Recorded Natural Disaster in Malaysia Year 1968 to 2018 (cut-off on February 12, 2018) (adopted from EM-DAT 2018)

⁸Water Resources and Hydrology Division, Department of Irrigation and Drainage Malaysia

⁹Water Resources and Hydrology Division, Department of Irrigation

Terdapat dua jenis banjir yang melanda negara:

- **Banjir monsun** adalah banjir bermusim yang disebabkan oleh hujan yang lebat. Banjir sebegini sering berlaku pada musim monsun Timur Laut dari Oktober sehingga Mac dan musim monsun Barat Daya dari Mei sehingga September.
- **Banjir kilat** boleh berlaku pada musim hujan yang normal, disebabkan faktor semulajadi seperti hujan lebat yang luar biasa, atau faktor buatan manusia seperti halangan di saluran pengairan.

Banjir kilat selalunya mengambil masa hanya beberapa jam untuk kembali kepada paras air normal, manakala banjir monsun boleh berlanjutan sehingga sebulan. Pembangunan yang pesat dan besar-besaran di kawasan bandar dan sub-bandar telah menyebabkan peningkatan larian air permukaan dan pelodakan di saluran air dan menyebabkan banjir kilat yang lebih kerap semenjak tahun 1980-an.



Mengikut arah jam dari atas: banjir pesisir pantai di Kampung Tok Muda (2016), banjir lumpur di Cameron Highlands (2014), banjir lumpur di Cameron Highlands (2015).

3.2 Pengurangan Risiko Bencana

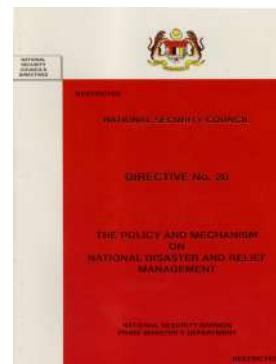
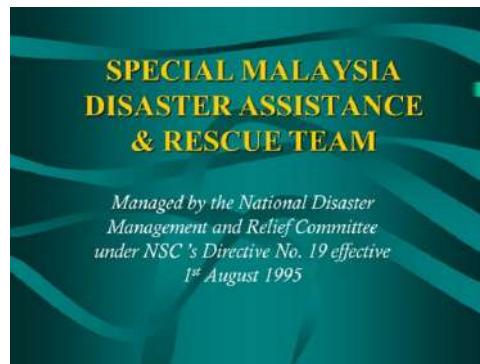
Pembangunan bandar secara besar-besaran dan pesat pada 1980-an dan 1990-an menjadi titik permulaan bencana buatan manusia serta bencana alam. Penebangan pokok yang berleluasa, perubahan dalam guna tanah, amalan memotong cerun tanpa menurut spesifikasi kejuruteraan, sistem pengairan yang sangat terlodak, dan perubahan di koridor sungai menyebabkan banjir kilat dan monsun, serta kegagalan cerun.

Berikutnya bencana banjir dan tanah runtuh yang dahsyat, keperluan untuk kapasiti dan keupayaan bertindak kepada kejadian bencana semakin meningkat. Sehingga penghujung tahun 2000-an, fokus pihak kerajaan bertumpu kepada tindak balas dan pemulihan bencana.

Semenjak beberapa tahun yang lalu, fokus telah beralih kepada persediaan dan pengurusan bencana, sekaligus memperkenalkan konsep pengurangan risiko bencana kepada pelbagai sektor kerajaan.

3.2.1 Dasar – Arahan 19 dan 20

Selepas tragedi tanah runtuh pada 1993 di Highland Towers, dua dasar penting berhubung pengurusan bencana telah diperkenalkan (Rajah 11). Arahan 19, yang mengarahkan penubuhan Pasukan Mencari dan Menyelamat Khas Malaysia, diperkenalkan pada 1994. Arahan 20, yang membina asas Prosedur Operasi Standard (SOP) dan rangka kerja organisasi untuk tindak balas bencana, diperkenalkan pada 1997 dan disemak pada 2012. Dua arahan ini menjadi dasar utama yang memacu tindak balas bencana di Malaysia.



Rajah 11: Arahan 19 dan Arahan 20

3.2.2 Institusi – NADMA

Agensi Pengurusan Bencana Negara (NADMA) adalah agensi kebangsaan Malaysia untuk pengurusan krisis dan bencana. Ditubuhkan pada 2015, agensi ini menjadi tunjang pengurusan bencana kebangsaan di peringkat persekutuan, negeri dan daerah. Sebelum NADMA ditubuhkan, pengurusan bencana menjadi tanggungjawab Majlis Keselamatan Negara (MKN), yang telah didirikan pada 1995 (Rajah 12).

NADMA memainkan pelbagai fungsi dalam pengurusan bencana, termasuk:

- Merangka strategi, hala tuju, pelan tindakan dan dasar
- Memastikan pelaksanaan dasar dan pelan tindakan yang dipersetujui
- Memberi perkhidmatan urusetia kepada Jawatankuasa Pengurusan Bencana di semua peringkat pengurusan bencana
- Mengawasi dan memastikan pelaksanaan langkah-langkah pengurangan risiko bencana oleh agensi kerajaan untuk mencegah atau memastikan mitigasi impak bencana
- Merancang, menyelaras dan menyelia pelaksanaan program pendidikan, latihan dan kesedaran oleh agensi kerajaan, badan berkanun, pertubuhan swasta dan sukarelawan, serta orang awam dalam mengurangkan risiko bencana

Evolusi Pengurusan Bencana Malaysia



Rajah 12: Evolusi pengurusan bencana di Malaysia

Sumber: Peranan & Mekanisma Dalam Pengurusan Bencana, Unit Pengurusan Bencana, NADMA

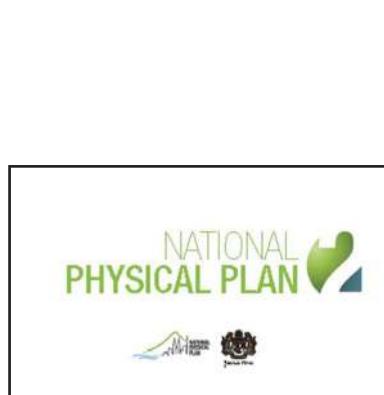
3.2.3 Perancangan Bandar

Perancangan bandar memainkan peranan penting dalam mengurangkan risiko bencana. Risiko banjir dan tanah runtuh boleh dikurangkan melalui amalan perancangan bandar yang berkesan dan efisien oleh pihak kerajaan dan sektor swasta di dalam negara.

Pelbagai inisiatif telah diambil oleh Jabatan Perancangan Bandar dan Desa Semenanjung Malaysia (JPBD) untuk mengarusperdanakan dan mengintegrasikan agenda pengurangan risiko bencana dalam amalan perancangan bandar sedia ada, seperti penyediaan garis panduan dan manual.

Terdapat empat pelan pembangunan fizikal yang disediakan di peringkat berbeza perancangan pembangunan, iaitu Rancangan Fizikal Negara (RFN), Rancangan Struktur Negeri (RSN), Rancangan Tempatan dan Rancangan Kawasan Khas (RKK).

Contoh di bawah menunjukkan Pelan Fizikal Negara (peringkat tertinggi perancangan pembangunan spatial di Malaysia), yang mewajibkan pengenalpastian dan persediaan pelan tindakan persediaan bencana tsunami dan banjir di destinasi tarikan pelancong utama (Rajah 13).



Rajah 13: Pelan Fizikal Negara

4 Bahaya dan Bencana Alam serta DRR di Selangor

4.1 Bahaya dan Bencana Alam

Dengan bentuk muka bumi yang meliputi gunung-ganang di sebelah timur, pesisiran pantai di sebelah barat dan lembangan sungai berkepadatan tinggi, Selangor mempunyai sejarah panjang berkaitan bencana. Bencana alam termasuk banjir monsun, banjir kilat, ribut, tanah runtuh, kebakaran hutan paya gambut dan kejadian kebakaran di kawasan hutan simpan.

Dari 2015 sehingga Mei 2019, terdapat 2,248 kejadian bencana yang dicatatkan di Selangor (sila lihat Jadual 2). Di kedudukan teratas ialah banjir kilat, diikuti ribut, kebakaran hutan dan banjir.

JENIS BENCANA	2015	2016	2017	2018	2019	JUMLAH
Banjir	44	95	114	54	0	307
Banjir Kilat	0	160	159	266	49	634
Kebakaran Hutan	82	132	126	135	45	520
Kebakaran Tapak						
Pelupusan Haram	0	0	16	41	18	75
Tanah Runtuh	3	8	48	23	4	86
Ribut Taufan	105	176	85	140	55	561
Air Pasang Besar	0	14	48	0	3	65
JUMLAH (Tahunan)	234	585	596	659	174	2248

*data 2019 setakat Mei

Jadual 2: Bilangan bencana di Selangor mengikut jenis

Sumber: Unit Pengurusan Bencana Selangor, Kerajaan Negeri Selangor, 2019

4.1.1 Tanah Runtuh

Sebanyak 20 cerun bukit kritikal telah dikenalpasti di Selangor (Kajang, Ampang Jaya, Selayang dan sebahagian Hulu Selangor), dan berisiko menjadi lokasi tanah runtuh jika tiada tindakan lanjut diambil untuk memelihara cerun berbukit (Rajah 14).



Rajah 14: Lokasi kawasan cerun bukit kritikal di Selangor

Setakat 2018, tanah runtuh menyebabkan 161 kehilangan nyawa di Selangor (sila lihat Jadual 3)

No.	Tarikh Kejadian	Lokasi	Kematian
1.	23-Sep-69	Jalan Universiti, Petaling Jaya	2
2.	24-Mac-81	Kampung Kandan, Puchong	24
3.	14-Nov-89	Bukit Permai, Ampang	3
4.	11-Dis-93	Highland Towers, Ulu Klang	48
5.	31-Dis-93	KM 59.5, Timur - Barat Highway	1
6.	2-Mei-94	Puchong Perdana, Puchong	3
7.	30-Jun-95	KM 39, Genting Sempah, KL- Karak Highway	21
8.	15-Jul-96	KM 1.5, Lebuhraya KL-Karak	15
9.	25-Dis-97	Tanah runtuh di KM 17 Lebuhraya Ampang-Ulu Klang	3
10.	15-Mei-99	Jalan Wangsa 1, Bukit Antarabangsa	1
11.	20-Nov-02	Taman Hillview, Ulu Klang	8
12.	5-Nov-04	Taman Sri Harmonis, Gombak	1
13.	1-Dis-04	Damansara Century Heights, Tol Sg. Penchala	1
14.	31-Mei-06	Kg. Pasir, Ulu Klang	4
15.	11-Nov-06	Kg. Bukit Sungai Seputeh, Lembah Jaya, Ampang	1
16.	30-Nov-08	Ulu Yam Perdana, Kuala Selangor	2
17.	6-Dis-08	Taman Bukit Mewah, Bukit Antarabangsa, Ulu Klang	5
18.	21-Mei-11	Tanah runtuh Rumah Anak Yatim At Taqwa Hulu Langat	16
19.	18-Mei-14	One Sejati Perabut, Kampung Melayu Subang, Subang	1
20.	23-Feb-16	Ara Damansara	1
21.	26-Nov-16	Serendah, Rawang	0
JUMLAH			161

Jadual 3: Tanah Runtuh yang menyebabkan Kehilangan Nyawa di Selangor

Sumber: Cawangan Kejuruteraan Cerun, Jabatan Kerja Raya



Tanah runtuh di rumah anak yatim di Batu 14 (2011) dan tanah runtuh di Bukit Antarabangsa (2008)

4.1.2 Banjir

Disebabkan projek mitigasi banjir berleluasa yang dijalankan di kawasan lembangan sungai utama oleh Jabatan Pengairan dan Saliran, Selangor tidak lagi mengalami banjir akibat limpahan sungai. Namun, negeri itu tetap dilanda banjir kilat, khususnya di kawasan lokasi aktiviti pembinaan atau perlombongan pasir. Memandangkan peningkatan pembangunan bandar dan kegiatan pembinaan pada hari ini, banjir kilat kerap berlaku.

Tersenarai di bawah (Jadual 4) adalah jumlah kejadian banjir di Selangor mengikut daerah, pada tempoh 2014-2019.

DAERAH	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Petaling	17	35	13	11	32	4
Klang	17	45	33	25	10	5
Sepang	7	17	5	12	10	4
Hulu Langat	6	16	21	29	20	6
Hulu Selangor	15	8	4	10	8	2
Kuala Langat	7	7	3	2	6	2
Kuala Selangor	6	11	7	9	16	3
Gombak	11	30	12	20	26	3
Sabak Bernam	6	2	2	23	23	2
JUMLAH	92	171	100	151	151	31

Jadual 4: Senarai kejadian banjir di Selangor mengikut daerah

*Data untuk 2019 setakat bulan Mei

Selain aktiviti buatan manusia, Kerajaan Negeri juga sedia maklum bahawa banjir kilat yang semakin kerap dan peningkatan paras air laut turut disebabkan oleh perubahan iklim.



Gambar keadaan ketika banjir pesisir pantai di Kapar pada 2017

Sumber: New Straits Times

4.2 Pengurangan Risiko Bencana

Di Selangor, pelbagai inisiatif telah diambil oleh pihak kerajaan negeri dan pihak berkuasa tempatan berhubung pengurangan risiko bencana. Yang pertama adalah Blueprint Smart Selangor, kedua adalah penubuhan **Unit Pengurusan Bencana Selangor**, dan ketiga adalah **Kajian Perancangan Geobencana Negeri Selangor**.

4.2.1 Blueprint Smart Selangor



Pada 2016, Kerajaan Negeri Selangor memperkenalkan Blueprint Smart Selangor, rancangan strategik untuk memanfaatkan infrastruktur, perkhidmatan, sistem dan masyarakat pintar untuk mencapai pertumbuhan dan daya tahan ekonomi yang lebih tinggi, seiring dengan tadbir urus yang lebih bagus dan pengurusan hasil sumber dan sektor ekonomi utama negeri yang lebih efisyen. Pendek kata, rancangan ini bertujuan menjadikan Selangor hab ‘bandaraya pintar.’ (Rajah 15).



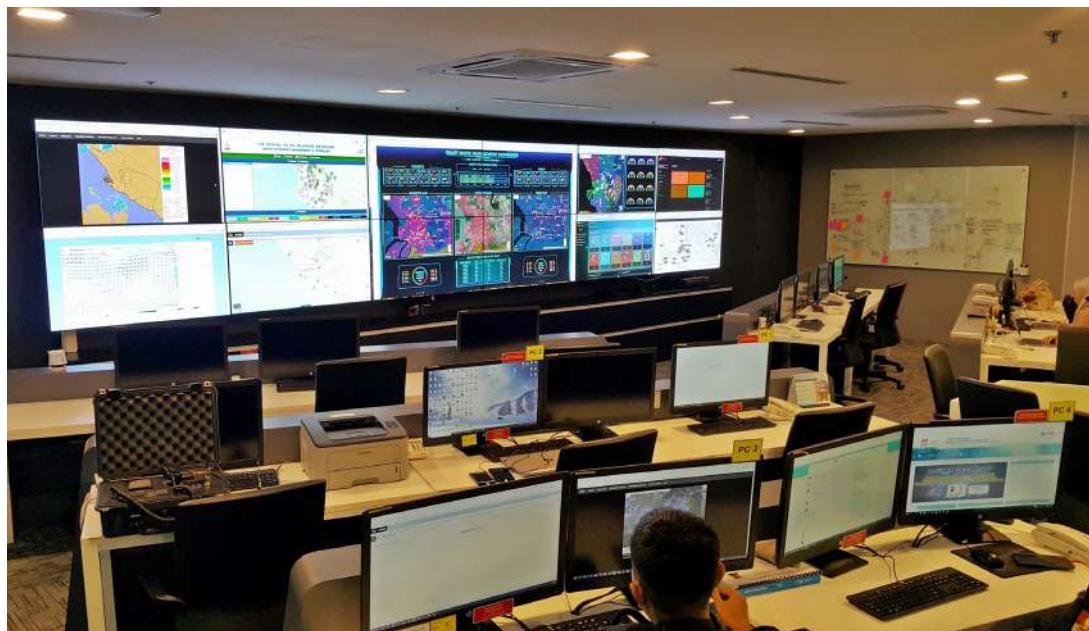
Rajah 15: Penjenamaan bandaraya SMART untuk negeri Selangor

Blueprint tersebut merangkumi 12 bidang (Rajah 16), termasuk pendidikan, perkhidmatan kesihatan, kesejahteraan dan tenaga. Kesemua bidang memanfaatkan penyelesaian Internet Pelbagai Benda (IPB) di bawah kategori umum penyelesaian ‘pintar.’ Satu daripada 12 bidang itu adalah Pengurusan Bencana Pintar.



Rajah 16: Dua belas bidang Blueprint SMART Selangor

Pengurusan Bencana Pintar ialah sistem pengurusan krisis bersepadu untuk pengurusan dan penyelarasan bencana yang lebih bagus dan berkesan oleh agensi-agensi kerajaan yang berkenaan. Pusat Kawalan Smart Selangor yang bertumpu kepada pelbagai bahaya menawarkan pengawasan 24/7 sepanjang masa, serta amaran awal dan tindak balas pantas terhadap geobahaya (Rajah 17).



Rajah 17: Pusat Kawalan SMART Selangor di Shah Alam

4.2.2 Struktur Unit Pengurusan Bencana Selangor

Badan pelaksana dalam bidang ini adalah Unit Pengurusan Bencana Pintar Selangor (SDMU). Ditubuhkan pada 2014, SDMU ialah inisiatif Setiausaha Kerajaan Negeri Selangor yang ditubuhkan khusus untuk mengawasi dan menguruskan kejadian bencana di Selangor.

Unit ini, satu-satunya agensi kerajaan negeri seperti ini di seluruh negara, berfungsi sebagai badan penyelaras yang bertindak balas kepada kecemasan di peringkat daerah dan negeri. Tanggungjawab lain adalah mengumpul data berkaitan bencana dan menyampaikan data tersebut kepada pihak berkuasa tempatan dan agensi negeri yang berkaitan, untuk mengurangkan risiko.

4.2.3 Geobahaya dan Perancangan Bandar

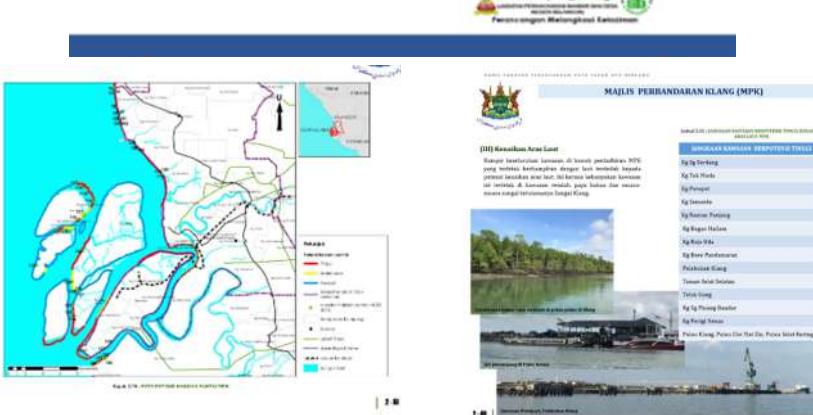
Seperti yang dinyatakan sebelum ini, salah satu peranan JPBD Persekutuan adalah memperkenalkan dan mengintegrasikan pengurangan risiko bencana ke dokumen perancangan bandar di peringkat persekutuan, negeri dan daerah/majlis perbandaran. Selaras dengan peranan ini, JPBD telah melaksanakan Kajian Perancangan Geobencana Negeri Selangor (Rajah 18).

Kajian tersebut, yang bermula pada April 2018 dan selesai pada November tahun yang sama, ialah inisiatif kerajaan negeri untuk mengenalpasti kawasan rentan terhadap ancaman bencana yang terletak di daerah pentadbiran setiap pihak berkuasa tempatan, menilai daya tahan pihak berkuasa tempatan, menghitung kebolehlaksanaan dasar perancangan, dan membentangkan pendekatan pengurusan dan perancangan terbaik untuk memperoleh klasifikasi bandaraya berdaya tahan di negeri Selangor. Kajian ini bertumpukan lima jenis bencana: tanah runtuh, banjir, peningkatan paras air laut, hakisan pesisiran pantai dan kebakaran hutan.

Laporan kajian berperanan:

- Mengenalpasti isu, sebab dan impak bencana ke atas perancangan dan pembangunan
- Menyediakan inventori risiko spatial dan membahagikan zon georisiko mengikut jenis bahaya
- Mencadangkan amalan perancangan bandar yang terbaik, berdasarkan pengalaman antarabangsa yang dijadikan rujukan dalam merangka kawalan perancangan dan rancangan pembangunan mengikut jenis kerentenan di kawasan zon bencana
- Menyediakan garis panduan perancangan yang khusus untuk zon geobahaya
- Menghuraikan mekanisme pengurusan dan pelaksanaan bagi tujuan mencapai matlamat negeri berdaya tahan

Hasil kajian tersebut adalah koleksi inventori risiko, rancangan pengezonan risiko bencana dan garis panduan untuk pihak berkuasa tempatan bagi menjalankan mitigasi impak pelbagai geobahaya.



Rajah 18: Rancangan Geobencana Selangor, dengan peta bahaya dipaparkan mengikut kawasan pentadbiran pihak berkuasa tempatan

5 Pemilihan Lokasi

5.1 Pemilihan Lokasi Komuniti untuk Komponen Tanah Runtuh

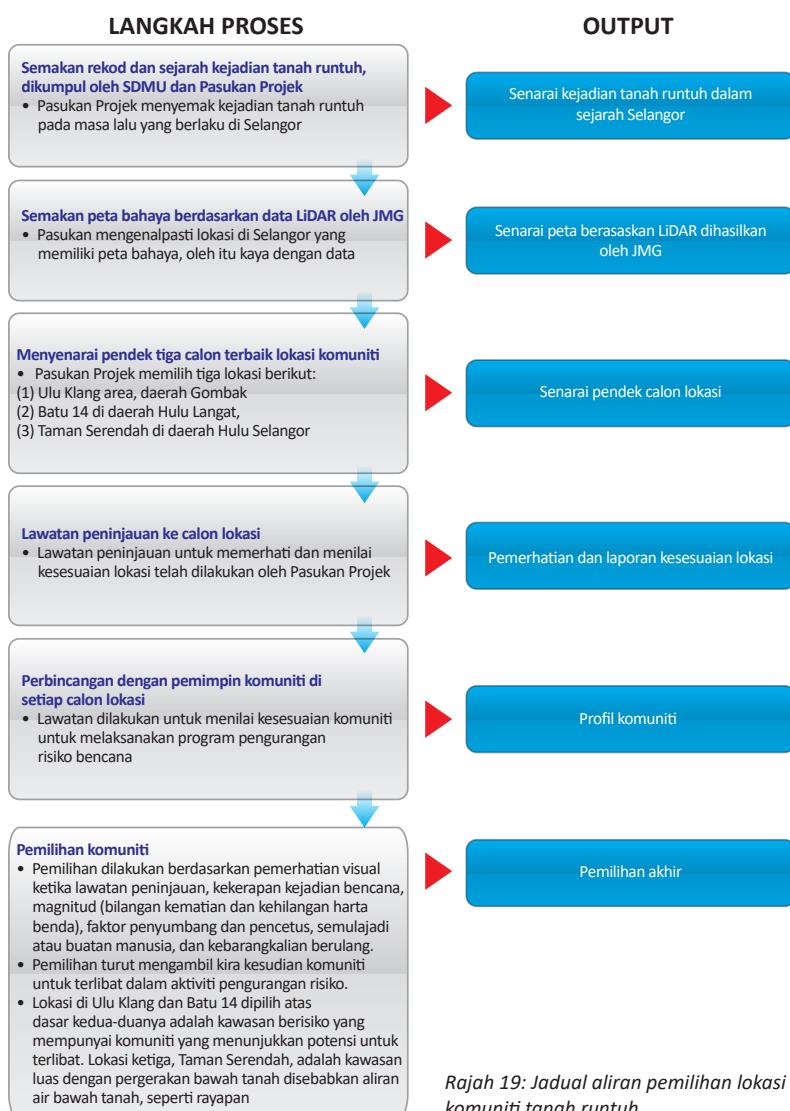
Lokasi yang dipilih adalah 1) perbandaran Ulu Klang di daerah Gombak dan 2) perbandaran Batu 14 di daerah Hulu Langat, dan berfungsi sebagai kajian kes contoh.

Proses memilih lokasi komponen tanah runtuh projek SeDAR berpandukan:

- keputusan Projek Pemetaan Bahaya dan Risiko Cerun, yang menunjukkan kawasan berisiko
- Rekod sejarah komprehensif tentang kejadian tanah runtuh dan banjir utama di dalam negeri, oleh Unit Pengurusan Bencana Selangor (SDMU).
- Lawatan tapak ke calon lokasi beserta perbincangan dengan pemimpin komuniti

5.1.1 Proses Pemilihan Lokasi

Aliran proses pemilihan lokasi komuniti tanah runtuh terdapat di Rajah 19:



Lokasi di Ulu Klang dan Batu 14 dipilih atas dasar kedua-duanya adalah kawasan berisiko yang mempunyai komuniti yang menunjukkan potensi untuk terlibat. Lokasi ketiga, Taman Serendah, adalah kawasan luas dengan pergerakan bawah tanah disebabkan aliran air bawah tanah, seperti rayapan. Oleh itu, lokasi ini tidak dipilih.

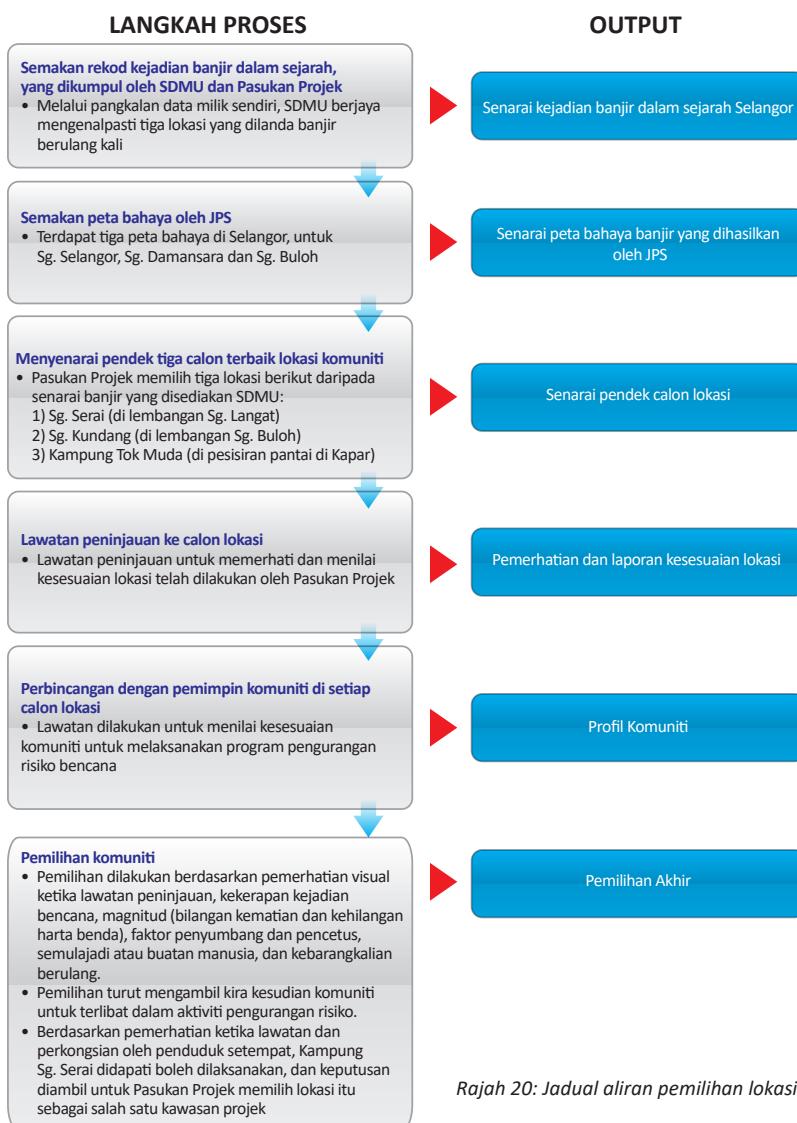
5.2 Pemilihan Lokasi Komuniti untuk Komponen Banjir

Pemilihan lokasi untuk banjir terbukti lebih sukar berbanding pemilihan lokasi tanah runtuh. Sebab utama adalah kebanyakan banjir di Selangor adalah banjir kilat atau disebabkan pengaruh air pasang surut di kawasan pesisiran pantai. Jenis banjir yang ditumpu oleh Pasukan Projek adalah pelimpahan tebing sungai.

Selepas menyemak laporan banjir dalam sejarah, melawat calon lokasi, dan membaca kajian yang dijalankan di calon lokasi, Pasukan Projek memilih dua lokasi: 1) Kampung Sungai Serai (di lembangan Sg. Langat) dan 2) Kampung Tok Muda (di daerah Klang).

5.2.1 Proses Pemilihan Lokasi

Aliran proses pemilihan lokasi komuniti banjir terdapat di Rajah 20:



Rajah 20: Jadual aliran pemilihan lokasi banjir

Terdapat beberapa nota penting untuk diketengahkan dari proses pemilihan kawasan projek banjir:

- Terdapat tiga peta bahaya yang wujud di seluruh negeri Selangor, masing-masing untuk lembangan Sg. Selangor, Sg. Damansara dan Sg. Buloh. Peta banjir dihasilkan untuk tujuan projek mitigasi banjir yang telah pun dilaksanakan oleh Jabatan Pengairan dan Saliran. Oleh itu, meskipun sungai-sungai tersebut berstatus kaya dengan data (data hidrologi dan hidraulik diperoleh daripada kajian peta risiko yang berkenaan), kawasan sungai tidak lagi dianggap cenderung dilanda banjir dan tidak boleh dianggap calon lokasi.
- Terdapat satu lokasi di kawasan Sg. Selangor, bernama Sg. Asahan, yang dipertimbangkan pada mulanya. Namun, perbincangan dengan pemimpin komuniti memaklumkan Pasukan Projek bahawa terdapat pam banjir yang baru dipasang, dan komuniti berasa yakin bahawa masalah banjir bukan lagi isu yang dihadapi. Oleh itu, mereka tidak menganggap program pengurangan risiko bencana sebagai relevan untuk dijalankan di komuniti mereka.
- Ketika lawatan ke Sg. Kundang, didapati bahawa sungai terletak di tengah-tengah empat projek pembangunan bandar dan sistem pengairan sedang dinaiktaraf. Seperti kes Sg. Asahan, setelah kerja fizikal pengairan selesai, banjir akan menjadi sejarah di lokasi itu.
- Lawatan ke lokasi Tok Muda menunjukkan bahawa lokasi terletak di pesisiran pantai, dan ban di kawasan itu telah dinaikkan untuk mengelakkan kemasukan air laut ketika air pasang.
- Sewaktu perbincangan untuk memilih lokasi projek, Pasukan Projek beringat-ingat untuk tidak memilih kawasan banjir yang disebabkan oleh faktor buatan manusia, terutama sekali pelodakan yang berasal dari projek pembangunan bandar dan pembinaan, sistem pengairan yang tidak elok atau tidak mencukupi, dan pencemaran sisa pepejal dari kawasan perumahan yang menyebabkan saluran air tersumbat.

Ini menimbulkan keperluan untuk memilih satu lagi lokasi projek. Kampung Tok Muda di daerah Kapar, di sebelah utara Pelabuhan Klang di pesisiran pantai Selangor, terbukti sebagai calon lokasi yang menarik untuk projek ini. Meskipun terletak di kawasan pesisiran, kejadian banjir pada 2016 dan 2018 di Kampung Tok Muda dan Kampung Sg. Serdang dicetuskan oleh pelimpahan ban sungai yang kemudian semakin parah akibat gabungan air pasang dan hujan lebat.

Berdasarkan lawatan pemerhatian ketika lawatan dan perkongsian oleh penduduk setempat, Kampung Sg. Serai boleh dilaksanakan kerana tiada perancangan kerja infrastruktur besar pada masa hadapan, dan komuniti sudi untuk terlibat dalam langkah non-struktural untuk mengurangkan masalah berkaitan banjir di sana. Maka, keputusan diambil untuk Pasukan Projek memilih lokasi itu sebagai salah satu kawasan projek.

Akhir kata, wajar dinyatakan bahawa jenis banjir yang dialami di Kapar dan Hulu Langat berlaku dengan kerap, tetapi tidak menyebabkan kehilangan nyawa. Namun, ini tidak menafikan kepentingan lokasi-lokasi tersebut untuk pengurangan risiko bencana, kerana bencana wujud dalam bentuk tidak kerap tetapi menyebabkan kematian, atau bentuk tidak menyebabkan kematian tetapi kerap berlaku/kronik. Bencana yang tidak menyebabkan kematian tetapi kerap berlaku juga meninggalkan kesan meluas kepada komuniti: kerugian harta benda, kerugian sumber pendapatan berpotensi (kerugian hasil tanaman), gangguan kerap kepada kitaran perniagaan dan kehidupan harian, kehilangan produktiviti, dan tekanan psikologi dan emosi. Maka, lokasi banjir yang dipilih bersesuaian dengan projek ini.

6 Tanah Runtuh: Pengenalpastian Berasaskan Sains

Bahagian ini membentangkan empat lokasi yang dipilih bawah projek JPP. Lokasi tersebut adalah:

1. Ulu Klang, Gombak
2. Batu 14, Hulu Langat
3. Kampung Sg. Serai, Hulu Langat
4. Kampung Tok Muda, Klang

Sejarah kejadian lalu, profil komuniti dan proses serta keputusan analisis risiko dibentangkan dan dijelaskan.

6.1 Lokasi 1: Mukim Ulu Klang, Daerah Gombak

6.1.1 Latar Belakang Kawasan Projek

Ulu Klang adalah satu daripada lima kawasan negeri yang ditadbir oleh Majlis Perbandaran Ampang Jaya (MPAJ). Mukim Hulu Kelang atau Ulu Klang terletak di hulu Sungai Klang, di timur laut Kuala Lumpur seperti ditunjukkan pada Jadual 21.

Ketinggian kawasan adalah relatif tinggi, 500 meter di atas paras laut. Ulu Klang ialah kawasan tadahan air bagi Sungai Klang. Kawasan perumahan di mukim ini termasuk Taman Melawati, Taman Permata, Ukay Heights, Bukit Antarabangsa dan Taman Sri Ukay.

Kawasan ini mempunyai keluasan sebanyak 16.94 km^2 . Rupa bumi mempunyai ciri tanah beralun, dengan tanah tinggi di kawasan tadahan hulu.



Rajah 21: Lokasi Ulu Klang, Daerah Gombak

Kawasan ini terletak di banjaran sempit yang menghala ke arah timur laut-barat daya dengan ketinggian maksimum 230 meter. Bukit didasari granit yang berwarna kelabu, mempunyai zarah berbiji kasar dan tekstur porfiritik. Hakisan cuaca yang berlarutan telah mengubah granit menjadi tanah sisa (gred VI) dan bahan terhakis oleh cuaca (gred V). Purata ketebalan profil penghakisan sekitar 30 m. Bahan terhakis daripadanya adalah berpasir dan ketekalannya mudah berkurangan tatkala jumlah air meningkat.

Kejadian Tanah Runtuh di Ulu Klang

Ulu Klang terkenal sebagai antara lokasi paling berisiko mengalami tanah runtuh di Malaysia. Semenjak 1990-an, kawasan ini kerap dilanda tanah runtuh. Kebanyakan tanah runtuh terjadi di cerun buatan manusia, dan terdapat kajian tentang analisis kesan hujan ke atas kestabilan cerun di Ulu Klang. Jadual di bawah (sila rujuk Jadual 5 dan Jadual 6) menunjukkan impak kejadian tanah runtuh di Ulu Klang, di samping tarikh dan lokasi setiap kejadian.

TARIKH	LOKASI	KEMATIAN	KEROSAKAN HARTA
11-Dis-1993	Highland Towers	48 terbunuh	Keruntuhan sebuah blok pangaspuri 12 tingkat
15-Mei-1999	Bukit Antarabangsa	-	Penutupan jalan utama ke kawasan perumahan
05-Okt-2000	Jalan Bukit Antarabangsa	-	Kerosakan jalan
20-Nov-2002	Taman Hillview	8 terbunuh	Kerosakan 1 buah rumah banglo
31-Mei-2006	Kampung Pasir	4 terbunuh	Kerosakan 3 blok rumah panjang
24-Apr-2008	Condo Wangsa Height, Bukit Antarabangsa	-	Kerosakan 4 buah kenderaan
6-Dis-2008	Taman Bukit Mewah, Bukit Antarabangsa	5 terbunuh, 7 cedera	Kerosakan 14 buah rumah banglo

Jadual 5: Impak kejadian tanah runtuh di kawasan Ulu Klang

NO	TARIKH	LOKASI
1	11.12.1993	Highland Towers
2	14.05.1999	Bukit Antarabangsa, Ulu Klang-Ampang
3	15.05.1999	Menara Athaneum, Ulu Klang
4	05.10.2000	Bukit Antarabangsa, Ulu Klang-Ampang
5	29.10.2001	Taman Zoo View, Ulu Klang
6	08.11.2001	Taman Zoo View, Ulu Klang
7	20.11.2002	Taman Hillview
8	02.11.2003	Kondominium Taman Oakleaf, Bukit Antarabangsa
9	07.11.2003	Jalan Bukit Mulia, Bukit Antarabangsa, Ulu Klang
10	31.01.2005	Jalan Tebrau, Dataran Ukay, Ulu Klang
11	01.02.2005	Jalan Tebrau, Dataran Ukay, Ulu Klang
12	31.05.2006	Taman Zoo View, Kampung pasir, Ulu Klang
13	06.12.2008	Bukit Antarabangsa, Ulu Klang
14	19.09.2009	Wangsa Height, Selangor
15	21.06.2011	Taman Bukit Jaya, Selangor

Jadual 6: Tarikh dan lokasi kejadian tanah runtuh di Ulu Klang

Disebabkan topografi beralun, rupa bumi berbukit-bukau, kelemahan bahan geologi dan kawasan berkepadatan tinggi dengan unsur yang terdedah kepada risiko seperti rumah, kemudahan awam, pengangkutan dan utiliti, kawasan ini telah dipilih untuk aktiviti peningkatan kapasiti mengurangkan risiko bencana dalam kalangan komuniti tempatan.

6.1.2 Latar Belakang Komuniti

Komuniti di Ulu Klang merangkumi kawasan Melawati sehingga kawasan kejiranan Ukay Heights/Taman Hijau, sebelum Taman Tun Abdul Razak. Kesemua komuniti terletak di kaki bukit atau lereng bukit di Banjaran Titiwangsa, jajaran gunung yang menyusuri sepanjang negara dari utara ke selatan. Kawasan perumahan terdiri daripada pelbagai latar belakang, daripada berpendapatan tinggi sehingga kos rendah.

Populasi – Populasi di kawasan Ulu Klang adalah sebanyak 112,956. Terdapat enam (6) kampung dan 79 kawasan perumahan.

Pengetahuan Sedia Ada – Kebanyakan komuniti mengetahui risiko kegagalan cerun di kawasan mereka, berdasarkan kejadian tanah runtuh yang sebenar, tanda-tanda yang kelihatan dan laporan media. Beberapa komuniti mempunyai sistem pengawasan dan laporan cerun yang aktif, manakala yang lain tiada struktur rasmi.

Kebimbangan – Penduduk berasa bimbang tentang pembangunan baharu di lereng bukit dan impaknya ke atas rupa bumi yang berhampiran.

Modal sosial – Komuniti yang memiliki campuran kelompok isi rumah berpendapatan rendah, menengah dan tinggi mempunyai jadual aktiviti sosial dan perhimpunan komuniti yang aktif. Namun, bagi komuniti berpendapatan sangat tinggi, penduduk selalunya mempunyai akses dan pengaruh langsung kepada ketua kerajaan tempatan dan ahli politik. Kelompok sebegini kurang bergantung kepada acara sosial komuniti, tetapi sesi bertentang mata dengan kerajaan tempatan tentang isu berkaitan, serta mesyuarat komuniti (“town hall”).

Jaringan maklumat – Semua merupakan pengguna aktif media sosial.

Kepemimpinan komuniti – Setiap komuniti mempunyai dua tahap kepemimpinan: pertama adalah Majlis Pengurusan Komuniti Kampung (MPKK) yang digambarkan di Rajah 22. MPKK terletak di peringkat pentadbiran mukim, dan diketuai oleh pengurus selain memiliki pelbagai portfolio atau biro. Keselamatan cerun terletak bawah penyeliaan biro ‘Keselamatan’.



Rajah 22: Struktur kepemimpinan komuniti di Ulu Klang

Struktur kepemimpinan yang lain ialah jawatankuasa penduduk. Ahli setempat majlis daerah mempunyai pertalian dengan pihak berkuasa tempatan, bukan pentadbiran daerah. Setiap jawatankuasa diketuai oleh ahli setempat majlis daerah dan disokong oleh portfolio atau biro. Seperti di MPKK, jawatankuasa turut mempunyai biro Keselamatan yang bertanggungjawab ke atas keselamatan cerun.

Terdapat ketidakpastian dalam kalangan penduduk tentang struktur sebenar yang bertanggungjawab ke atas keselamatan cerun apabila terdapat pertindihan bidang kuasa.

6.1.3 Analisis Risiko Menggunakan Pendekatan Berasaskan Sains

Untuk mengenalpasti risiko di kawasan Ulu Klang, kajian menggunakan peta bahaya yang dihasilkan dalam projek Pemetaan Bahaya dan Risiko Cerun (PBRC) oleh Jabatan Mineral dan Geosains (JMG) Malaysia. PBRC ialah inisiatif peringkat kebangsaan yang memata dan mengenalpasti bahaya dan risiko tanah runtuh di wilayah bandar, berbukit-bukau dan tektonik aktif di seluruh negara untuk kegunaan penggubal dasar, perancang dan pengurusan risiko.

Penjelasan ringkas tentang kaedah penghasilan peta bahaya oleh PBRC disertakan di bawah.

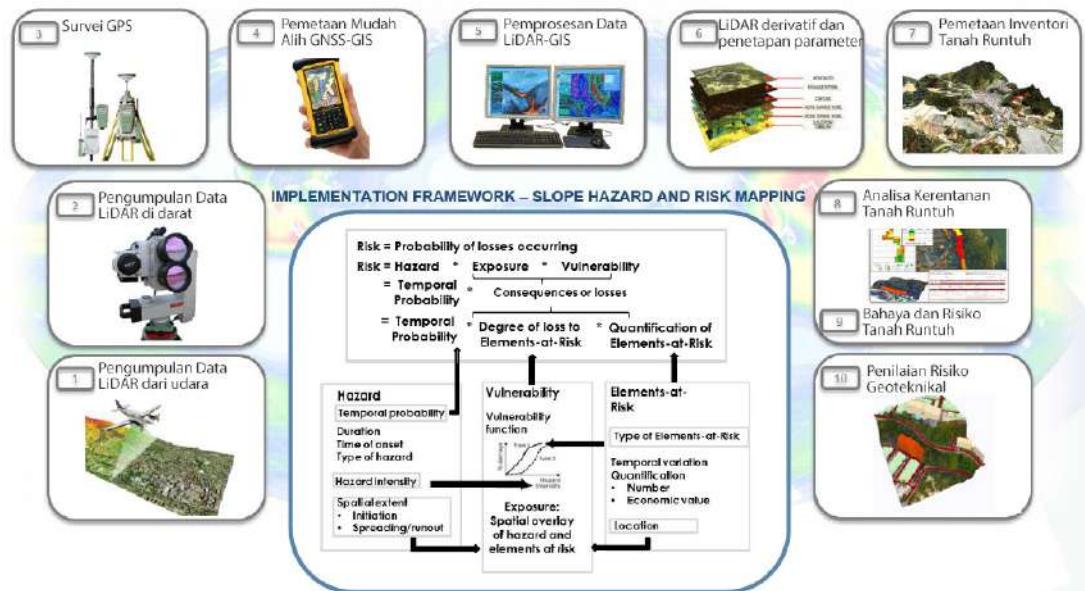
Perkaedahan untuk Mengenalpasti Zon Risiko

Bagi menghasilkan peta bahaya dan risiko, JMG menggunakan teknologi bawaan udara dan daratan LiDAR yang tercanggih serta survei GPS untuk mengumpul data kemudian menggunakan perkakas geopemprosesan khas seperti modul pemprosesan Sistem Maklumat Geografi (GIS) dan model visualisasi 2D/3D. Rajah 23 di bawah menunjukkan jenis kaedah mengumpul dan memproses data yang digunakan untuk menghasilkan peta rupa bumi resolusi tinggi.

TANAH RUNTUH DAN TEKNOLOGI LiDAR

Rangka Kerja Pelaksanaan Pemetaan Bahaya dan Risiko Cerun

LiDAR, singkatan untuk Pengesanan Jarak Berdasarkan Pengesanan Cahaya, ialah teknologi yang menghasilkan peta berasaskan tanah menggunakan laser dari kapal terbang.



Rajah 23: Data dan proses yang digunakan dalam Projek Pemetaan Bahaya dan Risiko Cerun PBRC
Sumber: Projek PBRC, JMG Malaysia

Peta bahaya digunakan untuk menggambarkan bahaya daripada tanah runtuh di magnitud berbeza. Peta boleh menggunakan lokasi tanah runtuh lalu untuk menandakan kestabilan yang mungkin, dengan menggunakan kebarangkalian berdasarkan pembolehubah seperti hujan, gempa bumi, durah kecerunan dan jenis tanah.

Aliran kerja proses yang terangkum dalam PBRC dibahagikan kepada fasa (rujuk Rajah 24) yang terdiri daripada perolehan data dan penghasilan peta untuk inventori tanah runtuh (koleksi tanah runtuh lalu dan masa kini), menganalisis tahap pendedahan, mengenalpasti unsur terdedah kepada risiko, menentukan kerentanan dan menilai risiko. Langkah terakhir projek ialah pembangunan portal yang dihasilkan oleh JMG yang dipanggil Sistem Maklumat Geospasial Terain dan Cerun Negara (NaTSIS), iaitu tempat simpan maklumat geospatial.



ALIRAN KERJA

Fasa 1 Pengumpulan, Pemprosesan dan Analisis Data



Fasa ini melibatkan pengumpulan data penginderaan jauh aktif pelbagai sensor, serta pemprosesan pra/pasca di-samping rekonstruksi data sejarah dan peristiwa berkaitan, serta pengumpulan data arkib.

Fasa 2 Pemetaan Inventori Tanah Runtuh & Penetapan Parameter LiDAR



Fasa ini kritis bagi penilaian bahaya dan risiko. Inventori tanah runtuh dan himpunan peta faktor penyebab dihasilkan menggunakan analisis data lanjutan LiDAR, pengetahuan pakar dan pengetahuan tempatan yang disokong oleh proses intensif verifikasi dan validasi di lapangan.

Fasa 3 Penilaian Risiko & Bahaya Tanah Runtuh



Fasa 4 Penilaian Risiko Tanah Runtuh & Penilaian Risiko Geoteknikal



Fasa ini menyediakan penilaian dan analisis terperinci tentang risiko tanah runtuh, merangkumi aspek geoteknikal, langkah mitigasi yang dicadangkan dan perancangan pembangunan spatial.

Fasa ini melibatkan beberapa komponen penting seperti kerentanan ("susceptibility"), bahaya, unsur terdedah kepada risiko, kerentanan ("vulnerability") dan analisis risiko bergantung kepada pelbagai senario, skim pemodelan dan penetapan parameter tertakluk kepada keadaan dan alam sekitar di lokasi.

Fasa 5 Pembangunan Sistem Maklumat Geospatial Terain dan Cerun Negara (NaTSIS)



5 | JMG 2017. All rights reserved

Rajah 24: Aliran kerja Projek Pemetaan Bahaya dan Risiko Cerun (PBRC)
Sumber: Projek PBRC, JMG Malaysia

Output proses ini, iaitu peta primer dan sekunder, menjadi tumpuan kajian ini. Keistimewaan peta cerun dan peta bahaya tanah runtuh yang dihasilkan oleh PBRC ialah kebolehan memahami akar penyebab pergerakan jisim tanah dan kegagalan cerun pada masa akan datang.

Analisis Berasaskan Visual

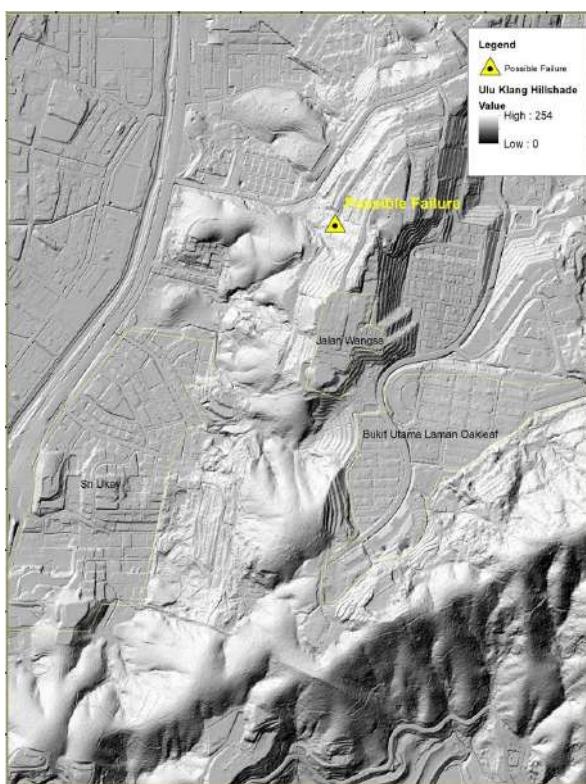
Mari kita lihat peta di kawasan Ulu Klang.



Rajah 25: Ortofoto kawasan projek di Ulu Klang (Gombak, Selangor) dengan penunjuk kawasan kegagalan mungkin

Analisis menggunakan ortofoto

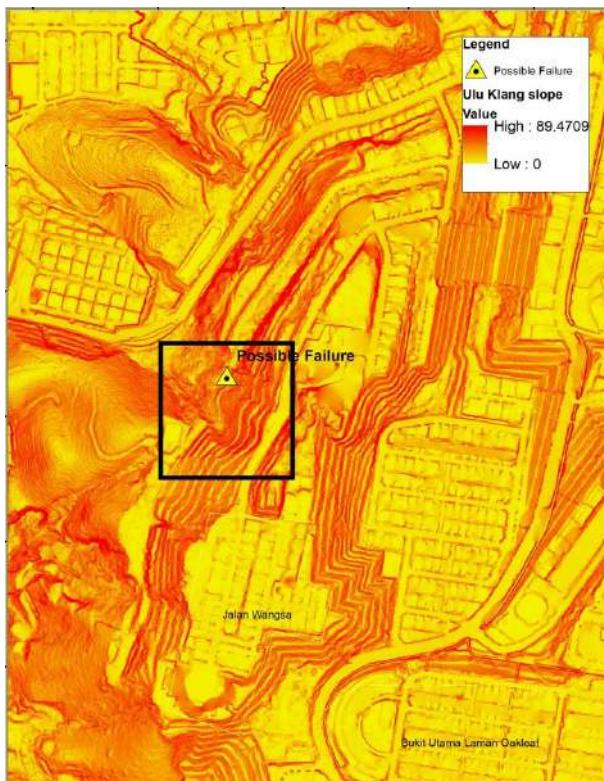
Menggunakan teknik bernama fotogrametri, sejenis peta udara tertentu – sekeping ortofoto – dihasilkan (rujuk Rajah 25). Ortofoto berbeza daripada peta udara yang biasa kerana ditetapkan untuk memberi gambar dari sudut pandang atas ke bawah. Di peta ini, kita dapat melihat kawasan binaan di antara kawasan dilitupi tumbuh-tumbuhan.



Rajah 26: Peta hillshade yang dihasilkan daripada LiDAR-DEM resolusi tinggi menunjukkan kawasan projek, dengan indikasi kegagalan mungkin. Sumber: Projek PBRC, JMG Malaysia

Analisis menggunakan peta hillshade

Di peta berikut, kita dapat lihat kawasan sama setelah lapisan tumbuh-tumbuhan dan kawasan binaan dipadam (Rajah 26). Ini ialah peta pembayangan bukit yang dihasilkan menggunakan LiDAR resolusi tinggi. Menggunakan LiDAR, kita dapat melihat rupa bumi asas di bawah liputan hujan yang tebal.

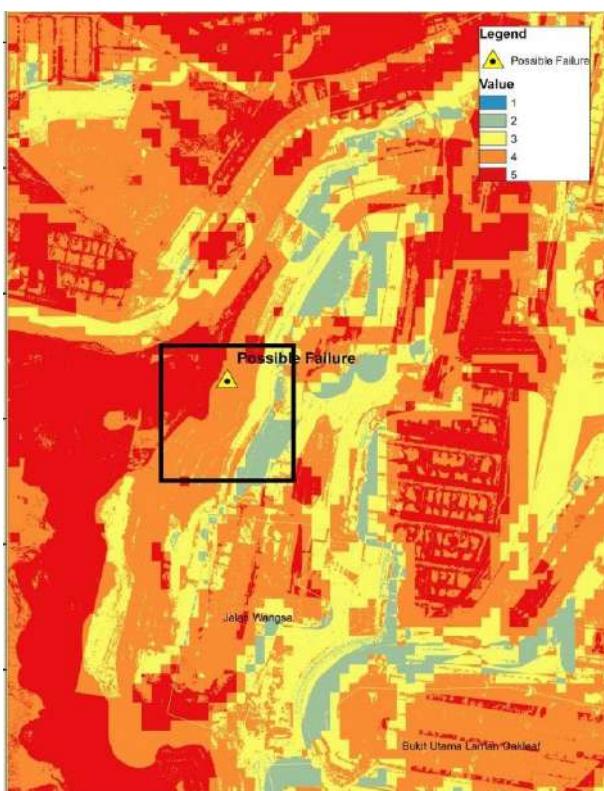


Rajah 27: Peta cerun kawasan projek dengan petunjuk kegagalan mungkin (kotak hitam) dan kecerunan sehingga 89 darjah

Sumber:Projek PBRC, JMG Malaysia

Analisis menggunakan peta cerun

Rajah 27 menunjukkan peta cerun yang lebih tepat, dan turut boleh digunakan untuk melihat pembayangan visual kecerunan cerun dalam bentuk model 3-dimensi. Peta cerun memaklumkan pengurus risiko tentang topografi (rupa bumi rata dan berbukit-bukau) dan lokasi cerun berhampiran dengan unsur terdedah kepada risiko (rumah, bangunan, struktur). Peta ini juga mengenalpasti tahap pendedahan (kemungkinan berlaku kegagalan) dan bahaya (potensi tahap kerosakan).



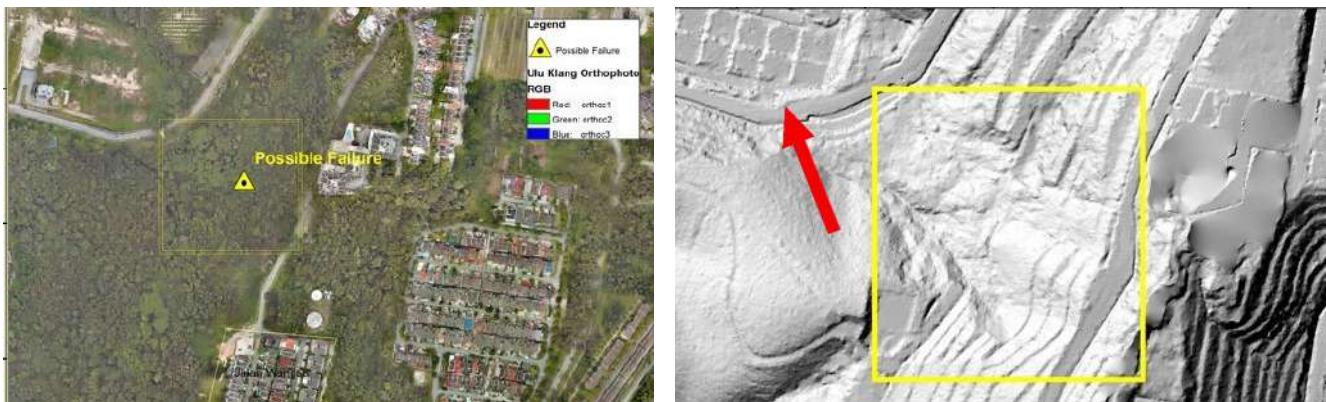
Rajah 28: Peta bahaya tanah runtuh di kawasan projek menggunakan penilaian statistik bahaya tanah runtuh berdasarkan GIS. Warna merah menunjukkan bahaya sangat tinggi berlakunya tanah runtuh di masa hadapan di sekitar kawasan tersebut.

Sumber: Projek PBRC, JMG Malaysia

Analisis menggunakan peta bahaya tanah runtuh

Apabila peta cerun dianalisa bersama faktor penyebab dan pencetus, peta tanah runtuh berdasarkan GIS dapat dihasilkan secara statistik (lihat Rajah 28). Pada peta bahaya tanah runtuh, kita melihat rupa bumi terbahagi kepada zon kebarangkalian berlakunya tanah runtuh, menurut keamatan (tinggi ke rendah). Kita melihat kebanyakan kawasan diklasifikasikan sebagai bahaya tinggi (kawasan berwarna merah). Bahagian yang lebih kecil, berwarna kuning, menunjukkan tahap bahaya yang lebih rendah. Dimaklumkan bahawa beberapa kawasan perumahan yang tergolong dalam kategori bahaya tinggi tidak sekadar memiliki cerun yang curam, tapi juga mempunyai bahan geologi lemah, mengalami tahap hakisan yang tinggi dan terdedah kepada hujan yang lebat atau berpanjangan. Faktor penyebab dan pencetus sebegini menyebabkan kawasan ini diklasifikasikan sebagai ‘bahaya tinggi’.

Apabila kita meneliti pada lokasi tertentu di peta kawasan ini, kita dapat melihat perbezaan antara ortofoto dan peta pembayangan bukit (Rajah 29). Di peta pembayangan bukit, topografi rupa bumi menunjukkan bahawa lokasi ini berkemungkinan mengalami tanah runtuh. Terdapat kawasan projek pembinaan perumahan terbengkalai di kaki cerun. Di cerun pula kelihatan kesan aktiviti pembinaan pada masa lalu di rupa bumi yang semakin rosak secara retrogresif, atau terhakis dari bawah ke atas.



Rajah 29: Kegagalan mungkin dikesan di rupa bumi yang diliputi rimbunan daun, dengan (A) ortofoto kawasan dan (B) model paramuka berdigit yang dilihat dari kawasan berkemungkinan dilanda tanah runtuh

Apakah yang mungkin berlaku pada masa akan datang di kawasan ini? Rajah 30 dan 31 menunjukkan peta guna tanah masa kini dan akan datang di kawasan projek. Peta guna tanah masa kini menunjukkan bahawa kawasan terbuka akan dibangun menjadi lokasi kemudahan perumahan dan awam.

Permintaan untuk membangunkan kawasan perumahan kelihatan semakin bertambah di kawasan ini, termasuk di kawasan paramuka yang dilitupi hutan dan rimbunan daun (rujuk peta di kanan yang menunjukkan peta guna tanah yang ditindih di atas ortofoto). Oleh itu, profil risiko berubah dengan peredaran masa. Maka, adalah penting untuk pihak berkepentingan seperti kerajaan tempatan, sektor swasta, orang awam dan komuniti rentan melibatkan diri dalam aktiviti pengurangan risiko bencana untuk mengurangkan kesan sebarang kejadian tanah runtuh.



Rajah 30: Peta guna tanah masa kini di kawasan projek



Rajah 31: Peta guna tanah masa kini di kawasan projek

6.1.4 Apa Yang Telah Kita Pelajari?

Di bahagian ini, kita mendapati bahawa peta bahaya dan risiko adalah medium komunikasi yang berupaya mengenalpasti bahaya dan risiko tanah runtuh. Dengan memadam liputan rimbunan daun, peta pembayangan bukit yang dihasilkan dari peta ketinggian digital LiDAR mendedahkan paramuka di bawah untuk menunjukkan aktiviti manusia lalu atau kini, selain proses geologi dan hidrologi semulajadi. Di kawasan projek ini, peta pembayangan bukit atau sudut pandang lereng bukit menunjukkan bahawa sesuatu yang dilihat seperti ‘cerun semulajadi’ oleh mata kasar sebenarnya mempunyai ciri kegagalan mungkin. Menggunakan peta yang dihasilkan melalui penginderaan jauh, ‘tanda utama’ atau tanda kegagalan cerun pada masa depan dapat dikesan.

Risiko yang dikenalpasti menggunakan kaedah di atas adalah:

- Di kawasan projek secara keseluruhan, kita mendapati daripada peta bahaya tanah runtuh bahawa kawasan kebanyakannya dianggap bahaya tinggi (berwarna merah). Kawasan yang lebih kecil, berwarna kuning, menunjukkan tahap bahaya yang lebih rendah.
- Dari peta pembayangan bukit, kita mendapat tahu satu lokasi di kawasan persekitaran berkemungkinan dilanda tanah runtuh.
- Terdapat kawasan projek pembinaan perumahan yang terbengkalai di kaki cerun.
- Di cerun pula kelihatan kesan aktiviti pembinaan pada masa lalu pada paramuka yang semakin rosak, atau terhakis dari bawah ke atas.

Dapatkan dan Pemerhatian Lain

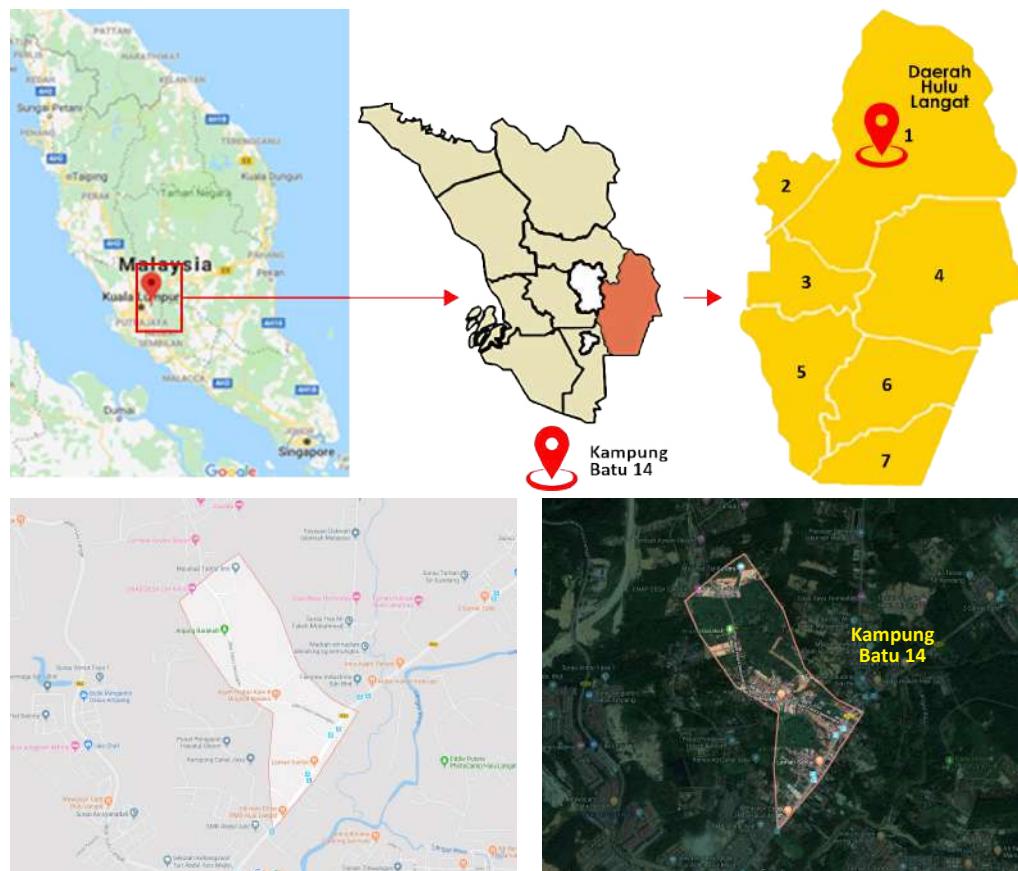
Wajar dinyatakan bahawa unsur lain yang diperlukan untuk analisis berdasarkan visual adalah (1) peralatan melakukan pemprosesan GIS dan pemodelan 3D. (2) kepakaran untuk mengenalpasti dan memahami ciri tanah runtuh, dan (3) pemahaman tentang penyebab utama kepada kegagalan mungkin berdasarkan pengetahuan terhadap faktor penyebab dan pencetus.

Ini memerlukan kolaborasi antara akademia, agensi kerajaan dan pemimpin komuniti. Dengan mengenalpasti kawasan bahaya dan pemahaman jelas tentang risiko tanah runtuh dalam kalangan pengurus cerun, pihak berkuasa tempatan dan ahli komuniti, mereka boleh mengambil langkah seterusnya untuk pengurangan risiko bencana.

6.2 Lokasi 2: Batu 14, Daerah Hulu Langat

6.2.1 Latar Belakang Kawasan Projek

Kawasan projek yang kedua terletak di Batu 14, Sg. Gahal, Mukim Hulu Langat, Daerah Hulu Langat, Selangor. Kawasan projek, seluas kira-kira 300 hektar, berada di kawasan pentadbiran Majlis Perbandaran Kajang (MPKj). Lokasi projek adalah di kawasan sub-bandar di daerah Hulu Langat, Selangor, dengan kepadatan penduduk yang rendah tetapi juga kawasan luas yang dikhaskan untuk aktiviti perladangan, perkebunan dan pertanian.



Rajah 32: Lokasi Kampung Batu 14, Selangor

Sumber: Diolah daripada Google Map (diakses pada 3 April 2019)

Kawasan terletak kira-kira 12 kilometer ke sebelah timur Kuala Lumpur, dan 3.6 kilometer di sebelah timur laut Pekan Batu 14 (sila lihat Rajah 32). Kawasan terletak di kawasan tадahan air Sg. Gahal, iaitu cabang sungai utama Sg Langat. Kawasan ini dipilih kerana pada 2011, kejadian tanah runtuh berlaku di Rumah Anak-Anak Yatim dan Kebajikan Madrasah Al-Taqwa, yang terletak di Lot 301, Jalan Felcra Semungkis. Tanah runtuh tersebut, yang berlaku pada jam 2:30 petang pada 21 Mei, menyebabkan kemalangan jiwa kepada 25 mangsa (21 kanak-kanak dan empat kakitangan sekolah). 16 nyawa diragut dalam kejadian itu.

Berdasarkan laporan penyiasatan forensik oleh Jabatan Kerja Raya, kegagalan disebabkan pembinaan di cerun yang tidak menurut spesifikasi kejuruteraan, yang dipotong seperti cerun satu muka pada 60 derjah dan ketinggian 23 meter. Tanah runtuh berasal daripada cerun yang dipotong dengan curam dan terletak di belakang bangunan sekolah 3-tingkat itu yang didirikan di kaki cerun. Dilaporkan bahawa 2,300 meter padu tanah telah digerakkan, mencapai jarak 'run-out' sepanjang 11 meter. Hujan berterusan sepanjang tempoh sembilan hari menyebabkan resapan air permukaan yang terlampau ke dalam tanah, lantas mencetuskan tanah runtuh.



Rajah 33: Kawasan tanah runtuh: Rumah Anak-Anak Yatim dan Kebajikan Madrasah Al-Taqwa

Tragedi Hulu Langat

Pada hari Sabtu, jam 2:15 pm, 49 orang pelajar dan guru menantikan ketibaan delegasi dari Finas ke majlis makan tengahari di Madrasah Al-Taqwa, Jalan Felcra Semungkis, Batu 14 Hulu Langat.

Pada jam 2:30 pm, dua kejadian tanah runtuh berlaku di cerun yang curam di belakang rumah anak yatim tersebut, membezakan sepahar daripada bangunan 3-tingkat itu.

Seramai dua puluh lima orang terbenam dan operasi menyelamatkan dijalankan semalam.



Kejadian Tanah Runtuh di Batu 14

Menurut pemimpin komuniti, tiada kejadian tanah runtuh berskala besar sebelum 2011. Semenjak tahun itu, beberapa kejadian kecil telah berlaku. Pada April 2019, tanah runtuh yang besar berlaku di tanah milik persendirian di Kampung Sg. Gahal, berhampiran Jalan Felcra Semungkis. Batu-bata daripada benteng gabion terjatuh ke dalam sungai, dan tiada laporan kerosakan di rumah-rumah berhampiran meskipun terletak begitu dekat dengan lokasi kejadian. Pemilik cerun menjalankan kerja-kerja pembaikan, tetapi integriti cerun masih diragui kerana lokasi dan bangunan rumah terbabit terletak terlalu dekat dengan sungai. Ketua kampung menyatakan bahawa pihak pemaju perumahan cenderung untuk tidak mengekalkan zon buffer di sekeliling kawasan yang dimajukan, atas sebab saliran dan keselamatan. Kejadian tanah runtuh Al-Taqwa pada 2011 berlaku di jalan yang sama, iaitu Jalan Felcra Semungkis (sila lihat Rajah 33), lebih kurang 1.4 km daripada lokasi tanah runtuh yang terbaru.

Sepuluh tahun lalu, terdapat cerun di sekitar Sg. Semungkis, berhampiran Impiana Resort, di mana ketua kampung telah menemui retakan dan tanda-tanda kegagalan cerun bermula dari bahagian atas. Tetapi, cerun itu sudah dilitupi tumbuh-tumbuhan. Pemimpin komuniti mengakui bahawa pihak berkuasa tempatan tidak terlibat dalam pengawalan lokasi, kerana kawasan itu adalah hak milik persendirian.

Pemerhatian Lapangan di Lokasi Projek

Selain pemerhatian penginderaan jauh di seluruh kawasan projek, pemerhatian lapangan di lokasi tanah runtuh 2011 turut dijalankan. Bangunan rumah anak-anak yatim itu dibina pada 1997, di rupa bumi semulajadi dengan kecuraman cerun melebihi 35 darjah. Cerun semulajadi itu dipotong pada sudut yang curam, untuk mencapai paras platform yang diingini dan memaksimumkan ruangan untuk mendirikan kemudahan rumah anak-anak yatim di dalam kompaun. Jalan akses ke cerun di atas dibina pada sebelah kiri bangunan rumah anak-anak yatim. Tiada sistem pengairan yang sistematik dibina. Kecuraman cerun, beserta sistem pengairan permukaan yang tidak mencukupi atau bersesuaian, menjadi sebab utama tanah runtuh yang berlaku 14 tahun selepas bangunan dibina.

Photo udara (1982, 1989, 1992, 1996, 2000, 2005) daripada Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia (JUPEM), aktiviti buatan manusia seperti pemotongan cerun dan penebangan pokok getah di bahagian cerun tanah tinggi diperhatikan. Tujuan sebenar pembangunan tersebut masih tidak jelas. Kawasan itu telah ditinggalkan dan kemudian dilitupi hutan sekunder.

Ciri-ciri cerun ini tidak terbatas kepada lot bangunan rumah anak-anak yatim itu sahaja. Senario dan landskap serupa boleh dilihat di kawasan besar Batu 14.

6.2.2 Latar Belakang Komuniti



Kampung Batu 14 ialah kampung tradisional yang terletak di Mukim Hulu Langat di dalam Daerah Hulu Langat. Kampung itu terletak sekitar 2 km daripada bandar terdekat di Hulu Langat, dan 42 km daripada Shah Alam, ibu negeri Selangor.

Terletak di pinggiran timur Kuala Lumpur, Batu 14 dikelilingi hutan dan bukit-bukau beralun. Terdapat pelbagai tarikan pelancongan semulajadi dan kawasan rekreasi luar seperti air terjun, kawasan perkelahan, kolam air panas dan trail pendakian. Kawasan ini menarik ramai pelancong dan perniagaan untuk aktiviti bina diri dan retreat, dan terdapat juga beberapa lokasi homestay. Kawasan ini terletak di luar bandar yang sedang mengalami pembangunan bandar yang pesat, dan tanah persendirian yang dimiliki oleh pemilik yang tidak menetap di situ kini semakin dibangunkan untuk rumah kediaman atau resort.

Populasi – Bilangan keseluruhan penduduk termasuk pemilik tanah yang tidak menetap di sana adalah 2,989. Majoriti penduduk tetap terdiri daripada 1,978 penduduk kampung (358 keluarga) (65%). Penduduk yang lain berasal dari Indonesia, Bangladesh, Pakistan dan Vietnam. Banci 2010 menunjukkan bilangan penduduk tempatan adalah 1,600. Felcra memiliki 75 rumah peneroka. Terdapat penduduk tempatan yang memajak tanah kepada warga asing, yang kemudian mendirikan rumah setinggan. Tiada penduduk Orang Asli di Batu 14 (kebanyakan mereka tinggal di hulu Sg. Langat, berhampiran empangan).

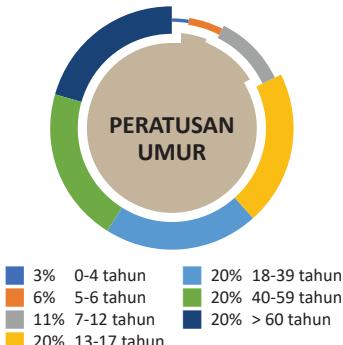
Pengetahuan Sedia Ada – Tiada program DRR pada masa lalu yang direkodkan di lokasi ini.

Kebimbangan – Pembinaan lebuhraya Expressway Lembah Klang Timur (EKVE) menyusuri Sg. Gahal.

Kapital sosial – Majlis keramaian komuniti: dahulu, aktiviti rewang selalu diamalkan tetapi kini semakin berkurangan. Aktiviti gotong-royong masih dijalankan, namun kebanyakannya program komuniti dihadiri oleh orang yang sama, majoriti daripada golongan warga emas. Sg. Semungkis mempunyai pasukan kompong dengan maksimum 60 ahli. Kampung Batu 14 mempunyai gelanggang futsal, sepak takraw dan badminton yang kerap digunakan oleh komuniti.

Rangkaian Maklumat – Ahli komuniti tahu cara menggunakan Whatsapp. Wujud rangkaian maklumat yang kukuh dalam kalangan komuniti, antara pemimpin dan penduduk.

Kepemimpinan Komuniti – Struktur kepemimpinan komuniti diterajui oleh Majlis Penduduk Ketua Kampung.

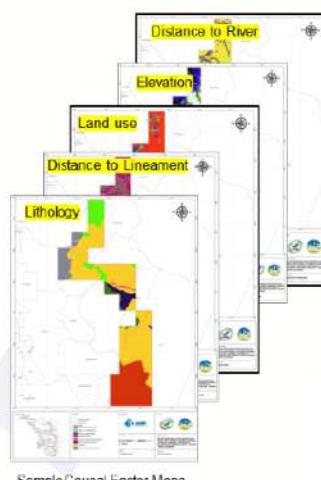


6.2.3 Analisis Risiko Menggunakan Pendekatan Berasaskan Sains

Analisis yang dilakukan di lokasi projek ini juga berdasarkan peta yang dihasilkan di projek PBRC kelolaan JMG. Sama seperti yang dijelaskan di bahagian terdahulu mengenai Ulu Klang, peta ini dihasilkan menggunakan teknologi LiDAR udara dan darat, serta survei GPS untuk menghimpun data yang kemudian diproses menggunakan perkakas geopemprosesan yang khas.

KERENTANAN DAN BAHAYA

Menandakan Kemungkinan dan Tahap Keterukan Tanah Runtuh



Peta kerentanan dan bahaya yang dihasilkan oleh projek PBRC
Sumber: Projek PBRC, JMG Malaysia

Analisis Berasaskan Visual

Analisis risiko di kawasan projek di Batu 14 dijelaskan di bawah.



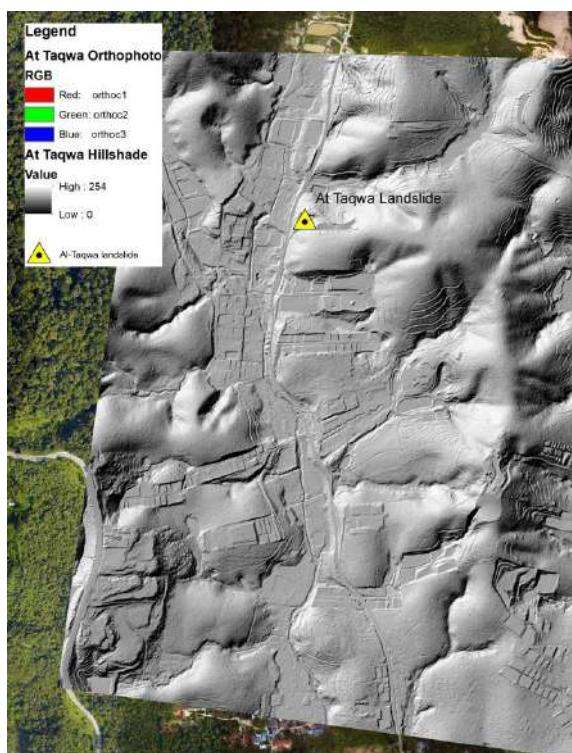
Rajah 34: Pemandangan dari udara atau ortofoto kawasan projek (300 hektar) di Batu 14, dengan tanda-tanda jelas aktiviti buatan manusia, terutamanya di bahagian timur dan selatan kawasan projek

Sumber: Projek PBRC, JMG Malaysia

Analisis ortofoto resolusi tinggi

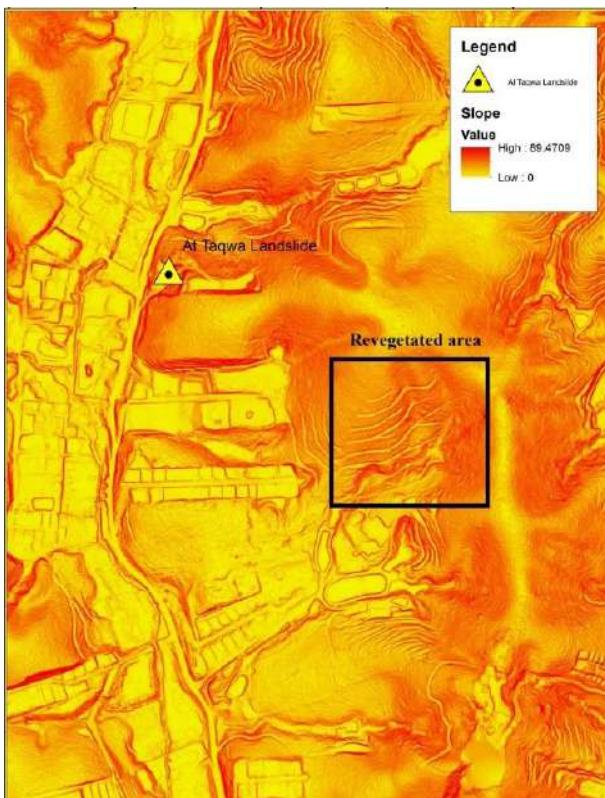
Kawasan Batu 14 memiliki ciri-ciri cerun potong dan timbus yang bertaburan di kawasan projek. Penyiasatan visual (sila lihat Rajah 34 dan Rajah 35) menunjukkan bahawa paramuka asal di beberapa kawasan telah digali, kebanyakannya tumbuh-tumbuhan di atas bukit telah ditebang, dan bangunan didirikan sangat berhampiran dengan kaki cerun, demi memaksimumkan ruangan di lot masing-masing. Beberapa aktiviti manusia ini kelihatan berlaku beberapa tahun yang lalu, dan tumbuh-tumbuhan sekunder telah tumbuh dengan peredaran masa, memberi gambaran seperti tanah yang tidak pernah diganggu. Beberapa potongan cerun menghasilkan zon akumulasi air sementara, yang membenarkan air meresap ke dalam tanah ketika hujan yang lebat dan berpanjangan.

Beberapa kawasan kelihatan seperti pembangunan baru yang sedang dalam proses pembinaan kawasan perumahan dan tanah separa dibangunkan yang berada di fasa pembinaan, manakala beberapa kawasan lain kelihatan seperti ditinggalkan tanpa sistem pengairan yang betul atau pemeliharaan cerun.



Rajah 35: Peta pembayangan bukit yang dihasilkan menggunakan data LiDAR dari udara yang ditindih di atas peta kawasan projek, dengan indikasi tanah runtuh Al-Taqwa pada 2011 di Batu 14

Sumber: Projek PBRC, JMG Malaysia



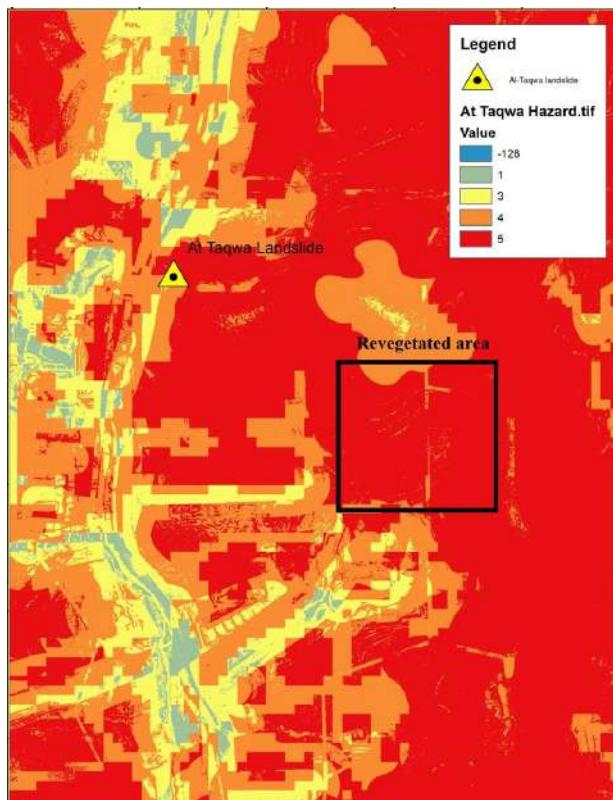
Rajah 36: Peta cerun kawasan projek Batu 14

Sumber: Projek PBRC, JMG Malaysia

Analisis peta cerun resolusi tinggi

Jalan Felcra Semungkis, iaitu jalan utama kawasan itu dibina pada penghujung 1970-an untuk pembangunan berskala besar tanah pertanian. Paramuka terganggu disebabkan perataan tanah untuk pertanian berskala besar dan juga kecil dapat dilihat di peta. Akhirnya, cerun di kedua-dua sisi jalan telah dibangunkan. Topografi lembah sempit ini menunjukkan paramuka curam, dengan kecerunan antara 20 dan 45 darjah. Di sebelah barat kawasan projek adalah hutan simpan yang diwartakan oleh negeri Selangor, manakala di sebelah timur pula hutan ditebang untuk pembangunan bandar dan pertanian.

Di Rajah 36, kelihatan aktiviti pertanian dan juga penebangan hutan pada masa lalu (lihat bekas di dalam kotak). Setelah masa berlalu, kawasan seperti ini mengalami pertumbuhan semula tumbuh-tumbuhan.



Rajah 37: Peta bahaya tanah runtuh kawasan projek Batu 14

Sumber: Projek PBRC, JMG Malaysia

Analisis menggunakan peta bahaya tanah runtuh

Peta bahaya tanah runtuh (sila lihat Rajah 37) dihasilkan melalui pemodelan tanah runtuh berdasarkan statistik. Peta menunjukkan visualisasi paramuka pada resolusi lebih tinggi berbanding peta cerun, di 0.5 meter. Berdasarkan penilaian tanah runtuh berdasarkan statistik yang dilakukan menggunakan peta ini, dapat dilihat majoriti kawasan diklasifikasikan antara bahaya tinggi dan amat tinggi.

Topografi rencam di kawasan projek menunjukkan kawasan yang berciri paramuka curam dan lembah sempit, dengan kecerunan antara 25 dan 40 darjah dan terdedah kepada tahap kerentenan tinggi terhadap tanah runtuh pada masa akan datang. Di kebanyakan kawasan, paramuka terganggu kebanyakannya terdiri daripada cerun dipotong, platform dan kawasan ditimbas. Dengan perubahan iklim dan degradasi alam sekitar, kebarangkalian berlakunya tanah runtuh pada masa akan datang adalah tinggi.

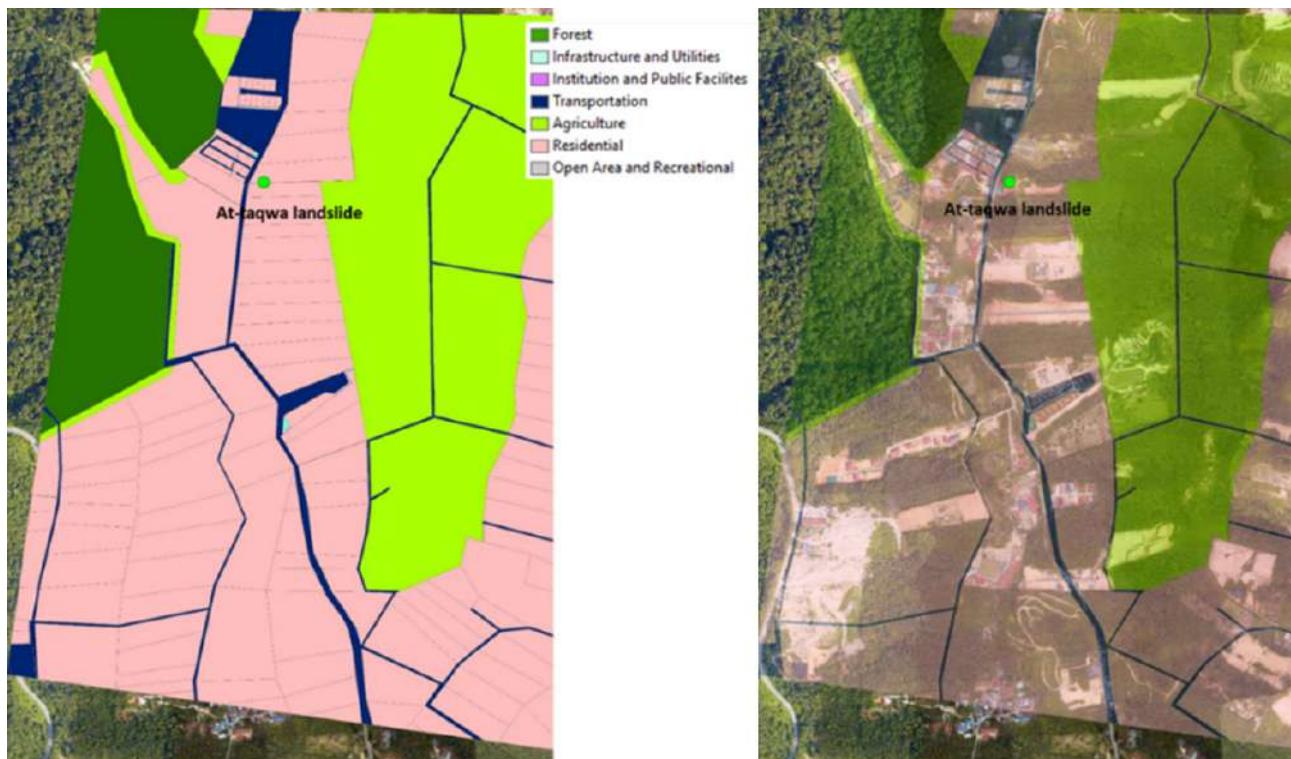
Tindihan atas ortofoto, hillshade dan peta guna tanah

Perbandingan antara pemandangan ortofoto dan hillshade (sila lihat Rajah 38) menunjukkan aktiviti pertanian dan penebangan hutan berskala sangat besar pernah berlaku pada masa lalu, meninggalkan bekas kecil (lihat kawasan kotak segi empat). Selepas tempoh yang panjang, kawasan ini mengalami pertumbuhan semula.



Rajah 38: Ortofoto dan hillshade menunjukkan beberapa kawasan pertumbuhan semula yang mempunyai paras tinggi aktiviti buatan manusia, contohnya pemotongan cerun untuk pembangunan baharu di kawasan projek di Hulu Langat

Peta guna tanah masa kini (Rajah 39) menunjukkan kebanyakan kawasan dilitupi oleh aktiviti pertanian, dan hanya jumlah yang sedikit dikhaskan untuk kawasan terbuka serta zon perhutanan dan perumahan. Menggunakan tindihan atas ortofoto, kelihatan dengan jelas banyak aktiviti pertanian sudah dilakukan, khususnya di kawasan sebelah tenggara.



Rajah 39: Peta guna tanah masa kini di kawasan projek



Berfikir ke hadapan, peta guna tanah yang akan datang (sila lihat Rajah 40) menunjukkan kebanyakan kawasan ini akan menjadi kawasan perumahan. Memandangkan risiko bertambah yang dihadapi apabila populasi serta kepadatan bangunan meningkat, perubahan guna tanah daripada kawasan terbuka dan pertanian kepada pembangunan bandar menggesa perhatian khas oleh agensi kerajaan yang bertanggungjawab memberi keizinan, pihak pemaju dan komuniti tempatan.



Rajah 40: Peta Guna Tanah Pada Masa Hadapan di Kawasan Projek

6.2.4 Apa Yang Telah Kita Pelajari?

Dari peta yang berbagai-bagai, kita mendapati bahawa:

- Penggunaan ortofoto dan peta bahaya tanah runtuh membolehkan proses mengenalpasti dan menganalisis topografi terselindung di bawah litusan tumbuh-tumbuhan yang rimbun. Di kawasan projek ini, kelihatan seperti tanah runtuh dicetuskan oleh gangguan tanah yang kecil, khususnya di bucu cerun. Kawasan ini bercirikan hujan lebat.

Risiko yang dikenalpasti apabila menggunakan kaedah di atas adalah:

- Paramuka asal di beberapa kawasan telah digali, kebanyakan tumbuh-tumbuhan di atas bukit telah dipotong, dan bangunan didirikan pada jarak yang sangat dekat dengan kaki cerun untuk memaksimumkan ruangan di lot yang ditetapkan.
- Beberapa aktiviti buatan manusia kelihatan seperti bermula pada beberapa tahun kebelakangan ini, dan peredaran masa membolehkan tumbuh-tumbuhan sekunder untuk tumbuh dan memberi gambaran seperti kawasan tanah yang belum pernah diganggu.
- Beberapa potongan cerun menghasilkan zon akumulasi air sementara, yang membolehkan air bertakung apabila hujan lebat dan berpanjangan.
- Hulu Langat ialah lokasi rekreasi yang juga menjadi destinasi tarikan hutan yang terletak tidak jauh dari bandaraya. Dikelilingi kehijauan dan hutan redup dan berbukit, Batu 14 dan kawasan sekeliling adalah destinasi pilihan pemilik resort, pengurus homestay, penyedia perkhidmatan bina diri, pengurus kolam memancing serta perniagaan lain yang berasaskan pelancongan. Memandangkan pelancongan adalah industri penting di kawasan ini, pembinaan di cerun bukit perlu dilakukan dengan betul bagi mengurangkan risiko kegagalan cerun.

Dapatan dan Pemerhatian yang Lain

Faktor-faktor utama kegagalan cerun di kawasan ini adalah amalan buruk berkaitan pemotongan cerun, pengubahsuaian secara ad-hoc dan pembinaan bangunan tambahan di kawasan cerun tanpa mempertimbangkan faktor muatan, selain sistem pengairan yang tidak disenggara berdekatan kawasan cerun.

Faktor lain termasuk pembinaan di cerun tanpa memenuhi spesifikasi kejuruteraan, yang menyebabkan banyak cerun beroperasi dengan tahap keselamatan yang rendah, selain kekurangan zon buffer di antara sempadan cerun dan bangunan.

Akhir sekali, projek pembangunan dan pembinaan fasa demi fasa yang dijalankan dengan tempoh masa yang panjang, serta lokasi pembinaan yang ditinggalkan tanpa selenggaraan akan mengancam kestabilan cerun, kerana mendedahkan tanah terbuka kepada unsur-unsur semulajadi.

Lokasi ini amat sensitif kerana kebanyakan kawasan terdiri daripada tanah pertanian, yang tidak tertakluk kepada garis panduan kejuruteraan cerun dan syarat-syarat yang ditetapkan untuk pembangunan bandar dan sebagainya. Isu ini bukan sahaja dihadapi penduduk di kawasan ini, tetapi sebaliknya menjadi isu di serata negara. Pengecualian tanah pertanian daripada peraturan dan syarat-syarat menyebabkan penebangan berleluasa hutan di kawasan cerun. Situasi di mana cerun di tanah pertanian tidak terkawal oleh mana-mana pihak telah menyebabkan kehilangan nyawa, dan penyemakan undang-undang boleh mengurangkan risiko yang timbul.

6.2.5 Simulasi Tanah Runtuhan 2011 di Hulu Langat

Bahagian ini menunjukkan bagaimana tanah runtuh di Al-Taqwa pada 2011 berlaku, menggunakan simulasi berangka. Simulasi berangka berpandukan pengiraan yang dilakukan oleh komputer. Simulasi sebegini menurut program yang melaksanakan model matematik untuk kejadian fizikal yang kompleks, termasuk tanah runtuh.

Simulasi berangka untuk tanah runtuh Hulu Langat menunjukkan situasi yang terjadi kepada cerun dan rumah yang terletak di kaki cerun. Untuk melihat impak penuh tanah runtuh yang disimulasi, Rajah 41 dan 42 menunjukkan gambar dari udara yang diambil sebelum dan selepas kejadian tanah runtuh. Rajah 43 menunjukkan gambar yang diambil sejurus selepas tanah runtuh berlaku.

Kaedah berangka yang digunakan untuk simulasi ini telah dibangunkan oleh kumpulan penyelidikan penulis.¹⁰



¹⁰ Moriguchi S., Borja R. I., Yashima A. and Sawada K., Estimating the impact force generated by granular flow on a rigid obstruction, *Acta Geotechnica*, Vol. 4, No. 1, pp.57-71, 2009

Rajah 41: Gambar yang diambil dari udara sebelum tanah runtuh berlaku (Google Map)



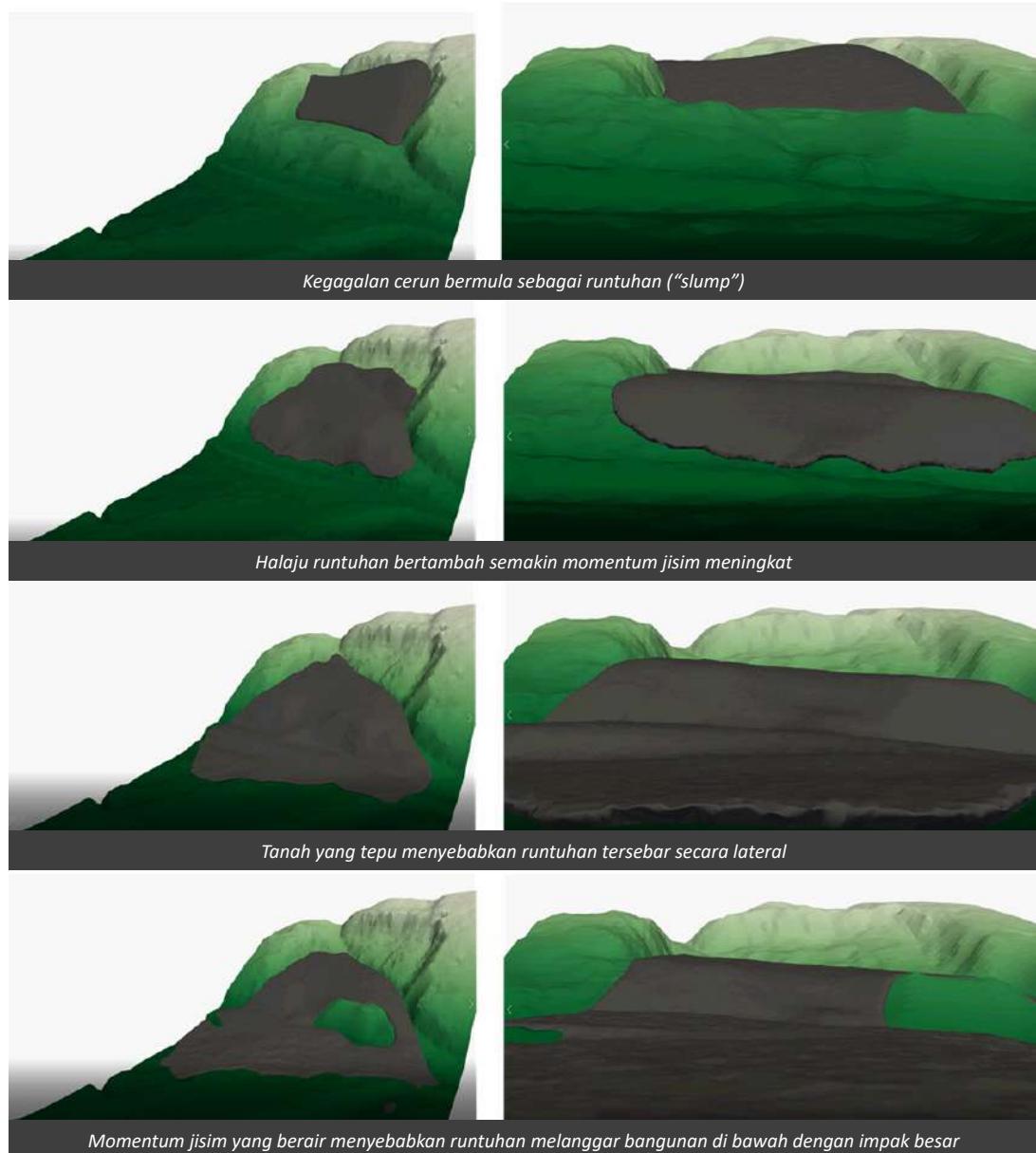
Rajah 42: Gambar yang diambil dari udara selepas tanah runtuh berlaku
Sumber: https://crisp.nus.edu.sg/coverages/HuluLangat_landslide/index.html



Rajah 43: Gambar kerosakan pada bangunan
Sumber: <http://edition.cnn.com/2011/WORLD/asiapcf/05/22/malaysia.landslide/index.html>

Simulasi Tanah Runtuhan

Menggunakan perkaedahan ini, tanah dianggap bendar Bingham, dan persamaan berhubung bendar Bingham diselesaikan untuk menjelaskan tanah yang mengalir. Kelakuan aliran tanah boleh dikawal dengan menyesuaikan dua parameter utama, iaitu sudut dan cohesion geseran dalaman.¹¹ Topografi dimodelkan menggunakan data sebenar. Rajah 44 menunjukkan dapatan disimulasi yang diperoleh daripada simulasi berangka. Kelakuan aliran dapat dilihat di rajah berkenaan, dan maklumat yang diperoleh mungkin berguna dari perspektif kejuruteraan.



¹¹ Oda K., Moriguchi S., Kamiishi I., Yashima A., Sawada K. and Sato A., *Simulation of snow avalanche model test using computational fluid dynamics*, *Annals of Glaciology*, pp.57-64, Vol.52, No.58, pp.57-64, August 2011

¹² Laman sesawang Unity, <https://unity.com/>

Rajah 44: Dapatan disimulasi yang diperoleh daripada simulasi berangka

Namun, dapatan yang diperolehi daripada simulasi berangka tidak sesuai digunakan sebagai alat bantu pendidikan ketika berdepan dengan khalayak yang tidak mempunyai pengetahuan teknikal. Oleh itu, untuk difahami oleh pelbagai khalayak, kita menggunakan visualisasi hasil simulan tersebut menggunakan Unity.¹² Unity ialah platform pembangunan permainan video yang memaparkan imej 3D dan video dengan visual yang realistik. Hasil visualisasi dipaparkan dalam Rajah 45.

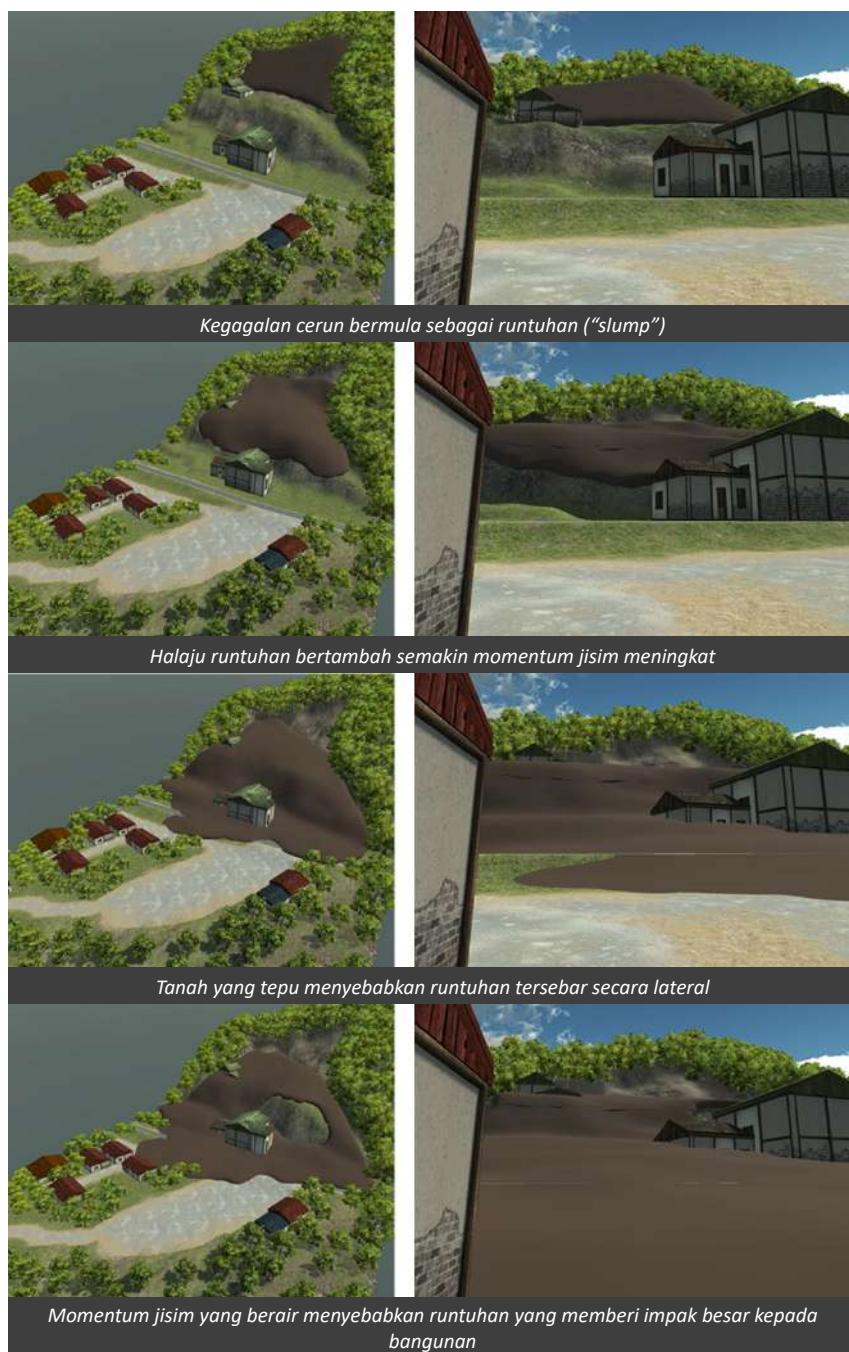


Figure 45. Hasil simulasi digambarkan menggunakan perisian permainan video Unity

6.2.6 Apa yang Telah Kita Pelajari?

Di bahagian ini, kita mendapat tahu bahawa:

- Simulasi bencana adalah alat komunikasi yang berkesan dalam menyampaikan kesudahan yang mungkin terjadi apabila wujud bahaya. Simulasi tidak digunakan untuk mengenalpasti risiko, tetapi sebaliknya untuk visualisasi risiko pada detik bencana berlaku. Impak penuh kejadian bencana tidak berjaya disampaikan sepenuhnya oleh peta, manakala model simulasi boleh menunjukkan tahap bahaya yang mungkin dialami ketika kejadian berlaku. Ini membantu pihak berkepentingan apabila ingin menyampaikan maklumat berhubung risiko bencana.
- Simulasi tanah runtuh menunjukkan bagaimana cerun gagal dalam dua pergerakan yang berlaku dengan sela masa hanya beberapa minit antara pergerakan pertama dan kedua. Disebabkan keadaan cerun yang dipenuhi air atau tepsu berikutan hujan yang turun sepanjang sembilan hari yang lepas, tanah runtuh bergerak dengan agak pantas.

- Ini menunjukkan kepada ahli komuniti bahawa dalam situasi bencana tanah runtuh retrogresif, pemindahan dari situasi berbahaya boleh berlaku jika sela masa antara pergerakan cukup panjang. Namun, kita juga dapat melihat bagaimana cerun tepu yang tersisih akan mengalami pergerakan dengan kadar pantas, kerana tanah sudah dipenuhi air.

Dapatan dan Pemerhatian Lain

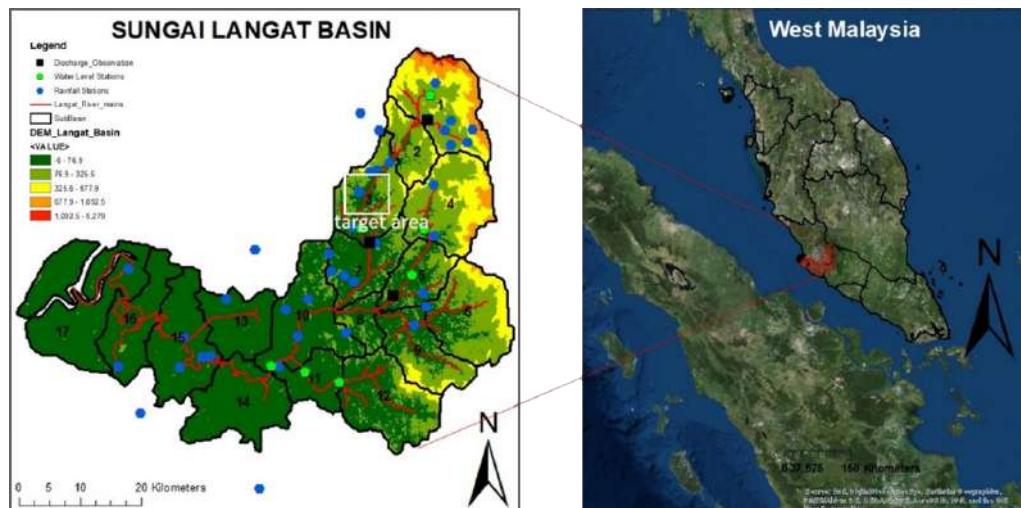
Faktor utama kerosakan akibat tanah runtuh adalah pembinaan rumah pada jarak terlalu dekat dengan cerun yang dipotong. Senario ini kerap kelihatan di kawasan luar bandar, khususnya di tanah pertanian milik persendirian. Penggunaan tapak tanah yang maksima mungkin turut dipengaruhi pertimbangan kewangan, ada kala sehingga mengabaikan keselamatan cerun. Mendirikan bangunan terlalu dekat dengan cerun yang dipotong curam, atau memotong cerun tanpa kepakaran kejuruteraan meningkatkan risiko tanah runtuh. Amalan buruk dalam pembinaan cerun, beserta ketiadaan garis panduan untuk tanah pertanian adalah antara sebab utama bencana berkaitan cerun di seluruh negara. Oleh itu, penduduk dan pemilik harta tanah di tebing cerun perlu memahami risiko tanah runtuh, supaya mereka boleh mengambil langkah berkesan untuk mengurangkan risiko di sekeliling mereka.

7 Banjir: Pengenalpastian Berasaskan Sains

7.1 Lokasi 3: Kampung Sungai Serai, Daerah Hulu Langat

7.1.1 Latar Belakang Lokasi Projek

Sungai Serai ialah sebatang anak sungai di hulu Sungai Langat. Lembangan Sungai Langat terletak di barat daya Selangor dan sebahagian daripada Negeri Sembilan (rujuk Rajah 46). Panjangnya 200 km dan meliputi kawasan penangkapan seluas 2,350 km².¹³ Kepala air terletak di arah timur di Gunung Nuang, yang bertempat di titik pertemuan Selangor-Pahang-Negeri Sembilan dan merupakan lokasi tertinggi di Selangor. Sungai Langat merentasi kawasan bandar utama seperti Bangi, Kajang, Dengkil dan Putrajaya sebelum mengalir keluar di Selat Melaka.



Rajah 46: Lokasi lembangan sungai Langat

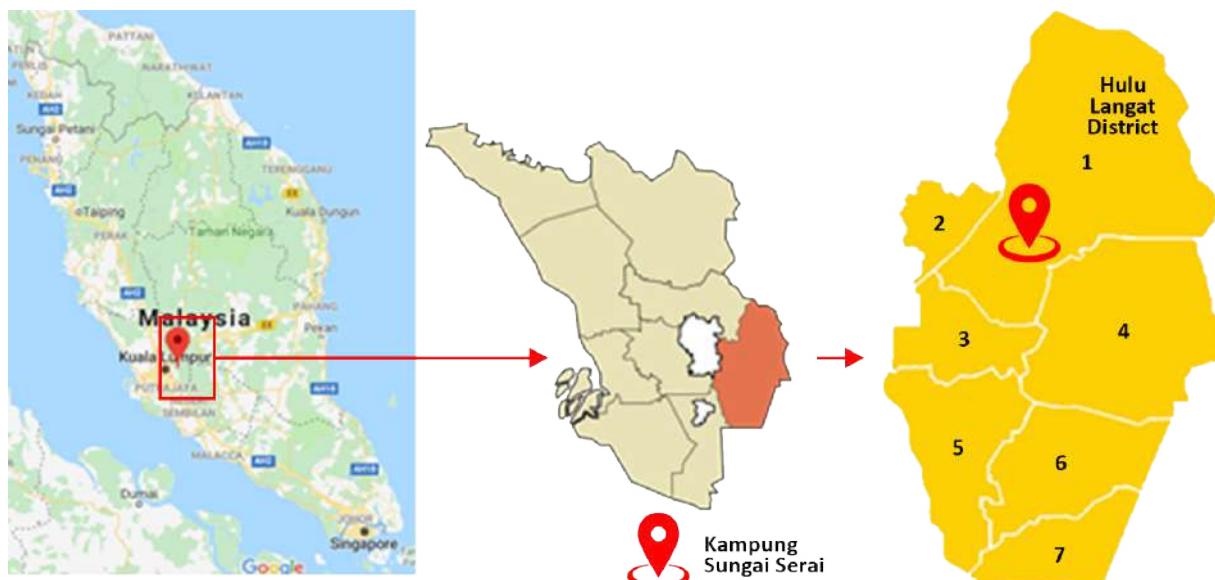
¹³Zakaria, 2008

Lembangan dijejaskan oleh dua jenis musim monsun: monsun timur laut dari November sehingga Mac, dan monsun tenggara dari Mei sehingga September.¹⁴ Jumlah hujan purata adalah sebanyak 2,400 milimeter. Bulan yang paling banyak hujan adalah April dan November, dengan purata hujan bulanan melebihi 250 milimeter. Dari 1980 sehingga 2012, 24 kejadian banjir berlaku di sepanjang Sg. Langat, merangkumi lebih kurang 20% daripada 122 kejadian banjir yang berlaku di Malaysia. Pada tempoh ini, Sg. Langat mengalami banjir hampir setiap tahun. Komuniti paling terjejas terletak di kawasan hulu lembangan di daerah Hulu Langat.

Banjir Berskala Kecil – Banjir berskala kecil terpumpun di Kampung Sg. Serai dan anak sungai berhampiran dan terjadi beberapa kali setahun, selalunya pada Jun dan Julai. Kawasan terjejas terletak lebih kurang 50 meter dari tebing sungai. Tempoh banjir adalah singkat dan menjelaskan sekitar 10 rumah. Disebabkan kekerapan kejadian banjir, Sungai Serai dianggap kawasan panas banjir di Hulu Langat. Sg. Betung dan Sg. Putih juga sering mengalami banjir.

Banjir Berskala Besar – Sekali setiap lima tahun, banjir berskala besar berlaku dan menjelaskan perkampungan sepanjang hulu Sungai Langat yang menjangkaui jarak 12 kilometer, dari Batu 18 berhampiran Empangan Semenyih sehingga Batu 10 di Cheras. Kejadian banjir lalu berlaku pada 2009, 2012 dan 2017. Sewaktu kejadian pada 2017, seluruh kawasan Hulu Langat dilanda banjir, menjelaskan 1,000 rumah dan membanjiri sebanyak 50 sehingga 60 rumah yang terletak pada jarak 100 meter dari tebing sungai. Ketika banjir, pencawang elektrik juga dibanjiri dan menganggu bekalan elektrik.

Kawasan yang sering terjejas adalah Kampung Sg. Serai, Kampung Iman, Kampung Boyan, Kampung Sg. Serai Tambahan, Lorong 6, Lorong 7, Lorong 8 dan Lorong 9. Tidak kira jenis banjir, menurut perkongsian oleh JPS dan pemimpin komuniti di Hulu Langat, penyebab banjir ialah kelimpahan air di Sg. Langat.



Rajah 47: Lokasi Kampung Sungai Serai dan hulu Sg. Langat, Selangor
Sumber: Diolah dari peta Google (diakses pada 15 Mei 2019)

7.1.2 Latar Belakang Komuniti

Kampung Sungai Serai adalah gabungan kampung tradisional dan perumahan pinggir bandar moden di Mukim Hulu Langat yang terletak di daerah Hulu Langat (rujuk Rajah 47). Kampung ini terletak hampir 2 kilometer dari bandar terdekat di Hulu Langat, dan 5 kilometer dari Kampung Batu 14.

Kampung Sungai Serai dianggap kampung induk, yang disokong oleh kampung rangkaian termasuk Kampung Sungai Betong, Kampung Tengah, Kampung Hilir, Kampung Sungai Serai Tambahan dan Kampung Lombong.

Selain itu, Kampung Sungai Serai juga merangkumi beberapa taman perumahan seperti Taman Desa Pelangi, Taman Perkasa Indah, Taman Perkasa, Taman Lagenda Suria, Taman Seri Mas dan Taman Bukit Sekawan.

¹⁴Faghih, M., Mirzaei, M., Adamowski, J., Lee, J., and El-Shafie, A. (2017) Uncertainty Estimation in Flood Inundation Mapping: An Application of Non-parametric Bootstrapping. *River Res. Applic.*, 33: 611– 619.

Populasi – Jumlah keseluruhan penduduk adalah 6,815, dengan 40% lelaki dan 60% perempuan.



Kaum – Majoriti Melayu, namun terdapat pekerja asing yang bekerja di projek pembinaan paip penyaluran air dan Loji Rawatan Air Langat 2, serta EKVE. Juga terdapat penduduk dari Myanmar dan Aceh, antaranya pengusaha perniagaan kecil.

Modal Sosial – Ahli komuniti bergiat dalam program gotong-royong setempat. Penduduk yang paling aktif adalah dari Lorong 6 atau 7, dengan kehadiran seramai 100 penduduk. Peserta program anjuran surau setempat selalunya adalah penduduk sama yang menyertai program komuniti.

Kebimbangan – Ketua kampung menyebut bahawa loji abstraksi air di Batu 10 sebagai penyumbang mungkin kepada banjir. Penduduk setempat juga berasa bimbang jika projek lebuhraya EKVE akan merosakkan landskap semulajadi, menyebabkan banjir dan tanah runtuhan.

Penduduk setempat mempersoalkan tanggungjawab Air Selangor dalam mengawasi benteng penahan banjir.

Umumnya, terdapat kebimbangan di komuniti tentang kepecahan empangan. Mereka turut berkongsi tentang masalah pembangunan, contohnya projek kabel TNB. Penduduk juga menuduh bahawa terdapat syarikat pembinaan hartanah yang membuka kawasan tanah secara berlebihan.

Rangkaian Maklumat – Maklumat tentang banjir dan hal ehwal komuniti yang lain disebarluaskan dengan berkesan antara kampung menggunakan media sosial.

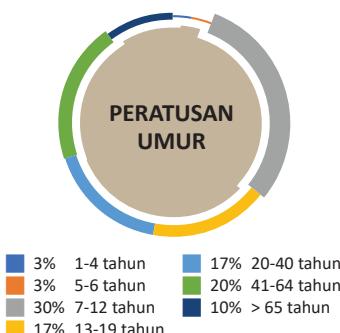
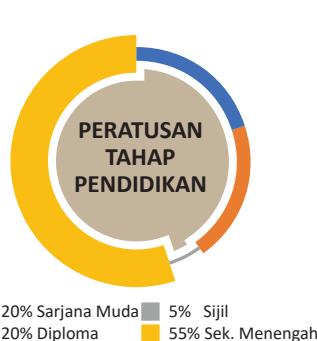
Pengetahuan dan Persepsi Sedia Ada – Berdasarkan pengalaman, penduduk setempat memahami bahawa sekiranya Batu 16 dibanjiri, 2 jam kemudian Sungai Serai akan dibanjiri, diikuti Batu 10.

Permintaan untuk lot perumahan kian meningkat, menyebabkan peningkatan aktiviti pembangunan di kawasan sekitar. Kebiasaannya, pihak pemaju harta tanah perlu mematuhi garis panduan pembangunan kampung. Namun, pihak pemaju tidak lagi menghiraukan garis panduan ini.

Penduduk mengetahui bahawa Jabatan Pengairan dan Sungai (JPS) memiliki data SCADA. Data ini tidak berupaya mencegah banjir, tetapi maklumat yang dimiliki boleh membantu persediaan untuk berpindah. Meskipun ketua kampung menerima maklumat tentang Empangan Pangsun daripada JPS dan pemimpin komuniti daerah, mereka berkata bahawa maklumat tentang pelepasan air empangan patut diumumkan kepada orang awam, kerana difahami bahawa pelepasan tersebut turut menyumbang kepada berlakunya banjir.

Kesedaran tentang Perubahan Iklim – Ketua kampung mengakui bahawa perubahan iklim dan pola perubahan cuaca hujan berlaku dalam tempoh beberapa tahun kebelakangan ini.

Struktur Kepemimpinan Komuniti – Struktur kepemimpinan komuniti diterajui oleh Majlis Penduduk Ketua Kampung. Struktur ini adalah sama dengan struktur yang dijelaskan di bahagian tentang Ulu Klang.



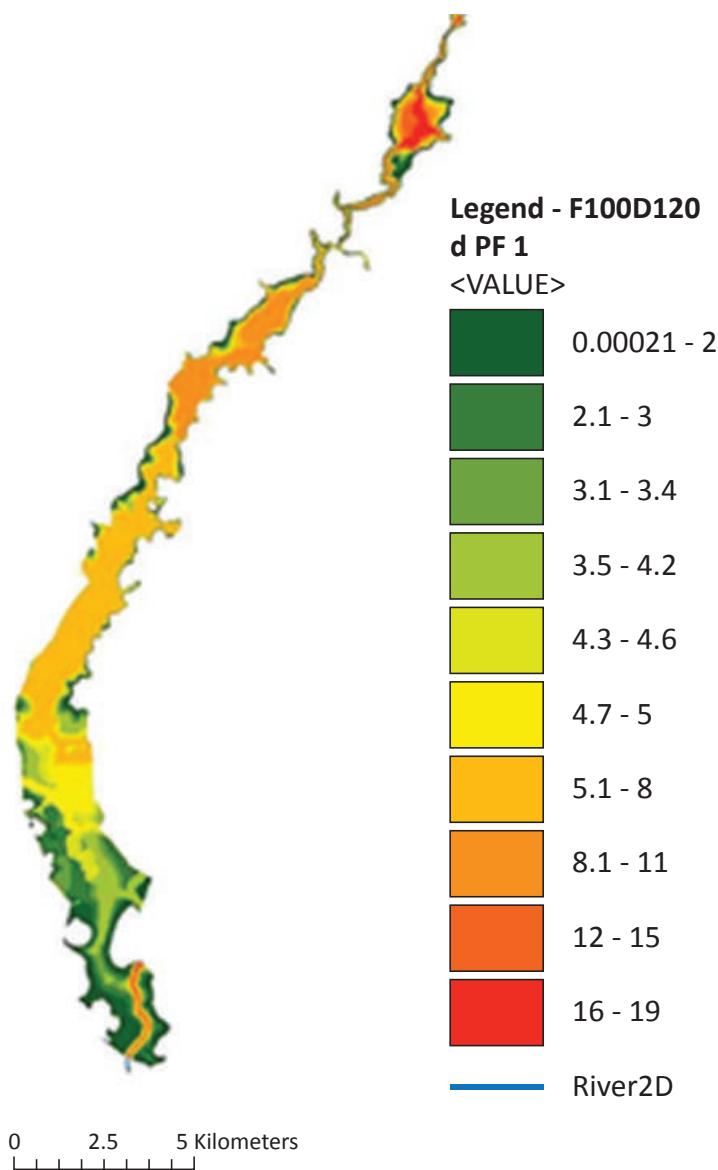
7.1.3 Analisis Risiko Menggunakan Pendekatan Berasaskan Sains

Kajian Terdahulu dalam Bidang ini

Kajian terdahulu tentang penilaian bahaya dan risiko di lembangan Sungai Langat ditinjau. Mirzaei et al. (2016)¹⁵ mengaplikasikan model hujan-air larian untuk melakukan pemetaan pelamparan air banjir peringkat wilayah untuk lembangan Sungai Langat.

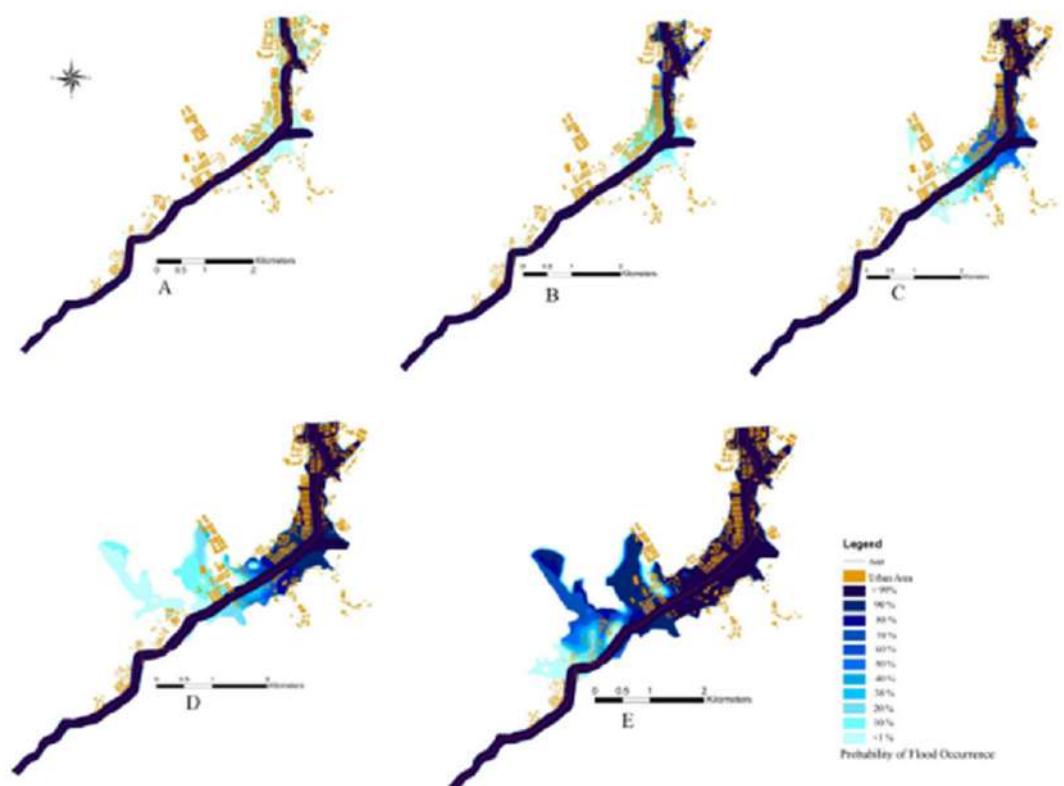
Perisian pemodelan hidrodinamik (HEC-RAS) digunakan untuk menghitung kedalaman pelamparan air banjir dan kelajuan aliran, memandangkan tempoh pulangan yang berbeza. Contohnya, Rajah 48 menunjukkan kedalaman disimulasi pelamparan air banjir untuk tempoh pulangan 100 tahun dan durasi 120 minit di kawasan hulu lembangan Sungai Langat. Faghikh dll (2017) menilai tempoh ketidaktentuan pada pemetaan pelamparan air banjir berdasarkan aplikasi HEC-RAS dengan kaedah pensampelan bootstrapping bukan parametrik. Sebagai contoh, Rajah 49 menunjukkan lokasi kawasan bandar di peta kebarangkalian pelamparan.

Seperti dilihat di rajah di sini, aplikasi dan dapatan berdasarkan penilaian peringkat wilayah, jadi dapatan kajian tidak bersesuaian untuk penilaian bahaya dan risiko di peringkat komuniti setempat. Mengapa mereka menganalisis bahaya banjir di peringkat wilayah? Jawapannya mudah: **tiada data resolusi spatial yang mencukupi untuk menilai bahaya di peringkat komuniti**. Isu utama ini akan dibincangkan di bahagian seterusnya.



¹⁵Mirzaei, M., M. Faghikh, T. P. Ying, A. El-Shafie, Y. F. Huang, J. Lee; Application of a rainfall-runoff model for regional-scale flood inundation mapping for the Langat River Basin. *Water Practice and Technology* 1 June 2016; 11 (2): 373–383.
doi:10.1002/rra.3108

Rajah 48: Kedalaman banjir untuk tempoh pulangan 100 tahun dan durasi 120 minit (Mirzaelli dll, 2016).



Rajah 49: Lokasi kawasan bandar di peta kebarangkalian pelamparan (A) 25 tahun, (B) 50 tahun, (C) 75 tahun, (D) 100 tahun dan (E) kejadian banjir untuk tempoh pulangan 200 tahun. (Faghih dll., 2017)

Perkaedahan untuk Pemodelan Banjir

Langkah 1: Sediakan peta dasar GIS

Bagi melaksanakan pemodelan sungai, sistem maklumat geografi (GIS) dihasilkan untuk projek. Data yang digeorujuk termasuk data teragih secara spatial dan data titik daripada pelbagai sumber, dimuat turun dan diproses. ‘Universal Transverse Mercator’ (UTM) dipilih sebagai koordinat GIS standard untuk projek. Sistem koordinat UTM membahagikan dunia kepada 60 zon, setiap satu selebar 6 derajah longitude, dan bermula dari 80 derajah latitude selatan sehingga 84 derajah latitude utara. Projeksi “ZON 47” UTM digunakan dalam projek. Kesemua set data digeorujuk dalam projek ini telah ditakrifkan dalam sistem koordinat.

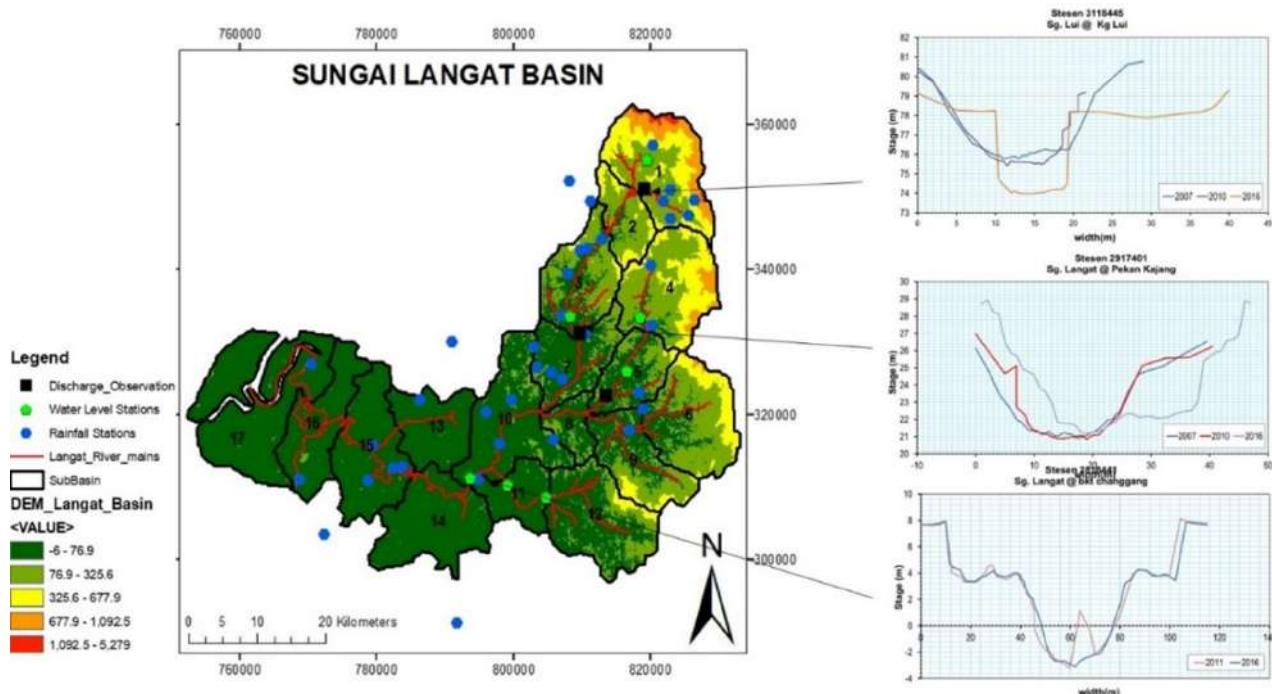
Langkah 2: Jana peta ketinggian digital

Model ketinggian digital (DEM) pada resolusi 1 saat arca, yang bersamaan dengan resolusi 30 meter, dimuat turun daripada set data HydroSHEDS oleh USGS dan diproses untuk lembangan sasaran. Kemudian diprojeksi semula kepada koordinat UTM ZON 47, menggunakan perisian ArcView. DEM diproses yang lengkap turut diklip untuk meliputi kawasan sasaran sahaja. Shapefile sistem rangkaian Sungai Langat diperoleh daripada Kerajaan Negeri Selangor dan data sub-lembangan sungai turut dimuat turun daripada laman sesawang HydroSHEDS. Rajah 50 menunjukkan DEM dan rangkaian sungai serta sub-lembangan di kawasan sasaran.

Langkah 3: Himpun data hidrologi

Data keratan rentas Sungai Langat diperoleh daripada kerajaan Negeri Selangor. Data keratan rentas sangat penting untuk analisis pelamparan, tetapi seperti yang dilihat dalam rajah di bawah, cuma tiga lokasi data keratan rentas disediakan. Kekurangan data keratan rentas ini menyukarkan aplikasi model pelamparan air untuk penilaian bahaya banjir, kerana perhubungan antara paras air di sungai dan tebing sungai menentukan dan mendominasi limpahan air banjir sungai di dalam sungai.

Data keseluruhan hujan dari pencerap hujan, serta data paras air dan aliran sungai seperti dalam rajah di bawah, disediakan oleh kerajaan negeri. Data hujan digunakan sebagai input kepada model, dan paras air serta pelepasan aliran digunakan untuk kalibrasi parameter model dan proses pengesahan output model.



Langkah 4: Himpun data hidrologi

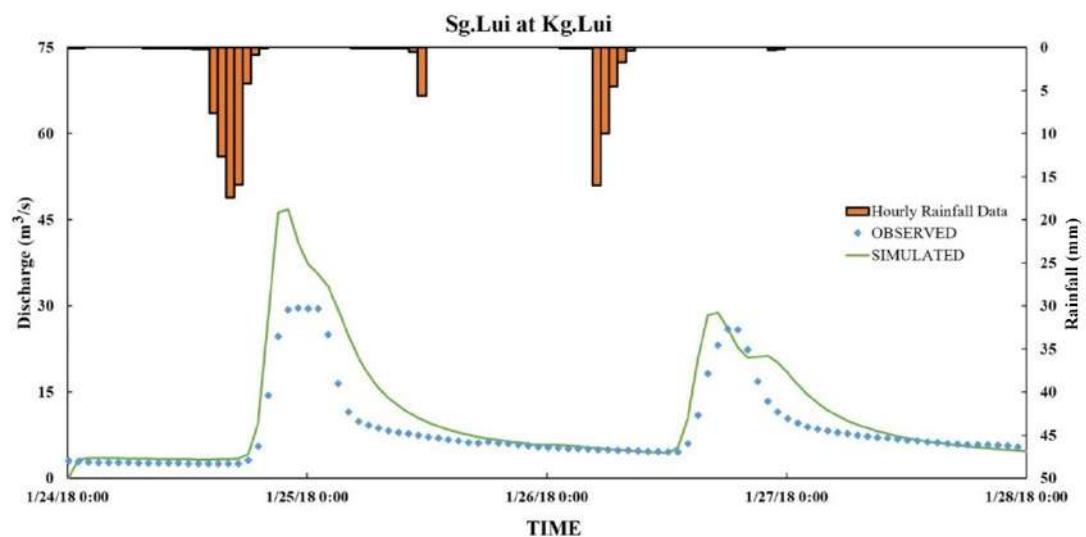
Model hujan-air larian berdasarkan fizikal dan pelamparan air digunakan untuk mensimulasi senario pelamparan banjir di kawasan sasaran iaitu lembangan Sungai Langat. Model terdiri daripada modul hujan-air larian untuk setiap sub-lembangan, modul hidrodinamik satu dimensi untuk rangkaian sungai dan modul pelamparan banjir dua dimensi untuk kawasan tanah rata berhampiran sungai. Pengiraan air larian dari setiap sub-lembangan digunakan untuk aliran masuk lateral pada modul hidrodinamik. Modul hidrodinamik dan modul pelamparan banjir dihubungkan secara lateral berdasarkan persamaan weir untuk mensimulasi limpahan air dari sungai kepada tanah rata berdekatan. Kita menggunakan modul ini untuk mengira pelamparan air di kawasan sasaran, kerana modul ini pernah digunakan di beberapa lembangan di dunia dan modul boleh digunakan bukan sahaja di kawasan pergunungan, tetapi juga di kawasan berurbanisasi tinggi.

Langkah 5: Kalibrasi dengan data hujan yang lalu

Data hujan yang diperoleh daripada pelbagai stesen digunakan sebagai data input model, dan selepas simulasi, pelepasan aliran sungai dan paras air di setiap seksyen sungai serta kedalaman dan halaju pelamparan banjir di setiap grid di tanah rata dikira. Maklumat tentang model disediakan di Lampiran B, Nota Teknikal.

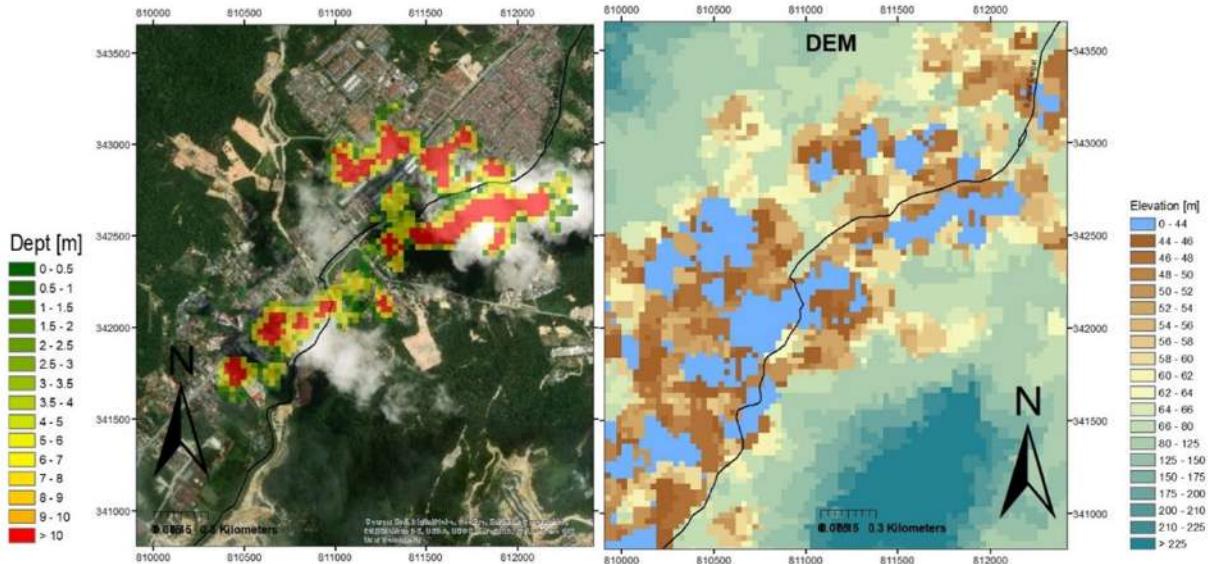
Analisis Pemodelan Banjir

Untuk pengesahan model, dapatan simulasi hujan-air larian dibandingkan dengan pemerhatian. Rajah 51 menunjukkan pelepasan sungai yang diperhatikan dan disimulasi di stesen Sungai Lui. Pelepasan sungai yang disimulasi di stesen berpadanan dengan data diperhatikan dengan agak baik. Berdasarkan dapatan ini, simulasi pelamparan banjir selesai dilakukan.



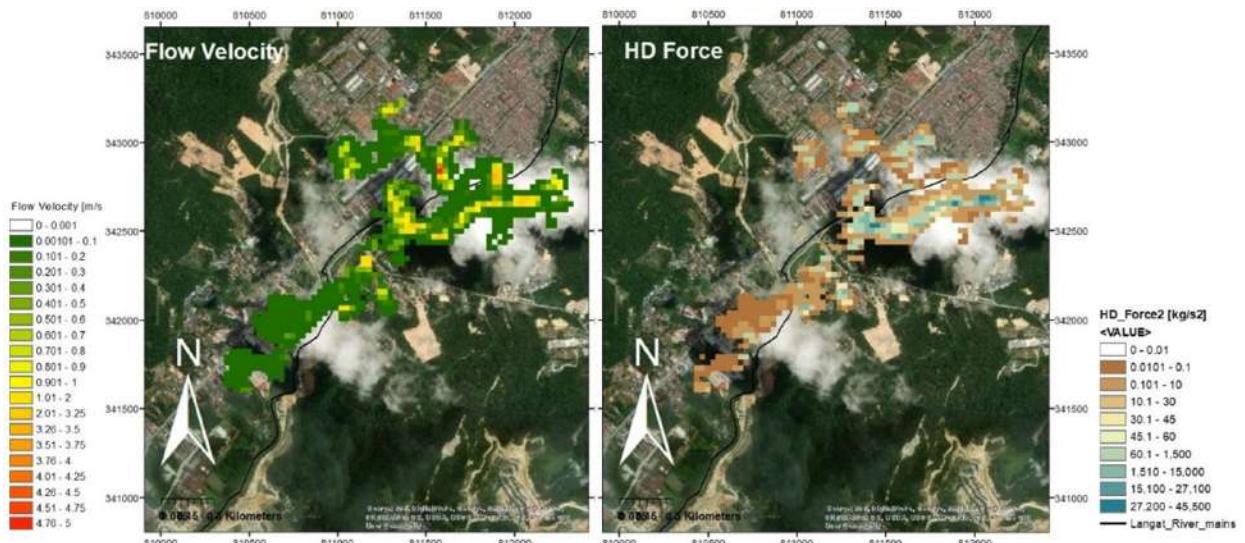
Rajah 51: Pelepasan sungai yang diperhatikan dan disimulasi di stesen Sungai Lui

Rajah 52 menunjukkan kedalaman maksimum pelamparan banjir yang disimulasi di kawasan sasaran. Kelihatan banyak rumah di sekitar kawasan sasaran mengalami pelamparan. Perlu ditekankan bahawa kawasan pelamparan banjir memiliki hubung kait dengan kawasan rendah, kerana air selalu mengalir dari kawasan tinggi ke kawasan rendah, disebabkan graviti.



Rajah 52: Kedalaman maksimum pelamparan air yang disimulasi (kiri) dan ketinggian DEM (kanan)

Rajah 53 pula menunjukkan tahap maksimum halaju aliran banjir dan daya hidrodinamik pelamparan banjir. Selain kedalaman pelamparan banjir, halaju aliran juga perlu dinilai sebagai bahaya untuk komuniti setempat, kerana halaju aliran boleh menjelaskan kebolehan penduduk untuk berpindah.



Rajah 53: Tahap maksimum halaju aliran banjir (kiri) dan daya hidrodinamik (kanan)

Daya hidrodinamik yang kuat berupaya merobohkan rumah, termasuk struktur rumah yang lebih lemah dan menyukarkan kebolehan penduduk untuk kekal di dalam rumah mereka. Halaju aliran yang tinggi dan daya hidrodinamik yang tinggi boleh dilihat dalam rajah di atas kerana kawasan sasaran terletak di hulu lembangan Sungai Langat di mana ketinggian dan kecerunan tinggi boleh dijumpai.

Namun, perlu ditekankan bahawa dapatan simulasi tidak memadai, dari segi resolusi spatial, untuk dijadikan penilaian bahaya yang dihadapi komuniti setempat. Seperti dibincangkan di bawah, resolusi yang jauh lebih tinggi diperlukan untuk penilaian bahaya, sebagai contoh DEM beresolusi 5 meter.

Selain itu, pelbagai ciri berkaitan dengan pulangan tempoh hujan, aliran masuk dan senario berhubung keruntuhan tebing perlu dianalisis, dan risiko banjir untuk setiap lokasi grid perlu dinilai untuk mengenalpasti langkah seterusnya.

7.1.4 Apa Yang Telah Kita Pelajari?

- Analisis pelamparan banjir yang disimulasikan menunjukkan bahawa banyak rumah di Kampung Sungai Serai mengalami banjir apabila hujan lebat.
- Selain itu, analisis halaju banjir menunjukkan bahawa terdapat kemungkinan air banjir cukup kuat untuk menyukarkan kebolehan penduduk untuk kekal di rumah ketika banjir, khususnya untuk kejadian banjir yang berlaku di hulu kawasan utama Sungai Langat. Oleh itu, penduduk perlu peka tentang daya air banjir yang mungkin wujud ketika hujan yang sangat lebat.
- Kajian ini menyimpulkan bahawa pelamparan banjir dan pemodelan halaju adalah kaedah sesuai untuk mensimulasikan kajian banjir dan menunjukkan risiko banjir. Namun, kekurangan data DEM resolusi tinggi mengkekang keputusan pemodelan. Dengan data resolusi lebih tinggi, pemodel pada masa akan datang boleh menghasilkan peta bahaya yang lebih bersesuaian untuk komuniti setempat memahami risiko dan berpindah sebelum dilanda bencana.

Dapatan dan Pemerhatian Lain

Perlu ditekankan bahawa tiada teknologi baharu dalam perkaedahan yang dihuraikan di atas, dan perisian canggih percuma seperti HEC-RAS, RRI dan IRIC boleh diakses dengan mudah oleh orang awam. Model yang digunakan boleh dimuat turun melalui laman sesawang dengan manual dan arahan dalam Bahasa Inggeris. Model berdasarkan antaramuka Graphical User dan mudah untuk digunakan.

Oleh itu, boleh dikatakan bahawa simulasi pelamparan banjir tidaklah sesukar seperti dijangka, sebaliknya adalah perkakas analisis yang sering digunakan oleh komuniti sains.

Para pemodel yang akan datang, sama ada daripada sektor awam atau swasta, boleh menilai risiko banjir di peringkat komuniti setempat dengan mempertimbangkan beberapa tempoh pulangan input hujan di samping pelbagai senario keruntuhan tebing. Konsep kemungkinan pelamparan banjir maksimum boleh digunakan sebagai indeks bahaya untuk komuniti.

Namun, adalah mustahil untuk kerajaan tempatan melakukan analisis ini tanpa bantuan daripada pakar, kerana pengalaman luas dalam pemodelan serta pengetahuan hidrologi dan hidraulik diperlukan untuk menggunakan model ini. Oleh itu, universiti serta agensi kerajaan persekutuan dan negeri harus melakukan analisis untuk menyokong aktiviti pengurangan risiko oleh komuniti. Kerajaan persekutuan dan negeri memiliki tanggungjawab besar untuk menghasilkan peta bahaya bagi semua sungai di dalam negara, kerana tugas ini bukan tanggungjawab komuniti setempat. Penduduk harus bertumpu kepada cara menggunakan peta bahaya, dan bukan cara menghasilkan peta bahaya. Oleh itu, kita merumuskan bahawa kaedah yang dibentangkan di sini berdasarkan simulasi angka tidak sesuai untuk pelaksanaan oleh kerajaan tempatan, tetapi sebaliknya adalah tanggungjawab kerajaan persekutuan atau negeri.

7.2 Lokasi 4: Kampung Tok Muda, Kapar

7.2.1 Latar Belakang Lokasi Projek

Kampung Tok Muda terletak di sebelah Sg. Kapar Besar berhampiran bandar Kapar di daerah Klang, di pesisiran pantai Selangor dan sekitar 12 km ke utara Pelabuhan Klang. Kawasan tersebut terletak di sebuah dataran pantai di antara dua lembangan sungai utama di Selangor, iaitu lembangan Sg. Buloh dan Sg. Klang.

Di dataran pantai tersebut, terdapat beberapa sungai kecil yang mengalir melalui perkampungan, pekan-pekan, kawasan perindustrian dan ladang kelapa sawit. Salah satu antaranya adalah Sg. Kapar Besar, yang mengalirkan air dari kawasan kampung khasnya Kampung Tok Muda dan pekan-pekan di sekitar Kapar, kawasan hulu sungai itu seperti Kapar, Bukit Kapar dan Meru. Di sebelah utara kampung ini adalah Kampung Sg. Serdang, manakala Sg. Kapar Besar terletak di sebelah selatan (sila lihat Rajah 54).



Rajah 54: Lokasi Kampung Tok Muda dan KEV di Kapar (peta oleh Openstreetmap)

Kapar Energy Ventures

Mercu tanda yang penting di lokasi ini adalah Kapar Energy Ventures (KEV), penjana elektrik bebas yang bergelar stesen jana kuasa elektrik kedua terbesar di Malaysia, dengan kapasiti penjanaan setinggi 2,420 MW (Rajah 54). KEV adalah satu-satunya stesen jana kuasa elektrik yang memiliki kebolehan membakar tiga jenis bahan api (gas, minyak dan arang batu). Ia terletak di sebelah barat Kampung Tok Muda dan di bahagian hilir Sg. Kapar Besar. Syarikat ini adalah majikan terbesar di Kampung Tok Muda dan kampung berdekatan, Kampung Sg. Serdang.

Ban Pantai

Satu lagi struktur yang penting adalah ban pantai sepanjang 3.5 km di hujung selatan Kampung Tok Muda (Rajah 55). Apabila air pasang melimpahi tebing sungai dan membanjiri kawasan hutan paya yang luas sekitar sungai, ban tersebut menghalang air laut daripada membanjiri kampung, tanah pertanian, dan kawasan sekitar stesen jana kuasa. Ban dibina dan disenggara oleh JPS Negeri Selangor, dengan aras terlaras berukuran 3.0 m sehingga 3.5 m. Ban ini hanya sebahagian kecil daripada ban sepanjang 97 km yang dibina oleh JPS sepanjang pesisiran pantai daerah Klang untuk menjadi benteng pertahanan utama daripada air pasang dan ombak besar, kerana kawasan tanah di kawasan ini umumnya lebih rendah daripada paras air laut sewaktu pasang.



Rajah 55: Rangkaian ban sungai dan pantai di sekeliling Sg. Kapar Besar (peta oleh Openstreetmap)

Namun, kerosakan pada struktur ban sering dipercepatkan akibat penurunan tanah, pencerobohan oleh penduduk tempatan untuk kegiatan perkebunan dan padang ragut lembu, dan juga pembiakan ketam liar di dalam ban. Hutan paya di sepanjang pesisir pantai juga semakin parah akibat aktiviti pembalakan tanpa izin yang mendedahkan ban kepada hakisan pantai atau ombak yang besar. Pesisir pantai di sini diklasifikasikan sebagai Sederhana dalam penilaian risiko hakisan pantai dalam Pelan Fizikal Negara yang ketiga (JPBD, 2016).

Kejadian Banjir Terdahulu

Pada 19 September 2016, ban telah dilimpahi bahkan juga pecah ketika air pasang, menyebabkan air laut mengalir deras ke dalam parit *borrow pit*, seterusnya membanjiri kampung dan ladang kelapa sawit di sekitar Kampung Tok Muda dan Kampung Sg. Serdang (Rajah 56). Walaupun KEV dibina dengan jaminan keselamatan dari sebarang banjir atau kenaikan paras air laut buat tempoh 100 tahun, jalan di kampung yang banjir adalah laluan utama ke KEV, lalu menjelaskan akses kakitangan KEV ke tempat kerja. Di Kampung Tok Muda sendiri, lebih kurang 1,000 penduduk terjejas oleh banjir, disebabkan paras tanah yang rendah.

Berdasarkan maklumat dan laporan banjir oleh JPS Klang, Kampung Tok Muda dan Kampung Sg. Serdang tersenarai oleh JPS sebagai kawasan yang sering dilanda banjir semenjak 2010 dan sehingga 2015, 2016 dan 2017 (sila lihat Rajah 57). Kampung Tok Muda terletak paling hampir dengan ban sungai di bahagian hulu Sg. Kapar Besar, dan pernah dibanjiri ketika air pasang, disebabkan kegagalan ban. Di kawasan sub-tadahan yang sama, Kampung Sg. Serdang sering dilanda banjir setiap kali Kampung Tok Muda dilanda banjir.



Rajah 56: Kawasan dilanda banjir di Kampung Tok Muda ketika fenomena air pasang tinggi pada 2016

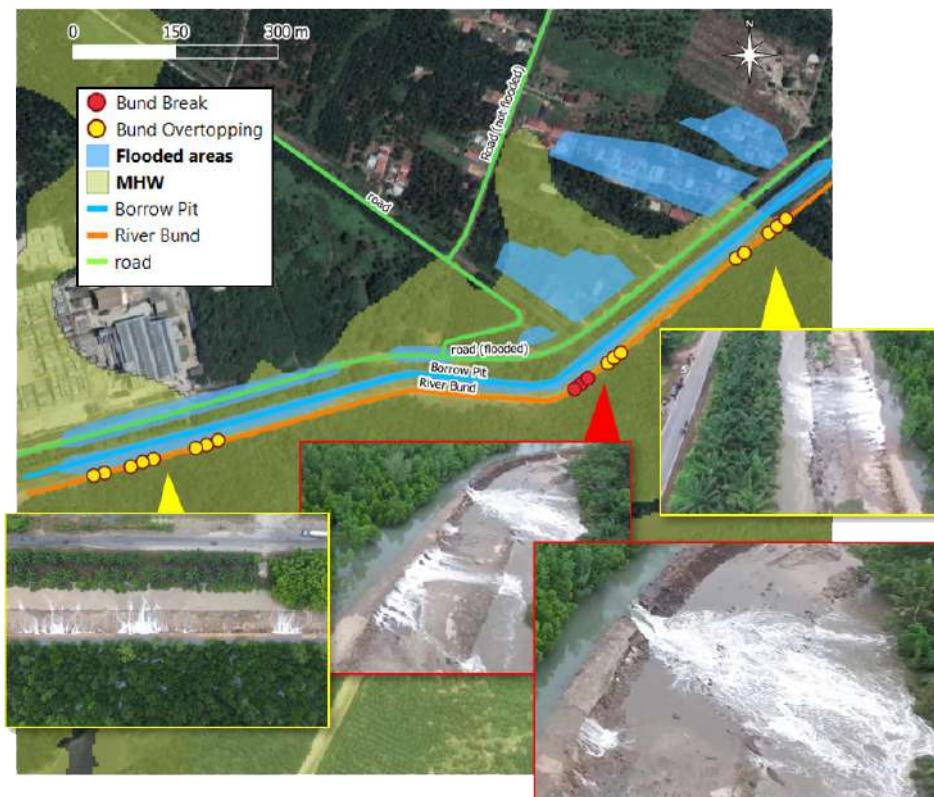


Rajah 57: Kawasan sering dilanda banjir di sub-tadahan Kampung Tok Muda (JPS) (peta oleh Google)

Banjir pada 19 September 2016 dianalisis menggunakan gambar, laporan suratkhabar, rekod air pasang surut dan hujan. Gambar dari udara yang diambil ketika kejadian banjir pula diperoleh daripada SDMU. Data air pasang surut yang di Port Klang diperoleh dari JUPEM manakala JPS menyediakan data hujan diperhatikan dari stesen di Jalan Benteng. Berdasarkan jadual air pasang surut, kegagalan ban berlaku pada sekitar 7:00 AM ketika air pasang. Paras hujan direkodkan sebagai 27 mm, jumlah yang sangat kecil dan tidak sepertinya menyumbang kepada kejadian hujan.

Dari gambar dari udara, Rajah 58 menunjukkan rumah-rumah masih dibanjiri pada jam 10:00 AM. Diperhatikan bahawa air semakin surut, tetapi beberapa kawasan di Kampung Tok Muda masih dibanjiri air yang mencecah paras lutut. Kawasan ini menepati visualisasi banjir ketika paras air pasang purata (MHW) yang dilakukan oleh NAHRIM. Dari perbincangan dengan penduduk tempatan, rumah-rumah tersebut sering yang pertama dilanda banjir pasa masa lalu, dan digunakan sebagai petunjuk amaran awal kepada penduduk lain. Rumah tersebut boleh dikatakan mewakili kawasan pertama yang akan dilanda banjir dan yang terakhir akan pulih seperti biasa.

Rajah turut menunjukkan titik-titik kegagalan sepanjang ban pada 20 September 2016 ketika air pasang pada 7:00 AM. Pada waktu ini, air banjir sudah surut. Namun, air laut kelihatan melimpah dan memecah masuk ban di pelbagai lokasi. Fenomena ini boleh dianggap mewakili kejadian yang menyumbang kepada banjir pada hari sebelumnya. Akibat itu, kampung dilanda banjir lagi pada malam itu. Pada hari itu juga tiada sebarang rekod hujan.



Rajah 58: Pelbagai titik ban diatas dan pecah sepanjang ban sungai di Kampung Tok Muda pada 20 September 7:00 AM. (Gambar oleh SDMU, peta oleh Google Earth)

Peningkatan Paras Laut

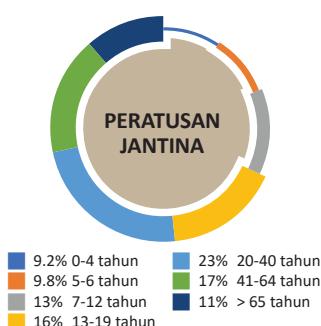
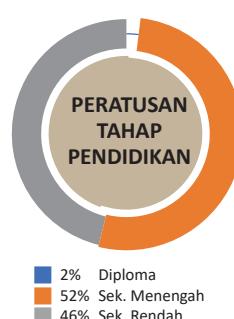
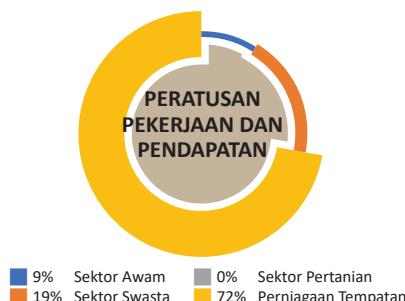
Disebabkan perubahan iklim, peningkatan paras laut juga menjadi ancaman berterusan kepada kawasan pesisir pantai. NAHRIM menerajui kajian tentang peningkatan paras laut di Malaysia. Berdasarkan kajian mereka pada 2010, Selat Melaka menyaksikan peningkatan paras laut sebanyak lebih kurang 3.87 mm/tahun. Kapar diwakili oleh Pelabuhan Klang, yang terletak lebih kurang 12 km ke arah selatan (sila lihat Jadual 7). Berdasarkan unjuran bagi 2020, sebahagian Kampung Tok Muda dan Kampung Sg. Serdang mungkin sudah dibanjiri air laut ketika air pasang purata (MHW). Risiko banjir akan hanya meningkat semakin masa berlalu, selagi paras laut terus meningkat. Ini menunjukkan betapa penting peranan ban dalam melindungi komuniti.

UNJURAN PENINGKATAN PARAS LAUT DI PELABUHAN KLANG (NAHRIM)

TAHUN UNJURAN	2020	2040	2060	2080	2100
Meter (m)	0.057	0.134	0.238	0.358	0.495

Jadual 7: Unjuran peningkatan paras air

7.2.2 Latar Belakang Komuniti



Pekerjaan – Lebih kurang 50% perladangan kelapa sawit dan pertanian, 20% menangkap ikan (sepenuh masa dan separuh masa, untuk sara diri). Yang lain bekerja di KEV dan syarikat yang memberi perkhidmatan sokongan kepada KEV. Beberapa penduduk yang lain bekerja di pelbagai syarikat kecil, syarikat kontraktor dan sebagai peniaga.

Populasi – Laporan terkini menunjukkan sekitar 10,000 penduduk menetap di Kampung Tok Muda. Dari jumlah itu, 6,850 orang tinggal di perkampungan manakala selebihnya di taman perumahan. Dianggarkan 90% populasi berbangsa Melayu, dan 10% berbangsa lain.

Rangkaian Komunikasi – Penduduk tempatan tahu menggunakan Whatsapp dan terdapat resepsi data yang bagus di kawasan ini, maka pengumuman pantas sering menggunakan aplikasi ini.

Pengetahuan Sedia Ada – Pusat Operasi Banjir terletak di tengah-tengah kawasan, di dewan komuniti. Komuniti belum pernah menjalankan drill pemindahan, tetapi kebanyakan penduduk pernah mengalami banjir, dan mengetahui langkah yang perlu diambil apabila banjir berlaku. Beberapa penduduk enggan berpindah meskipun banjir melanda. Ketua-ketua komuniti mengakui betapa pentingnya mendidik komuniti dan meningkatkan kesedaran.

Amalan Sedia Ada – JPS bekerjasama dengan Jabatan Perikanan untuk memberi pemimpin komuniti maklumat, dengan menganjurkan ceramah tentang cara menggunakan Jadual paras air sebagai amaran berjaga-jaga.

Perhubungan Komuniti – KEV tiada perjanjian untuk memberi bantuan, tetapi polisi syarikat adalah untuk membantu komuniti tempatan. Apabila komuniti menganjurkan program, KEV membantu dengan sokongan bagi kehadiran dan mungkin bantuan kewangan, sebagai aktiviti tanggungjawab sosial korporat. KEV pernah membantu dengan meminjamkan kenderaan SUV untuk operasi pemindahan di jalan yang banjir, makanan dan bekalan keperluan. KEV juga pernah membantu operasi mencuci selepas banjir tamat.

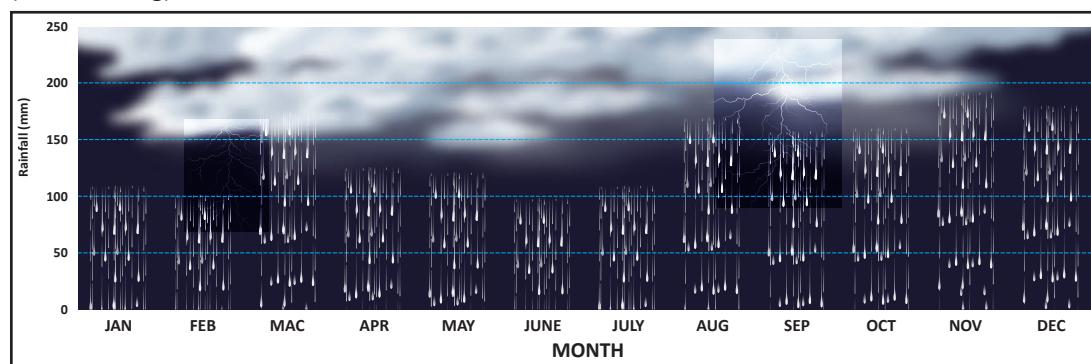
Kebimbangan – Penduduk lebih bimbang tentang air pasang tinggi berbanding hujan lebat.

7.2.3 Analisis Risiko Menggunakan Pendekatan Berasaskan Sains

Objektif analisis adalah menghasilkan peta bahaya banjir berdasarkan maklumat dan data yang terdapat tentang lokasi yang dicadangkan. Data tentang kejadian banjir yang lalu, kegagalan/pelanggaran ban, bukti visual yang diperoleh ketika banjir, data air pasang surut dan hujan pada jangka masa panjang dan ciri-ciri geografi kawasan digunakan untuk mengenalpasti senario kejadian banjir mungkin dan menghasilkan visualisasi kejadian banjir. Maklumat tentang banjir diperoleh daripada JPS dan SDMU. SDMU turut memberikan gambar banjir yang diambil dari udara. JUPEM memberikan data air pasang surut diperhatikan, manakala JPS Selangor memberikan rekod hujan dan maklumat tentang ban. Geomapping Technology Sdn. Bhd. dan SDMU memberikan model paramuka berdigit (DSM) untuk beberapa lokasi utama di kawasan projek. Perisian QGIS digunakan untuk membina pangkalan data GIS dan memproses data spatial. Imej satelit dan peta dasar diperoleh daripada Google Earth, Google Maps dan Openstreetmap.

Langkah 1: Ciri-ciri Hujan Jangka Masa Panjang

Untuk mengenalpasti bulan yang menerima hujan yang lebih tinggi, data cerapan hujan jangka masa panjang perlu dianalisa. Data yang diperoleh adalah hujan yang direkod oleh stesen JPS 3013002 di Jalan Benteng berhampiran Kampung Tok Muda selama 11 tahun (Januari 2008 sehingga Disember 2018) dan diselidik untuk mengenalpasti pola hujan. Berdasarkan data, purata jumlah hujan tahunan adalah 1827 mm. Purata jumlah hujan bulanan (Rajah 59) pula menunjukkan lebih banyak hujan pada November dan Disember (musim basah), sebaliknya kurang hujan pada Januari-Februari dan Jun-Julai (musim kering).



Rajah 59: Purata hujan bulanan dari 2008 sehingga 2018

Berdasarkan dapatan ini, penduduk tempatan perlu berjaga-jaga pada bulan November dan Disember. Meskipun Kampung Tok Muda dilanda banjir bukan semata-mata disebabkan hujan lebat, hujan boleh memudaratkan situasi jika berlaku kemasukan air laut akibat kegagalan ban yang mungkin berlaku bila-bila sahaja sepanjang tahun.

Langkah 2: Analisis Visual Geografi

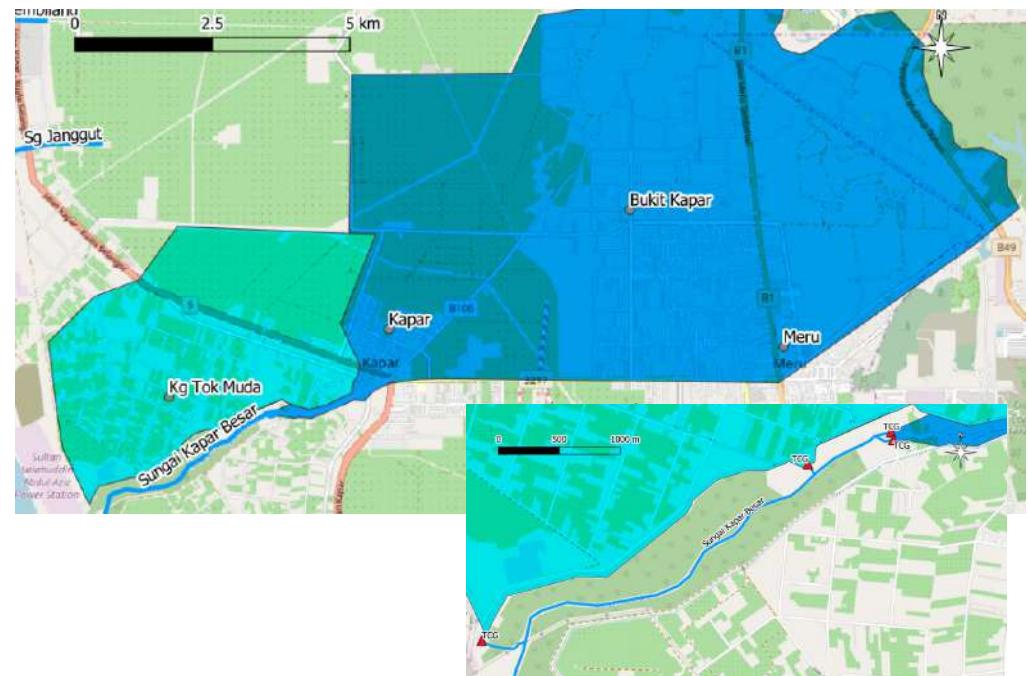
Untuk lebih memahami geografi kawasan, pangkalan data spatial ditubuhkan menggunakan GIS. Unjuran UTM ZONE 47N digunakan untuk projek. Imej satelit daripada Google menjadi peta dasar visual kawasan, manakala GoogleMaps dan Openstreetmap membolehkan pengenalpastian ciri-ciri seperti jalan dan guna tanah. Garis kontur dataran tinggi daripada Openstreetmap menyediakan maklumat tentang paramuka dan batas kawasan tадahan. Imej dari udara yang diberikan oleh SDMU memberi perspektif tambahan tentang geografi.

Kawasan di sekeliling Kampung Tok Muda adalah dataran lapang yang dipenuhi ladang kelapa sawit dan kampung, dan mudah diakses oleh rangkaian jalan. Jalan-jalan utama melalui kampung dan kawasan perindustrian disaluti asfalt, tetapi laluan perkhidmatan melalui ladang kebanyakannya adalah jalan tanah yang ditinggikan paras, dan turut menandakan perimeter kawasan ladang yang berbeza-beza. Beberapa jalan tanah ini terletak sepanjang sungai dan pesisir pantai dan berfungsi sebagai ban sungai dan pantai (Rajah 60) yang menghalang aliran masuk air ketika air pasang yang turut membolehkan kawasan diakses ketika banjir.



Rajah 60: Ban, parit ‘borrow pit’ dan jalan di pesisir sungai bersebelahan dengan Kampung Tok Muda (Gambar oleh SDMU).

Terdapat parit yang terletak di sepanjang ban dan dikenali sebagai lubang tanah pinjam atau ‘borrow pit’ untuk menyalirkkan air ribut dan menjadi tempat simpanan sementara jika ban dilimpahi atau gagal ketika air pasang tinggi. Disebabkan lokasi di dataran pesisir pantai yang lapang, perbatasan lembangan anak sungai ditandakan oleh rangkaian pengairan/saliran buatan manusia dan jalan berparas tinggi. Rajah 60 menunjukkan kawasan tadahan mungkin di Sg. Kapar Besar berdasarkan rangkaian saliran Sg. Kapar Besar yang meliputi Kampung Tok Muda melalui Bukit Kapar sehingga hujung perbatasan lembangan hulu Sungai Buloh.



Rajah 61: Sub-tadahan Sg. Kapar Besar dan pagar kawalan air pasang surut (Openstreetmap)

Daripada pemerhatian ini, boleh disimpulkan bahawa sebarang aktiviti hujan lebat yang melampau dari Bukit Kapar dan Meru di bahagian hulu sungai tidak dijangka menjelaskan Kampung Tok Muda secara langsung dengan banjir air ribut, tetapi boleh mempengaruhi aliran dan paras air Sg. Kapar Besar.

Langkah 3: Kenalpasti Senario Banjir

Ketika air surut, mustahil berlaku banjir di Kampung Tok Muda. Pada waktu air pasang, terdapat beberapa senario yang mungkin menyebabkan banjir di Kampung Tok Muda. Tetapi, banjir disebabkan kegagalan ban dan paras ban yang diatasi menjadi kebimbangan utama kerana ini pernah berlaku dua kali dalam tempoh dua tahun, iaitu pada 2016 dan 2018.

Senario 1: Kegagalan Pagar Kawalan Air Pasang Surut

Air pasang purnama
– dikenali juga sebagai *spring tide* atau air pasang perban ialah keadaan pasang surut yang paling besar sewaktu bulan purnama dan anak bulan yang disebabkan oleh daya tarikan bulan dan matahari yang bertindak pada arah yang sama.

Extreme High Water (EHW) atau Air Pasang Tertinggi ialah paras laut tertinggi yang dicapai di dalam sesuatu tahun. **Extreme Low Water (ELW)** adalah paras terendah yang dicapai di dalam sesuatu tahun.

Mean High Water Springs (MHWS) atau Air Pasang Perban Min ialah purata ketinggian sepanjang tahun di antara dua ketinggian air pasang yang berlaku berturut-turut untuk tempoh 24 jam apabila had air pasang surut adalah maksimum. Keadaan ini berlaku apabila bulan di dalam fasa penuh atau baru.

Ketika air pasang, pintu kawalan air pasang surut (TCG) yang diuruskan oleh JPS ditutup untuk mengelakkan aliran masuk air laut. Apabila TCG ditutup, kampung dilindungi oleh ban. Jika TCG gagal ditutup, air laut akan membanjiri kampung kerana paras ketinggian kampung lebih rendah daripada purata air pasang, terutama sekali apabila air pasang tinggi. Oleh itu, ban wujud untuk mengelakkan banjir. Hujan lebat juga mengurangkan kapasiti simpanan air di kawasan sekitar dan meningkatkan kemungkinan berlaku banjir.

Senario 2: Kegagalan/Kepecahan Ban

Meskipun TCG ditutup, kegagalan di ban boleh menyebabkan banjir air laut, khususnya selepas hujan lebat atau air pasang tinggi. Kegagalan ban di beberapa titik direkodkan pada 16 September 2016, ketika air pasang purnama. Air laut muncur masuk, pantas memenuhi lubang peminjam dan mengatasi tebing sisi dan jalan, kemudian membanjiri Kampung Tok Muda dan Kampung Sg. Serdang.

Senario 3: Ban Dilimpahi air

Walaupun TCG dan ban mampu menahan aliran air pasang, hujan lebat di Kampung Tok Muda menghasilkan air ribut yang berlebihan dan berkumpul di belakang pagar, menyebabkan banjir akibat pengolaman. Maka, setiap TCG dilengkapkan dengan pam untuk menyalurkan air ke dalam sungai dan seterusnya ke laut. Kebanyakan pam di TCG berfungsi secara automatik oleh sensor, atau oleh pengendali tempatan. Amat penting untuk pam berfungsi dengan elok ketika hujan lebat atau air pasang tinggi.

Scenario 4: Hujan Lebat dan Kegagalan Pam

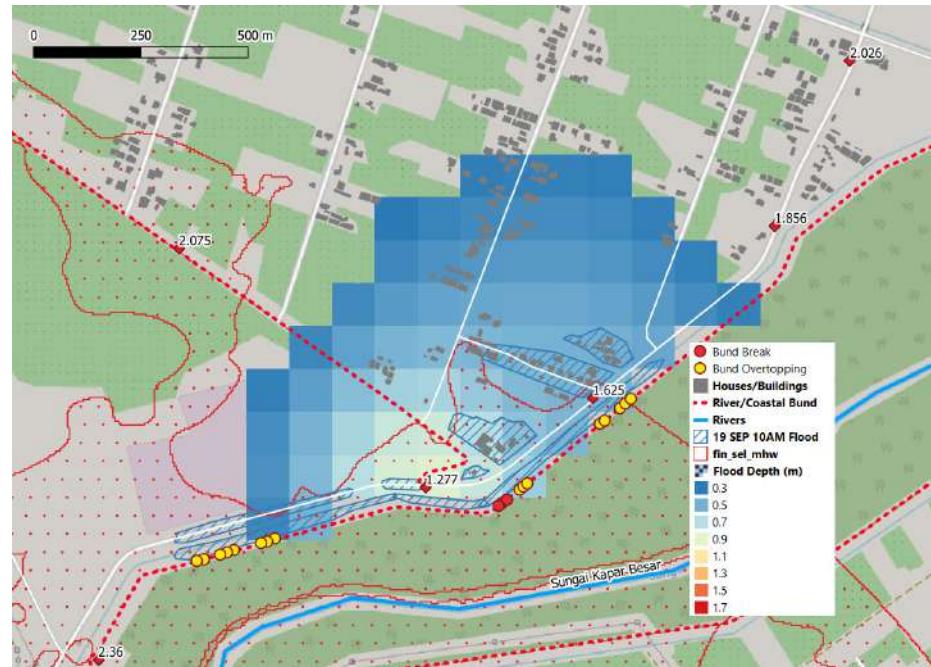
Oleh kerana TCG harus ditutup semasa berlaku air pasang, hujan yang terlalu lebat di Kampung Tok Muda berkemungkinan menghasilkan air larian yang berlebihan dan bertakung di pintu air, seterusnya mampu melimpah tebing sungai dan mengakibatkan banjir. Oleh itu, setiap TCG dilengkapi pam air untuk menyalurkan air merentasi pintu air yang tertutup ke sungai menghala ke laut. Kebanyakan pam air tersebut berfungsi secara automatik menggunakan sensor atau dikawal operator tempatan. Pam yang berkebolehan tinggi dan berfungsi dengan baik adalah penting khasnya semasa berlaku hujan lebat dan air pasang tinggi secara serentak.

Analisis Visualisasi Banjir

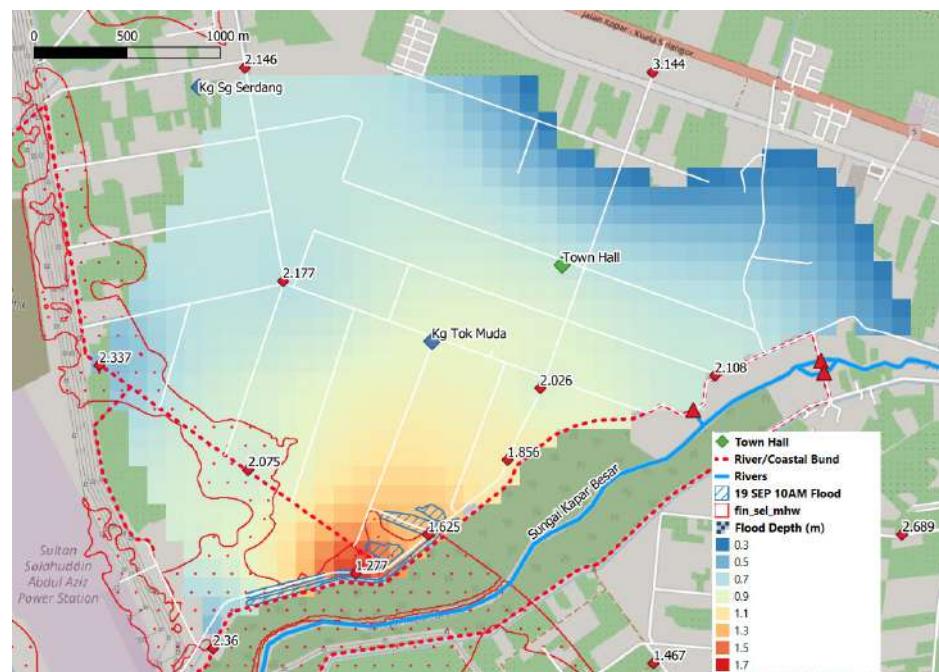
Untuk memperoleh data ketinggian tanah am di sekitar lokasi, kawasan projek dikaji ukur menggunakan Sistem Kinetik Masa Sebenar (RTK) yang dihubungkan kepada Sistem Satelit Navigasi Global (GNSS) melalui MyRTKnet yang dikelola oleh JUPEM. Data dan koordinat ketinggian diperoleh daripada beberapa titik di serata kawasan, kebanyakannya di tepi jalan di tanah lapang. Titik-titik ini mewakili ketinggian kampung dan ladang berdekatan, memandangkan kawasan ini kebanyakannya dilitupi dataran lapang yang rendah. Kaedah yang dikenali sebagai “interpolasi” digunakan untuk memperoleh sampel purata/wakil ketinggian di antara titik-titik yang diketahui. Penjelasan lebih terperinci tentang bagaimana DEM dihasilkan disertakan di Lampiran B, Nota Teknikal. Berdasarkan data air pasang surut daripada JUPEM, air pasang surut atau air tinggi ekstrim (EHW) yang tertinggi direkodkan sebanyak 2.89 NGVD, manakala purata air pasang perban (MHWS) tertinggi pula adalah 2.146 m NGVD. Nilai-nilai ini masing-masing menandakan nilai air pasang surut tertinggi yang mungkin dan air pasang lazim yang tertinggi.

Berdasarkan DEM yang dihasilkan menggunakan nilai ketinggian interpolasi, peta bahaya banjir direka menggunakan visualisasi GIS di Rajah 62 dan Rajah 63. Berdasarkan nilai air pasang surut semasa MHWS, nilai DEM dihitung untuk menghasilkan peta kedalaman banjir yang memaparkan visualisasi mana-mana kawasan DEM yang dibanjiri air setinggi 0.3 m atau lebih.

Tetapi, ini mengandaikan air pasang surut mempunyai banyak masa untuk melalui ban yang gagal. Jika berlaku kegagalan ban dan pencerobohan air laut, kapasiti penyimpanan yang dipenuhi air hujan lebat yang terdahulu mungkin mempercepatkan kebanjiran. Peta banjir ini juga berdasarkan hanya DEM interpolasi. Yang tidak mengambil kira sistem pengairan dan saliran yang boleh mengagihkan air banjir ke lokasi yang lebih jauh dan mengurangkan kebanjiran. Kedalaman 0.3 m dipilih sebagai batas banjir kerana terdapat pelbagai struktur yang berada pada ketinggian 0.2 m seperti jalan tinggi, tingkat bawah di dalam rumah, atau sekadar bonggol dan lubang di atas tanah.



Rajah 62: Visualisasi kawasan yang mungkin dibanjiri air setinggi 0.3 m atau lebih ketika MHWS jika berlaku kegagalan ban.



Rajah 63: Visualisasi kawasan yang mungkin dibanjiri air setinggi 0.3 m atau lebih ketika EHW jika berlaku kegagalan ban.

Rajah 63 ialah peta bahaya banjir divisualisasi berdasarkan paras air pasang surut EHW, menunjukkan kawasan banjir yang lebih besar dan mencecah Kampung Sg. Serdang. Namun begitu, ini mengandaikan air pasang surut memiliki masa yang tidak terhad untuk mengalir melalui ban gagal/pecah. DEM yang digunakan untuk visualisasi ini juga hanya anggaran kasar kawasan. Kawasan yang diliputi DEM juga terhad. Namun, mengikut wawancara dengan komuniti, diketahui bahawa Kampung Sg. Serdang juga pernah dilanda banjir pada masa lalu, bersama-sama Kampung Tok Muda. Dewan komuniti di Kampung Tok Muda digelar selamat daripada banjir dan dijadikan pusat pemindahan untuk komuniti yang terjejas. Selain itu, tiada maklumat mencukupi tentang kejadian banjir yang berlaku tepat pada EHW, yang boleh digunakan untuk mengesahkan kemungkinan ini.

7.2.4 Apa Yang Telah Kita Pelajari?

Dapatan utama di kawasan projek ini adalah:

- Ban turut terdedah kepada hakisan dan perlu disenggara dengan berterusan. JPS menjalankan senggaraan berkala di struktur ban, supaya ketinggian ban dikekalkan. Tetapi, perkongsian oleh penduduk yang disahkan oleh JPS menyatakan bahawa keutuhan ban dijejas beberapa lama selepas sarang ketam berkembang di serata ban. Ini kemudian membolehkan air untuk meresap dan menggalakkan hakisan berikutan air pasang surut yang sering berubah-ubah. Meskipun paras air tinggi disebabkan air pasang surut yang lebih tinggi dan hujan lebat tidak semestinya menyebabkan ban diatasi, tekanan yang lebih disebabkan ke atas ban dan menyumbang kepada kegagalan/kepecahan.
- Meskipun ban dibaikpulih selepas banjir, risiko kegagalan ban pada masa depan masih wujud, kerana aktiviti ketam ialah fenomena semulajadi di luar kawalan dan mustahil untuk dikawal. Namun, ketika air pasang, resapan air ke dalam ban dapat diperhatikan dan boleh dikenalpasti sebagai tanda-tanda kegagalan ban yang mungkin, seperti dilihat di Rajah 64.
- Dari permerhatian ini, boleh disimpulkan bahawa banjir di Kampung Tok Muda mungkin menyumbang kepada paras air tinggi yang disebabkan hujan lebat, air pasang tinggi dan ombak kuat yang berlaku serentak. Meskipun fenomena ini tidak semestinya menyebabkan air melimpah dan mengatasi ban, kuasa hidrodinamik yang disebabkan mungkin menjelaskan struktur ban sungai yang mungkin sudah dilemahkan oleh aktiviti ketam. Maka, adalah penting untuk mengenalpasti masa dengan kebarangkalian paling tinggi untuk hujan lebat dan air pasang tinggi untuk berlaku serentak.
- Peta tiga dimensi menyediakan visualisasi yang bagus untuk menyampaikan maklumat tentang bahaya banjir di kawasan ini. Tetapi, DEM resolusi tinggi diperlukan untuk membolehkan analisis dengan tahap keyakinan yang lebih tinggi.
- Data yang diperlukan untuk menjalankan analisis visual ke atas kawasan projek adalah:
 - Kejadian banjir lalu
 - Kegagalan atau kepecahan ban
 - Bukti visual yang diperoleh ketika banjir
 - Data jangka masa panjang air pasang surut dan hujan
 - Ciri-ciri geografi kawasan
 - Gambar yang diambil dari udara
 - Maklumat Ban
 - Model Permukaan Berdiggit (DSM) resolusi tinggi)
- Perisian yang diperlukan adalah:
 - Google Earth
 - QGIS/ArcGIS



Rajah 64: Resapan air dan kegagalan kecil ketika air pasang tinggi sebagai tanda-tanda awal kepecahan tanah

Dapatan Lain dan Ulasan

Kajian ini ingin menekankan bahawa kajian saintifik sangat bergantung kepada kebolehdapatan data dan maklumat. Sebelum ini, kejadian banjir di Kampung Tok Muda belum pernah disiasat dengan mendalam. Bukan sahaja itu, data saintifik dari kawasan ini juga sangat terhad. Meskipun begitu, kajian saintifik lanjutan diperlukan untuk mengenalpasti kawasan berisiko tinggi. Meskipun kajian adalah penting untuk mitigasi struktur, mitigasi bukan berstruktur juga penting dan perlu didalaminya dengan harapan boleh dilaksanakan oleh komuniti.

Terdapat pelbagai jenis kajian yang boleh dijalankan di Kampung Tok Muda pada masa hadapan dan dapat menghasilkan visualisasi banjir kepada komuniti bagi meningkatkan kesedaran dan menggalakkan tindakan. Untuk visualisasi banjir yang terperinci, DEM resolusi tinggi penting untuk mengenalpasti rumah atau kawasan yang berisiko dilanda banjir. Walaupun fotogrametri menggunakan pesawat udara tanpa pemandu hanya boleh meliputi sebahagian kecil tanah pada resolusi tinggi, menggunakan pesawat udara tanpa pemandu dengan sayap tetap atau LiDAR untuk merekodkan ketinggian, mungkin membolehkan DEM untuk dihasilkan pada skala lebih besar.

Pemodelan banjir hidrodinamik turut boleh dilakukan tetapi memerlukan data sebenar yang direkod seperti data hujan, data air pasang surut dan data aliran sungai khususnya ketika kejadian banjir. Kajian kenaikan paras laut juga wajar dijalankan di kawasan pedalaman, untuk melihat kesan di kawasan sekeliling. Namun begitu, ketiadaan kajian saintifik lanjutan tidak seharusnya menghalang kegiatan mitigasi bukan berstruktur dan kesedaran dalam kalangan komuniti.

Ringkasan Kawasan Berisiko

ULU KLANG, DAERAH GOMBAK

DATA YANG DIGUNAKAN:
Data LiDAR resolusi tinggi, ortofoto berkualiti tinggi

SUMBER:
Portal NATSIS, Jabatan Mineral dan Geosains (Projek Pemetaan Bahaya & Risiko Cerun [PBRC])

KAEDAH:
Analisis berdasarkan visual berdasarkan penginderaan jauh dan GIS menyediakan pembangkitan spatial untuk tanah runtuh pada masa akan datang, dengan ciri-ciri geodinamik dan

ciri-ciri diagnostik tanah runtuh ditandakan dengan jelas.

DAPATAN:
Paramuka topografi, apabila dibotakkan tumbuh-tumbuhan dan litupan hutan sepenuhnya, cenderung kepada tanah runtuh dengan banyak lot perumahan kelihatan (ditinggalkan) di bawah cerun. Ini juga menunjukkan rekabentuk dan pembinaan cerun pada masa lalu yang separuh rosak dengan cara retrogradatif.

BATU 14, DAERAH HULU LANGAT

DATA YANG DIGUNAKAN:
Data LiDAR dari udara, imej satelit resolusi tinggi

SUMBER:
Portal NATSIS, Jabatan Mineral dan Geosains (Projek Pemetaan Bahaya & Risiko Cerun [PBRC])

KAEDAH:
Analisis berdasarkan visual yang berpandukan penginderaan jauh dan ciri-ciri diagnostik tanah runtuh GIS.

DAPATAN:
Topografi beralun di kawasan projek

mendedahkan kawasan yang terdedah kepada darjah kerentenan yang tinggi kepada tanah runtuh pada masa akan datang. Di kebanyakan kawasan, gangguan pada tanah yang wujud adalah meluas antaranya adalah cerun dipotong, platform dan kawasan diisi tanah.

Selepas beberapa lama, ini mungkin degradasi dan menyumbang kepada tanah runtuh pada masa akan datang.

KAMPUNG SG. SERAI, DAERAH HULU LANGAT

DATA YANG DIGUNAKAN:
Peta dasar GIS, lapisan DEM, tindihan atas rangkaian sungai, data hidrologi (paras air, aliran sungai, data hujan, keratan rentas)

SUMBER:
JPS untuk data hidrologi, HydroSHEDS (USGS) untuk DEM, 'Universal Transverse Mercator' untuk GIS

KAEDAH:
Model hujan-air larian berdasarkan fizikal dan model pelampanan banjir

DAPATAN:
Banyak rumah di sekeliling kawasan sasaran dibanjiri, menunjukkan hubung kait yang kuat antara pelampanan banjir dan kedudukan rendah, kerana air mengalir dari kawasan tinggi ke kawasan rendah disebabkan daya tarikan graviti. Kuasa hidrodinamik (aliran sungai) yang kuat boleh menjadi ancaman kepada penduduk.

KAMPUNG TOK MUDA, DAERAH KLANG

DATA YANG DIGUNAKAN:
Peta dasar GIS, ukur tanah RTK, DSM resolusi tinggi di sekeliling ban, rangkaian sungai, data hujan, data air pasang surut, imej dari udara.

SUMBER:
JPS untuk maklumat hujan dan ban, JUPEM untuk air pasang surut, SDMU untuk imej dari udara, GMT untuk DSM, NAHRIM untuk unjuran SLR

KAEDAH:
Pemerhatian di lapangan dan dari gambar, pemerhatian geografi, analisis hujan dan air

pasang surut, visualisasi berdasarkan GIS

DAPATAN:
Kawasan pertama untuk dibanjiri adalah kawasan paling dekat dengan ban dan juga lebih rendah daripada paras air pasang tinggi purata. Pencegahan banjir sangat bergantung kepada ban yang mempunyai struktur terjejas oleh aktiviti ketam dan juga berisiko gagal ketika air pasang tinggi. Resapan air ketika air pasang tinggi boleh dilihat dan mungkin menjadi tanda awal kegagalan ban

Pemerhatian dalam Menangani Risiko Bencana

Beberapa pemerhatian telah dibuat sepanjang penghasilan Laporan Risiko Bencana, dan harus dikongsi kepada pihak berkepentingan yang terlibat dengan aktiviti komunikasi risiko berasaskan sains bersama komuniti, khasnya badan kerajaan diperingkat tempatan, daerah dan negeri, serta ketua-ketua komuniti. Ini adalah sebahagian daripada aktiviti yang berkait secara langsung dengan Keutamaan Tindakan 1 dalam Rangka Kerja Sendai iaitu Memahami Risiko Bencana. Pemerhatian ingin menekankan kekangan dan cabaran dalam menjalankan pelbagai aktiviti tersebut.

PEMERHATIAN 1: KEBOLEHDAPATAN DATA

- a. **Data yang diperlukan untuk analisis risiko bencana adalah terhad.** Data untuk tujuan DRR tiada akibat kekurangan sumber untuk pengumpulan atau penyusunan, atau tidak boleh diakses disebabkan tukar ganti pekerja. Terdapat keperluan segera untuk menghimpun data bagi membolehkan akses, kegunaan dan pengedaran yang mudah.
- b. **Data dikumpul tetapi tidak digunakan secara berkesan.** Data yang dikumpulkan kadang kala tidak digunakan untuk tujuan DRR dengan berkesan. Jumlah data yang banyak dikumpul dan disimpan oleh barisan agensi, tetapi tidak dimanfaatkan bagi pengurangan risiko bencana.
- c. **Pembangunan kapasiti untuk memahami data dan kepentingan data.** Kerajaan tempatan dan agensi pengurusan bencana perlu belajar cara menggunakan peta bahaya dan risiko untuk menyampaikan hal risiko kepada pelbagai pihak berkepentingan. Ini boleh dicapai melalui latihan, perkongsian ilmu, dan kolaborasi bersama universiti dan institut penyelidikan dengan penekanan ke atas penggunaan peta bahaya dan risiko bagi tujuan pengurangan risiko bencana.
- d. **Pelaburan untuk pemerolehan data.** Pelaburan dalam pengumpulan serta penggunaan data diperlukan untuk mencetus inovasi. Ini memerlukan penggunaan teknologi tinggi dan kaedah lanjutan untuk mengumpul data berkualiti bagi tujuan pemetaan resolusi tinggi. Turut diperlukan adalah pengaplikasian data untuk membina penyelesaian berinovasi bagi tujuan penerangan dan pengurangan risiko bencana.
- e. **Landasan untuk perkongsian data diperlukan.** Akses kepada data adalah unsur kritikal untuk perkakas komunikasi berasaskan sains seperti peta bahaya dan risiko. Data untuk kegiatan pemodelan dan penggambaran perlu disediakan untuk membantu pengurus risiko bencana. Landasan untuk perkongsian data diperlukan.

PEMERHATIAN 2: KEPERLUAN MENGHASILKAN PETA BAHAYA

- a. **Peta bahaya dan risiko membantu pihak kerajaan untuk mengutamakan cerun berisiko tinggi bagi tujuan pengurangan atau pemberkaliuan.** Peta bahaya dan risiko membantu untuk mengenalpasti kawasan yang memerlukan pemberkaliuan segera. Agensi-agensi kerajaan kemudian boleh merangka langkah serta keutamaan dalam bidang DRR.
- b. **Kerajaan persekutuan dan negeri bertanggungjawab untuk mengenalpasti risiko menggunakan sains.** Kedua-dua kerajaan persekutuan dan negeri mempunyai tanggungjawab besar untuk membina peta bahaya dan risiko untuk kawasan di mana banjir atau tanah runtu sering terjadi, kerana tanggungjawab ini bukan hanya di bahu kerajaan tempatan. Buat masa sekarang, peta bahaya selalunya dihasilkan untuk tujuan langkah-langkah pengurangan. Namun, peta yang dihasilkan boleh digunakan untuk kerja-kerja penerangan risiko kepada pemimpin dan komuniti setempat.
- c. **Peta bahaya perlu dikemaskini berikutan guna tanah dan kaedah mitigasi yang berubah-ubah.** Pihak berkuasa tempatan dan perancang perlu mengemaskini peta bahaya, kerana profil bahaya dan risiko berubah akibat perubahan dalam guna tanah dan kaedah mitigasi yang mungkin meningkatkan atau mengurangkan tahap risiko. Ini perlu dilakukan oleh pihak kerajaan tempatan.
- d. **Kaedah penilaian bahaya dan risiko tanah runtu dan banjir perlu diseragamkan.** Wujud pelbagai kaedah sedia ada untuk menjalankan penilaian risiko banjir dan tanah runtu. Ini mungkin menyebabkan kekurangan saling kendali dan keserasian antara sistem dan kaedah yang berbagai-bagai. Kaedah yang seragam diperlukan.



PEMERHATIAN 3. KOMUNIKASI RISIKO DIPERLUKAN

- a. **Pakar bahaya untuk mengajar komuniti cara membaca dan menggunakan peta bahaya.** Terdapat jurang yang begitu besar antara pakar bahaya dan komuniti setempat, dan adalah amat penting untuk mempertimbangkan cara menggunakan peta bahaya dan menunjukkan peta tersebut kepada komuniti. Peta seharusnya mudah untuk difahami oleh penduduk, tetapi turut perlu menyampaikan mesej yang cukup kukuh untuk membolehkan penduduk berpindah dan mengambil tindakan.
- b. **Menggunakan peta bahaya untuk menyangkal tanggapan dan andaian tersilap oleh komuniti tentang cerun.** Adalah amat penting untuk penduduk memahami bahawa kawasan yang dianggap berbahaya tinggi boleh dimitigasi dan juga diturun gred kepada bahaya sederhana atau rendah, melalui langkah mitigasi atau kejuruteraan. Ini perlu untuk menyangkal andaian dan tanggapan salah oleh komuniti tentang cerun, yang disebabkan oleh kekurangan maklumat atau pemahaman tentang risiko cerun.
- c. **Sistem amaran awal perlu digunakan di kawasan risiko tinggi.** Peta bahaya dan risiko membantu untuk mengenalpasti kawasan risiko tinggi. Dalam situasi apabila kawasan risiko tinggi tidak boleh dipulihara akibat kekangan sumber atau kewangan, sistem amaran awal boleh memainkan peranan dengan berkesan.
- d. **Kerajaan perlu berkongsi peta untuk tujuan DRR.** Peta bahaya dan risiko berguna untuk menyampaikan maklumat tentang risiko bencana. Peta menunjukkan kemungkinan bahaya, membantu meningkatkan kesedaran dalam kalangan pihak berkepentingan, dan menggalakkan komuniti dan kerajaan tempatan untuk mengambil langkah bersedia dan mitigasi. Peta juga boleh menandakan lokasi dan laluan pemindahan untuk digunakan dalam situasi kecemasan berkaitan bencana. Untuk kegunaan tersebut bagi menjamin keselamatan komuniti, pihak berkuasa tempatan dan negeri disyorkan untuk menyampaikan maklumat risiko menggunakan peta yang dikawal dan tertumpu kepada kawasan setempat sahaja.
- e. **Landasan industri diperlukan untuk menyeragamkan istilah.** Wujud perbezaan istilah berhubung bencana antara bidang sains dan teknikal yang berbeza. Perbezaan dalam takrifan di peta bahaya dan risiko menandakan bahawa takrifan standard diperlukan untuk kegunaan merentasi bidang. Landasan mungkin untuk penyeragaman ialah badan pelbagai disiplin di peringkat kerajaan yang dikenali sebagai Jawatankuasa Antara Kerajaan bagi Pengurusan Cerun (ICMS), yang terdiri daripada pegawai kanan kerajaan dari pelbagai jabatan dan agensi untuk membincangkan, menyelesaikan dan membina standard berhubung hal berkaitan pengurusan cerun di dalam negara.

LAMPIRAN

Lampiran A. Ahli Pasukan Laporan Risiko Bencana

Pasukan Pengurusan dan Teknikal



Dr. Takako Izumi

Profesor Madya

Institut Penyelidikan Antarabangsa Sains Bencana (IRIDeS)

Universiti Tohoku, Jepun

Pengarah

Program Pelbagai Bahaya APRU

Pengurus Projek

Program Usaha Sama Jepun



Dr. Shohei Matsura

Pakar JICA, Profesor Madya Pelawat

Pusat Pencegahan dan Persediaan Bencana

Institut Teknologi Antarabangsa Malaysia-Jepun (MJIIT)

Universiti Teknologi Malaysia (UTM), Kuala Lumpur

Malaysia

Penasihat Projek

Program Usaha Sama Jepun



Eriko Motoyama

Penyelaras Projek di Pejabat Malaysia

Institut Penyelidikan Antarabangsa Sains Bencana (IRIDeS)

Universiti Tohoku, Jepun

Ketua Pembangunan Kandungan

Program Usaha Sama Jepun



Dr. Khamarrul Azahari bin Razak

Felo Penyelidikan

Jabatan Kejuruteraan

Fakulti Teknologi dan Informatik Razak

Pusat Pencegahan dan Persediaan Bencana

Institut Teknologi Antarabangsa Malaysia-Jepun (MJIIT)

Universiti Teknologi Malaysia (UTM), Kuala Lumpur

Person-In-Charge UTM KL

Pakar Tanah Runtuh Projek

Program Usaha Sama Jepun



Dr. Shuji Moriguchi

Profesor Madya

Unit Kajian Pembinaan Semula Wilayah dan Bandar

Kejuruteraan Keselamatan Komputasi

Institut Penyelidikan Antarabangsa Sains Bencana (IRIDeS)

Universiti Tohoku, Jepun

Pakar Tanah Runtuh Projek

Program Usaha Sama Jepun



Dr. Shuichi Kure

Profesor Madya

Jabatan Kejuruteraan Alam Sekitar

Universiti Negeri Toyama, Jepun

Pakar Banjir Projek

Program Usaha Sama Jepun



Ir. Dr. Mohamad Hidayat bin Jamal

¹Sekolah Kejuruteraan Awam, Fakulti Kejuruteraan

2Pusat Kejuruteraan Pantai dan Lautan (COEI),

Institut Penyelidikan Persekitaran Lestari (RISE)

Universiti Teknologi Malaysia, Johor Bahru

Pakar Banjir Projek

Program Usaha Sama Jepun



Luqman bin Md Supar

Sokongan Projek (Pejabat Malaysia)
 Institut Penyelidikan Antarabangsa Sains Bencana (IRIDeS)
 Universiti Tohoku, Jepun
Pemodel Banjir Projek
Program Usaha Sama Jepun



Dr. Khairul Hisyam bin Kamarudin

Jabatan Kejuruteraan
 Fakulti Teknologi dan Informatik Razak
 Universiti Teknologi Malaysia (UTM) Kuala Lumpur
 Malaysia
Pakar Sains Sosial Komuniti
Program Usaha Sama Jepun



Dr. Rozaimi bin Che Hasan

Jabatan Kejuruteraan
 Fakulti Teknologi dan Informatik Razak
 Universiti Teknologi Malaysia (UTM) Kuala Lumpur
 Malaysia
Pakar Analitik Data
Program Usaha Sama Jepun



Dr. Faizah binti Che Ros

Institut Teknologi Antarabangsa Malaysia-Jepun (MJIIT)
 Universiti Teknologi Malaysia (UTM), Kuala Lumpur
 Malaysia
Pakar Banjir Projek
Program Usaha Sama Jepun



Ahmad Fairuz bin Mohd Yusof

Ketua
 Unit Pengurusan Bencana Selangor (SDMU)
 Kerajaan Negeri Selangor
 Malaysia
Person-in-Charge SDMU
Program Usaha Sama Jepun



Muhammad Izzat Haziq bin Mohd Nazir

Penolong Ketua
 Unit Pengurusan Bencana Selangor (SDMU)
 Kerajaan Negeri Selangor
 Malaysia
Deputy Person-in-Charge SDMU
Program Usaha Sama Jepun



Mohd Azzuan Syah bin Mohd Azan

Ahli staf
 Unit Pengurusan Bencana Selangor (SDMU)
 Kerajaan Negeri Selangor
 Malaysia
Pegawai Penyelidikan dan Pemerolehan Data DSM
Program Usaha Sama Jepun

**Muhammad Hijaz bin Mohd Azhar**

Ahli staf

Unit Pengurusan Bencana Selangor (SDMU)

Kerajaan Negeri Selangor

Malaysia

*Pegawai Penyelidikan dan Pemerolehan Data DSM
Program Usaha Sama Jepun***Afiq Asnawi bin Abd Halim**

Ahli staf

Unit Pengurusan Bencana Selangor (SDMU)

Kerajaan Negeri Selangor

Malaysia

*Pegawai Penyelidikan dan Pemerolehan Data DSM
Program Usaha Sama Jepun***Muhamad Habibullah bin Md Noor**

Ahli staf

Unit Pengurusan Bencana Selangor (SDMU)

Kerajaan Negeri Selangor

Malaysia

*Pegawai Penyelidikan dan Pemerolehan Data DSM
Program Usaha Sama Jepun***Mohamad Fazli bin Sardi**

Calon Ijazah Doktor Falsafah

Sekolah Razak dalam Kejuruteraan dan Teknologi Termaju

Universiti Teknologi Malaysia (UTM) Kuala Lumpur

Malaysia

*Pegawai Penyelidik
Program Usaha Sama Jepun***Dr. Rabieah binti Abu Bakar**

Institut Teknologi Antarabangsa Malaysia-Jepun (MJIIT)

Universiti Teknologi Malaysia (UTM) Kuala Lumpur

Malaysia

*Pemerolehan Data Muka Bumi
Program Usaha Sama Jepun***Farahhani binti M. Kamal**

Institut Teknologi Antarabangsa Malaysia-Jepun (MJIIT)

Universiti Teknologi Malaysia (UTM) Kuala Lumpur

Malaysia

*Pemerolehan Data Muka Bumi
Program Usaha Sama Jepun***Nur Afiqah binti Mohd Kamal**

Institut Teknologi Antarabangsa Malaysia-Jepun (MJIIT)

Universiti Teknologi Malaysia (UTM) Kuala Lumpur

Malaysia

*Pemerolehan Data Muka Bumi
Program Usaha Sama Jepun*

Pasukan Pemerolehan dan Pemprosesan Data



Dato' Zakaria Mohamad

Pengerusi
GeoMapping Technology Sdn. Bhd.
Malaysia

Ketua

*Pasukan Penyelarasan dan Pemprosesan Data DSM
Program Usaha Sama Jepun*



Muhammad Fadhil Jasmee

Pakar Geospatial Kanan
GeoMapping Technology Sdn. Bhd.
Malaysia

*Penyelarasan dan Pemprosesan Data DSM
Program Usaha Sama Jepun*



Ahmad Daniel Razali

Pakar Geospatial
GeoMapping Technology Sdn. Bhd.
Malaysia

*Penyelarasan dan Pemprosesan Data DSM
Program Usaha Sama Jepun*



Muhammad Afiq Ariff Mohd Hellmy

Pakar Geospatial
GeoMapping Technology Sdn. Bhd.
Malaysia

*Penyelarasan dan Pemprosesan Data DSM
Program Usaha Sama Jepun*

Lampiran B: Nota Teknikal

Sungai Serai, Daerah Hulu Langat

Model Pelamparan Banjir

Model pelamparan banjir merangkumi modul hujan-air larian untuk setiap sub-lembangan, modul hidrodinamik untuk rangkaian sungai dan anak sungai, dan modul pelamparan banjir untuk dataran banjir. Model ini telah digunakan di beberapa lembangan di Jepun, selain daripada negara-negara di Asia Tenggara (Kure et al., 2008; Moe et al., 2016).

Modul hujan - air larian (Kure et al., 2008)

Model hujan-air larian mensimulasi aliran pelbagai lapisan yang berkaitan dengan aliran atas darat, aliran infiltrasi menegak dan aliran resapan tepu dan tidak tepu di cerun bukit di kawasan lembangan. Model menjana aliran atas darat Horton di kawasan bandar, dan aliran sub-permukaan dan ketepuan di atas darat di kawasan pergunungan, bergantung kepada perhubungan antara tanah, ciri-ciri geologi dan keamatian hujan di cerun bukit. Persamaan menggambarkan aliran atas darat, aliran sub-permukaan, aliran infiltrasi menegak dan kedalaman air di aliran atas darat, dengan cara ini:

$$\frac{dq_s}{dt} = a_s q_s^{\beta_s} (r(t) - q_0 - q_s) \quad \text{Aliran permukaan (1)}$$

$$\frac{dq_*}{dt} = a_* q_*^\beta (q_0 - q_*) \quad \text{Aliran sub-permukaan (2)}$$

$$\frac{dq_0}{dt} = (r(t) - q_0) \frac{q_0 - K_s}{h + h_k} - \frac{q_0}{(\theta_s - \theta_i)} \frac{(q_0 - K_s)^2}{K_s (h + h_k)} \quad \text{Aliran infiltrasi menegak (3)}$$

$$\frac{dh}{dt} = r(t) - q_0 - q_s \quad \text{Kedalaman air permukaan (4)}$$

Di mana q_0 adalah kadar aliran infiltrasi menegak (mm h^{-1}), q_s adalah air larian di permukaan (mm h^{-1}), q_* adalah air larian sub-permukaan (mm h^{-1}), $r(t)$ adalah hujan efektif (mm h^{-1}), h adalah kedalaman air di aliran atas darat (mm), K_s adalah konduktiviti hidraulik tepu (mm h^{-1}), h_k ialah tekanan negatif kapilari di garisan basah (cm), θ_s adalah kandungan air tepu di dalam tanah, θ_i adalah kandungan air berbaki di dalam tanah, dan a_0 , a_s , β , dan β_s adalah parameter air larian. Untuk maklumat lanjut, sila lihat Kure et al. (2008).

Modul Hidrodinamik

Penelusuran aliran di sungai dan rangkaian anak sungai dikira menggunakan persamaan berterusan berikut, serta persamaan momentum berkenaan aliran tidak stabil (persamaan Saint-Venant).

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q_l \quad (5)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial \left(\alpha \frac{Q^2}{A} \right)}{\partial x} + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{n^2 g Q |Q|}{AR^{4/3}} = 0 \quad (6)$$

di mana Q adalah keluaran ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$), A adalah luas keratan rentas (m^2), q_l adalah aliran masuk atau keluar lateral yang terbahagi sepanjang paksi x di saluran air ($\text{m}^2 \text{s}^{-1}$), n adalah koefisien kekasaran Manning, α adalah koefisien pengagihan momentum, g adalah pecutan graviti (m s^{-2}), R adalah jejari hidraulik (m), and h adalah paras air (m).

Modul pelamparan banjir

Persamaan aliran dua dimensi tidak stabil, yang terdiri daripada persamaan keselanjaran dan persamaan momentum berikut, diselesaikan secara berangka untuk simulasi pelamparan banjir di dataran banjir,

di mana $C(x,y)$ adalah rintangan Chézy ($\text{m}^{1/2} \text{s}^{-1}$), ρ_w adalah ketumpatan air (kg m^{-3}), $\zeta(x,y,t)$ adalah ketinggian air (m), τ_{xx} , τ_{xy} , and τ_{yy} adalah komponen tegasan sesar efektif ($\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-2}$), $p(x,y,t)$ dan $q(x,y,t)$ adalah ketumpatan fluks ($\text{m}^3 \text{s}^{-1} \text{m}^{-1}$) ke arah paksi x dan y masing-masing dan $h(x,y,t)$ adalah kedalaman air (m) manakala g pula adalah pecutan graviti (m s^{-2}).

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = 0 \quad (7)$$

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{gp \sqrt{p^2 + q^2}}{C^2 - h^2} - \frac{1}{\rho_w} \left[\frac{\partial}{\partial x} (h \tau_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (h \tau_{xy}) \right] = 0 \quad (8)$$

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{q^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial y} + \frac{gq \sqrt{p^2 + q^2}}{C^2 - h^2} - \frac{1}{\rho_w} \left[\frac{\partial}{\partial y} (h \tau_{yy}) + \frac{\partial}{\partial x} (h \tau_{xy}) \right] = 0 \quad (9)$$

Kampung Tok Muda, Kapar

Visualisasi Banjir

Untuk memperoleh model ketinggian berdigit (DEM) dianggarkan di kawasan projek, titik-titik diinterpolasi dengan pemberatan jarak-songsang (IDW) menggunakan perisian QGIS dengan resolusi saiz sel 100 m. Resolusi menegak dikumpul pada 0.001 m tetapi dibundarkan ke 0.01 m untuk tujuan analisis, untuk mengambil kira kekasaran resolusi spatial. DEM juga dipotong untuk memadam kawasan yang melangkaui ban, iaitu kawasan hutan paya berbanjir dan tidak boleh diwakili oleh mana-mana nilai interpolasi.

Titik paling dekat dengan ban juga berfungsi sebagai Titik Kawalan Darat (GCP) untuk mengumpul data ketinggian menggunakan pesawat udara tanpa pemandu dengan teknik fotogrametri (Rajah 65) dan menghasilkan model permukaan berdigit untuk memperoleh profil keratan rentas ban dan lubang peminjam (Rajah 66). Pengumpulan data ketinggian oleh pesawat udara tanpa pemandu dilakukan oleh Geomapping Technology Sdn. Bhd. (GMT) dan SDMU, untuk menghasilkan DSM.



Rajah 65: Taburan titik ketinggian yang disurvei menggunakan DEM interpolasi IDW.

Data cerapan jangka masa panjang air pasang surut diperoleh dari JUPEM. Stesen air pasang surut terdekat terletak di Pelabuhan Klang. Jarak antara pesisir pantai Kapar dan Pelabuhan Klang cuma 12 km. Data cerapan air pasang surut sepanjang sepuluh tahun yang lalu diperoleh, bermula dari Januari 2008 sehingga Disember 2017. Paras laut purata dalam jangka masa panjang adalah 3.646 m titik sifar di tolok air pasang surut atau 0.022 m NGVD, merangkumi tempoh pemerhatian selama 33 tahun, dari 1984 sehingga 2016 (JUPEM, 2016).

Berdasarkan data air pasang surut, air pasang tertinggi atau air ketinggian ekstrim (EHW) adalah 2.89 NGVD, manakala untuk purata air pasang perbani (MHWS) pula nilai adalah 2.146 NGVD. Nilai ini masing-masing menandakan nilai air pasang surut tertinggi yang mungkin dan air pasang lazim yang tertinggi. Berdasarkan nilai ini, profil keratan rentas ban dianalisis untuk membandingkan ketinggian ban dan jalan berbanding paras air ketika EHW dan MHWS (Rajah 66). Jika ban lebih rendah daripada paras air, akan berlaku limpahan. Jalan yang terletak berhampiran setiap GCP seharusnya mewakili ketinggian kawasan sekeliling, termasuk kawasan perumahan berdekatan yang mana kebanyakannya hanya sejah 200 m sahaja. Jika jalan lebih rendah daripada paras air, boleh diandaikan bahawa ada kemungkinan untuk banjir berlaku ketika kegagalan atau pelimpahan ban.

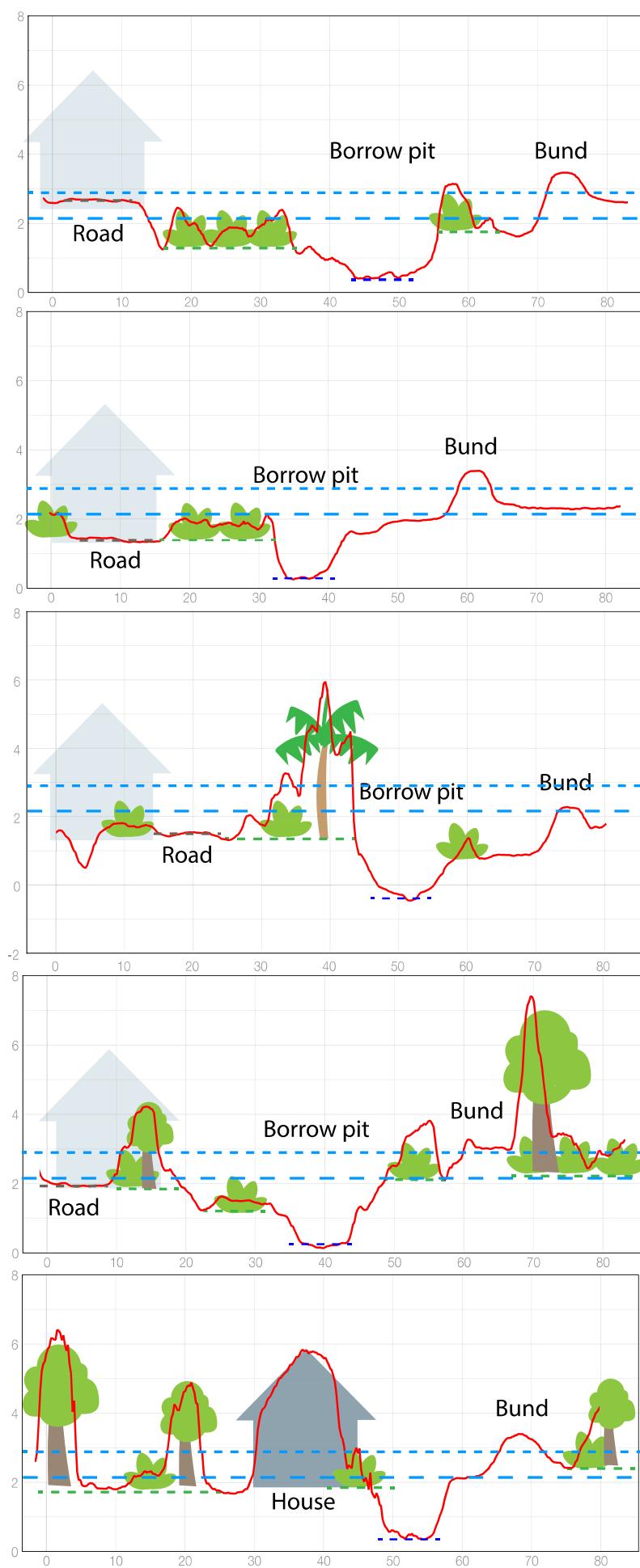


Figure 66. Cross-sectional profiles of the bund and nearby features

Kawasan di sekitar GCP01 terletak paling dekat dengan KEV. Boleh disimpulkan bahawa kawasan ini tiada kemungkinan akan mengalami pelimpahan air ketika EHW. Kawasan ini mungkin dibangunkan pada ketinggian yang lebih tinggi bagi stesen pembekal gas kepada KEV serta industri konkrit di seberang jalan. Jalan di sini juga lebih tinggi daripada MHWS, maka risiko untuk dibanjiri apabila kegagalan ban berlaku adalah rendah.

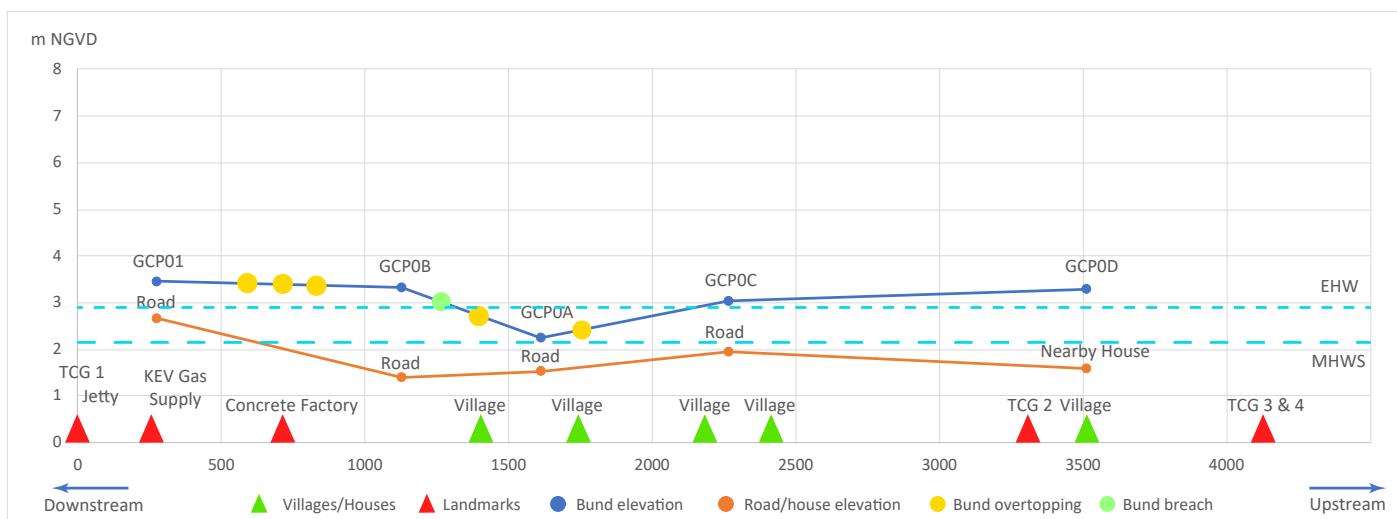
Untuk GCP0B, EHW masih di bawah ketinggian ban dan tidak mungkin mengalami pelimpahan. Tetapi, jalan berada di ketinggian lebih rendah daripada MHWS, pemerhatian yang disahkan oleh kebanjiran jalan yang diperhatikan ketika kegagalan ban berlaku pada kejadian banjir yang terbaru di Rajah 58. Sebuah rumah berdekatan juga dibanjiri di kawasan ini.

GCP0A adalah kawasan terendah dari segi ketinggian, di darat dan juga ban. Berbeza dengan kawasan industri, kawasan ini mungkin tidak dimajukan dengan mengambil kira faktor banjir. Ketinggian ban mencadangkan kemungkinan yang tinggi untuk dilimpahi air, termasuk ketika MHWS. Ini adalah kawasan dengan kerosakan ban yang teruk dan menyebabkan aliran air deras ke kawasan darat ketika banjir. Kawasan ini juga adalah lokasi kebanyakan rumah yang dibanjiri dan kawasan yang paling teruk dijejaskan. Ketika EHW, kawasan ini boleh dibanjiri sepenuhnya, ke paras ketinggian sekitar 1 m.

Kawasan di sekeliling GCP0C seharusnya mempunyai kemungkinan rendah untuk dilimpahi air ketika MHWS dan EHW. Namun begitu, EHW masih boleh membawa ancaman kegagalan ban. Kawasan ini mungkin berisiko dibanjiri jika terjadi kegagalan ban ketika EHW, meskipun diakui kebarangkalian tertinggi untuk dibanjiri, meskipun ketika MHWS dan ini menjelaskan mengapa kawasan ini selalu yang pertama untuk dilanda banjir.

Secara keseluruhan, kelima-lima kawasan mempunyai risiko dibanjiri ketika EHW, khususnya jika terjadi kegagalan ban. Jika berlaku 'pelimpahan atau kegagalan ban, air banjir juga mengambil masa bergantung kepada kapasiti penyimpanan air di kawasan terjejas. Tempoh air pasang juga terhad (1-2 jam). Tetapi, boleh dikatakan bahawa kawasan di sekeliling GCP0A mempunyai kebarangkalian tertinggi untuk dibanjiri, meskipun ketika MHWS dan ini menjelaskan mengapa kawasan ini selalu yang pertama untuk dilanda banjir.

Rajah 75 menunjukkan bahagian longitud ban, untuk membandingkan ketinggian ban dan paras jalan daripada setiap profil keratan rentas. Bahagian longitud juga menunjukkan ketinggian EHW dan MHWS. Dapat mengenengahkan paras rendah GCP0A di mana terdapat beberapa gugusan rumah berdekatan, termasuk rumah yang sering menjadi yang pertama untuk dilanda banjir. Dapat juga menunjukkan yang secara am, jalan dan rumah yang terletak sepanjang ban adalah sama atau kurang tinggi daripada MHWS.



Rajah 67: Profil memanjang ban dan ciri-ciri kawasan berhampiran

Kesimpulan

Berdasarkan profil geografi kawasan kajian, paras tanah sekitar Kampung Tok Muda adalah secara amnya lebih rendah daripada paras purata air pasang di kawasan itu, khasnya di perkampungan yang paling hampir dengan ban yang juga sering menjadi tempat pertama terjejas setiap kali telah berlaku banjir. Keselamatan kawasan tersebut terhadap bencana ban dipecahi dan dibanjiri air laut bergantung sepenuhnya pada sebuah ban yang terbina sepanjang sungai yang terdedah kepada pelbagai kerrosakan disebabkan khasnya oleh kehidupan ketam yang seharusnya adalah satu fenomena semula jadi. Kenaikan paras air laut disumbangkan oleh perubahan iklim juga meningkatkan kemungkinan berlakunya banjir persisiran laut tersebut.

Ternyata adalah penting agar fungsi ban untuk terus dikawal rapi khasnya dari segi kekuatan struktur dan juga ketinggiannya yang berperanan untuk mencegah pelimpahan dan kemasukan air laut semasa air pasang besar, lebih lagi apabila terdapat kebarangkalian untuk paras air pasang mencecah 2.89m dari NGVD iaitu 2.87 m lebih tinggi dari paras purata air laut di Pelabuhan Klang. Walaupun ban tersebut terus diselia dan diselenggara oleh JPS, masyarakat tempatan mampu membantu memperlakhankan kerrosakan pada ban dengan memastikan ban tidak dicerobohi dan dijauhi sebarang aktiviti pertanian. Kehidupan ketam yang bersarang di dalam ban pula adalah fenomena luar kawalan manusia. Namun semasa berlakunya air pasang, penyusupan keluar air melalui lubang-lubang yang boleh dilihat dengan jelas berpotensi dimanfaatkan penduduk sebagai tanda-tanda awal sebelum berlakunya ban pecah.

Lampiran C: Istilah Pengurangan Risiko Bencana

Istilah berkenaan pengurangan risiko bencana diperoleh daripada Istilah berkenaan Pengurangan Risiko Bencana UNISDR 2009, kecuali jika dinyatakan.

Kapasiti

Gabungan kekuatan, ciri-ciri dan sumber yang tersedia di suatu komuniti, masyarakat atau organisasi yang boleh digunakan untuk mencapai matlamat yang dipersetujui.

Ulasan: Kapasiti boleh merangkumi infrastruktur dan kemudahan fizikal, institusi, kebolehan masyarakat untuk menghadapi, serta pengetahuan manusia, kemahiran dan ciri-ciri kolektif seperti perhubungan sosial, kepemimpinan dan pengurusan. Kapasiti juga boleh dikatakan sebagai keupayaan ('capability'). Penilaian kapasiti adalah terma yang merujuk kepada proses menilai kapasiti kumpulan berbanding matlamat yang dihasrat, dan kekurangan dari segi kapasiti dikenalpasti untuk tindakan lanjut.

Pembangunan kapasiti

Proses yang dilalui manusia, organisasi dan masyarakat secara sistematik untuk merangsang secara sistematik dan membangunkan kapasiti selepas beberapa lama untuk mencapai matlamat ekonomi dan sosial, termasuk melalui peningkatan pengetahuan, kemahiran, sistem dan institusi.

Ulasan: Pembangunan kapasiti adalah konsep yang memperluaskan terma pembinaan kapasiti untuk merangkumi semua aspek mencipta dan memelihara pertumbuhan kapasiti merentas masa. Ini membabitkan pembelajaran serta pelbagai jenis latihan, tetapi juga usaha beterusan untuk memajukan institusi, kesedaran politik, sumber kewangan, sistem teknologi dan persekitaran sosial dan budaya yang membolehkan perubahan.

Perubahan iklim

Panel Antara Kerajaan tentang Perubahan Iklim (IPCC) mentakrifkan perubahan iklim sebagai "perubahan dalam keadaan iklim yang boleh dikenalpasti (contoh melalui ujian statistik), oleh perubahan dalam purata dan/atau keragaman ciri-cirinya, dan yang berterusan untuk tempoh masa panjang, selalunya berdekad atau lebih lama. Perubahan iklim mungkin disebabkan proses dalaman semulajadi atau kuasa luaran, atau perubahan buatan manusia yang berulang ke atas komposisi atmosfera atau guna tanah."

Konvensyen Rangka Kerja mengenai Perubahan Iklim (UNFCCC) mentakrifkan perubahan iklim sebagai "perubahan iklim yang disebabkan secara langsung atau tidak langsung kepada aktiviti manusia yang merubah komposisi atmosfera sedunia dan yang berlaku di samping keragaman iklim semulajadi yang diperhatikan sepanjang sela masa yang sama."

Ulasan: Untuk tujuan pengurangan risiko bencana, yang mana antara dua takrifan ini bersesuaian, bergantung kepada konteks. Takrifan UNFCCC adalah lebih terhad kerana mengecualikan perubahan iklim disebabkan sebab semulajadi. Takrifan IPCC boleh diolah untuk komunikasi harian sebagai "Perubahan iklim yang berpanjangan untuk berdekad lamanya atau lebih, akibat sebab semulajadi atau aktiviti manusia."

Kapasiti menghadapi

Kebolehan manusia, organisasi dan sistem untuk menggunakan sumber dan kemahiran sedia ada, untuk menghadapi dan mengurus keadaan pincang, kecemasan atau bencana.

Ulasan: Kapasiti untuk menghadapi memerlukan kesedaran berterusan, sumber dan pengurusan yang elok, di waktu biasa atau ketika situasi krisis atau kepincangan.

Kapasiti menghadapi menyumbang kepada pengurangan risiko bencana.

Bencana

Gangguan serius kepada kebolehan komuniti atau masyarakat untuk berfungsi, merangkumi kerugian dan impak berleluasa kepada manusia, ekonomi atau alam sekitar, yang melampaui kebolehan komuniti atau masyarakat terjejas untuk mengatasi menggunakan sumber milik sendiri.

Ulasan: Bencana sering digambarkan sebagai hasil kombinasi: pendedahan kepada bahaya; keadaan kerentanan yang wujud; dan kapasiti atau langkah yang tidak mencukupi untuk mengurangkan atau menghadapi kesudahan negatif yang mungkin. Impak bencana mungkin termasuk kehilangan nyawa, kecederaan, wabak penyakit dan kesan negatif lain ke atas kesejahteraan fizikal, mental dan sosial manusia, seiring dengan kerosakan harta benda, pembinaaan aset, kehilangan perkhidmatan, gangguan sosial dan ekonomi serta degradasi alam sekitar.

Pengurusan risiko bencana

Proses sistematik untuk menggunakan arahan, organisasi dan kemahiran beroperasi kerajaan untuk melaksanakan strategi, dasar dan kapasiti menghadapi yang diperbaiki, demi mengurangkan impak negatif bahaya dan kemungkinan bencana.

Ulasan: Terma ini adalah lanjutan daripada terma lebih am iaitu “pengurusan risiko” untuk menangani isu risiko bencana khususnya. Pengurusan risiko bencana bertujuan mengelak, mengurangkan atau memindahkan kesan negatif melalui aktiviti dan langkah pencegahan, mitigasi dan persediaan.

Pengurangan risiko bencana

Konsep dan amalan mengurangkan risiko bencana melalui usaha sistematik untuk menganalisis dan menguruskan faktor penyebab bencana, termasuk melalui pendedahan berkurangan kepada 11 jenis bahaya, kerentanan manusia dan harta yang dikurangkan, pengurusan bijak tanah dan alam semulajadi, dan persediaan yang lebih baik untuk menghadapi peristiwa negatif.

Ulasan: Pendekatan komprehensif untuk mengurangkan risiko bencana diuraikan dalam Rangka Kerja Hyogo untuk Tindakan yang disokong oleh Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu, yang dipersetujui pada 2005, di mana kesudahan yang diharapkan adalah “Pengurangan substantif kehilangan bencana, dari segi nyawa dan juga aset sosial, ekonomi dan alam sekitar milik komuniti dan negara.” Sistem Strategi Antarabangsa untuk Pengurangan Bencana (ISDR) menyediakan jentera untuk kerjasama antara kerajaan, organisasi dan organisasi masyarakat madani untuk membantu dalam pelaksanaan Rangka Kerja. Perhatikan bahawa meskipun terma “pengurangan bencana” kadang kala digunakan, istilah “pengurangan risiko bencana” menyediakan pengiktirafan lebih bagus terhadap ciri-ciri berterusan risiko bencana dan potensi berterusan untuk mengurangkan risiko ini.

Amaran awal

Gugusan kapasiti yang diperlukan untuk menjana dan menyebarkan maklumat amaran untuk membolehkan individu, komuniti dan organisasi yang diancam bahaya untuk bersiap siaga dan bertindak dengan cara sesuai dan dalam tempoh masa yang mencukupi untuk mengurangkan kemungkinan bahaya atau kehilangan.

Ulasan: Takrifan ini merangkumi pelbagai faktor yang diperlukan untuk mencapai tindak balas yang berkesan kepada amaran. Sistem amaran awal yang bertumpukan manusia memerlukan empat unsur utama: pengetahuan tentang risiko; kawalan, analisis dan unjuran bahaya; komunikasi atau penyebaran pemberitahuan dan amaran; dan kebolehan tempatan untuk bertindak balas kepada amaran yang diterima. Ungkapan “sistem amaran hujung-ke-hujung” turut digunakan untuk

menekankan bahawa sistem amaran perlu merangkumi semua langkah, dari pengesahan bahaya kepada tindak balas komuniti.

Ayunan selatan El Niño (ENSO)

Interaksi kompleks antara Lautan Pasifik tropika dan atmosfera yang menyebabkan perubahan pola lautan dan cuaca dalam tempoh yang tidak menentu di pelbagai pelosok dunia, selalunya dengan impak ketara yang berlanjut selama beberapa bulan, seperti habitat marin yang dirubah, perubahan hujan, banjir, kemarau dan perubahan pada pola ribut.

Ulasan: Komponen El Niño dalam fenomena Ayunan selatan El Niño (ENSO) merujuk kepada suhu lautan yang jauh melebihi purata, yang mungkin terjadi di sepanjang pantai Ecuador, Peru dan utara Chile dan sepanjang Lautan Pasifik timur khatulistiwa, manakala La Niña merujuk kepada situasi terbalik apabila suhu jauh lebih rendah daripada purata terjadi. Ayunan selatan bermaksud perubahan sampingan pada pola tekanan udara sedunia yang berhubung kait dengan pola cuaca yang berubah yang dialami di pelosok dunia yang berbeza.

Pengurusan kecemasan

Pengaturan dan pengurusan sumber dan tanggungjawab untuk menangani semua aspek kecemasan, terutama sekali persediaan, tindak balas dan langkah menyelamat awal.

Ulasan: Krisis atau kecemasan adalah situasi yang membawa ancaman dan perlu diatasi segera. Tindakan kecemasan yang berkesan merangkumi perancangan dan persetujuan di tahap institusi untuk terlibat dan memandu usaha kerajaan, organisasi bukan kerajaan, pertubuhan sukarelawan dan agensi swasta dengan cara komprehensif dan diselaraskan untuk bertindak balas kepada kesemua 14 spektrum keperluan ketika kecemasan. Ungkapan "pengurusan bencana" kadang kala digunakan bagi menggantikan pengurusan kecemasan.

Penilaian impak alam sekitar (EIA)

Proses menilai impak dan kesudahan pada alam sekitar yang disebabkan oleh projek atau program yang dicadangkan, langkah yang merupakan sebahagian penting proses perancangan dan mengambil keputusan, dengan hasrat mengehadkan atau mengurangkan impak negatif projek atau program tersebut.

Ulasan: Penilaian impak alam sekitar adalah perkakas dasar yang menyediakan bukti dan analisis berkaitan impak aktiviti ke atas alam sekitar, dari proses percambahan sehingga pengambilan keputusan. Digunakan dengan meluas dalam proses kelulusan program dan projek negara, serta untuk projek bantuan pembangunan antarabangsa. Penilaian impak alam sekitar harus merangkumi penilaian risiko terperinci serta menyediakan cadangan alternatif, penyelesaian atau pilihan untuk menangani isu yang dikenalpasti.

Degradasi alam sekitar

Pengurangan kapasiti alam sekitar untuk memenuhi objektif dan keperluan sosial dan ekologi.

Ulasan: Degradasi alam sekitar boleh mengubah kekerapan dan tahap kedahsyatan bahaya semulajadi selain meningkatkan kerentenan komuniti. Jenis degradasi disebabkan manusia adalah pelbagai dan termasuk penyalahgunaan tanah, hakisan dan kehilangan tanah, penggurunan, kebakaran hutan, kehilangan biokepelbaagaian, penebangan hutan, kerosakan hutan paya, pencemaran tanah, air dan udara, perubahan iklim, peningkatan paras laut dan penipisan ozon.

Unjurian/Ramalan

Kenyataan pasti atau anggaran statistik kemungkinan berlakunya suatu kejadian atau

keadaan pada masa hadapan di satu lokasi tertentu.

Ulasan: Dalam bidang meteorologi, unjuran merujuk kepada keadaan pada masa hadapan, manakala amaran merujuk kepada keadaan masa hadapan yang berkemungkinan untuk bahaya.

Bahaya geologi (geobahaya)

Proses atau fenomena geologi yang mungkin menyebabkan kehilangan nyawa, kecederaan atau impak kesihatan yang lain, kemusnahan harta benda, kehilangan sumber pencarian dan perkhidmatan, gangguan sosial atau ekonomi, dan kerosakan alam sekitar.

Ulasan: Bahaya geologi termasuk proses dalaman bumi, seperti gempa bumi, aktiviti dan pengeluaran gunung berapi, serta proses geofizikal yang berkait seperti pergerakan massa, tanah runtuh, batu runtuh, keruntuhan permukaan dan aliran lumpur atau serpihan. Faktor hidrometeorologi adalah penyumbang penting kepada beberapa proses ini. Tsunami adalah sukar untuk dimasukkan dalam suatu kategori; meskipun dicetus oleh gempa bumi dalam air dan 17 kejadian geologi yang lain, pendek kata tsunami adalah proses lautan yang dimanifestasikan sebagai bahaya berkaitan air pesisir pantai.

Sistem maklumat geografi (GIS)

Analisis yang menggabungkan pangkalan data hubungan dengan tafsiran spatial dan output sering dalam bentuk peta. Takrifan yang lebih panjang adalah program komputer untuk mengumpul, menyimpan, menyemak, mengintegrasikan, menganalisis dan memaparkan data tentang bumi yang dirujuk dari segi spatial.

Ulasan: Sistem maklumat geografi semakin kerap digunakan untuk pemetaan dan analisis bahaya dan kerentanan, selain untuk pelaksanaan langkah pengurusan risiko bencana.

Gas rumah hijau (GHG)

Komposisi bergas di atmosfera, buatan semulajadi atau manusia, yang menyerap dan memancarkan sinaran terma inframerah yang dikelurkan oleh permukaan Bumi, atmosfera itu sendiri dan awan.

Ulasan: Ini adalah takrifan oleh Panel Antara Kerajaan tentang Perubahan Iklim (IPCC). Gas rumah hijau yang utama adalah wap air, karbon dioksida, nitrus oksida, metana dan ozon.

Bahaya

Fenomena, bahan, kegiatan manusia atau keadaan yang mungkin menyebabkan kehilangan nyawa, kecederaan atau impak kesihatan yang lain, kemusnahan harta benda, kehilangan sumber pencarian dan perkhidmatan, gangguan sosial atau ekonomi, dan kerosakan alam sekitar.

Ulasan: Bahaya yang menjadi tumpuan dalam pengurangan risiko bencana, seperti dinyatakan di nota kaki 3 Rangka Kerja Hyogo adalah...“ bahaya yang terjadi secara semulajadi dan bahaya serta risiko alam sekitar dan teknologi yang berkaitan.” Bahaya sebegini disebabkan oleh pelbagai faktor geologi, meteorologi, hidrologi, lautan, biologi dan teknologi, kadang kala bertindak secara serentak. Di situasi lebih teknikal, bahaya digambarkan secara kuantitatif menurut kekerapan kejadian pada darjah kedahsyatan yang berbeza dan di kawasan berbeza, yang ditentukan melalui analisis data sejarah atau saintifik.

Bahaya hidrometeorologi

Proses atau fenomena berunsur atmosfera, hidrologi atau oseanografi yang boleh menyebabkan kehilangan nyawa, kecederaan atau impak kesihatan yang lain,

kemusnahan harta benda, kehilangan sumber pencarian dan perkhidmatan, gangguan sosial atau ekonomi, dan kerosakan alam sekitar.

Ulasan: Bahaya hidrometeorologi termasuk siklon tropika (juga dikenali sebagai taufan dan hurikan), ribut petir, ribut hujan batu, tornado, ribut salji, salji lebat, runtuhan, ribut pantai, banjir termasuk banjir kilat, kemarau, gelombang panas dan sejuk. Keadaan hidrometeorologi juga boleh menjadi faktor bahaya lain seperti tanah runtuh, kebakaran hutan, wabak penyakit belalang juta, epidemik dan pemindahan serta pengedaran bahan toksik dan bahan letusan gunung berapi.

Perancangan guna tanah

Proses yang dilakukan oleh pihak berkuasa untuk mengenalpasti, menilai dan mengambil keputusan tentang pelbagai pilihan guna tanah, termasuk pertimbangan objektif ekonomi, sosial dan alam sekitar, serta impikasi kepada komuniti dan kelompok kepentingan yang lain, serta formulasi susulan dan penggubalan rancangan yang menggambarkan kegunaan yang dibenarkan atau diterima.

Ulasan: Perancangan guna tanah adalah penyumbang penting kepada pembangunan lestari. Ini melibatkan kajian dan pemetaan; analisis data ekonomi, alam sekitar dan bahaya; perangkaan keputusan alternatif berhubung guna tanah; serta penghasilan rancangan jangka masa panjang untuk skala geografi dan pentadbiran yang berbeza. Perancangan guna tanah boleh membantu mitigasi bencana dan mengurangkan risiko dengan menghalang pembinaan kawasan perumahan dan pembinaan fizikal struktur yang penting di kawasan cenderung dilanda bahaya, termasuk mengambil kira laluan perkhidmatan untuk pengangkutan, tenaga, air, kumbahan dan kemudahan kritikal yang lain.

Mitigasi

Pengurangan atau pengehadan impak pincang bahaya dan bencana yang berkaitan.

Ulasan: Impak pincang bahaya selalunya tidak boleh dicegah sepenuhnya, tetapi skala atau kedahsyatan boleh dikurangkan dengan ketara melalui pelbagai strategi dan tindakan. Langkah mitigasi merangkumi teknik kejuruteraan dan pembinaan tahan-bahaya, selain daripada dasar alam sekitar dan kesedaran awam yang lebih baik. Perlu dinyatakan di sini bahawa dalam dasar perubahan iklim, "mitigasi" ditakrif dengan cara lain, dan merujuk kepada terma yang bermaksud mengurangkan pengeluaran gas rumah hijau yang merupakan penyebab perubahan iklim.

Bahaya semulajadi

Proses atau fenomena semulajadi yang boleh menyebabkan kehilangan nyawa, kecederaan atau impak kesihatan yang lain, kemusnahan harta benda, kehilangan sumber pencarian dan perkhidmatan, gangguan sosial atau ekonomi, dan kerosakan alam sekitar.

Ulasan: Bahaya semulajadi tergolong dalam kategori bahaya amnya. Terma ini merujuk kepada kejadian bahaya sebenar serta keadaan bahaya terpendam yang mungkin boleh menyumbang kepada kejadian pada masa akan datang. Kejadian bahaya semulajadi boleh digambarkan menurut magnitud atau tahap kedahsyatan, kepantasan permulaan, tempoh dan kawasan yang terjejas. Sebagai contoh, gempa bumi terjadi pada tempoh yang pendek dan selalunya menjelaskan wilayah relatif kecil, manakala kemarau mangambil masa lama untuk berlaku dan reda, dan sering menjelaskan wilayah besar. Dalam beberapa kes, bahaya boleh digabungkan, seperti dalam situasi banjir yang disebabkan oleh hurikan atau tsunami yang disebabkan oleh gempa bumi.

Persediaan

Pengetahuan dan kapasiti yang dibangunkan oleh pihak kerajaan, organisasi tindak balas dan menyelamatkan profesional, komuniti dan individu untuk menjangka, bertindak

balas dan pulih daripada impak kejadian atau keadaan yang mungkin, menanti masa atau sedang berlaku.

Ulasan: Tindakan persediaan dijalankan pada konteks pengurusan risiko bencana dan bertujuan membina kapasiti yang diperlukan untuk pengurusan berkesan semua jenis kecemasan dan mencapai peralihan teratur dari fasa tindak balas kepada pemulihan yang berkekalan. Persediaan berdasarkan analisis kukuh risiko bencana dan lingkaran elok kepada sistem amaran awal, dan termasuk aktiviti seperti rancangan luar jangka, himpunan stok peralatan dan bekalan, merangka perancangan untuk pelarasian, pemindahan dan maklumat awam, dan latihan serta sesi latihan di lapangan. Ini perlu disokong oleh kapasiti rasmi institusi, undang-undang dan perbelanjaan. Terma berkait, “kesediaan” menggambarkan kebolehan untuk bertindak balas dengan pantas dan bersesuaian apabila diperlukan.

Pencegahan

Penghindaran impak negatif bahaya dan bencana berkaitan dengan aktif

Ulasan: Pencegahan (pencegahan bencana) meluahkan konsep dan hasrat untuk mengelakkan sepenuhnya impak negatif yang mungkin, melalui tindakan awal. Contoh termasuk empangan atau tebing yang menghapuskan risiko banjir, peraturan guna tanah yang tidak membenarkan perumahan dibina di zon berisiko tinggi, dan rekabentuk kejuruteraan seismik yang memastikan kesinambungan dan fungsi bangunan utama ketika berlaku gempa bumi. Selalunya, mengelakkan kerugian sepenuhnya tidak mungkin, dan tugas beralih tumpuan kepada mitigasi. Ini antara sebab mengapa terma pencegahan dan mitigasi kadang kala digunakan dengan maksud yang sama.

Kesedaran awam

Tahap kesedaran awam tentang risiko bencana, faktor yang membawa kepada bencana dan tindakan yang boleh diambil secara individu atau berkumpulan untuk mengurangkan pendedahan dan kerentanan kepada bahaya.

Ulasan: Kesedaran awam adalah faktor penting dalam melaksanakan pengurangan risiko bencana dengan berkesan. Kesedaran ini dibina melalui, sebagai contoh, penghasilan dan penyebaran maklumat melalui saluran media dan komunikasi, pusat maklumat, rangkaian atau pelan tindakan komuniti atau peserta, selain pembelaan dan penghujahan oleh pegawai awam kanan dan pemimpin komuniti.

Pemulihan (“Recovery”)

Pembaikpulihan dan penambahbaikan jika perlu, kemudahan, sumber kehidupan dan keadaan hidup komuniti yang dilanda bencana, termasuk usaha mengurangkan faktor risiko bencana.

Ulasan: Tugas pemulihan untuk memulihara dan membina semula bermula sejurus selepas fasa kecemasan berakhir, dan harus berdasarkan strategi dan dasar sedia ada yang memudah cara tanggungjawab setiap institusi yang jelas untuk tindakan pemulihan, dan membolehkan penglibatan masyarakat awam. Program pemulihan, bersama dengan kesedaran awam dan penglibatan awam yang lebih tinggi, membuka peluang berharga untuk membentuk dan melaksanakan langkah pengurangan risiko bencana berpandukan prinsip “bina semula dengan lebih baik.”

Keselamatan/Tindak Balas

Penyediaan perkhidmatan kecemasan dan bantuan awam semasa atau sejurus selepas bencana untuk menyelamatkan nyawa, mengurangkan impak kesihatan, memastikan keselamatan awam dan memenuhi keperluan asas masyarakat yang terjejas.

Ulasan: Tindak balas bencana kebanyakannya bertumpu kepada keperluan segera atau dalam masa terdekat, dan kadang kala dipanggil “keselamatan bencana.”

Perbezaan antara fasa tindak balas dan fasa pemulihan yang datang kemudian tidak begitu jelas. Beberapa tindakan tindak balas, seperti bekalan perumahan sementara dan kemudahan air, mungkin berterusan sehingga fasa pemulihan.

Ketahanan

Kebolehan sistem, komuniti atau masyarakat yang terdedah kepada bahaya untuk menahan, menyerap, memberi ruang dan pulih daripada kesan bahaya dengan cara teratur dan berkesan, termasuk melalui pemeliharaan dan operasi semula struktur dan fungsi asas.

Ulasan: Ketahanan bermaksud kebolehan untuk “pulih kembali” atau “melantun balik” daripada kejutan. Daya tahan komuniti ketika berdepan dengan kejadian bahaya yang mungkin ditentukan oleh darjah ketersediaan sumber dan kebolehan untuk bergabung tenaga sebelum dan juga selepas situasi memerlukan bantuan.

Retrofit (atau penambahbaikan)

Pengkuhan atau penambahbaikan struktur sedia ada untuk menjadi lebih mampu mengelakkan atau menahan kesan bahaya yang memudaratkan.

Ulasan: Retrofit memerlukan pertimbangan rekabentuk dan fungsi struktur, tegasan tertentu yang mungkin menimpa struktur daripada bahaya atau senario bahaya, dan kos dan praktikal setiap pilihan retrofit. Contoh langkah retrofit termasuk menambah rembat untuk mengeraskan dinding, menambahkan kekuahan tiang, meletakkan pengikat besi di antara dinding dan bumbung, meletakkan bidai di tingkap dan memperbaiki perlindungan kepada kelengkapan dan kemudahan yang utama.

Risiko

Kombinasi kebarangkalian dan kesudahan negatif sesuatu kejadian

Ulasan: Takrifan ini mematuhi takrifan dari Panduan ISO/IE 73. Perkataan “risiko” mempunyai dua konotasi berbeza: dalam kegunaan harian penekanan sering diberikan kepada konsep kemungkinan atau kebarangkalian, seperti dalam “risiko ditimpa kemalangan”; manakala di perbincangan teknikal penekanan sering diberikan kepada kesudahan, dari sudut “kerugian mungkin” yang dihadapi sebarang usaha, tempat atau tempoh masa tertentu. Wajar dinyatakan bahawa tidak semua orang mempunyai persepsi sama terhadap kepentingan dan faktor di sebalik risiko yang berlainan.

Penilaian risiko

Perkaedahan untuk menentukan ciri-ciri dan had risiko, melalui analisis bahaya mungkin dan menilai keadaan kerentenan sedia ada yang mungkin bertindak bersama-sama dan membawa bahaya kepada masyarakat, harta benda, perkhidmatan, sumber pencarian dan alam sekitar yang menjadi tempat bergantung.

Ulasan: Penilaian risiko (dan pemetaan risiko yang berkaitan) merangkumi: semakan ciri-ciri teknikal bahaya seperti lokasi, tahap kedahsyatan dan kebarangkalian; analisis pendedahan dan kerentenan termasuk dimensi fizikal, sosial, kesihatan, ekonomi dan alam sekitar; dan penilaian keberkesanan kapasiti menghadapi (“coping capacity”) semasa dan alternatif dalam senario risiko mungkin. Siri aktiviti ini kadang kala dikenali sebagai proses analisis risiko.

Langkah struktur dan bukan berstruktur

Langkah struktur: Mana-mana pembinaan fizikal untuk mengurangkan atau mengelakkan impak bahaya yang mungkin, atau aplikasi teknik kejuruteraan untuk mencapai ketahanan bahaya dan ketahanan pada struktur dan sistem.

Langkah bukan berstruktur: Mana-mana langkah yang tidak melibatkan pembinaan

fizikal tetapi sebaliknya bertumpukan pengetahuan, amalan atau persetujuan untuk mengurangkan risiko dan impak, khususnya melalui dasar dan undang-undang, peningkatan kesedaran awam, latihan dan pendidikan.

Ulasan: Langkah struktur yang lazim untuk pengurangan risiko bencana termasuk empangan, levee banjir, penghadang ombak lautan, pembinaan tahan gempa bumi, dan pusat teduhan pemindahan. Langkah bukan berstruktur termasuk kod pembangunan, undang-undang perancangan guna tanah, kajian dan penilaian, sumber maklumat, dan program kesedaran awam. Wajar dinyatakan di sini bahawa dalam bidang kejuruteraan awam dan struktur, istilah "struktur" digunakan dalam erti kata terhad, bermaksud struktur galas beban, manakala bahagian lain seperti dinding luar dan kelengkapan dalaman dipanggil bukan berstruktur.

Pembangunan lestari

Pembangunan yang memenuhi keperluan hari ini tanpa menjaskankan kebolehan generasi akan datang untuk memenuhi keperluan mereka sendiri.

Ulasan: Takrifan yang dikeluarkan oleh Suruhanjaya Brundtland 1987 ini sangat jelas dan padat, tetapi meninggalkan banyak persoalan tentang erti kata perkataan pembangunan serta proses sosial, ekonomi dan alam sekitar yang terbabit.

Risiko bencana berhubung kait dengan unsur tidak lestari pembangunan seperti degradasi alam sekitar, dan pada masa yang sama pengurangan risiko bencana boleh menyumbang kepada pencapaian pembangunan lestari, melalui pengurangan kerugian dan kehilangan serta amalan pembangunan yang ditambahbaik.

Kerentanan

Ciri-ciri dan keadaan komuniti, sistem atau aset yang menjadikannya terdedah kepada kesan bahaya yang memudaratkan.

Ulasan: Kerentanan memiliki pelbagai aspek, disebabkan pelbagai faktor fizikal, sosial, ekonomi dan alam sekitar. Contoh seperti rekabentuk dan pembinaan bangunan yang tidak elok, perlindungan aset yang tidak mencukupi, maklumat dan kesedaran awam yang terhad, kekurangan pengiktirafan rasmi risiko dan langkah bersedia, dan sikap tidak mengendahkan pengurusan alam sekitar. Kerentanan berubah-ubah dengan ketara di dalam komuniti dan dengan beredarnya masa. Takrifan ini mengenalpasti kerentanan sebagai ciri kelompok yang diperhatikan (komuniti, sistem atau aset) yang tidak bergantung kepada tahap pendedahan (kepada risiko bahaya). Tetapi, penggunaan lazim perkataan ini sering digunakan dengan lebih meluas untuk turut merangkumi pendedahan yang dilalui kelompok tersebut.



Pejabat Projek JPP SeDAR

Disaster Preparedness & Prevention Center (DPPC)
Malaysia-Japan International Institute of Technology (MJIIT)
Universiti Teknologi Malaysia (UTM) Kuala Lumpur
Jalan Sultan Yahya Petra, 54100 Kuala Lumpur
Tel: +603-4147-5886 Fax: +603-4147-1150