



PLANMalaysia

Perancangan Melangkaui Kelaziman
Planning : Beyond Conventional

Kamus

GEOBENCANA

JABATAN PERANCANGAN
BANDAR DAN DESA



PENAFIAN

“Jika ada percanggahan antara tafsiran dalam mana-mana undang-undang dengan tafsiran di dalam kamus ini, tafsiran di dalam undang-undang itu adalah mengatasi”.

“Dokumen ini tidak boleh digunakan untuk perbicaraan mahkamah, hanya untuk kegunaan rujukan sahaja”.

“Gambar tertera untuk tujuan ilustrasi sahaja, sekiranya terdapat percanggahan antara teks dan ilustrasi, teks hendaklah mengatasi”.



SUB TOPIK

DEFINISI UMUM

BANJIR

KEMARAU

HAKISAN PANTAI

KENAIKAN ARAS LAUT

TANAH RUNTUH

GEMPA BUMI DAN TSUNAMI



DEFINISI UMMUM

INDEKS DEFINISI UMUM

Pengenalan	D-1
Objektif Penyediaan Kamus	D-1
Definisi Bencana Geologi Peringkat Global	D-1
• <i>United Nation International Strategy For Disaster Reduction (UNDRR)</i> • <i>United Nation Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO)</i> • <i>Asian Disaster Preparedness Center (ADPC)</i>	
Definisi Bencana Geologi Peringkat Tempatan	D-2
• <i>Dewan Bahasa dan Pustaka</i> • <i>Agensi Pengurusan Bencana Negara (NADMA)</i>	
Definisi Kamus Bencana Geologi	D-3
Definisi Bencana Geologi	D-3
Definisi Risiko	D-3
Definisi Umum Pengurusan Risiko Bencana Geologi	D-3
Kategori dan Jenis Bencana Geologi	D-3
Kepentingan Memahami Bencana Geologi	D-4
Kerangka Pengurusan Bencana Geologi Peringkat Global	D-4
Sendai Framework for Disaster Risk Reduction (SFDRR) 2015-2030	D-4
Kerangka Pengurusan Bencana Peringkat Nasional, Negeri dan Tempatan	D-5
Aspek Pengurusan Risiko Bencana Geologi Dalam Rancangan Tempatan (RT)	D-6



Hakisan Tanah di Jalan ke Rumah Sumang, Sungai Merurun di Pakan, Sarawak 2024

Pengenalan

Kamus ini disediakan sebagai panduan komprehensif bagi menyeragamkan istilah, takrifan dan konsep berkaitan bencana geologi dalam konteks perancangan spatial dan fizikal.

Penyediaan kamus ini adalah khusus sebagai bahan rujukan teknikal untuk kegunaan PLANMalaysia, pihak berkuasa negeri, pihak berkuasa tempatan, jabatan/agensi teknikal dan pihak berkepentingan lain dalam menilai, merancang dan pengurusan bencana dalam pembangunan.

Definisi dan takrifan yang diberikan disesuaikan untuk konteks perancangan bandar dan wilayah. Ia mungkin berbeza daripada definisi yang digunakan oleh jabatan atau agensi pengurusan bencana lain seperti Agensi Pengurusan Bencana Negara (NADMA), Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia (JMG), Jabatan Pengairan dan Saliran Malaysia (JPS), Jabatan Kerja Raya Malaysia (JKR) dan sebagainya.

Kamus ini **tidak bertujuan menggantikan dokumen dasar atau teknikal rasmi agensi-agensi lain**, sebaliknya berfungsi untuk melengkapkan kefahaman dan pelaksanaan tindakan pencegahan dan pengurusan risiko bencana (DRR) dalam konteks perancangan spatial dan fizikal negara.



Dalam konteks ini, bencana geologi merujuk kepada bencana alam semula jadi yang berpunca daripada proses geologi dan geomorfologi bumi seperti banjir, tsunami, gempa bumi, hakisan pantai, kenaikan aras laut, kemarau dan tanah runtuh. Ia memberi kesan besar kepada keselamatan manusia, kestabilan ekonomi dan kelestarian alam sekitar.

Objektif Penyediaan Kamus

1. Menyediakan definisi serta menyeragamkan istilah dan maksud geobencana dalam sektor perancangan dan pembangunan fizikal melibatkan bencana geologi utama dalam konteks perancangan bandar dan wilayah.
2. Menyokong integrasi pengurusan risiko dalam penyediaan rancangan pemajuan seperti Rancangan Fizikal Negara, Rancangan Struktur Negeri, Rancangan Tempatan, dan Laporan Cadangan Pemajuan (LCP).
3. Menjadi sumber rujukan kepada perancang bandar, agensi teknikal, penyelidik dan pihak berkepentingan lain yang terlibat dalam pengurusan dan mitigasi risiko bencana.

DEFINISI BENCANA GEOLOGI PERINGKAT GLOBAL

Definisi yang digunakan di peringkat global.

1 United Nation International Strategy For Disaster Reduction (UNDRR)

Dari perspektif UNDRR (*United Nations Office for Disaster Risk Reduction*), geobencana boleh dikaitkan dengan bencana geologi, yang merujuk kepada kejadian bencana yang berpunca daripada proses geofizik seperti gempa bumi, tsunami, letusan gunung berapi dan tanah runtuh.

"Geophysical hazard refers to a hazard originating from solid Earth. This term is used interchangeably with the term geological hazard. Examples include earthquakes, volcanic activity, and landslides."



United Nations Office for
Disaster Risk Reduction

2

United Nations Educational, Scientific And Cultural Organization (UNESCO)

Menurut UNESCO, geobencana adalah peristiwa bencana yang disebabkan oleh proses geologi seperti gempa bumi, letusan gunung berapi, tanah runtuh atau tsunami yang boleh memberi impak besar kepada masyarakat dan ekosistem.



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization

3

Asian Disaster Preparedness Center (ADPC)

Geobencana ditakrifkan sebagai kejadian bencana yang berkaitan dengan proses geologi dan geomorfologi yang mampu menyebabkan kerosakan besar pada kawasan yang terjejas. Ini termasuklah gempa bumi, tanah runtuh dan proses hakisan yang mengakibatkan tanah runtuh.



DEFINISI BENCANA GEOLOGI PERINGKAT TEMPATAN

Definisi yang digunakan oleh agensi-agensi berkaitan di Malaysia.

1

Dewan Bahasa Dan Pustaka (DBP)

1. Sesuatu malapetaka atau kemalangan yang menimpa; kecelakaan alam bencana atau kecelakaan yang berlaku, seperti gempa bumi dan banjir.
2. Kesusahan yang disebabkan oleh sesuatu.

Kamus Dewan Edisi Keempat



Tanah Runtuh Di Batang Kali, Selangor, 2022

2

Agensi Pengurusan Bencana Negara (NADMA)

Suatu kejadian yang menyebabkan gangguan kepada aktiviti masyarakat dan urusan negara, melibatkan kehilangan nyawa, kerosakan harta benda, kerugian ekonomi dan kemusnahan atau impak kepada alam sekitar serta ekosistem, yang melangkaui kemampuan masyarakat untuk mengatasinya dan memerlukan tindakan penggemblengan sumber yang ekstensif.

Arahan NADMA No. 1
Dasar dan Mekanisme Pengurusan Bencana Negara



Anggota Jabatan Bomba dan Penyelamat Johor menyelamatkan mangsa banjir di Pontian, Tebrau dan Larkin pada 20 Mac 2025



Kejadian Gempa Bumi yang berlaku di Jepun



Keadaan muka bumi yang tidak ditimpa hujan selama bertahun-tahun

Definisi Kamus Bencana Geologi

Berdasarkan definisi-definisi yang digunakan di peringkat global dan agensi-agensi yang berkaitan, Kamus Bencana Geologi ini mengadaptasikan terminologi "bencana geologi" sebagai padanan kepada "*geohazard*", berasaskan keperluan teknikal perancangan seperti berikut:

Definisi Bencana Geologi

Bencana geologi merujuk kepada kejadian alam semula jadi yang disebabkan oleh proses geologi atau fenomena bumi yang berpotensi mengakibatkan gangguan besar terhadap kehidupan manusia, kerosakan harta benda, kerugian ekonomi dan kemusnahan alam sekitar. Bencana geologi ini termasuk tanah runtuh, gempa bumi, tsunami, hakisan pantai, kenaikan aras laut, banjir dan kemarau.

Definisi Risiko

Risiko dalam konteks bencana geologi ditafsirkan sebagai kebarangkalian dan magnitud kerosakan atau kesan buruk yang mungkin berlaku terhadap kesihatan, harta benda dan alam sekitar akibat dari kejadian bencana. Risiko adalah kombinasi daripada maklumat bahaya (impak fizikal dari sebarang bentuk gangguan), keterdedahan (elemen-elemen yang mungkin terjejas oleh bahaya) dan kerapuhan (tahap kehilangan atau kerosakan sesuatu elemen akibat bahaya). Ianya menggambarkan sejauh mana sesuatu komuniti, infrastruktur atau ekosistem boleh terjejas akibat bencana.



Definisi Umum Pengurusan Risiko Bencana Geologi

Pengurusan risiko bencana geologi melibatkan pendekatan sistematik untuk mengurangkan risiko yang berkaitan dengan bencana geologi. Ianya melibatkan usaha mengurangkan impak bencana dengan menilai tahap risiko seperti ancaman bahaya, keterdedahan, kapasiti dan potensi kerugian. Matlamatnya adalah untuk membina perbandaran dan petempatan yang kurang berisiko dan lebih berdaya tahan terhadap bencana geologi.



Keadaan banjir kilat yang berlaku di Jalan Raja Mahadi Kampung Bharu, Kuala Lumpur, 2024

Kategori Dan Jenis Bencana Geologi

Bencana geologi dikategorikan berdasarkan jenis ancaman geologi dan kejadian alam yang boleh berlaku. Setiap jenis bencana geologi memerlukan pendekatan pengurusan risiko dan mitigasi yang berbeza, bergantung kepada ciri-ciri geologi, keterdedahan dan kapasiti masyarakat yang terlibat.

Berikut adalah enam (6) kategori utama dan jenis bencana geologi yang sering berlaku:

1. Banjir



2. Hakisan Pantai



3. Kenaikan Aras Laut



4. Kemarau



5. Tanah Runtuh



6. Gempa Bumi dan Tsunami



Kepentingan Memahami Bencana Geologi

Memahami bencana geologi adalah penting kerana ia membantu kita menilai risiko dan mengambil langkah-langkah mitigasi yang diperlukan untuk melindungi kehidupan dan harta benda.

Pengetahuan tentang bencana geologi membantu dalam :

- i. **Pengurangan Risiko Bencana** dengan kaedah memahami punca dan kesan bencana geologi ianya membantu pihak berkuasa merancang dan melaksanakan langkah-langkah pencegahan dan mitigasi yang berkesan.
- ii. **Perancangan dan Pembangunan** dan dibuat dengan lebih tepat kerana berdasarkan pengetahuan tentang risiko bencana geologi ianya dapat mempengaruhi keputusan perancangan guna tanah dan pembangunan infrastruktur yang lebih selamat dan mampan.
- iii. **Kesedaran Awam** meningkatkan kesedaran dan keupayaan masyarakat dalam mengenal pasti risiko bencana geologi dan mengambil langkah mitigasi awal.

Kerangka Pengurusan Bencana Geologi Peringkat Global

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS (SDGS)



SDG 6: Air Bersih dan Sanitasi: Melindungi sumber air bersih daripada kerosakan bencana bagi memastikan akses berterusan kepada air bersih.

SDG 11: Bandar dan Komuniti Mampan: Merancang dan membina bandar yang berdaya tahan terhadap bencana geologi.

SDG 13: Tindakan Terhadap Perubahan Iklim: Mengurangkan risiko bencana geologi yang semakin meningkat akibat perubahan iklim.

SDG 14: Hidupan Lautan: Melindungi ekosistem marin daripada kesan bencana dan menyokong pemuliharaan pantai yang terancam oleh bencana geologi.

SDG 15: Hidupan Darat: Memelihara ekosistem daratan dari kesan bencana geologi serta menyokong pemulihan biodiversiti yang terjejas.

SDG 16: Keamanan, Keadilan dan Institusi Berkesan: Memastikan keadilan dan tadbir urus yang baik dalam pengurusan bencana geologi.

SDG 17: Kerjasama untuk Pencapaian Matlamat: Mendorong kerjasama antarabangsa dalam pengurusan bencana yang lebih berkesan.



New Urban Agenda (NUA)

Prinsip **New Urban Agenda (NUA)** menekankan perlunya perancangan bandar yang mengintegrasikan risiko bencana untuk mencipta persekitaran bandar yang inklusif, selamat dan berdaya tahan.

Sendai Framework For Disaster Risk Reduction (SFDRR) 2015-2030

Sendai Framework menggariskan empat (4) keutamaan utama untuk mengurangkan risiko bencana :



Pelaburan yang dilaksanakan ke arah pengurangan risiko dan daya tahan bencana;



Mengukuhkan urus tadbir bagi risiko bencana;



Pemahaman terhadap risiko bencana; dan



Meningkatkan kesiapsiagaan secara menyeluruh dan membangun semula kawasan dengan lebih baik melalui program tindak balas, rehabilitasi dan pembinaan semula.

KERANGKA PENGURUSAN BENCANA PERINGKAT NASIONAL, NEGERI & TEMPATAN

Kerangka pengurusan bencana mengikut peringkat pentadbiran iaitu peringkat nasional, negeri dan tempatan. Risiko bencana perlu diintegrasikan secara sistematik dalam setiap tahap perancangan fizikal, bermula dari Rancangan Fizikal Negara hingga ke Laporan Cadangan Pemajuan (LCP). Ianya berfungsi untuk mengintegrasikan perancangan pembangunan seperti berikut:



ASPEK PENGURUSAN RISIKO BENCANA GEOLOGI DALAM RANCANGAN TEMPATAN

Rancangan Tempatan (RT) adalah dokumen perancangan utama yang mengintegrasikan elemen pengurusan risiko bencana geologi bagi memastikan pembangunan fizikal dilakukan dengan lebih selamat dan mampan. Bagi mencapai matlamat tersebut, usaha yang diambil adalah untuk memberi penekanan kepada perkara berikut:

Kesukaran merancang atau mengawal pembangunan bagi kawasan yang terdedah kepada risiko bencana

RANCANGAN TEMPATAN

Mengarus perdana pengurusan risiko bencana geologi dalam RT

Berlaku banyak kerosakan dan ekonomi lumpuh kerana kawasan perbandaran dan petempatan yang tidak berdaya tahan bencana

Usaha Ke Arah Pengurangan Risiko Bencana (DRR)

Mengurangkan impak risiko bencana di kawasan perbandaran dan petempatan dari kerosakan harta benda, kehilangan nyawa dan pekerjaan.

Usaha ke arah merancang sebuah perbandaran dan petempatan berdaya tahan bencana (*RESILIENT*)

Mengukuhkan komponen fizikal, ekonomi, alam sekitar, sosial & ekonomi yang berdaya tahan.

Penilaian tahap risiko:

- Ancaman bahaya bencana;
- Tahap keterdedahan;
- Kapasiti;
- Taburan kawasan berisiko; dan
- Tahap kehilangan dan kerosakan.

Penilaian CDRI Perbandaran & Petempatan Berdaya Tahan Bencana Geologi

Merancang langkah-langkah mitigasi secara berstruktur dan bukan berstruktur ke arah pengurangan risiko bencana

Membina komponen fizikal, sosial, ekonomi, alam sekitar dan institusi yang berdaya tahan bencana.

Menzahirkan sebuah perbandaran dan petempatan yang kurang berisiko serta berdaya tahan bencana



Kamus

GEOBENCANA

JABATAN PERANCANGAN
BANDAR DAN DESA

BANJIR



INDEKS BANJIR

Air Bumi : <i>Water, Aquatic</i>	B-1	Banjir Pantai: <i>Coastal Flood</i>	B-4	Rapid Response Water Gate	B-7
Alur : <i>Grooves</i>	B-1	Banjir Genang: <i>Stagnant Flood</i>	B-4	Sistem Penuaian Air Hujan : <i>Rainwater Harvesting System</i>	B-8
Average : <i>Recurrence Interval (ARI)</i>	B-1	Punca Berlaku Banjir	B-4	Storm Surge Barrier	B-8
Aliran Air Permukaan : <i>Surface Runoff</i>	B-1	GP Manual Saliran Mesra Alam : <i>Urban Stormwater Management Manual</i>	B-4	Terowong Banjir : <i>Flood Tunnel</i>	B-8
Analisis Frekuensi Banjir : <i>Flood Frequency Analysis</i>	B-1	Kalis banjir : <i>Floodproofing</i>	B-4	Tebatan Banjir : <i>Flood Barrier</i>	B-8
Aras Laut : <i>Sea Level</i>	B-1	Pelan Adaptasi Kebangsaan : <i>National Adaptation Plan, My NAP</i>	B-5	Terowong SMART : <i>SMART Tunnel</i>	B-8
Banjir : <i>Flood</i>	B-1	Pelan Induk Tebatan Banjir : <i>Integrated Flood Management Plan, IFMP</i>	B-5	Takungan Air Pinggiran Sungai (TAPS) : <i>Off River Storage (ORS)</i>	B-9
Bah : <i>Deluge, Flood</i>	B-1	Pengurusan Lembangan Sungai Bersepadu : <i>Integrated River Basin Management, IRBM</i>	B-5	Simpanan Bawah Tanah : <i>Undergroud Storage</i>	B-9
Ban Sungai : <i>Riverbank</i>	B-1	Program Ramalan Amaran Banjir (PRAB) : <i>National Flood Forecasting and Warning Program</i>	B-5	WaveFoRCE	B-9
Cadangan Aras Pembangunan : <i>Proposed Habitable Floor Levels of The Buildings</i>	B-1	Public Infobanjir	B-5		
Dataran Banjir : <i>Floodplain</i>	B-2	Sistem Amaran Awal Bencana : <i>Early Warning System, EWS</i>	B-5		
Enapan : <i>Sediment</i>	B-2	Sistem Pemantauan Banjir Global : <i>Global Flood Monitoring System, GFMS</i>	B-5		
Fenomena Air Pasang Besar : <i>Green Building</i>	B-2	Peta Hazard Banjir : <i>Flood Hazard Map</i>	B-6		
Hakisan dan Pemendapan Sungai	B-2	Penyelesaian Berasaskan Alam Sekitar : <i>Nature-Based Solution, NBS</i>	B-6		
Kadar Tahun Banjir : <i>Storm Return Period</i>	B-2	Pengurusan Banjir Bersepadu (IFM) : <i>Integrated Flood Management</i>	B-6		
Indeks Kerentanan Banjir : <i>Flood Vulnerability Index</i>	B-2	Pelan Induk Saliran Mesra Alam	B-6		
Pam Air : <i>Water Pump</i>	B-3	Bendungan/ Sawar: <i>Barrage</i>	B-6		
Rizab Sungai : <i>River Reserve</i>	B-3	Benteng: <i>Flood Barrier</i>	B-6		
Permodelan Hubungan Hujan- Larian : <i>Rainfall-Runoff Model</i>	B-3	Bandar Span: <i>Sponge City</i>	B-6		
Ramalan Meteorologi : <i>Meteorological Forecast</i>	B-3	Kolam Takungan : <i>Retention Pond</i>	B-7		
Ramalan Cuaca : <i>Weather Forecast</i>	B-3	On-Site Detention (OSD)	B-7		
Laluan Air : <i>Waterways</i>	B-3	Pintasan : <i>Bypass Channel</i>	B-7		
Model Hidrologi : <i>Hydrological Model</i>	B-3	Pintu Kawalan Pasang Surut : <i>Tidal Gate</i>	B-7		
Meter Arus Air : <i>Current Meter</i>	B-3				
Lead Time	B-3				
Lembangan Sungai : <i>River Basin</i>	B-3				
Banjir Monsun: <i>Monsoon Flood</i>	B-3				
Banjir Kilat: <i>Flash Flood</i>	B-3				

PENGENALAN

Banjir merupakan bencana alam utama di negara kita terutama ketika musim hujan monsun. Impak daripada bencana ini amat besar sehingga menjejaskan harta benda, ekonomi, sosial dan kelestarian alam sekitar. Terdapat pelbagai jenis banjir yang perlu diketahui serta tindakan yang perlu diambil bagi mengatasi isu ini. Amatlah penting untuk kita memahami isu yang berkaitan dengan lebih baik bagi memastikan perancangan pembangunan dapat dibuat dengan lebih berkesan.



Banjir Kilat Johor, 2023



Banjir Kilat di Kampung Kubu Gajah, Sungai Buloh, 23 April 2025



Banjir Kilat di Gua Musang, Kelantan, 2023



Banjir Kilat di Taman Arena Kepayang Putra, Ipoh, 2024



Banjir Kilat di Masjid Tanah, Melaka, 2024

Air Bumi : *Water, Aquatic*

Air dalam lapisan tepu air di bawah permukaan tanah.

Dewan Bahasa dan Pustaka, 2017

Alur : *Grooves*

Bahagian yang terdapat dasar sungai tempat arus utama mengalir. Lalan air yang jelas, buatan atau semulajadi yang secara berkala atau berterusan mengandungi air bergerak atau yang menjadi satu penyambung antara dua badan air.

PLANMalaysia, 2022
Jabatan Pengairan dan Saliran, 2023

Average : *Recurrence Interval (ARI)*

Average Recurrence Interval (ARI) adalah tempoh purata berulang antara kejadian banjir yang mempunyai magnitude atau luahan puncak banjir yang sama. Sebagai contoh, 100 ARI bermaksud kebarangkalian untuk berlakunya banjir pada tahun tersebut adalah 1%.

Jabatan Pengairan dan Saliran, 2023

Aliran Air Permukaan : *Surface Runoff*

Aliran air permukaan merujuk kepada larian air yang berlaku apabila hujan, salji cair atau air pengairan berlebihan mengalir di atas permukaan tanah dan akhirnya sampai ke sungai, tasik, atau laut. Proses ini sangat penting dalam kitaran air kerana ia membantu mengalirkan air dari tanah kembali ke sumber air yang lebih besar, seperti sungai dan lautan. Memahami aliran air permukaan membantu kita menguruskan sumber air dengan lebih baik dan menangani masalah seperti hakisan tanah dan pencemaran air.

Earth Science, 2025



<https://www.meteorologiaenred.com/ms/larian.html>

Analisis Frekuensi Banjir : *Flood Frequency Analysis*

Suatu teknik analisis yang memberi maklumat tentang magnitud dan frekuensi luah banjir berdasarkan rekod luah air tahunan tertinggi yang disukat di tolok ukur sungai.

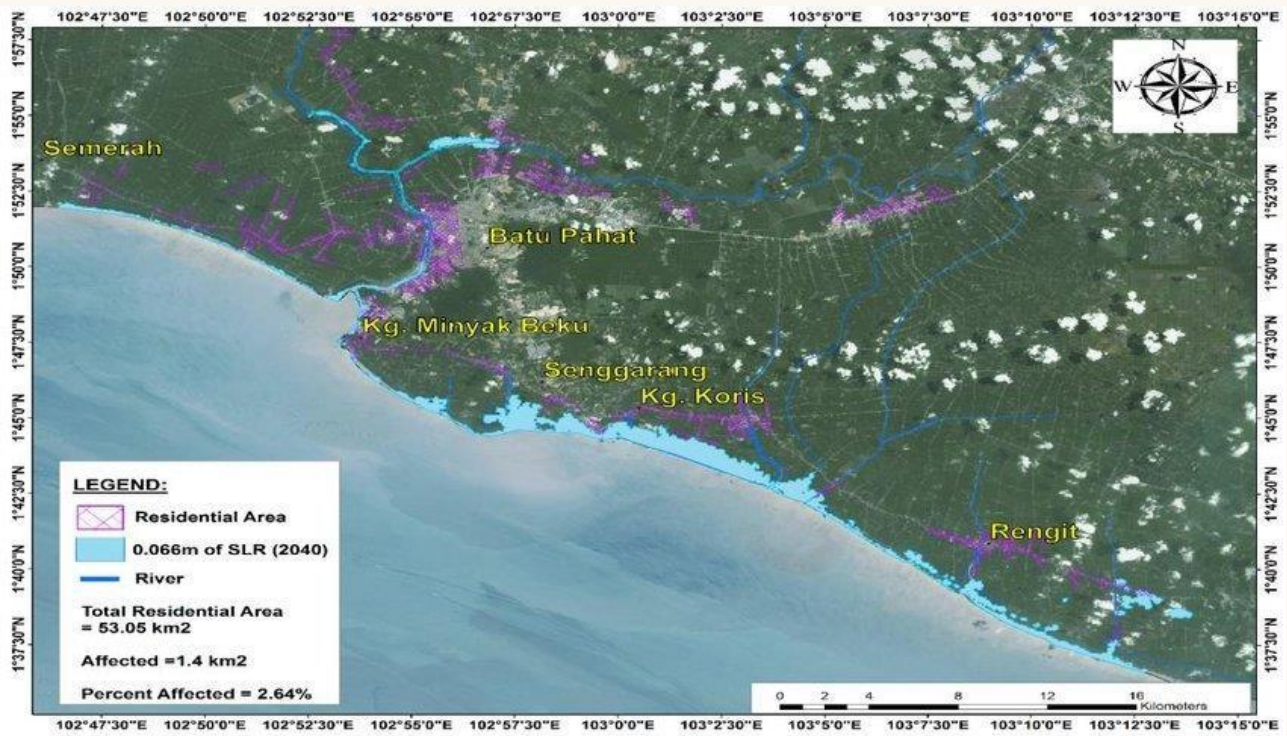
U.S. Geological Survey (USGS), 2023

Provide information about the magnitude and frequency of flood discharge based on records of annual maximum instantaneous peak discharges collected at stream gages.

Aras Laut : *Sea Level*

Aras permukaan lautan yang sentiasa berubah disebabkan air pasang dan berbeza antara satu kawasan dan kawasan yang lain.

Dewan Bahasa dan Pustaka, 2017



https://www.researchgate.net/figure/The-inundation-impact-map-of-residential-element-based-on-the-sea-level-rise-projection_fig2_324805442

Banjir : *Flood*

Kuantiti air yang melimpah keluar dari tebing sungai, tasik atau sistem perparitan sedia ada yang disebabkan oleh curahan hujan yang lebat, air laut pasang dan halangan pada sistem saliran.

PLANMalaysia, 2022

Bah : *Deluge, Flood*

Kumpulan air yang terlalu banyak sehingga melimpah.

Dewan Bahasa dan Pustaka, 2017

Ban Sungai : *Riverbank*

Batas yang bersempadan dengan dataran banjir atau tebing sungai. Ia termasuk di dalam sebahagian rizab sungai.

Dewan Bahasa dan Pustaka, 2017

Cadangan Aras Pembangunan : *Proposed Habitable Floor Levels of the Buildings*

Merujuk kepada Cadangan Aras Pembangunan (*platform level*) berdasarkan paras banjir , contohnya 100 ARI.

PLANMalaysia, 2022

Dataran Banjir : *Floodplain*

Tanah dampingan (*adjoining*) yang hampir rata terletak di bahagian lembah sungai dan hanya dibanjiri air apabila aliran sungai melebihi daya tampungan (*carrying capacity*) alur biasa.

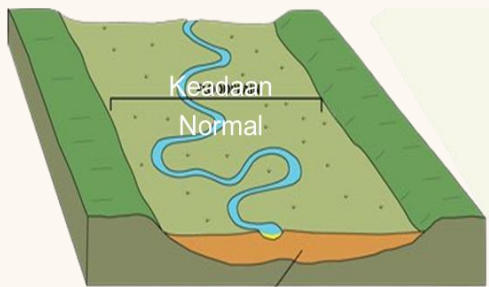
PLANMalaysia, 2022



Dataran Banjir
(semasa keadaan normal)



Dataran Banjir
(semasa banjir/aras air meningkat)



Ilustrasi Dataran Banjir

Enapan : *Sediment*

Tanah yang telah bercampur dengan air dan mendak.

Dewan Bahasa dan Pustaka, 2017

Bahan yang terdapat di dasar sungai, tasik atau laut yang terdiri daripada campuran tanah liat, kelodak, pasir, jirim organik dan sebagainya.

Dewan Bahasa dan Pustaka, 2017

Pepejal yang terendap selepas proses endap di loji olahan air atau sisa air.

Dewan Bahasa dan Pustaka, 2017

Fenomena Air Pasang Besar : *High Tide*

Fenomena Air Pasang Besar atau High Tide merujuk kepada keadaan peningkatan paras air laut yang luar biasa tinggi, disebabkan oleh daya tarikan graviti antara bulan, matahari, dan bumi. Fenomena ini biasanya berlaku pada fasa bulan penuh atau bulan baru, apabila kedudukan bulan, matahari dan bumi sejajar, menghasilkan daya tarikan graviti maksimum.

Jabatan Meteorologi Malaysia, 2023



Fenomena Air Pasang Besar di Pulau Pinang, 2024

Hakisan dan Pemendapan Sungai

Bentuk muka bumi hasil hakisan sungai dan pemendapan termasuk air terjun, jeram, lubuk pusu, likuan sungai, susuh bukit berpanca, tasik ladam, delta, dataran banjir dan tetambak. Proses hakisan dan pemendapan oleh sungai membentuk berbagai fitur muka bumi.

Jabatan Pengairan dan Saliran, 2023

Kadar Tahun Banjir : *Storm Return Period*

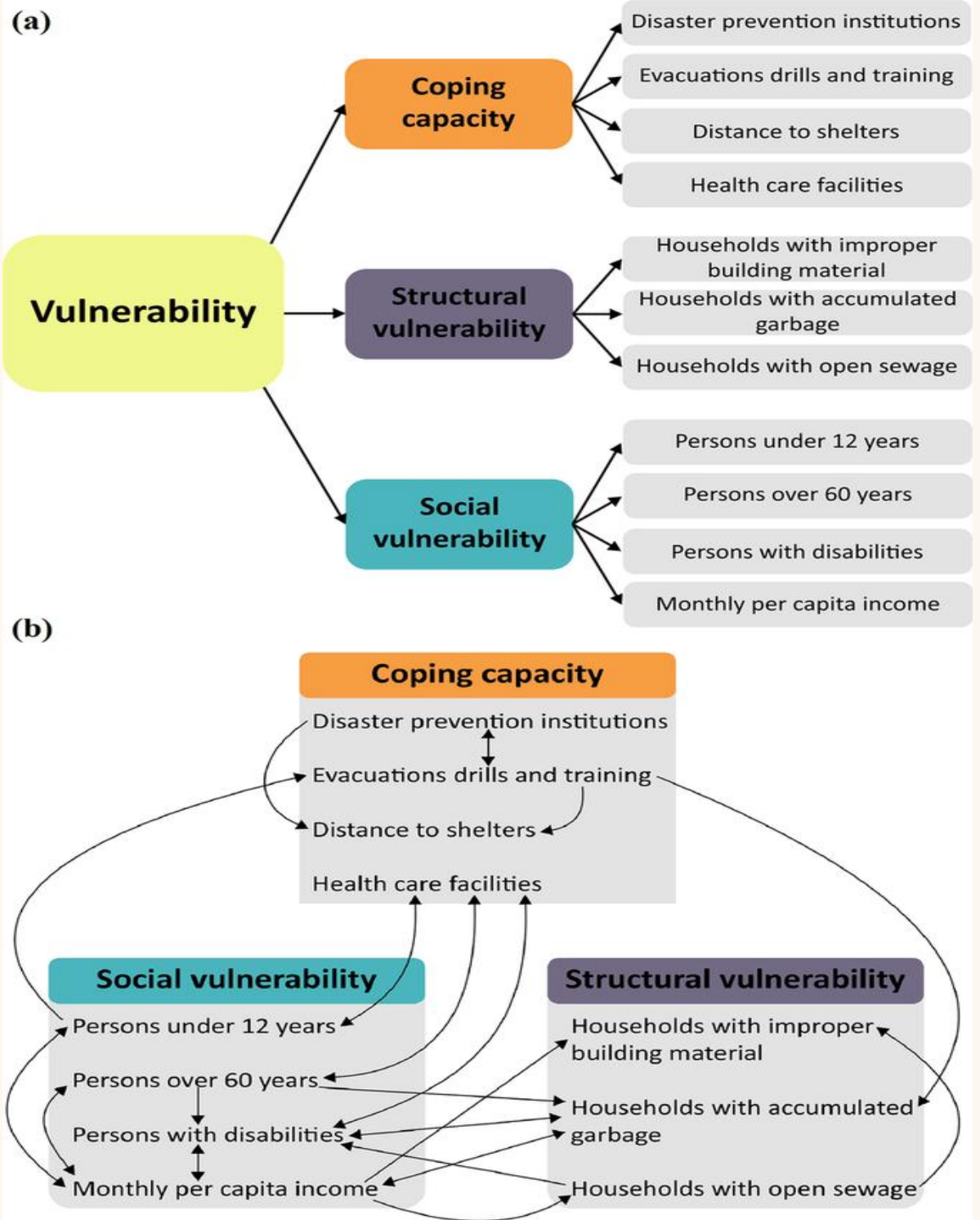
Suatu tempoh dalam tahun di mana sesuatu bencana diramalkan akan berlaku berdasarkan rekod sejarah.

Caribbean Risk Information System (CRIS), 2023

Indeks Kerentanan Banjir : *Flood Vulnerability Index*

Sistem yang membantu dalam membuat keputusan untuk mengawal kemungkinan kerosakan dan mengenal pasti langkah-langkah yang tepat untuk dilaksanakan sebelum banjir.

Nasiri H. & Shahmihammadi-Kalalagh S., 2013



Model Konsep Pembolehubah Dalam Indeks Kerentanan Banjir

Pam Air : *Water Pump*

Pam untuk mengalirkan air dari tali air yang lebih tinggi ke sistem perparitan lebih rendah untuk melancarkan aliran air.

Adnan Ibrahim, 2023

Rizab Sungai : *River Reserve*

Benteng (ban), tebing dan dataran banjir di kedua dua belah sungai yang diwartakan di bawah seksyen 62 Kanun Tanah Negara [Akta 828].

PLANMalaysia, 2022
Jabatan Pengairan dan Saliran, 2023

Permodelan Hubungan Hujan-Larian : *Rainfall-Runoff Model*

Satu sistem permodelan yang dibentuk melalui satu set persamaan bagi menganggarkan jumlah hujan yang bertukar menjadi air larian sebagai satu parameter yang menunjukkan keadaan kawasan tadahan.

Sitterson J. et al., 2017

Ramalan Meteorologi : *Meteorological Forecast*

Suatu ramalan keadaan atmosfera masa depan dari beberapa aspek seperti suhu, kelembapan dan momentum.

American Meteorological Society, 2022

Ramalan Cuaca : *Weather Forecast*

Suatu penilaian keadaan atmosfera berdasarkan kepada mendakan, awan, angin dan suhu.

American Meteorological Society, 2022

Laluan Air : *Waterways*

Badan air yang biasanya mengalir di sesuatu permukaan semulajadi.

Jabatan Pengairan dan Saliran, 2023

Model Hidrologi : *Hydrological Model*

Ciri perwatakan sistem hidrologi sebenar dan sistem menggunakan model fizikal berskala kecil, analog matematik dan simulasi komputer.

Anees M.T et. Al., 2016

Suatu alternatif untuk menyediakan simulasi pelepasan air berterusan secara spatial merentas domain berskala besar dan menyediakan maklumat berharga tentang risiko hidrologi walaupun di kawasan yang mempunyai data cerapan tanah yang terhad.

Llauca H., Leon K., & Lavado-Casimiro W., 2022

Meter Arus Air : *Current Meter*

Alat untuk mengukur kelajuan aliran dalam alur air. Jenis meter arus yang paling biasa mengaitkan kelajuan arus dengan kadar di mana pendesak diputar oleh air yang mengalir.

Encyclopedia.com, 2019

Sebuah alat jitu yang direkabentuk bagi mengukur hala tuju air.

Jabatan Pengairan dan Saliran, 2007

Lead Time

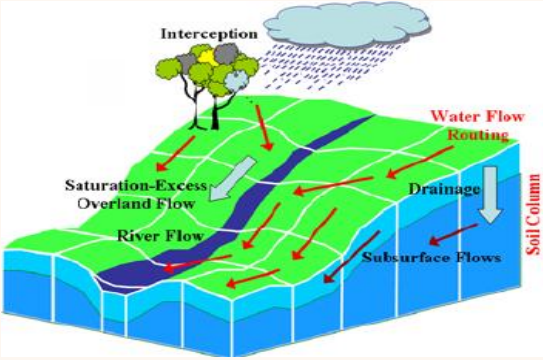
Tempoh masa antara pengeluaran ramalan dan kejadian fenomena yang diramalkan.

American Meteorological Society, 2022

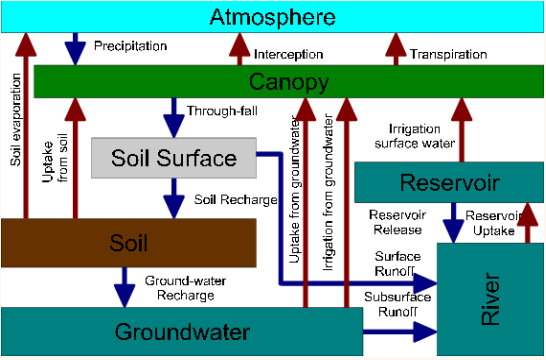
Lembangan Sungai : *River Basin*

Kawasan tanah yang dari mana semua air larian permukaan mengalir melalui urutan sungai, alur atau tasik dan berakhir ke laut melalui satu muara sungai atau delta.

PLANMalaysia, 2022



Lukisan Konsep Model Hidrologi



JENIS-JENIS BANJIR

1) Banjir Monsun : *Monsoon Flood*

Kejadian alam semula jadi berlaku akibat daripada peredaran bumi di paksinya yang menghasilkan pergerakan angina yang berbeza, di mana peredaran angin yang mengandungi wap air yang banyak, bergerak dari kawasan tekanan tinggi ke kawasan tekanan rendah.

Jabatan Pengairan dan Saliran, 2023



Banjir di Pokok Sena, Alor Setar 2024

2) Banjir Kilat : *Flash Flood*

Banjir yang berlaku dalam tempoh masa yang singkat iaitu enam 6 jam disebabkan oleh hujan lebat yang berterusan tanpa henti dalam tempoh tiga 3 jam atau sebab sebab lain.

Jabatan Pengairan dan Saliran, 2023



Banjir di Kuala Lumpur, 2022

3) Banjir Pantai : *Coastal Flood*

Banjir yang disebabkan keamatan hujan yang tinggi dan kenaikan aras laut semasa air pasang dan melebihi aras air sungai/tebing sungai.

Jabatan Pengairan dan Saliran, 2023



Banjir Pantai di Terengganu, 2021

4) Banjir Genang : *Stagnant Flood*

Banjir disebabkan air yang tidak surut melebihi sesuatu tempoh masa walaupun hujan sudah tidak turun lagi kerana tidak dapat mengalir ke kawasan lebih rendah disebabkan oleh faktor pasang surut laut, topografi ataupun saluran air yang tersumbat.

Jabatan Pengairan dan Saliran, 2023



Banjir Genang di Banting, Selangor 2021

PUNCA BERLAKU BANJIR

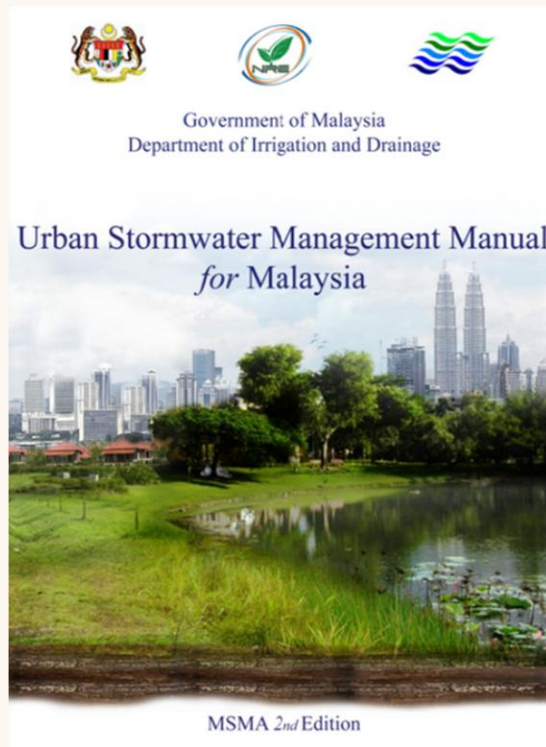
- ❑ Kekangan peruntukan penyelenggaraan pembangunan
- ❑ Kesan urbanisasi dan pembangunan tidak bersepadu
- ❑ Sistem saliran yang tidak sempurna dengan kapasiti yang tidak mencukupi
- ❑ Perubahan pola taburan hujan



Banjir di Kuala Lumpur, 2022

MITIGASI BUKAN BERSTRUKTUR

GP Manual Saliran Mesra Alam : *Urban Stormwater Management Manual*



Satu manual untuk jurutera membuat perancangan infrastruktur saliran bandar melalui konsep kawalan kuantiti dan kualiti di peringkat punca. Kaedah ini diperkenalkan untuk mencegah bencana banjir kilat, banjir lumpur dan pencemaran sungai.

Jabatan Pengairan dan Saliran, 2021

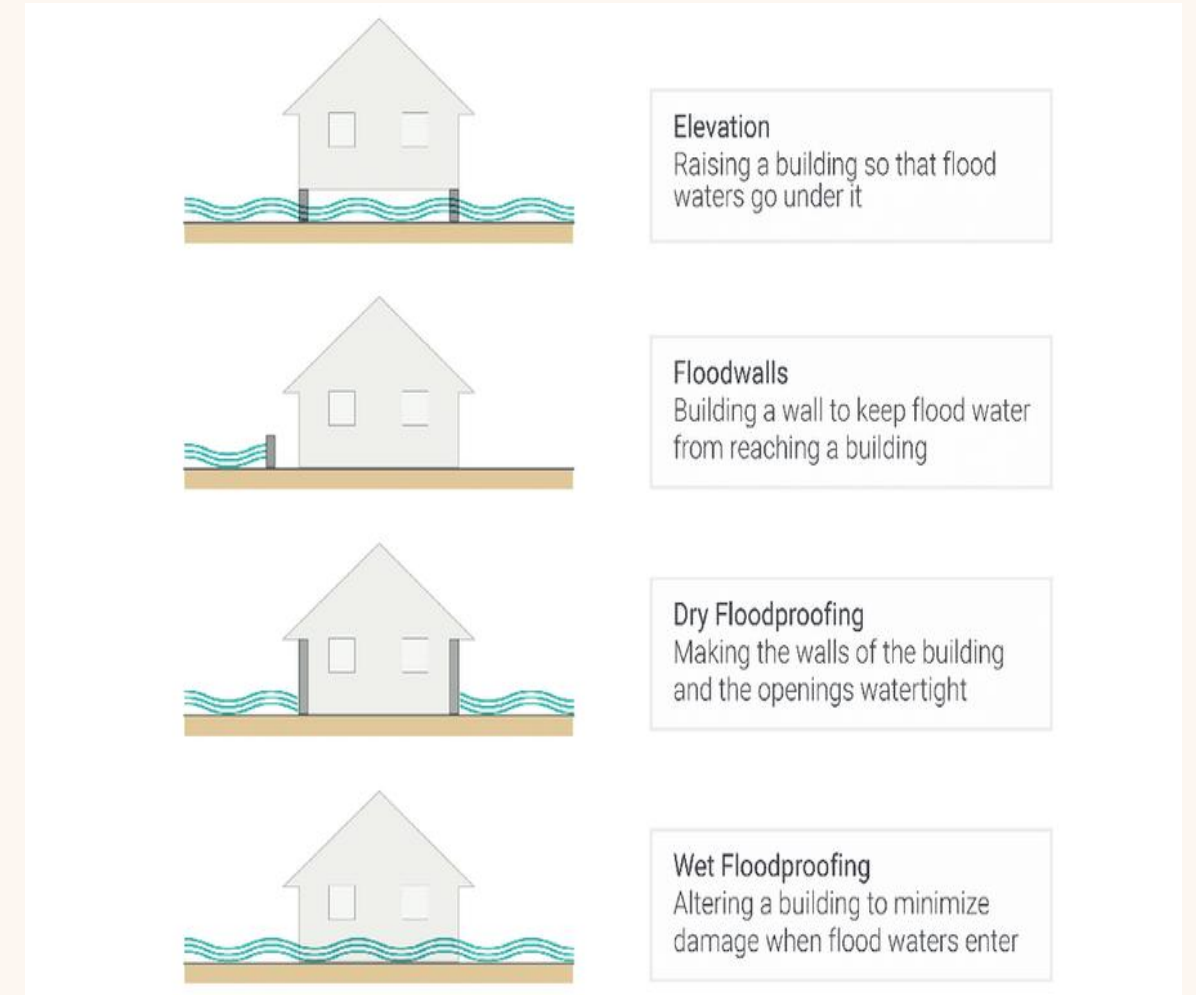
Kalis Banjir : *Floodproofing*

Gabungan penambahan, perubahan atau pelarasan berstruktur dan tidak berstruktur yang mengurangkan atau mengelak kerosakan banjir terhadap harta benda, air dan struktur binaan lain serta isinya.

Federal Emergency Management Agency (FEMA), 2020



Swing-hinged Flood Gates



Contoh Struktur Kalis Banjir

Pelan Adaptasi Kebangsaan : *National Adaptation Plan, My NAP*

Pelan berkaitan impak perubahan iklim yang merangkumi pelan tindakan dan strategi jangka panjang serta strategi pembangunan kebangsaan untuk sektor kesihatan awam, infrastruktur, keselamatan dan sumber air, pertanian serta perhutanan dan biodiversiti.

Portal Maklumat Rakyat, 2022

Pelan Induk Tebatan Banjir : *Integrated Flood Management Plan, IFMP*

Perancangan oleh JPS untuk mengurangkan risiko banjir yang terjadi akibat semulajadi atau pembangunan tidak terancang.

Jabatan Pengairan dan Saliran, 2023

Pengurusan Lembangan Sungai Bersepadu : *Integrated River Basin Management, IRBM*

Proses penyelarasan dalam pemeliharaan, pengurusan dan pembangunan sumber air, tanah dan sumber-sumber berkaitan merentasi semua sektor di dalam sesebuah lembangan sungai bertujuan untuk memaksimumkan faedah sosioekonomi bagi sumber air secara mampan serta memelihara dan mengembalikan semula ekosistem semulajadi sumber air.

Jabatan Pengairan dan Saliran, 2023

KESIAPSIAGAAN BANJIR

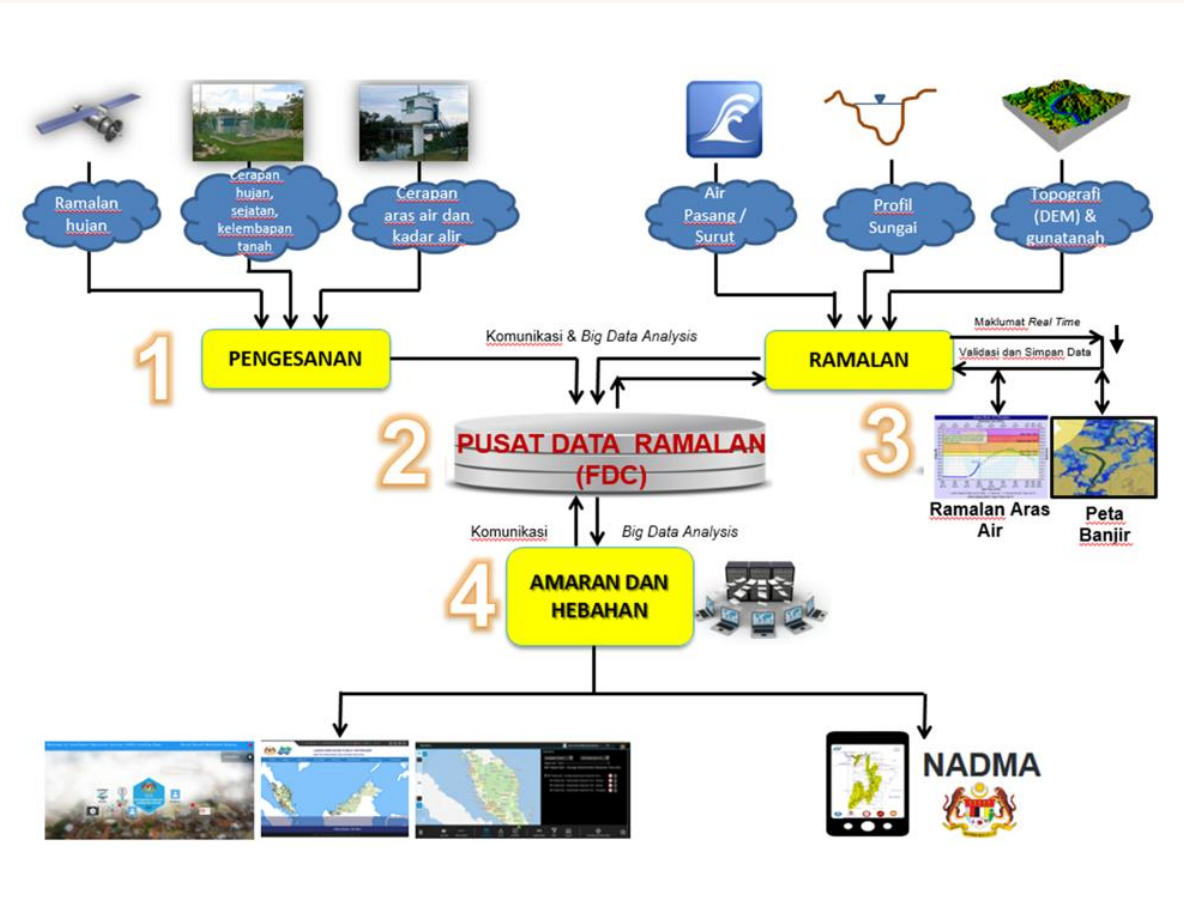
Program Ramalan Amaran Banjir (PRAB) : *National Flood Forecasting and Warning Program*

Program yang menyediakan perkhidmatan pemantauan hidrologi secara masa nyata (*real time*) dan memberi perkhidmatan ramalan dan amaran banjir sebagai persediaan menghadapi banjir kepada agensi-agensi berkaitan.

Jabatan Pengairan dan Saliran, 2022

Sistem yang dibangunkan oleh JPS Malaysia untuk meramal dan memberi amaran banjir kilat.

Public Infobanjir, 2019



<https://publicinfobanjir.water.gov.my/mengenai-kami/prab/>

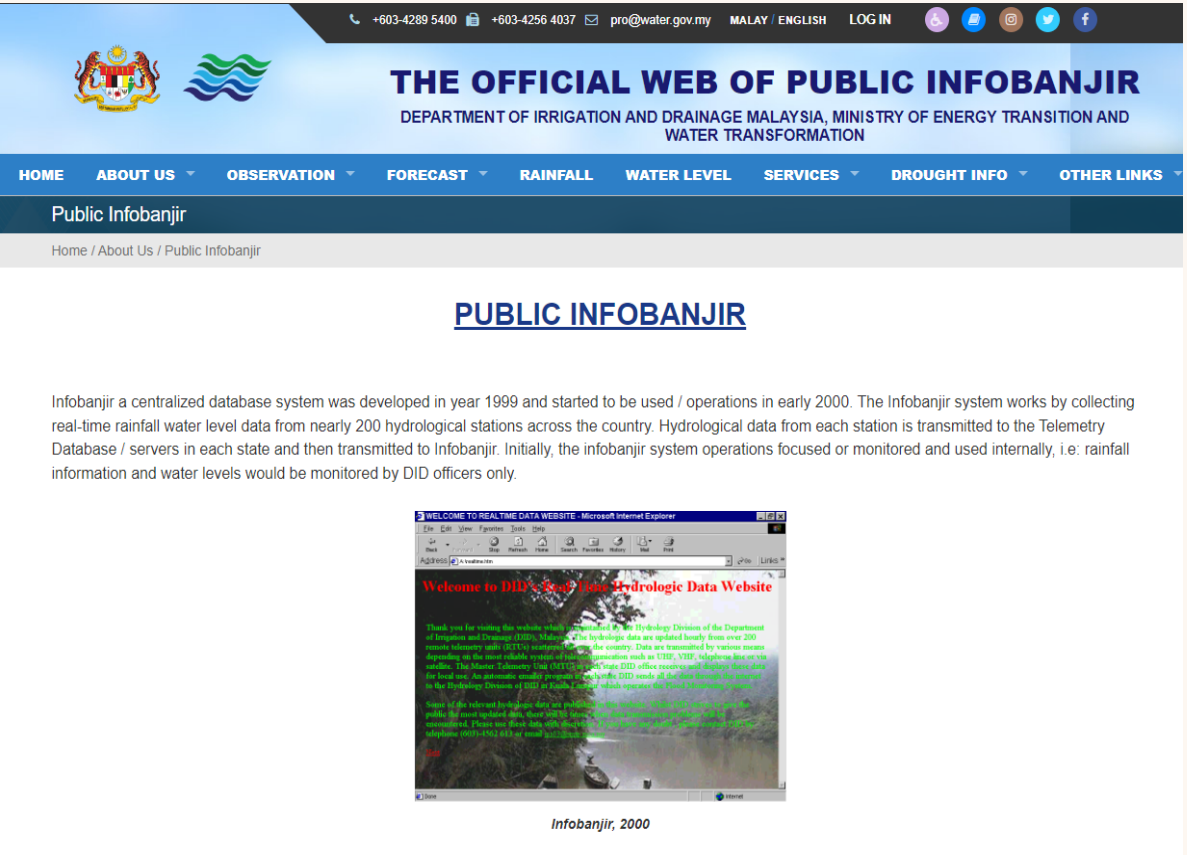
Public Infobanjir

Laman web khusus untuk diakses oleh orang awam dan mengandungi maklumat keadaan semasa aras air, hujan dan maklumat terkini banjir. Laman ini juga mempunyai maklumat semasa bagi kawasan-kawasan banjir serta maklumat mangsa perpindahan. Ia juga berpaut kepada e-bencana alam, JKR dan mempunyai maklumat seamsa bagi jalan-jalan yang terlibat dalam kejadian banjir.

Jabatan Pengairan dan Saliran, 2022

Sistem pemantauan banjir yang mengandungi maklumat data hujan dan paras air pada masa nyata. Ia sebagai petunjuk kepada kemungkinan berlakunya banjir dan tanah runtuh.

Jabatan Pengairan dan Saliran, 2023



Laman Web Infobanjir

Sistem Amaran Awal Bencana : *Early Warning System, EWS*

Satu sistem untuk mengumpul data aras air sungai dan data curahan hujan untuk membolehkan amaran banjir dibuat apabila keadaan memerlukan dengan menggunakan sistem telemetri.

Jabatan Pengairan dan Saliran, 2021

Sistem Pemantauan Banjir Global : *Global Flood Monitoring System, GFMS*

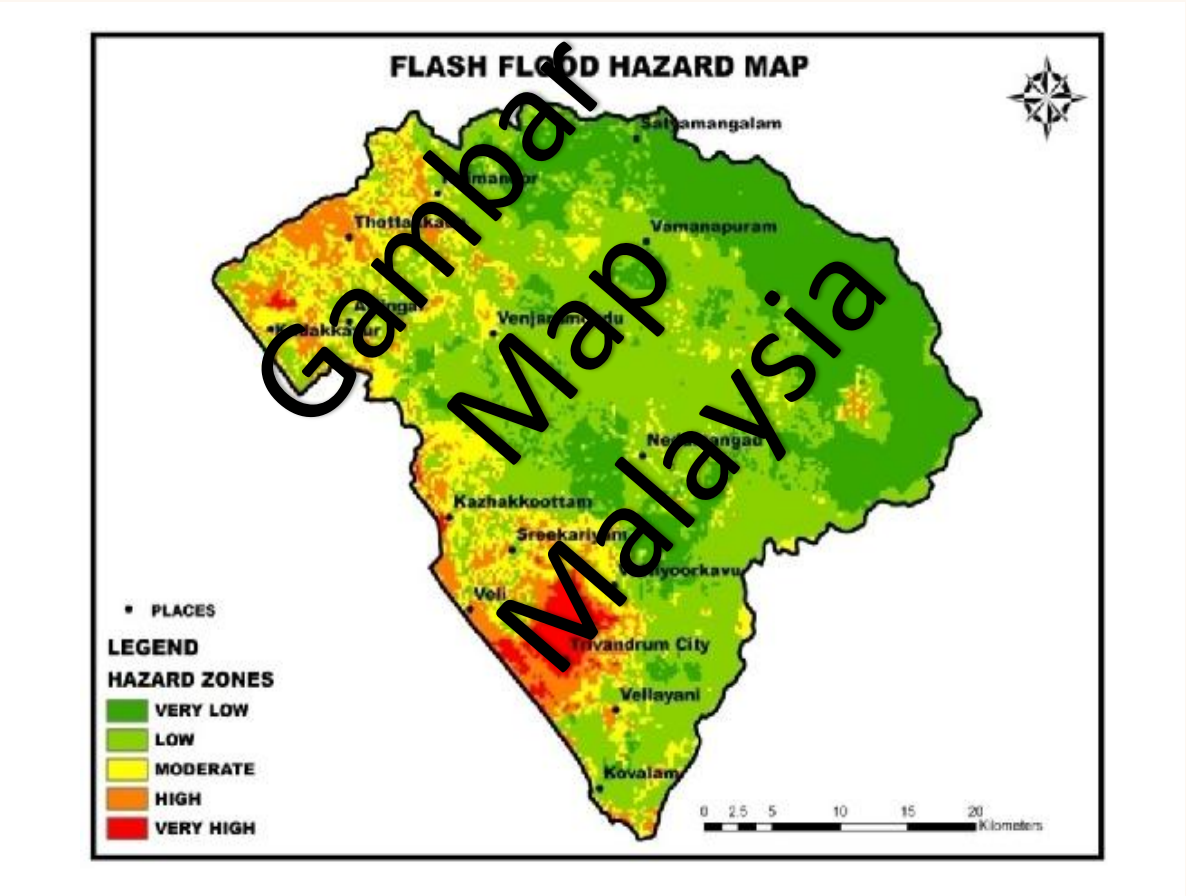
Sistem pemantauan banjir yang mengesan dan memantau kejadian banjir secara global dan menyediakan gambaran keseluruhan masa nyata tentang kejadian banjir yang sedang berlaku berdasarkan data yang ditangkap.

de Bruijn, J.A. et al., 2019

Peta Hazard Banjir : *Flood Hazard Map*

Peta yang telah dihasilkan menggunakan permodelan hidrodinamik yang menunjukkan keluasan dan kedalaman banjir berdasarkan kepada tempoh ulangan (ARI) tertentu.

Jabatan Pengairan dan Saliran, 2021

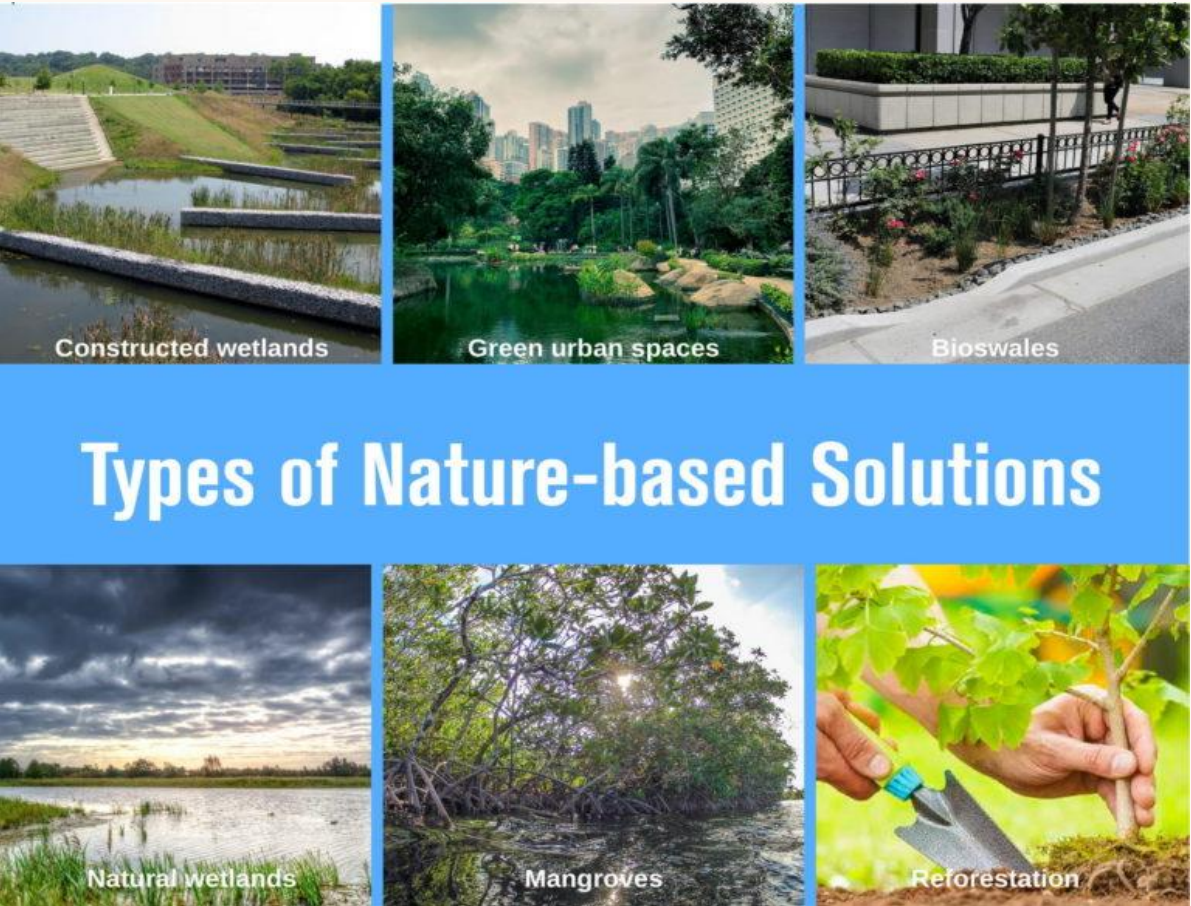


Contoh Peta Hazard Banjir

Penyelesaian Berasaskan Alam Sekitar : *Nature-Based Solution, NBS*

Sebuah perancangan yang mampan, rekabentuk, pengurusan alam sekitar dan amalan kejuruteraan yang membentuk ciri-ciri semulajadi atau proses yang membawa kepada perubahan dan ketahanan.

Federal Emergency Management Agency (FEMA), 2023



<https://iwa-network.org/nature-based-solutions-the-advantage-of-being-a-developing-country/>

Pengurusan Banjir Bersepadu : *Integrated Flood Management, IFM*

Pendekatan bersepadu yang berkesan untuk pengurusan tebatan banjir bagi memaksimakan penggunaan dataran banjir dan mengurangkan kerosakan kepada harta benda dan kehilangan nyawa.

Jabatan Pengairan dan Saliran Selangor, 2019

Pelan Induk Saliran Mesra Alam

Pelan Induk Saliran Mesra Alam (PISMA) merupakan satu dokumen pelan induk yang mematuhi konsep Manual Saliran Mesra Alam (MSMA) dan PISMA boleh dijadikan panduan dan rujukan untuk merancang pembangunan masa hadapan yang lebih sistematik dan mapan.

Jabatan Pengairan dan Saliran, 2023

MITIGASI BERSTRUKTUR

Bendungan / Sawar : *Barrage*

Penghadang yang merentangi sungai dan dilengkapi dengan suatu siri pintu atau lain-lain mekanisme kawalan untuk mengawal paras air di hulu, mengatur aliran atau melencongkan bekalan air ke suatu alur.

Dewan Bahasa dan Pustaka, 2017

Benteng : *Flood Barrier*

Suatu struktur di sungai pasang surut yang menahan kemasukan air masin.

Dewan Bahasa dan Pustaka, 2017

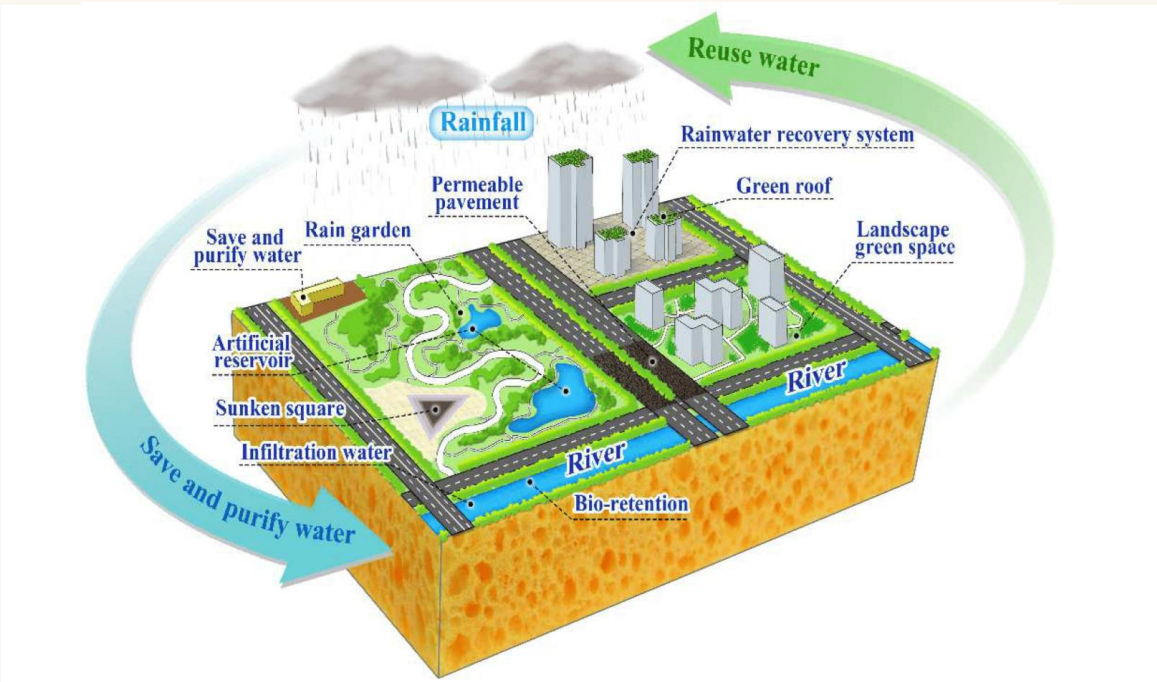
Tembok atau binaan yang dipertinggi daripada tanah dan lain-lain untuk menahan air atau menyokong jalan atau landasan kereta api.

Dewan Bahasa dan Pustaka, 2017

Bandar Span : *Sponge City*

Merupakan konsep/pendekatan penyimpanan dan penggunaan air hujan berskala besar yang membantu mengurangkan risiko banjir kilat dan meningkatkan jumlah air yang boleh digunakan semula Oleh itu, konsep ini merupakan langkah responsif yang perlu dimanfaatkan di kawasan perbandaran yang sering mengalami banjir kilat dan gangguan bekalan air.

PLANMalaysia, 2022



Ilustrasi Konsep Bandar Span

Kolam Takungan : *Retention Pond*

Kolam yang sentiasa menakung air yang terdiri daripada kolam semula jadi atau buatan manusia dengan tumbuh tumbuhan di sekelilingnya Ia berfungsi untuk menakung air hujan dalam kuantiti yang banyak serta menguruskan air larian daripada berlakunya banjir kawalan hakisan dan juga meningkatkan kualiti air.

PLANMalaysia, 2022
JPBD Semenanjung Malaysia, 2002

On-Site Detention (OSD)

On-Site Detention (OSD) disediakan di atas tanah, di bawah tanah atau kombinasi kedua-dua di dalam kawasan tapak pembangunan. OSD di atas tanah (berbentuk tangki) boleh ditempatkan di atas bumbung bangunan, lawns, kawasan hijau, di ruang tempat letak kereta, laluan kenderaan dan lain-lain. OSD bawah tanah disediakan bawah tanah dengan sistem paip. Bagi OSD kombinasi, keseluruhan tempat simpanan air diletakkan dibawah tanah manakala lebihan air akan disimpan di atas permukaan tanah.

Manual Saliran Mesra Alam (MSMA), Edisi 2

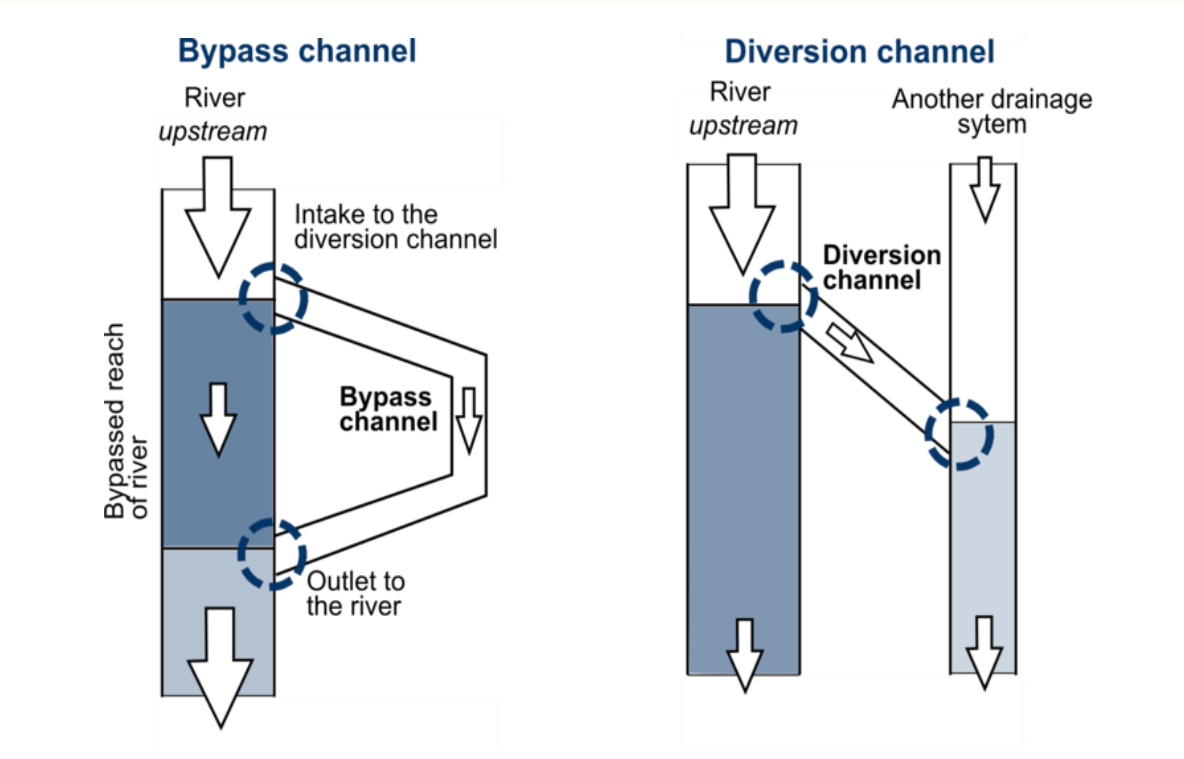
Pintasan : *Bypass Channel*

Sebuah struktur binaan untuk mengalirkan lebihan atau limpahan air dari sungai untuk mengurangkan risiko banjir.

Darrien Yau S.M., Sai H.L., Aldrino Ron & Frederik Joseph Putuhena, 2010



Contoh Luar Negara (*Yellowstone River, USA*)



Ilustrasi Struktur Pintasan Bypass Channel

Pintu Kawalan Pasang Surut : *Tidal Gate*

Sebuah struktur yang dibina di penghujung saluran utama sebagai benteng terakhir untuk menghindari ancaman banjir terhadap tanaman dan harta awam.

Jabatan Pengairan dan Saliran Ipoh, 2001



Pintu Air Pandamaran 12, Klang, Selangor

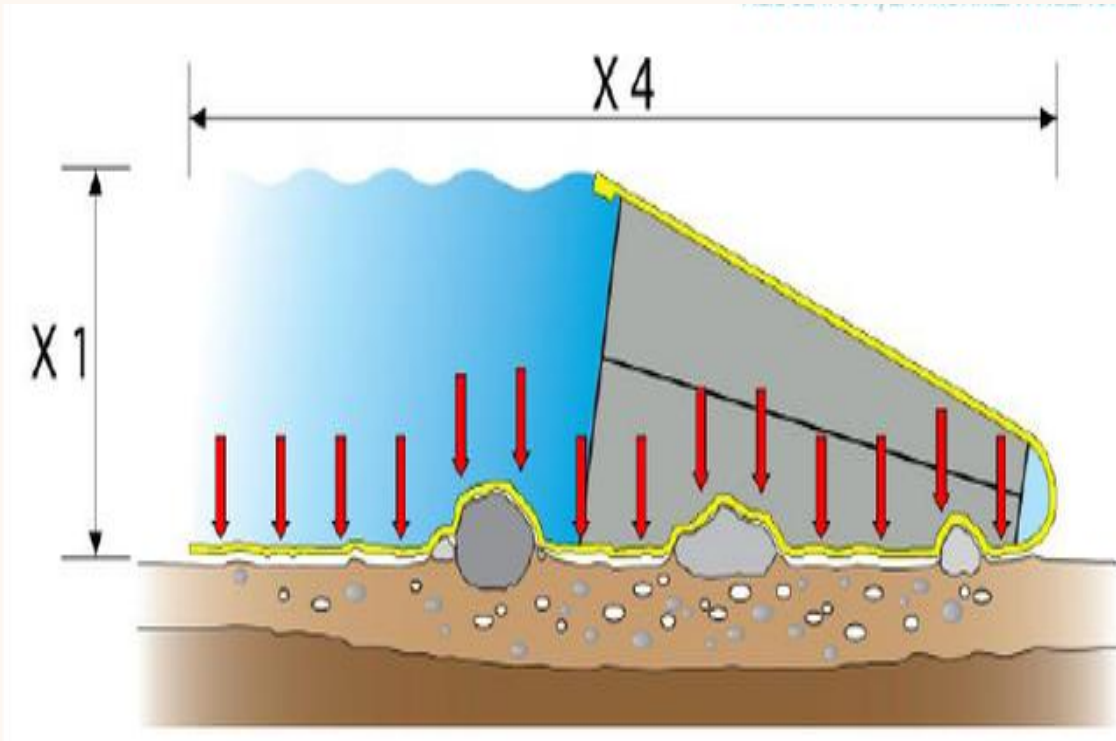
Rapid Response Water Gate

Suatu struktur yang boleh digunakan dengan pantas yang diperbuat daripada PVC dan menggunakan tekanan air untuk menstabilkan diri secara automatik.

Jabatan Pengairan dan Saliran Selangor, 2019



Rapid Response Water Gate

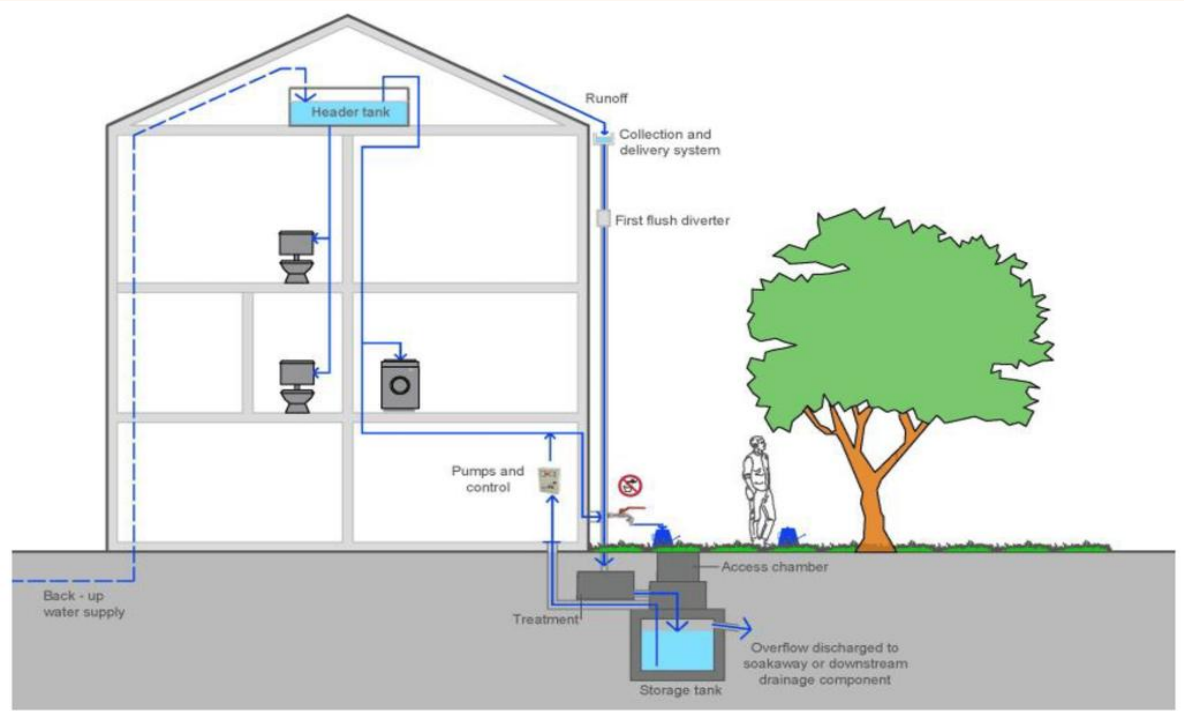


Ilustrasi Rapid Response Water Gate

Sistem Penuaian Air Hujan : *Rainwater Harvesting System*

Sistem di mana air hujan dikumpul daripada bumbung dan kemudiannya disalurkan ke tangki tangki penyimpanan air hujan sebelum digunakan.

PLANMalaysia, 2022



Ilustrasi Skematik Sistem Penuaian Air Hujan



Contoh Pemasangan Tangki Di Kawasan Perumahan

Storm Surge Barrier

Sebuah struktur kekal yang dibina untuk mengalirkan air sewaktu keadaan normal dan menghalang kemasukan air banjir semasa berlaku kenaikan aras air bagi mencegah banjir.

Freie Universität Berlin, 2023



Storm Surge Barrier



Storm Surge Barrier

Terowong Banjir : *Flood Tunnel*

Suatu laluan banjir bawah tanah yang mengubah aliran air banjir dari permukaan ke fasiliti terowong di bawah tanah.

Alberta Water Portal Society, 2023

Tebatan Banjir : *Flood Barrier*

Tebatan banjir adalah struktur yang direka untuk mencegah atau mengurangkan kesan banjir dengan menyekat atau mengalihkan aliran air. Ia memainkan peranan penting dalam ketahanan bencana dan mitigasi dengan melindungi infrastruktur, rumah, dan ekosistem daripada kerosakan banjir, terutamanya di kawasan yang terdedah kepada kejadian cuaca ekstrem dan kenaikan paras laut.

Earth Science, 2025

Terowong SMART : *SMART Tunnel*

Akronim untuk *Stormwater Management and Road Tunnel*. Sebuah projek inisiatif kerajaan untuk mengurangkan isu banjir di pusat bandar Kuala Lumpur yang mampu mengubah aliran air banjir sebelum memasuki pusat bandar melalui kolam takungan dan pintasan.

Stormwater Management and Road Tunnel, 2023

Suatu struktur yang boleh digunakan dengan pantas yang diperbuat daripada PVC dan menggunakan tekanan air untuk menstabilkan diri secara automatik.

Interesting Engineering, 2023



The Stormwater Management and Road Tunnel (SMART), Kuala Lumpur 2024

Takungan Air Pinggiran Sungai (TAPS) : *Off River Storage (ORS)*

Satu kaedah penyimpanan air mentah dengan cara mewujudkan kolam-kolam di Kawasan hilir dan pinggir sungai serta yang berhampiran dengan loji. TAPS akan turut membantu mengawal situasi banjir dan tidak menelan belanja besar untuk dilaksanakan serta mampu menjana ekonomi setempat.

PLANMalaysia, 2022



Cadangan Takungan Air Pinggiran Sungai (TAPS) 2028, Air Selangor

Simpanan Bawah Tanah : *Underground Storage*

Sebuah tangki simpanan bawah tanah yang bersaiz besar, berkapasiti tinggi dan kebiasaannya dibuat menggunakan besi, aluminium, gentian kaca atau gabungan bahan, yang menyimpan lebihan air banjir semasa hujan lebat sebelum melepaskannya ke sistem perparitan bagi mengatasi risiko banjir.

International Water Association, 2019



Struktur Tangki Simpanan Air Bawah Tanah (*Low-lying Happy Valley*, Hong Kong)

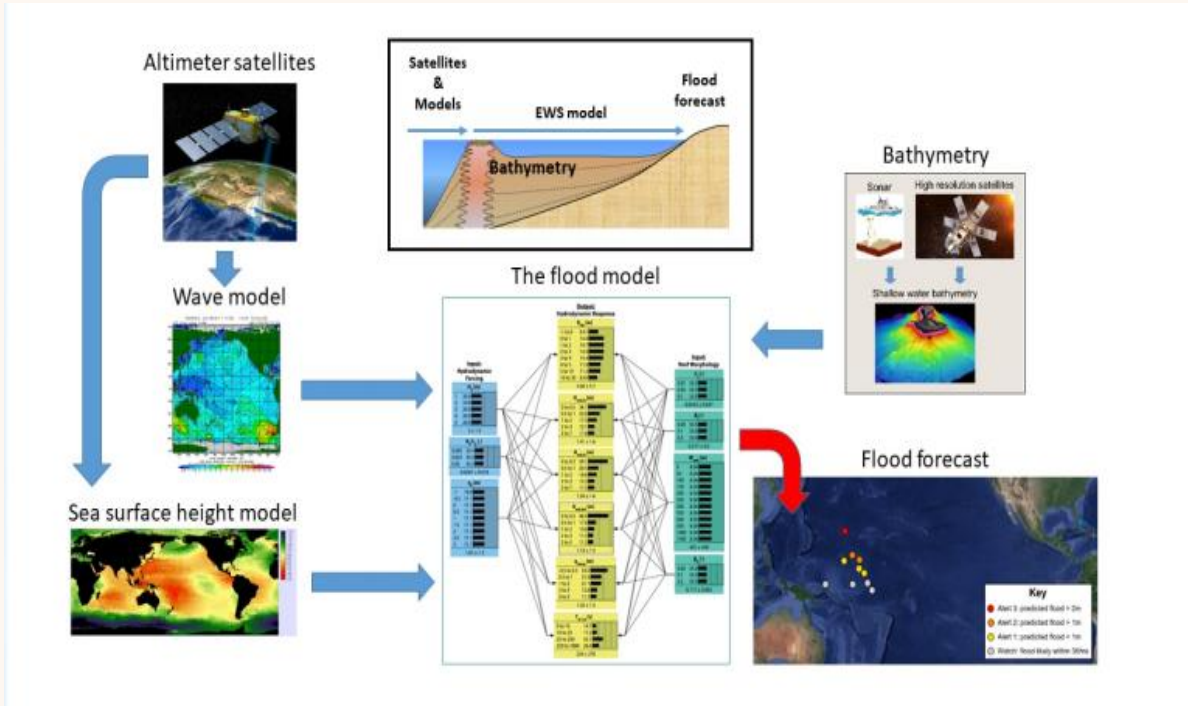


Tangki Penyimpanan Air Bawah Tanah

WaveFoRCE

Akronim untuk *Wave-driven Flood-forecasting on Reef-lined Coasts Early warning system*. Merupakan sebuah sistem ramalan banjir yang memberi ramalan dan data sejarah banjir yang berlaku disebabkan ombak semasa cuaca normal (*fair-weather wave-driven*), gelombang ribut, air pasang dan banjir semasa perubahan iklim.

Skirving W. et al., n.d



Ilustrasi Skematik Sistem *WaveFoRCE*



Keadaan Banjir di Pekan Donggongan, Penampang Sabah 2024



Banjir di Kampung Temehel, Yong Peng, Batu Pahat 2023

Kamus

GEOBENCANA

JABATAN PERANCANGAN
BANDAR DAN DESA

KEMARAU



INDEKS KEMARAU

Air Bawah Tanah	K-1
Empangan	K-1
Fenomena El Nino	K-1
Hujan Buatan : <i>Cloud Seeding</i>	K-1
Hutan Tadahan Air (HTA)	K-1
Indeks Pencemaran Udara (IPU)	K-1
<i>Integrated Water Resources Management</i>	K-2
Jerebu	K-2
Kadar Luahan Sungai	K-2
Kawasan Tadahan Air	K-2
Kelembapan Tanah	K-2
Kemarau : <i>Drought</i>	K-3
Kemarau Hidrologi : <i>Hydrological Drought</i>	K-3
Kemarau Meteorologi : <i>Meteorological Drought</i>	K-3
Kemarau Pertanian : <i>Agricultural Drought</i>	K-3
Kemarau Sosio-Ekonomi : <i>Socio-Economic Drought</i>	K-3
Kolam Tadahan Air	K-3
Lombong Pecah	K-4
Lombong Takung	K-4
Loji Rawatan Air	K-4
Manual Saliran Mesra Alam : <i>Urban Stormwater Management Manual</i>	K-4
<i>National Water Balance Management System</i> (NAWABS)	K-4
Paras Air Empangan	K-4
Pemantauan Cuaca Panas	K-5
Pemantauan Status Kemarau Meteorologi	K-5
Pengurusan Lembangan Sungai Secara Bersepadu (IRBS)	K-5

Sistem Penuaian Air Hujan	K-6
<i>Standard Precipitation Index</i> (SPI)	K-6
Stesen Meteorologi	K-6
Taburan Hujan	K-7
Tanah Gambut	K-7
Terowong	K-7



PENGENALAN

KEMARAU

tidak berair; kering. musim - musim panas terik dan hujan tidak turun; musim kering: Dalam musim - banyak tumbuhan yg mati.

Kamus Dewan Edisi Keempat

Kewujudan **Lautan Pasifik** di timur Malaysia dan **Lautan Hindi** di baratnya **mempengaruhi jumlah hujan di Malaysia**. Antara kesan lautan ini adalah fenomena El Nino (La Nina) yang lazimnya menyebabkan keadaan kering (basah) di Malaysia.

Pada musim panas, pemanasan sinaran matahari yang kuat membawa kepada peningkatan suhu di kawasan daratan Asia.

Semasa **udara panas mengembang naik**, kawasan **tekanan rendah** separa tetap **terbentuk**. **Angin tenggara lembap** yang berasal dari selatan Lautan Hindi dan rantau Indonesia-Australia **bertukar menjadi angin barat daya apabila merentasi Khatulistiwa dengan komposisi udara yang kering**. Angin ini seterusnya bergerak merentasi Asia Tenggara sebelum menumpu ke arah Indochina, China dan Barat Laut Pasifik.

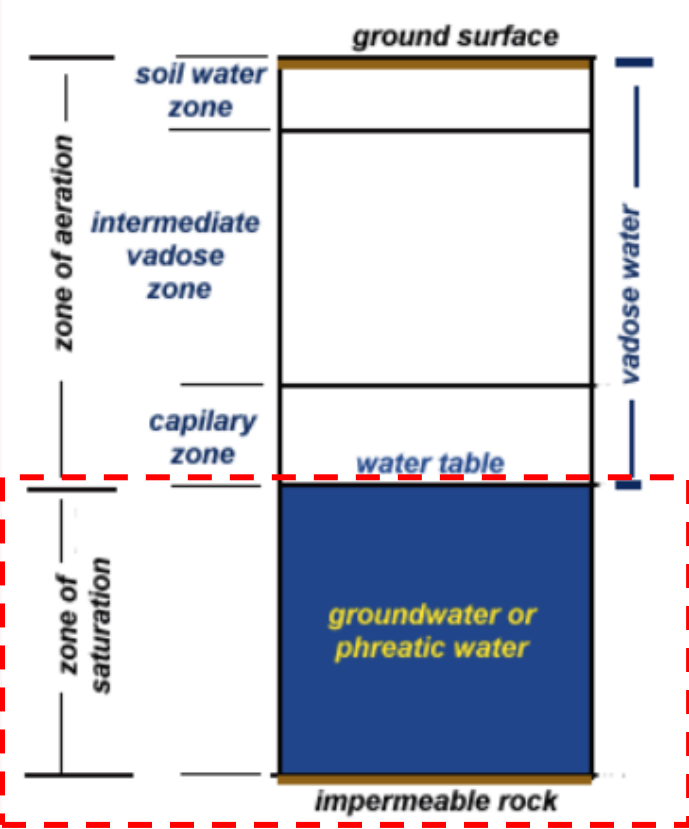
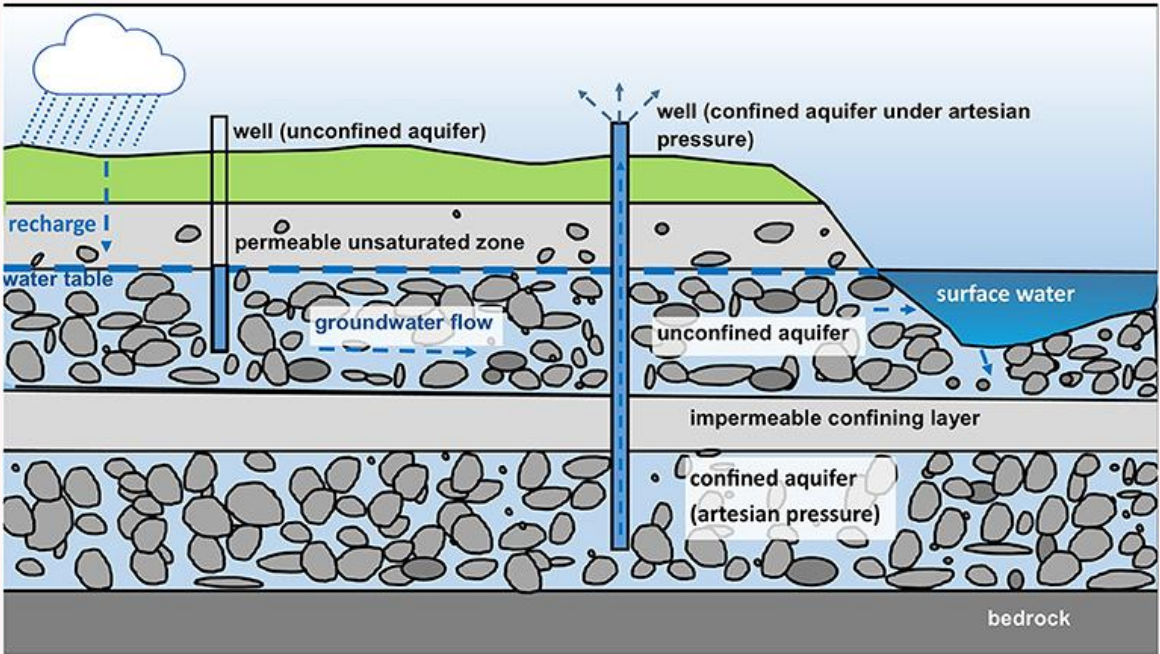


Air Bawah Tanah : *Ground Water*

Penggunaan air bawah tanah (*ground water*) amat murah dan mudah diperolehi.

Zon jenuh (saturated zone) adalah zon di mana air mengisi seluruh rongga yang ada di dalam batuan. Ia merupakan struktur tanah yang dipenuhi dengan air. Ia dipanggil lapisan muka air tanah (*ground water table*).

<https://cavebutterfly.wordpress.com/2017/01/05/hidrologi-vs-hidrogeologi-1/>



<https://cavebutterfly.wordpress.com/2017/01/05/hidrologi-vs-hidrogeologi-1/>

Empangan

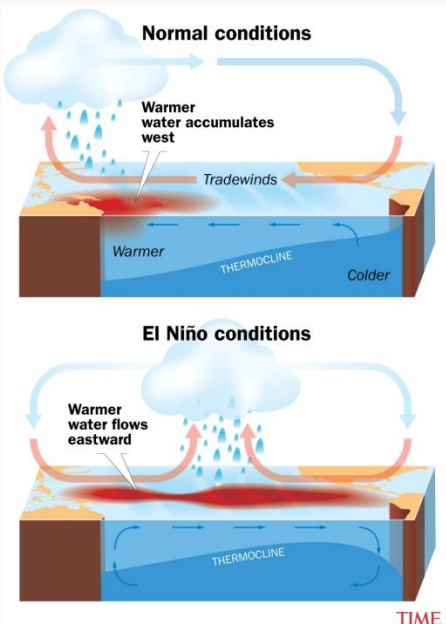
Menyekat aliran air sungai agar dapat ditakung dan dapat membekalkan air minuman dan pengairan pertanian. Dalam jangka masa yang panjang ia mampu menghasilkan kuantiti air yang banyak.

Engineering in Plain Sight – An Illustrated Field Guide To The Constructed Environment



Empangan Batu dibina bagi membekalkan air kepada penduduk Lembah Klang.

Fenomena El Nino



<https://www.linkedin.com/pulse/understanding-el-ni%C3%B1o-climate-phenomenon-global-moshiur-rahman>

Jabatan Meteorologi Malaysia

Hujan Buatan : *Cloud Seeding*

Menciptakan hujan buatan yang berfungsi untuk merangsang hujan di kawasan yang kekurangan air.

Jabatan Meteorologi Malaysia, 2024

Hutan Tadahan Air (HTA).

Di bawah peruntukan Subseksyen 10(1)(e), Akta Perhutanan Negara 1984, kawasan Hutan Simpan Kekal (HSK) dikelaskan mengikut kegunaan tanah sebagai Hutan Tadahan Air (HTA).

Jabatan Perhutanan, 2024

Indeks Pencemaran Udara (IPU)

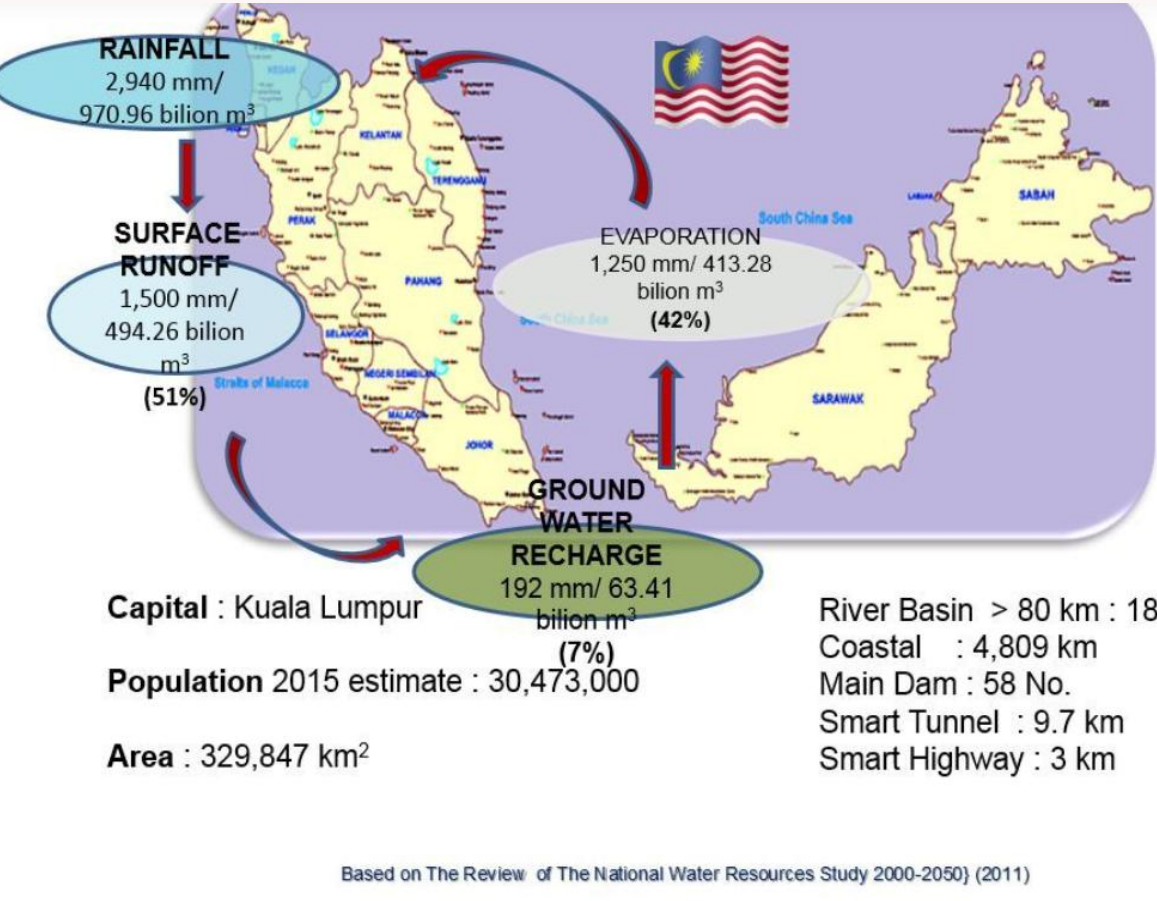
IPU diperolehi daripada pengukuran habuk yang halus (10 mikron ke bawah) dan beberapa jenis gas yang boleh menjejaskan kesihatan iaitu karbon monoksida, sulfur dioksida, nitrogen dioksida dan ozon.

NILAI IPU	STATUS
0 – 50	Baik
51 – 100	Sederhana
101 – 200	Tidak Sihat
201 – 300	Sangat Tidak Sihat
301 – 500	Berbahaya

Jabatan Alam Sekitar, 2024

Integrated Water Resource Management

Malaysia mempunyai purata hujan tahunan sebanyak 2940mm dan air larian permukaan adalah 1500mm dengan cas semula air bawah tanah sebanyak 192mm. Untuk mengurus sumber airnya secara bersepadu, Malaysia telah menetapkan 189 lembangan sungai yang berkeluasan lebih daripada 80 km persegi. Selain itu, Malaysia mempunyai jumlah garis pantai sepanjang 4809 km dan garis pantai telah diklasifikasikan ke dalam unit pengurusan untuk tujuan pemantauan dan pengurusan.



Jabatan Pengairan dan Saliran, 2011

Jerebu

Jerebu terjadi akibat daripada pembakaran hutan yang berlaku di musim kemarau. Keadaan jerebu yang berterusan akan mendatangkan kesan yang buruk pada sistem pernafasan kepada semua orang terutama golongan yang berisiko tinggi.

Jabatan Alam Sekitar, 2024



Pada Mac 2016, Negeri Sabah telah mengalami kemarau yang menyebabkan berlakunya kebakaran hutan.

Jabatan Meteorologi Malaysia, 2016

Kadar Alir Sungai

Sungai yang mengalami kadar alir rendah melebihi 5 tahun tempoh ulangan (*Average Recurrence Interval*) berterusan untuk tempoh 3 bulan dianggap mengalami kemarau.

National Water Research Institute of Malaysia (NAHRIM), 2024

Kawasan Tadahan Air

Kawasan tadahan air ini adalah kawasan tanah dan air yang menyumbangkan air larian permukaan yang mengalir menuju ke satu *outlet* dan mengalir ke sungai yang lebih besar. Sungai-sungai yang mengalir dari tanah tinggi ini adalah jaringan sungai yang menyumbang kepada aliran sungai terbesar.

Jabatan Perhutanan 2024

Kelembapan Tanah

Kelembapan tanah menurun akibat daripada kemarau dan ia akan menyebabkan rumput dan daun menjadi kering. Ini adalah punca kebakaran hutan berlaku.

Jabatan Pertanian, 2024



https://www.facebook.com/photo.php?fbid=813950504092054&id=100064313367043&set=a.642528531234253&locale=cy_GB

Kemarau : *Drought*

Tidak berair; kering.
musim - musim panas terik dan hujan tidak turun; musim kering:
dalam musim - banyak tumbuhan yang mati.

Kamus Dewan Edisi Keempat

Kemarau Meteorologi : *Meteorological Drought*

Kekurangan hujan untuk satu tempoh masa yang panjang di mana defisit jumlah hujan kumulatif melebihi 35% dari normal untuk tempoh 3 bulan dan 6 bulan semasa.

Majlis Keselamatan Negara, 2024



Keadaan bendang sawah padi di Negeri Kedah dan Perlis tidak menerima hujan selama beberapa minggu.

<https://thesun.my/malaysia-news/save-water-in-hot-and-dry-weather-metmalaysia-XK1914808>

Kemarau Hidrologi : *Hydrological Drought*

Terjadi apabila berlaku penurunan berterusan kadar luahan sungai, paras air permukaan empangan dan paras air tanah.

Majlis Keselamatan Negara, 2024

Kemarau Pertanian : *Agricultural Drought*

Terjadi apabila berlakunya kekurangan air di dalam tanah bagi menyokong pembesaran tanaman akibat daripada kekurangan hujan.

Majlis Keselamatan Negara, 2024

Kemarau Sosio-Ekonomi : *Socio-Economic Drought*

Berlaku apabila kekurangan bekalan air mula memberi kesan buruk kepada tahap kesihatan dan kualiti hidup orang ramai.

Majlis Keselamatan Negara



Kemarau mampu menghancurkan satu komuniti akibat daripada kekurangan zat makanan.

<https://ms.innernesself.com/social/environment/climate/impacts/15865-why-a-community-s-vulnerability-to-drought-is-more-important-than-the-drought-itself.html>

Kolam Tadahan Air

Kolam bekas lombong digunakan secara dwifungsi iaitu sebagai kolam takungan bagi tebatan banjir dan juga kolam takungan sumber air yang akan berfungsi sebagai pengumpulan sumber air tambahan jika berlakunya masalah kekurangan sumber air atau kemarau.

Dengan pewartaan kolam (tasik dan bekas lombong) sebagai zon perlindungan kolam sumber air alternatif adalah salah satu tindakan yang komprehensif.



Kolam tebatan banjir di Kuala Lumpur

Lombong Pecah

Lombong pecah mempunyai aliran air masuk dan keluar, selalunya ia bersambung dengan sungai atau anak sungai

Lombong Takung

Lombong takung pula adalah lombong yang airnya statik di mana tiada aliran air keluar dan masuk.



Lombong Takung

Loji Rawatan Air

Suruhanjaya Perkhidmatan Air Negara (SPAN) ialah badan pengawalseliaan kebangsaan untuk industri air, loji rawatan air dan pembentungan untuk Semenanjung Malaysia dan Wilayah Persekutuan Labuan.

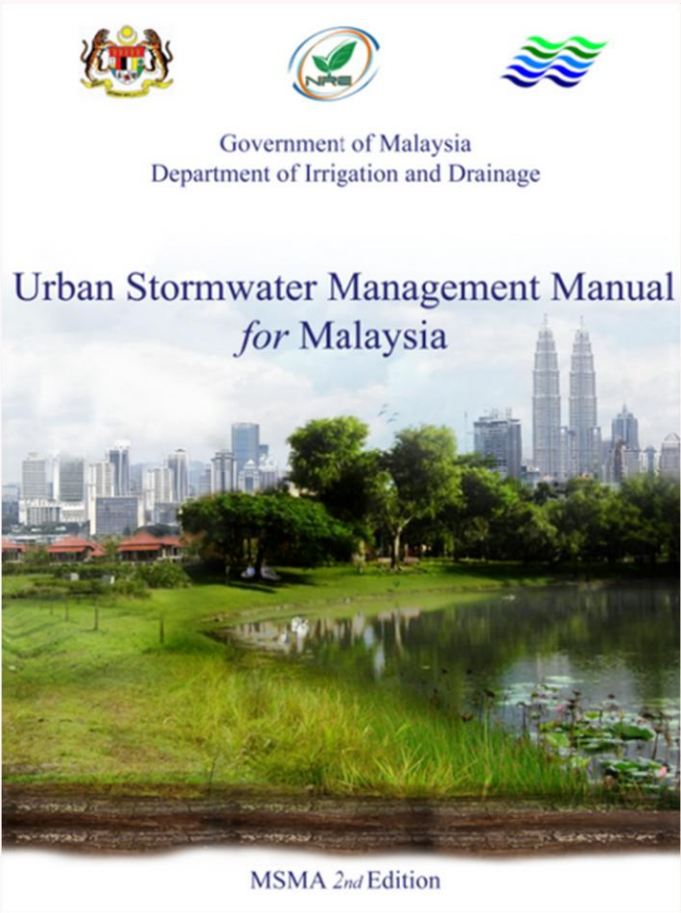
Setiap negeri mempunyai loji rawatan air yang diuruskan oleh operator pembersihan air sebagai contoh Lembaga Urus Air Selangor (LUAS) bagi Negeri Selangor.

Suruhanjaya Perkhidmatan Air Negara, 2024

Manual Saliran Mesra Alam : *Urban Stormwater Management Manual*

Manual ini mengandungi maklumat terperinci mengenai hidrologi dan hidraulik, kawalan kuantiti air larian dan kenderaan, struktur dan bukan struktur kawalan kualiti air, kawalan kualiti air semasa pembinaan, tumbuh-tumbuhan dan pengurusan saluran air dan aplikasi air banjir khas.

Jabatan Pengairan dan Saliran, 2021



National Water Balance Management System (NAWABS)

NAWABS merupakan sistem pengurusan sumber air yang menggunakan data hydro-meterological dalam pemodelan hidrologi dan hidraulik bagi operasi ramalan kemarau (aras air sungai dan empangan) untuk jangka masa pendek (14 hari) dan jangka masa panjang (2 bulan). NAWABS juga menyediakan status ketersediaan air (*water availability*), pergerakan air yang masuk dan keluar dalam lembangan (*water accounting*) dan pengauditan air.

Jabatan Pengairan dan Saliran, 2024



Paras Air Empangan



Paras Air Tasik Gubir di Empangan Muda di Sik mengalami penyusutan drastik akibat cuaca panas dan musim kemarau.

Paras air empangan berada di bawah aras berjaga-jaga untuk sekurang-kurangnya 2 bulan dalam tempoh 3 bulan berturut-turut.

Jabatan Pengairan dan Saliran, 2024

https://www.bharian.com.my/berita/nasional/2024/07/1276602/paras-air-empangan-muda-menyusut#google_vignette

Pemantauan Cuaca Panas

Kriteria pemantauan fenomena cuaca panas ialah :

Tahap 1 : Berjaga-jaga

Suhu maksimum harian **35° Celsius – 37° Celsius** sekurang-kurangnya 3 hari berturut-turut.

Tahap 2 : Gelombang Haba

Suhu maksimum harian melebihi **37° Celsius – 40° Celsius** sekurang-kurangnya 3 hari berturut-turut.

Tahap 3 : Gelombang Haba Ekstrim

Suhu maksimum harian **melebihi 40° Celsius** sekurang-kurangnya 3 hari berturut-turut.

Jabatan Meteorologi Malaysia, 2024



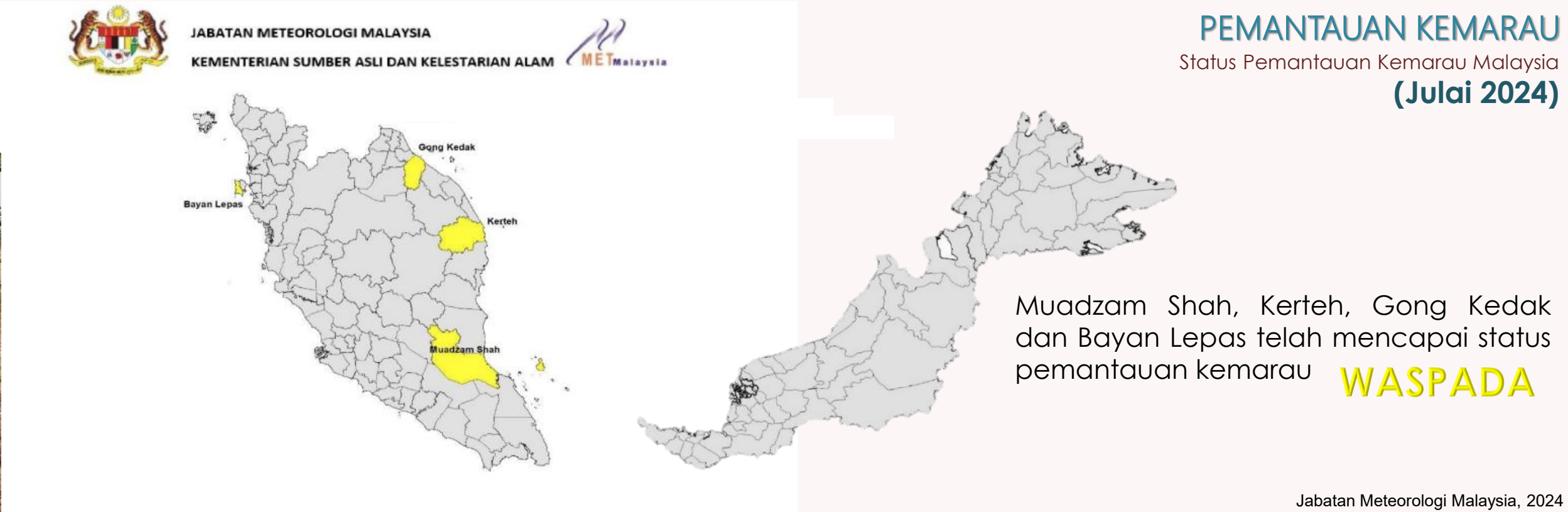
Kemarau berlaku di Kedah, 2021

<https://www.hmetro.com.my/mutakhir/2021/02/672820/buat-persiapan-awal-hadapi-kemarau-gangguan-air>

Pemantauan Status Kemarau Meteorologi

Pemantauan status kemarau Malaysia oleh Jabatan Meteorologi Malaysia. Terdapat tiga (3) tahap amaran iaitu :

- WASPADA** - Defisit jumlah hujan kumulatif untuk tempoh 3 bulan terkini melebihi dari 35% dari normal; DAN Indeks SPI bulan terkini adalah kurang daripada -1.5 ATAU Defisit jumlah hujan kumulatif untuk tempoh 6 bulan terkini melebihi 35% dari normal DAN indeks SPI bulan terkini kurang dari -1.5.
- AMARAN** - Defisit jumlah hujan kumulatif untuk tempoh 3 bulan DAN 6 bulan terkini juga melebihi 35% dari normal; DAN Indeks SPI 3 bulan terkini adalah kurang daripada -1.5 serta tahap kemarau sebelumnya telahpun dikategorikan WASPADA
- BAHAYA** - Defisit jumlah hujan kumulatif untuk tempoh 3 bulan DAN 6 bulan terkini melebihi 35% dari normal; DAN Indeks SPI 3 bulan terkini adalah kurang daripada -2.0 serta tahap kemarau sebelumnya telahpun dikategorikan AMARAN



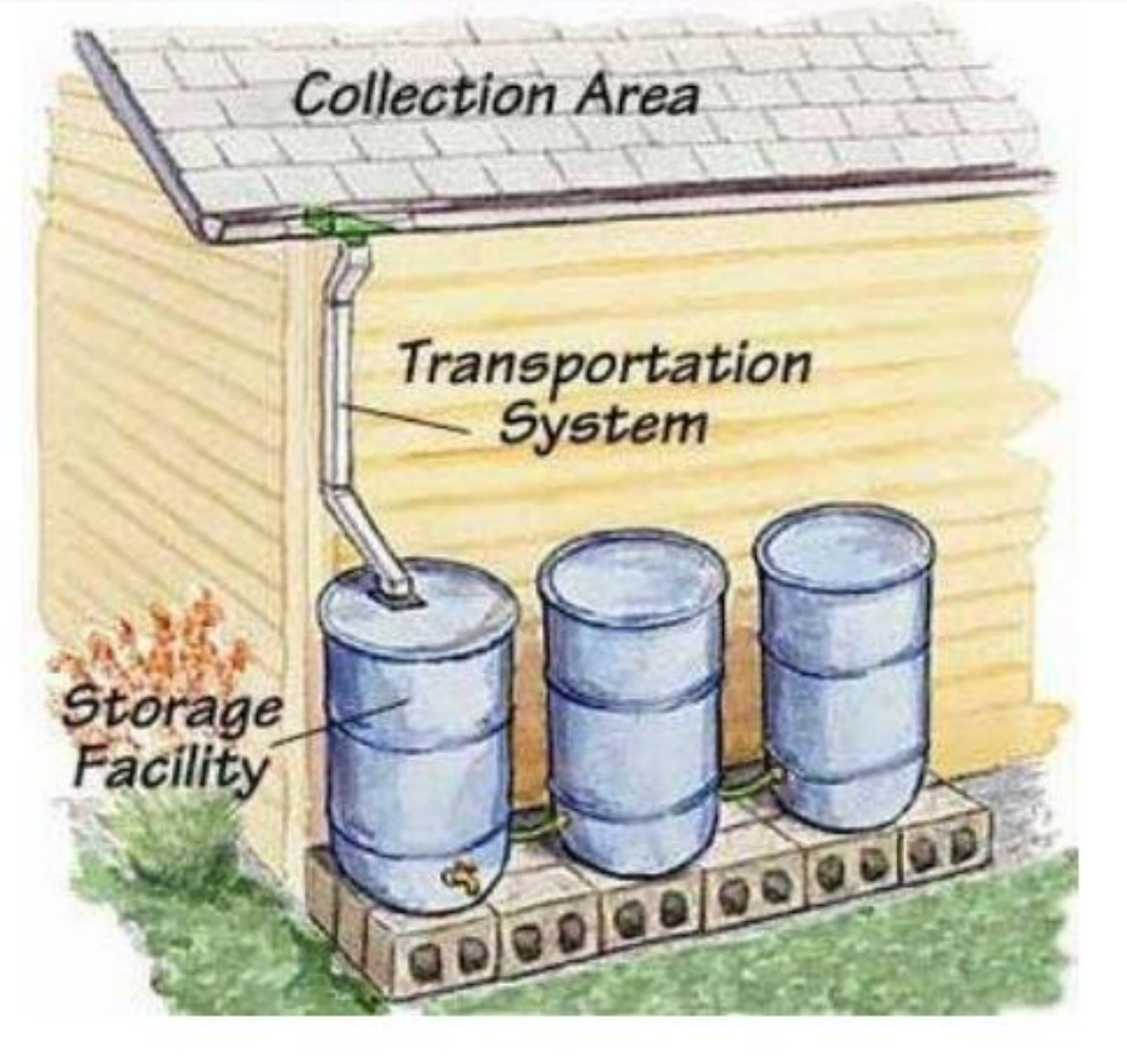
Pengurusan Lembangan Sungai Secara Bersepadu (IRBM)

Pengurusan lembangan sungai secara bersepadu adalah penting bagi mewujudkan koordinasi antara agensi dalam pengurusan sumber air dan alam sekitar. Objektif keseluruhan projek adalah merangkumi aspek perlindungan, pemuliharaan, dan pengurusan bersepadu lembangan sungai di Semenanjung Malaysia. Maka bagi mencapai objektif tersebut, koordinasi yang baik antara agensi persekutuan dan agensi negeri dalam menyediakan sokongan teknikal bagi pembangunan model dan garispanduan pengurusan lembangan sungai.

Jabatan Pengairan dan Saliran, 2024

Sistem Penuaian Air Hujan (SPAH)

Sistem Pengumpulan dan Penggunaan Semula Air Hujan atau juga dikenali sebagai Sistem Penuaian Air Hujan (SPAH) adalah salah satu daripada *Best Management Practice* (BMP) dalam pengurusan air yang berkesan. Sistem ini bertujuan untuk melambatkan aliran air larian permukaan dan menggalakkan penggunaan air secara efisien.



PLANMalaysia, 2025

Standard Precipitation Index (SPI)

Standard Precipitation Index (SPI) atau Indeks Kerpasan Piawai iailah indeks statistik yang digunakan untuk mengenalpasti dan memantau keadaan kekurangan atau lebihan hujan dalam tempoh tertentu berdasarkan nilai perbezaan hujan daripada nilai purata jangka panjang.

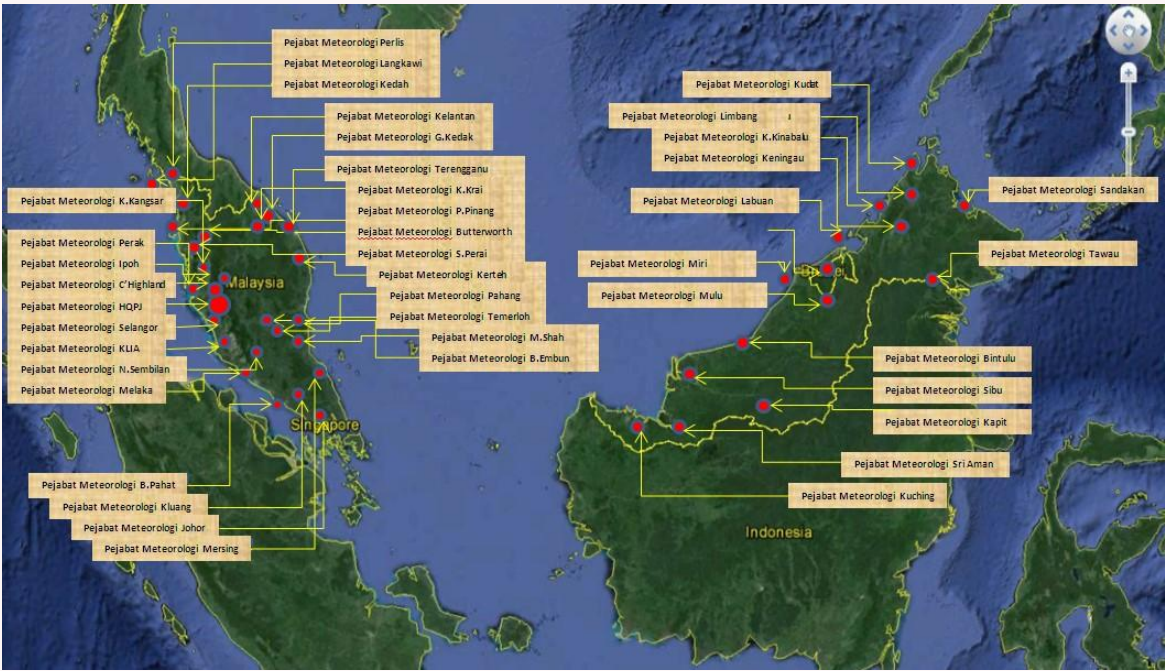
Jabatan Meteorologi Malaysia, 2024

Stesen Meteorologi

Stesen meteorologi ini berfungsi untuk mengawasi keadaan cuaca secara berterusan dan menyediakan data-data meteorologi untuk kegunaan ramalan cuaca bagi kawasan-kawasan di utara Semenanjung Malaysia.

Peralatan Meteorologi - Pengukur Suhu Pengukur Tekanan Udara Penunjuk Arah dan Kelajuan Angin Perakam Hujan Sistem Cuaca Automatik (AWS) Solarimeter.

Jabatan Meteorologi Malaysia, 2024



Taburan Hujan

Semenanjung Malaysia

- Taburan hujan di Semenanjung Malaysia secara amnya adalah antara 1800 – 3500mm
- Taburan hujan rendah di Utara pada bulan Januari – Februari
- Taburan hujan tinggi di Pantai Timur pada bulan November dan Disember

Sabah dan Sarawak

- Taburan hujan di Sarawak secara amnya adalah antara 2500 – 4000mm
- Taburan hujan di Sabah secara amnya adalah antara 1500 – 3000mm
- Taburan hujan tinggi di Barat Sarawak, Utara dam Timur Sabah pada bulan Januari dan Disember

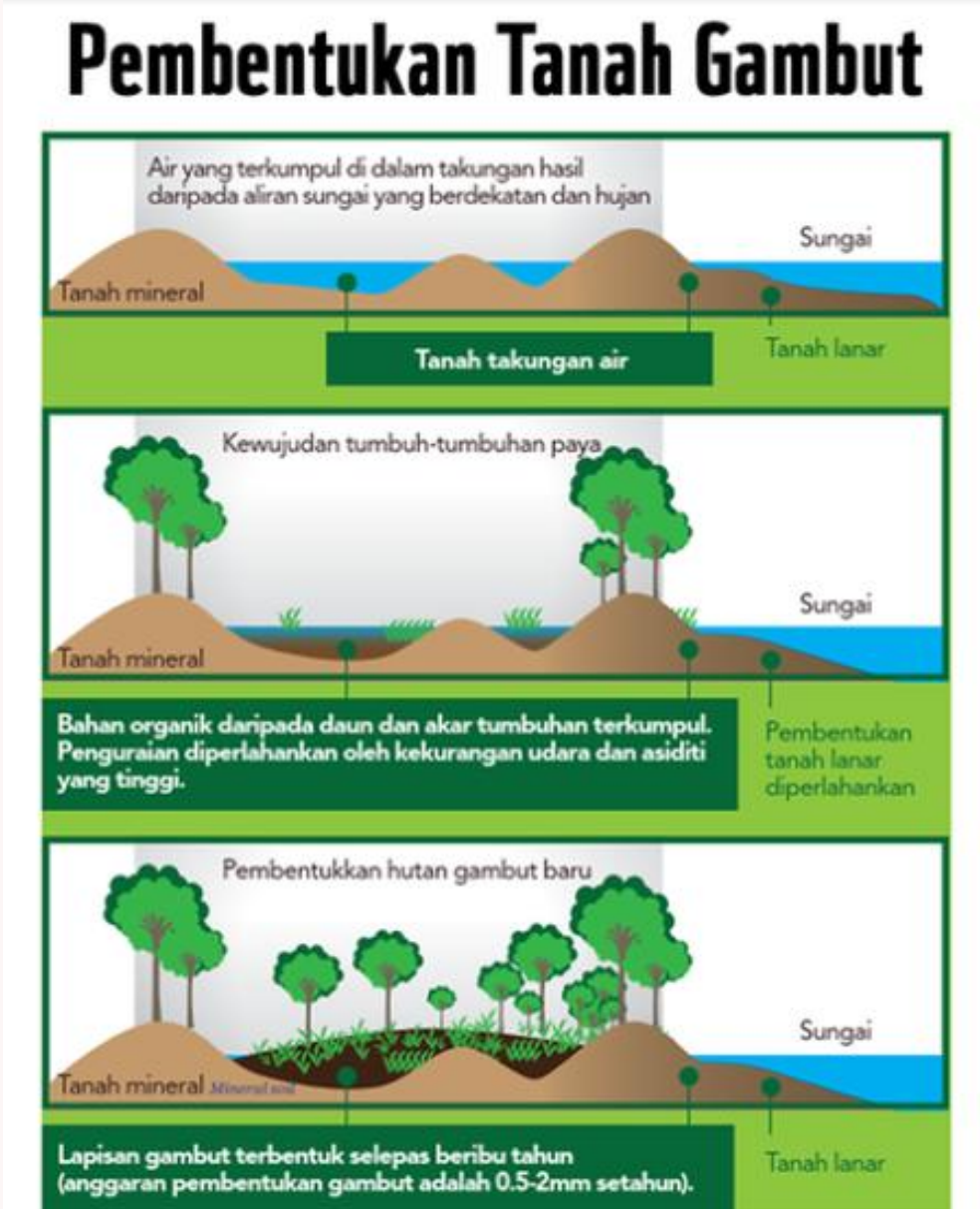
Jabatan Meteorologi Malaysia, 2024

Tanah Gambut

Tanah gambut terbentuk daripada pengumpulan bahan tumbuhan separa reput sejak 10,000 tahun lalu di Malaysia. Proses pereputan berlaku secara perlahan disebabkan oleh kawasan persekitarannya ditenggelami air, berada dalam keadaan anaerobik, kehadiran bahan organik separa reput menjadikan air gambut berwarna perang atau hitam dan berasid (pH: 3.5-5) serta aktiviti mikroorganisma yang sangat rendah. Komposisi tanah gambut adalah 10% pepejal dan 90% keliangan (air dan udara) dalam keadaan asalnya (*undisturbed*).

Tanah gambut mempunyai ketumpatan pukal yang rendah, mudah menyusut dan risiko terbakar apabila kering.

Jabatan Pertanian, 2024



Terowong

Pembinaan terowong menghubungkan empangan air yang bertujuan memindahkan air antara lembangan bagi mengimbangi lebih air dan kekurangan air antara lembangan. Ia membekalkan air bagi pengairan tanaman padi dan domestik.

Engineering in Plain Sight – An Illustrated Field Guide To The Constructed Environment



Empangan Pedu di Kedah



Empangan Muda di Kedah

Kamus

GEOBENCANA

JABATAN PERANCANGAN
BANDAR DAN DESA

HAKISAN
PANTAI



INDEKS HAKISAN PANTAI

Tok Jembal Kuala Nerus Terengganu, 2025

Benteng Pasir : <i>Beach Nourishment</i>	P-7
Garis Pantai : <i>Shoreline</i>	P-1
Gumuk Pasir : <i>Sand Dunes</i>	P-3
Hakisan Pantai : <i>Coastal Erosion</i>	P-3
Indeks Kerapuhan Persisiran Pantai : <i>Coastal Vulnerability Index (CVI)</i>	P-11
Kategori Hakisan Pantai : <i>Coastal Erosion Category</i>	P-10
Kejuruteraan Berstruktur : <i>Structural Engineering</i>	P-5
Kejuruteraan Tidak Berstruktur : <i>Non Structural Engineering</i>	P-5
Kerapuhan Persisiran Pantai : <i>Coastal Vulnerability</i>	P-10
Laguna : <i>Lagune</i>	P-1
Pantai : <i>Coastal</i>	P-1
Pelan Kawasan Kerapuhan Persisiran Semenanjung Malaysia dan WP Labuan : <i>Coastal Vulnerability Plan for Peninsular Malaysia and WP Labuan</i>	P-12
Pembentukan Semula Cerun Pantai : <i>Coastal Slope Reshaping</i>	P-8
Perlindungan Garis Pantai : <i>Shoreline Protection</i>	P-5
Perlindungan Pantai : <i>Coastal Protection</i>	P-9
Pesisir Depan dan Belakang : <i>Foreshore and Backshore</i>	P-4
Pinggir Laut : <i>Coast Edge</i>	P-1
Profil Pantai : <i>Beach Profile</i>	P-4
Proses Pasang Surut Air Laut	P-2
Rancangan Fizikal Zon Persisiran Pantai Negara (RFZPPN) : <i>National Coastal Zone Physical Plan</i>	P-2
Struktur Groyne	P-8
Unit Perancangan Zon Persisiran Pantai (UPZP) : <i>Coastal Zone Planning Unit</i>	P-13
Zon Persisiran Pantai : <i>Coastal Zone</i>	P-2



PENGENALAN

Hakisan Pantai merujuk kepada perubahan/ pengunduran yang berlaku kepada garisan pantai. Ianya boleh berlaku di dalam pelbagai bentuk seperti hakisan di garis pantai yang berpasir atau pada tebing/ cerun yang terletak di kawasan pantai.

Hakisan pantai berlaku disebabkan oleh tindakan angin kencang, ombak tinggi, air pasang besar dan pusuan ribut (*storm surge*) yang biasa berlaku semasa musim monsun.

Proses hakisan pantai secara berterusan akan menyebabkan pengunduran garis pantai. Kadar hakisan secara tepatnya dinyatakan dalam isipadu/ panjang/ masa, contohnya dalam meter padu/ meter/tahun. Oleh kerana kadar hakisan sering dikaitkan dengan pengunduran garis pantai, maka kadar hakisan yang biasa digunakan adalah dalam meter/tahun.

Hakisan pantai juga boleh berlaku disebabkan oleh pengurusan pantai yang lemah dan aktiviti manusia terhadap guna tanah di persisiran pantai.

Berdasarkan kepada *National Coastal Erosion Study* (NCES) 2015 oleh Jabatan Pengairan dan Saliran, kadar hakisan pantai di kawasan hakisan pantai di Malaysia dikelaskan kepada 3 kategori, iaitu:

- ❑ Kategori 1 : Pengunduran garis pantai yang cepat dengan kadar melebihi 4 meter/tahun – umumnya di kawasan yang berpenduduk agak padat dan terdapat aktiviti komersial/ industri serta dilengkapi dengan infrastruktur dan kemudahan awam;
- ❑ Kategori 2 : Pengunduran garis pantai dengan kadar lebih 1 meter/tahun tetapi kurang dari 4 meter/tahun – umumnya di kawasan penduduk tidak padat dan terdapat sedikit aktiviti pertanian dengan infrastruktur dan kemudahan awam yang kurang sempurna; dan
- ❑ Kategori 3 : Pengunduran garis pantai dengan kadar kurang dari 1 meter/tahun – umumnya di kawasan tanpa penduduk dengan aktiviti pertanian yang minimum dan tidak mempunyai infrastruktur dan kemudahan awam.



Hakisan Pantai di Kampung Tanjung, Kuala Nerus Terengganu, 2024



Hakisan Pantai di Pantai Rusila, Marang Terengganu, 2023

Garis Pantai : *Shoreline*

Pertemuan antara purata paras air laut tertinggi dengan pantai.

Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS) Manual Volume 3 – Coastal Management, 2009

Laguna : *Lagune*

Kawasan air cetek di belakang pantai atau terpisah dari lautan oleh barisan pasir atau batu.

Journal of Coastal Research, 1985



Pantai : *Coastal*

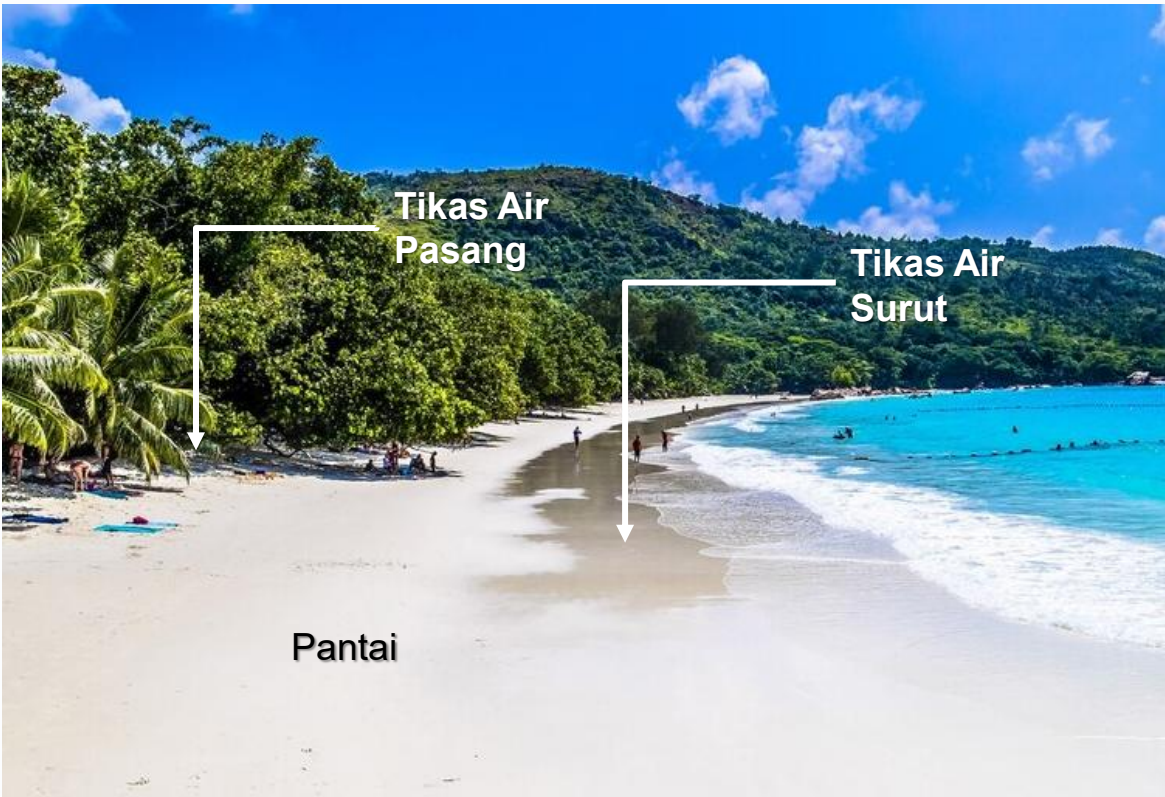
Kawasan darat dan laut yang bersempadanan dengan garis pantai seperti kawasan bukit, pasir, tebing, kawasan rendah yang dilindungi oleh benteng atau tambak laut atau sebagainya.

Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS) Malaysia, 2022

Kawasan pantai (*coastal area*) : Kawasan darat dan laut yang bersempadanan dengan garis pantai.

Pantai terjadi akibat daripada pemendapan bahan mendak peroi seperti pasir, kelodak, tanah liat, kerangan dan sebagainya di kawasan pinggir pantai, antara tikas air surut dengan tikas air pasang termasuk pantai hadapan dan pantai belakang hasil tindakan agen-agen pemendapan pinggir pantai seperti ombak dan arus.

<http://pagarmuseh.blogspot.com/2012/08/kuliah-13-pemendapan-pinggir-pantai.html#>

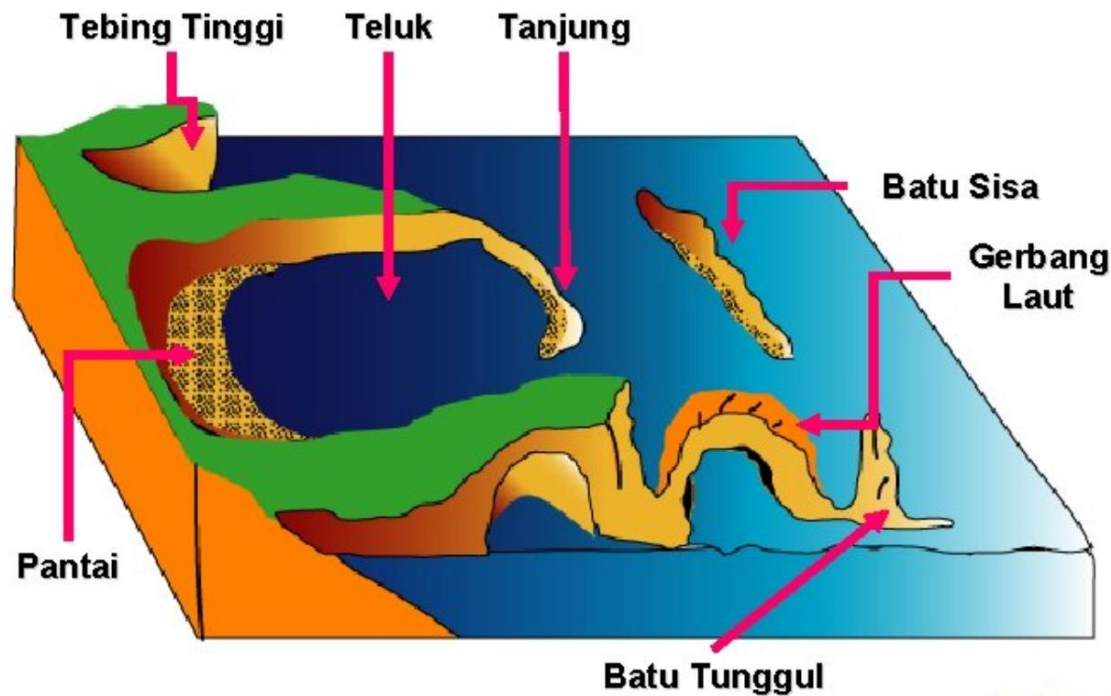


<http://pagarmuseh.blogspot.com/2012/08/kuliah-12-pinggir-pantai-konsep-dan.html#>

Pinggir Laut : *Coast Edge*

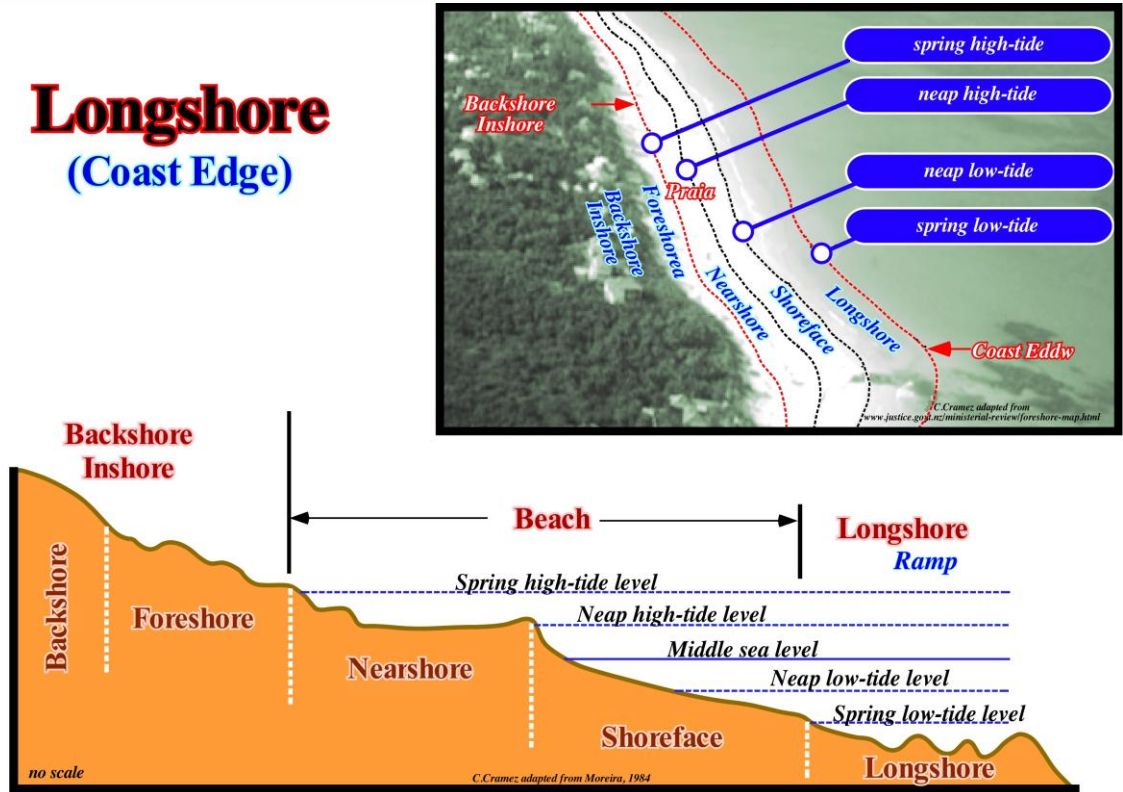
Kawasan yang terletak di sepanjang pantai atau bersebelahan dengan laut. Kawasan pesisir yang terdedah kepada lautan termasuk kawasan pantai, lagun dan kawasan terpengaruh dengan gelombang dan arus.

Journal of Coastal Research, 1985



<https://www.yctam.org/Info-Terkini/bentuk-muka-bumi-pinggir-pantai.html>

Longshore
(Coast Edge)



<http://homepage.ufp.pt/biblioteca/Sequential%20Stratigraphy/Pages/PageL1.html>

Proses Pasang Surut Air Laut

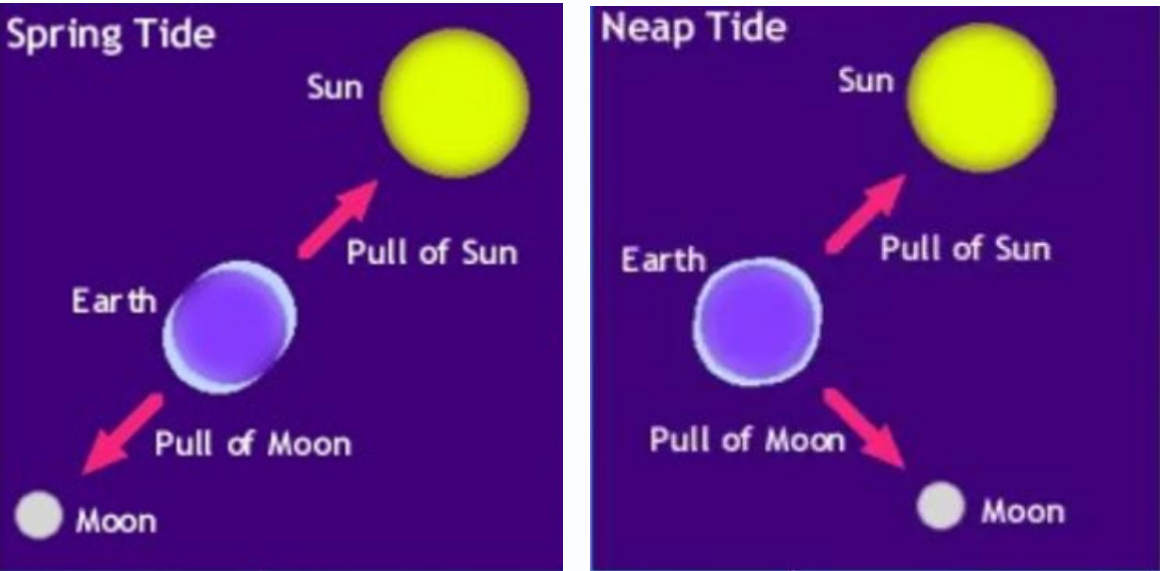
Pasang surut laut ialah pergerakan naik dan turun paras permukaan air laut secara berkala disebabkan kombinasi daya tarikan graviti dari bulan dan matahari ke atas permukaan bumi serta kesan putaran bumi.

Kejadian ini menyebabkan wujudnya keadaan air pasang (naik tinggi) dan air surut (air turun rendah) terutama di permukaaan laut dan persisir sungai atau muara sungai.

Air Pasang Perbani : Kejadian pasang perbani (*spring tide*) berlaku disebabkan ketika bumi, bulan dan matahari berada dalam suatu garis lurus. Ianya berlaku semasa bulan penuh dan bulan baru.

Air Pasang Anak : Kejadian pasang anak (*neap tide*) berlaku disebabkan ketika bumi, bulan dan matahari membentuk sudut tegak lurus. Ianya berlaku semasa kitaran ¼ dan ¾ bulan.

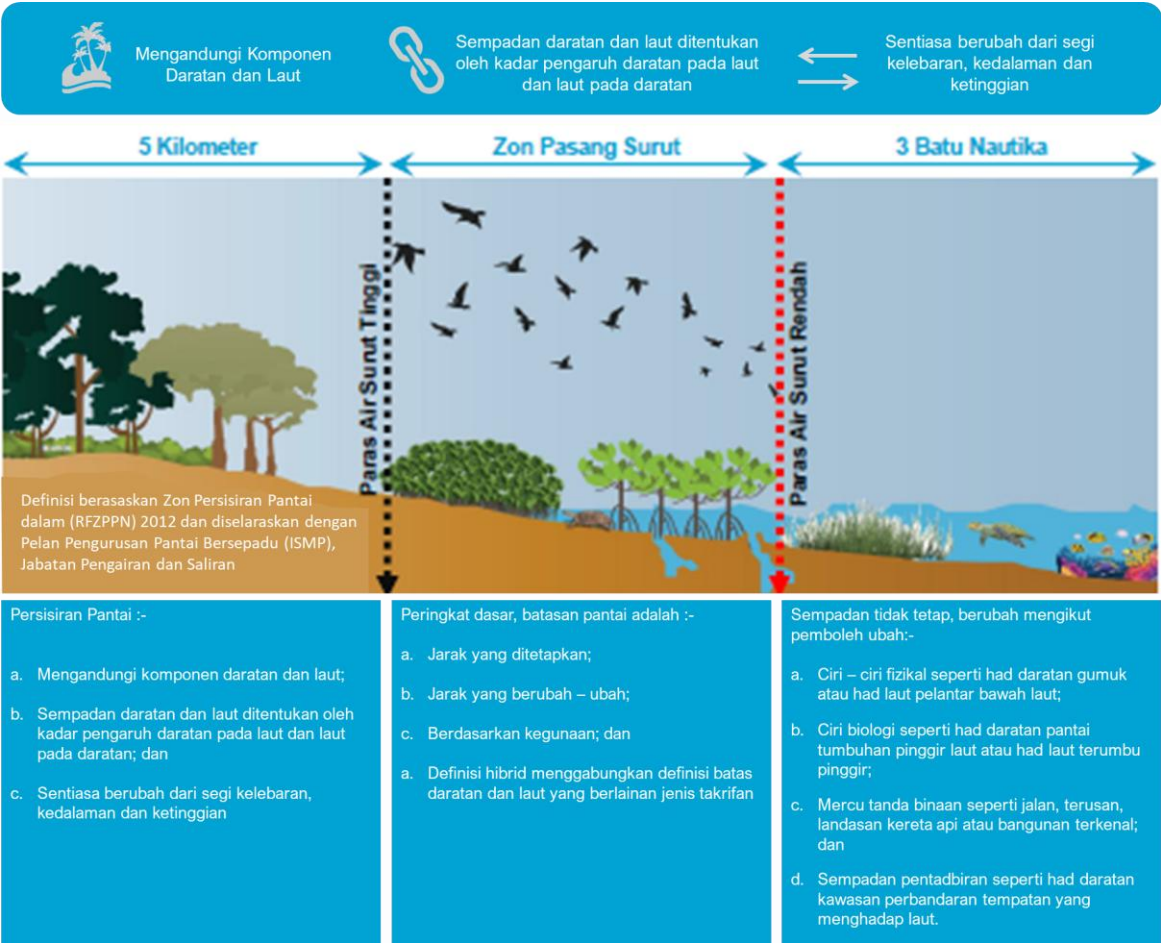
Jabatan Pengairan dan Saliran, 2024



Rancangan Fizikal Zon Persisiran Pantai Negara (RFZPPN) : *National Coastal Zone Physical Plan*

RFZPPN membahagikan perancangan kawasan persisiran pantai kepada tiga (3) kawasan meliputi sejauh 5km ke arah darat dan 3 batu nautika ke arah laut dari zon pasang surut. Persisiran pantai meliputi komponen daratan dan laut, manakala Zon Pasang Surut menjadi batasan bagi pantai. Bagi kawasan paras air terendah keluar ke 3 batu nautika ke laut pula, kawasan ini berubah-ubah tertakluk kepada ciri-ciri fizikal, biologi dan sebagainya.

PLANMalaysia, 2021



Pelan Pengurusan Pantai Bersepadu (ISMP) Jabatan Pengairan dan Saliran

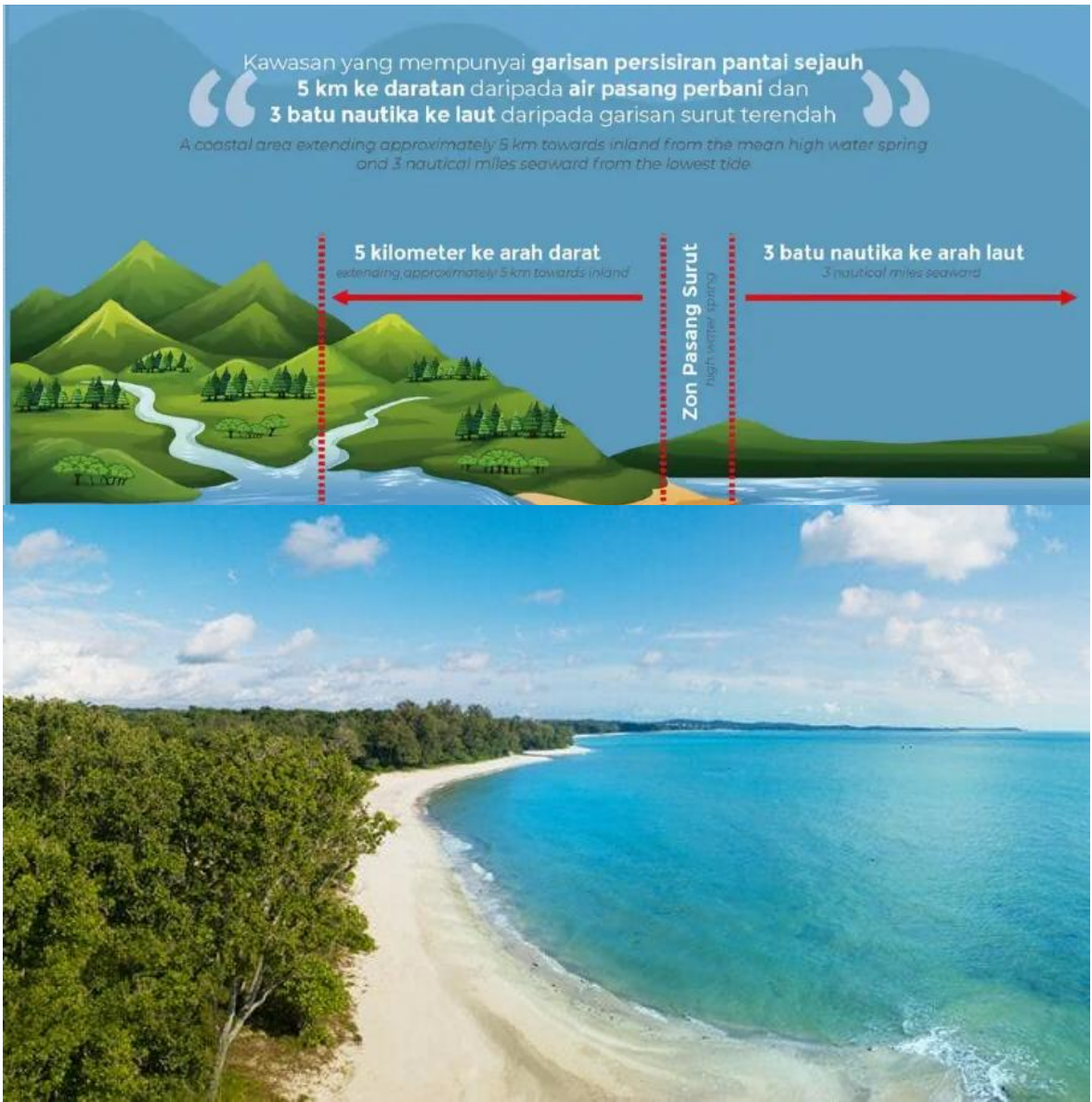
PLANMalaysia, 2021

Zon Persisiran Pantai : *Coastal Zone*

Kawasan tanah daratan yang dipengaruhi oleh laut (iaitu zon riparian terdedah kepada pasang surut) dan kawasan laut yang dipengaruhi oleh daratan (iaitu perairan persisiran pantai yang dipengaruhi oleh pembangunan di darat).

Kawasan ini mempunyai bentuk muka bumi dan litupan vegetasi yang berbeza-beza bergantung kepada lokasi dan profil kawasan. Zon Persisiran Pantai (ZPP) merupakan kawasan yang mempunyai pelbagai aktiviti pembangunan dan kaya dengan sumber alam yang amat bernilai dari segi aspek kehidupan, ekonomi dan pemeliharaan.

PLANMalaysia, 2021



Pantai Desaru, Johor. <https://www.businesstoday.com.my/2021>

FENOMENA SEMULA JADI PANTAI

Gumuk Pasir : *Sand Dunes*

Pantai dan gumuk pasir merupakan satu sistem yang sama dalam membentuk kawasan pantai. Gumuk pasir ini selalunya mempunyai asingan yang sangat baik dan bersaiz pasir halus hingga sederhana. Butiran pasir di kawasan gumuk pesisir ini lebih bulat berbanding dengan butiran pasir di kawasan pantai (*beach*).

Jabatan Pengairan dan Saliran , 2022

Gumuk pasir terbentuk apabila angin membawa pasir sehingga ke kawasan daratan.

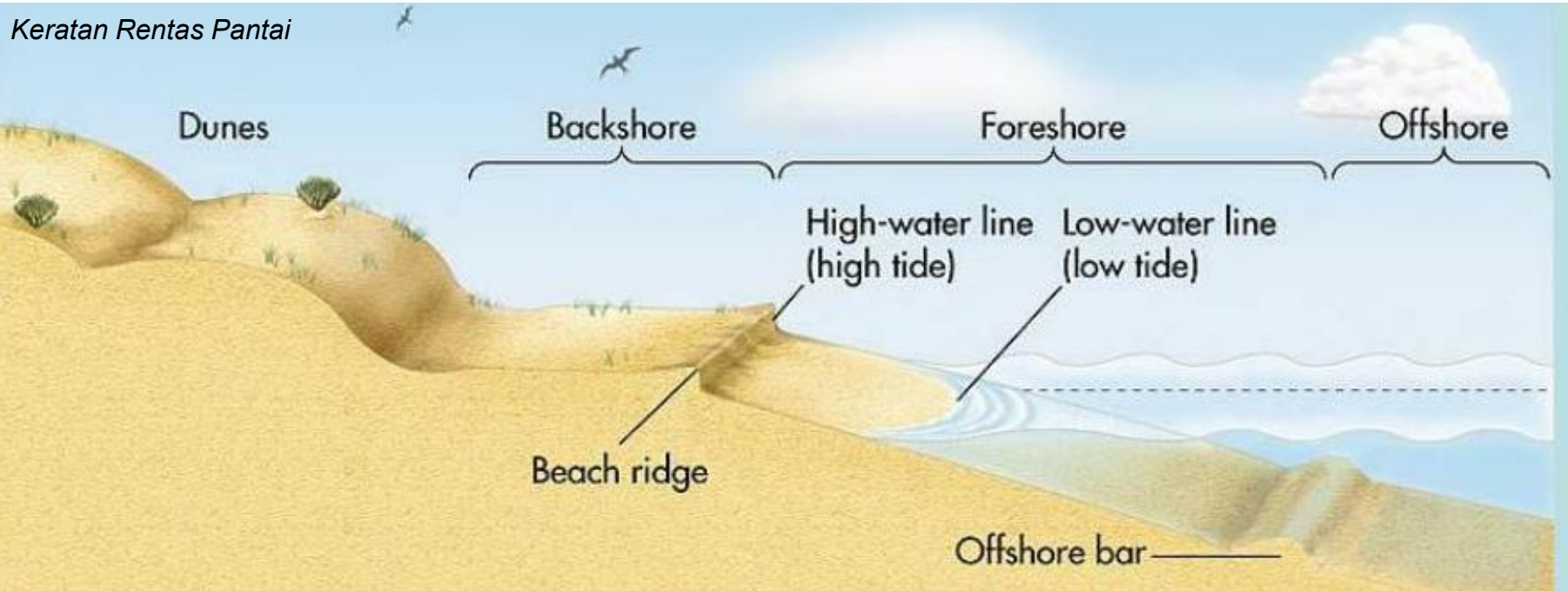
Jabatan Pengairan dan Saliran, 2022



Dune of Pilat, French, en.m.wikipedia.org, 2025



Gumuk Pasir di Pulau Kerengga Besar, Pulau Redang, Terengganu, Terengganuwelcomesyou.com, 2025



<https://image.slideserve.com/1491203/beach-cross-section-l.jpg>

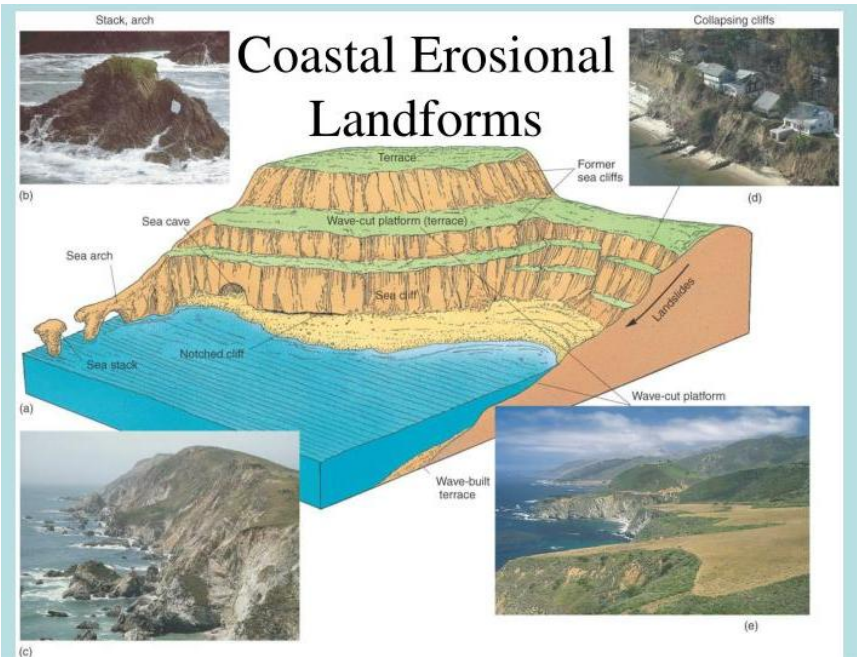
Hakisan Pantai : *Coastal Erosion*

Fenomena semula jadi akibat balasan garis yang bersempadanan dengan garis pantai seperti kawasan bukit pasir, tebing, kawasan rendah yang dilindungi oleh benteng atau tambak laut atau sebagainya.

PLANMalaysia, 2019

Hakisan pantai ditakrifkan sebagai kehilangan sedimen jangka panjang dalam zon pantai akibat perubahan dalam corak hidrodinamik seperti angin, ombak dan arus. Dalam kitaran pantai semula jadi, sedimen diangkut dan diagihkan oleh daya hidrodinamik ini di sepanjang pantai, menyediakan bahan untuk bukit pasir, pantai dan paya. Walaupun aktiviti antropogenik kebanyakannya mendorong hakisan, namun, dengan gabungan kuasa semula jadi; impaknya diburukkan lagi oleh perubahan iklim.

Coastal Structures as Beach Erosion Control and Sea Level Rise Adaptation in Malaysia: A Review, 2021



<https://www.slideserve.com/loyal/landform-geography-chapter-19->



<https://www.yctam.org/Info-Terkini/bentuk-muka-bumi-pinggir->



Hakisan pantai yang berlaku di Kampung Pantai Batu Rakit dan Kampung Tanjung, Kuala Nerus, Terengganu, 2025

Pesisir Depan dan Belakang : *Foreshore and Backshore*

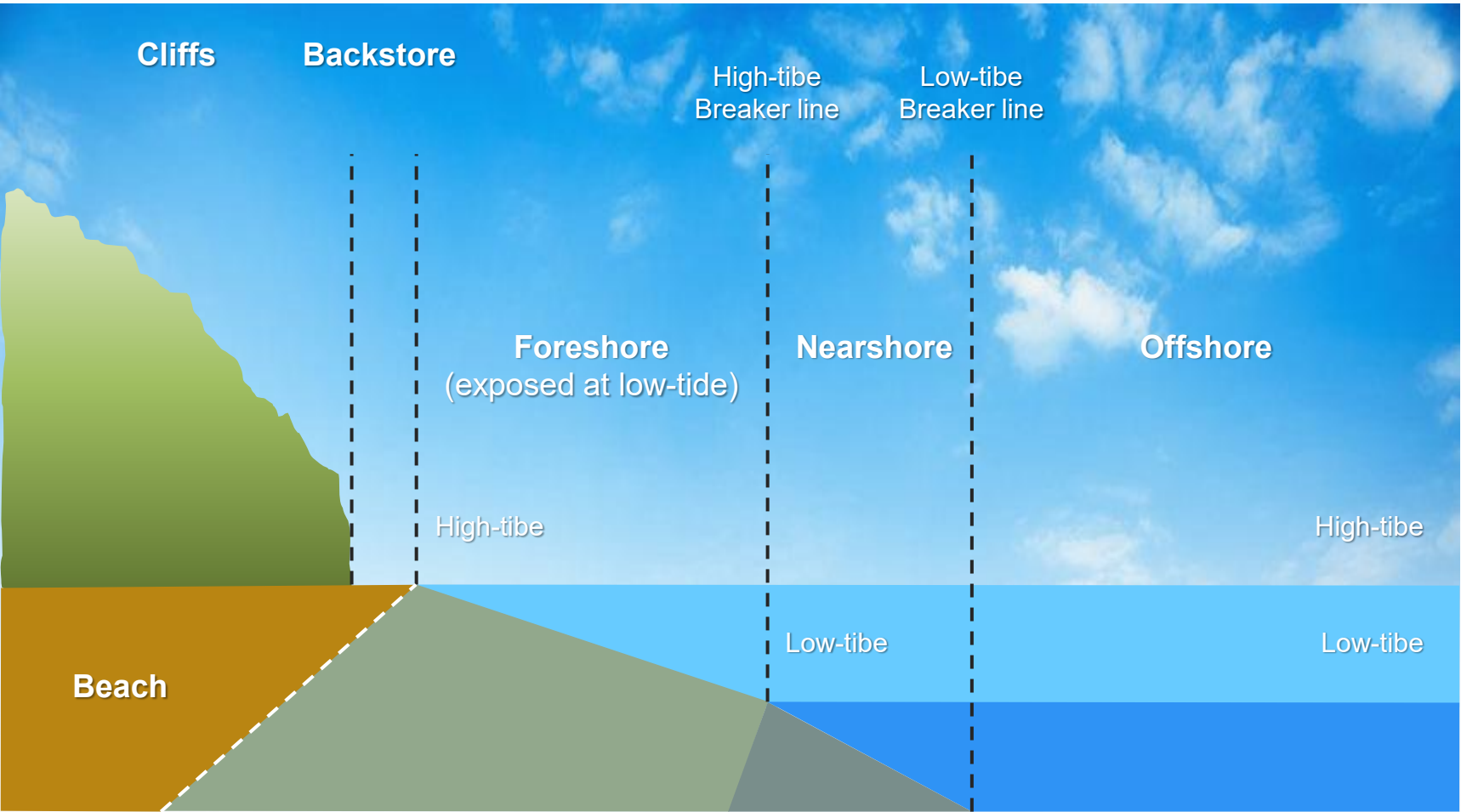
Pesisir Depan ialah bahagian pantai di antara garis pasang surut yang tinggi dan rendah. Kawasan yang sentiasa dilanda ombak dan arus.

Pesisir Belakang ialah bahagian dalam pantai yang menghala ke darat dan landai. Ianya hanya dilanda ombak semasa air pasang dan ribut besar.

<https://niwa.co.nz/node/105597>

Foreshore atau teres intertidal ialah bahagian pantai di antara garis air pasang dan air surut dan mencerun ke arah air. *Backshore* atau pantai memanjang ke darat dari garis air dan agak mencerun sedikit dari air.

https://newpointcomfort.com/nature/nature_html/beach.html

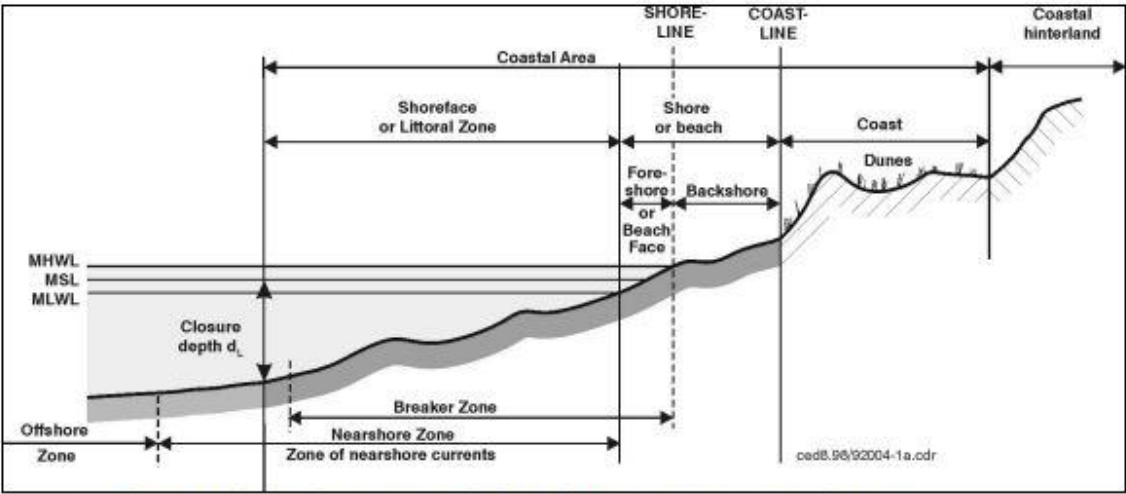


<https://www.slideshare.net/sharmapd1/coastal-erosion-and-its-control>, by Partha Das Sharma

Profil Pantai : *Beach Profile*

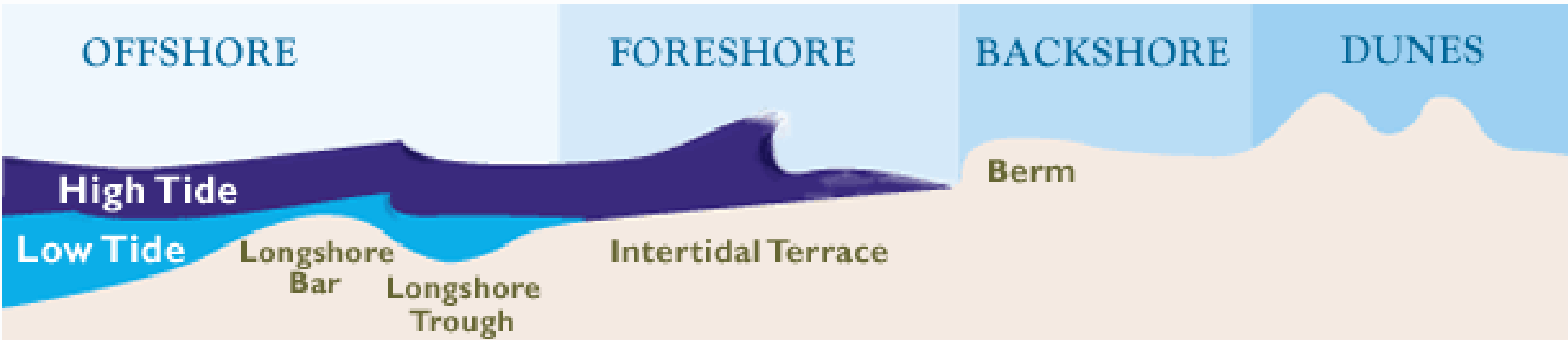
Profil pantai sentiasa berubah disebabkan oleh angin dan air. Ombak membentuk pantai dengan membawa pasir dari luar persisir. Ombak besar semasa ribut juga boleh menghakis pantai dengan membawa semula pasir ke luar persisir pantai. Pasir pantai juga boleh beralih ke kawasan daratan yang dibawa oleh angin dan membentuk gumuk pasir. Zon pantai yang berbeza ditentukan oleh tindakan angin, ombak dan pasang surut.

Jabatan Pengairan dan Saliran, 2022

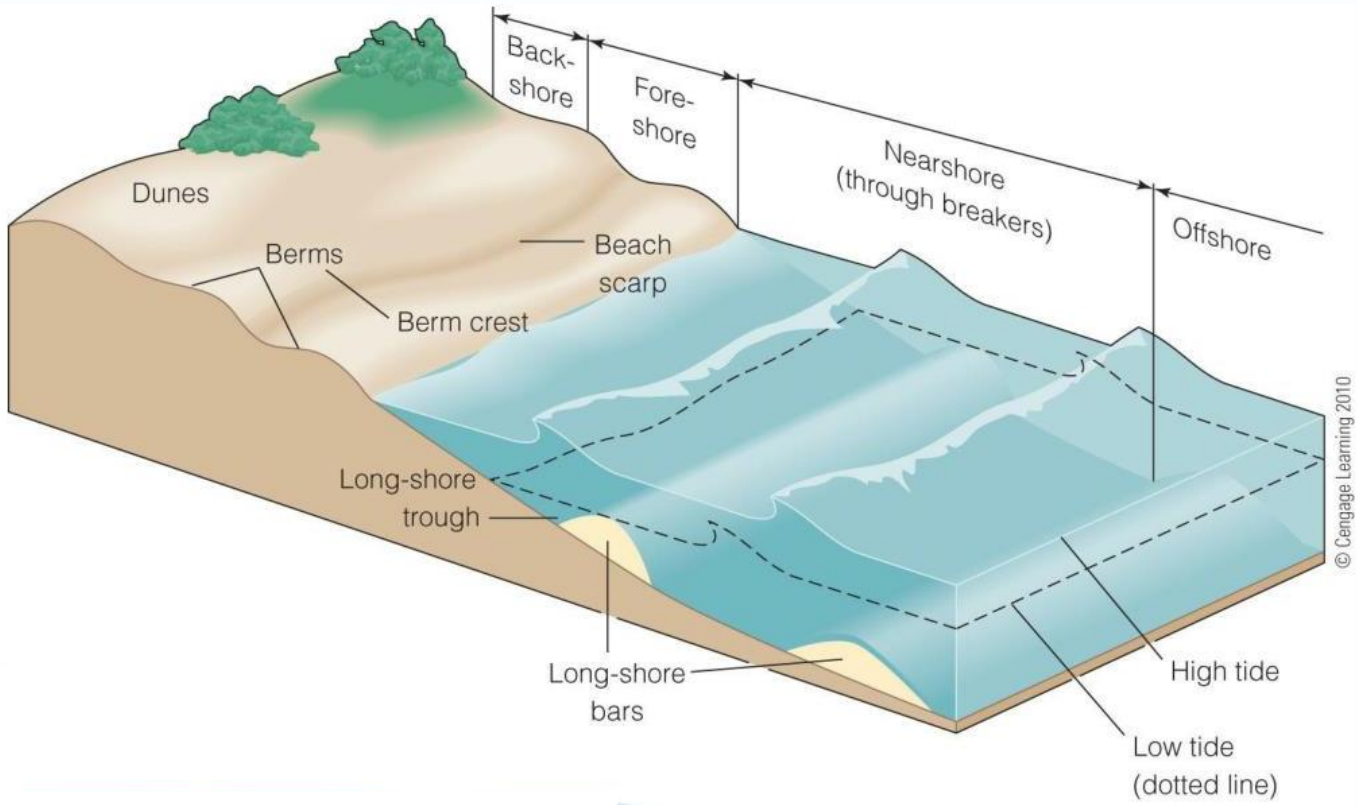


Definition of coastal terms, mainly from Shore Protection Manual, 1984.

Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS) Manual Volume 3 – Coastal Management, 2009



https://newpointcomfort.com/nature/nature_html/beach.html

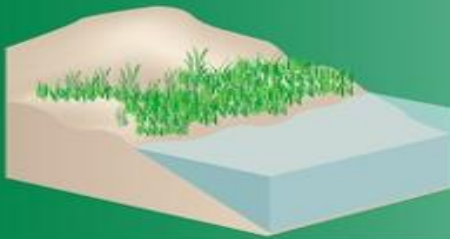


Perlindungan Garis Pantai : *Shoreline Protection*

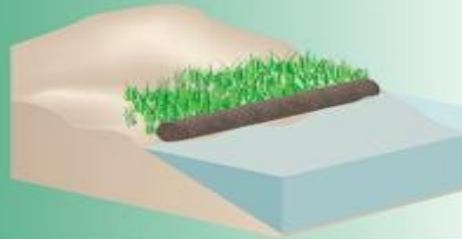
Terdapat dua (2) kaedah kejuruteraan perlindungan garis pantai dalam menangani hakisan lautan terhadap pantai iaitu Mitigasi Tidak Berstruktur dan Mitigasi Berstruktur.

MITIGASI TIDAK BERSTRUKTUR

KAEDAH SEMULA JADI



Menggunakan tumbuh tumbuhan sahaja – tumbuhan menjadi penampan kepada kawasan tanah tinggi dan memecahkan ombak. Sangat sesuai bagi persekitaran yang mana ombaknya tidak kuat.



Tepi Garisan – struktur tambahan memegang hujung cerun sedia ada atau tumbuh-tumbuhan di tempatnya. Sesuai untuk kebanyakan kawasan, kecuali kawasan yang persekitarannya menerima ombak yang kuat.



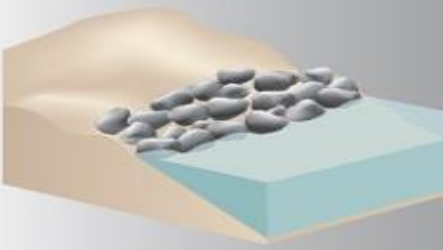
Ambang (Sills) Garisan – struktur tambahan memegang hujung cerun sedia ada atau tumbuh-tumbuhan di tempatnya. Sesuai untuk kebanyakan kawasan, kecuali kawasan yang persekitarannya menerima ombak yang kuat.



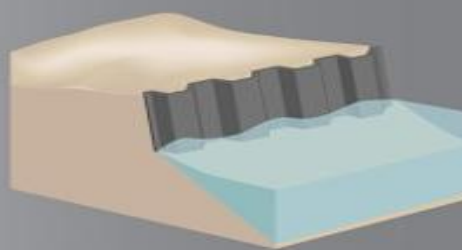
Pemecah Ombak (Penggunaan tumbuh-tumbuhan adalah pilihan) struktur luar pesisir bertujuan untuk memecahkan ombak mengurangkan daya tindakan ombak dan menggalakkan pertambahan sedimen. Sesuai untuk kebanyakan kawasan.

MITIGASI BERSTRUKTUR

STRUKTUR PERSISIR PANTAI



Tembok Penahan – Dibina di struktur luar persisir bertujuan untuk memecahkan ombak, mengurangkan daya tindakan ombak dan menggalakkan pertambahan sedimen. Sesuai untuk kebanyakan kawasan.



Penyekat (bulkhead) – Membina dinding menegak selari dengan garis pantai bertujuan untuk menahan tanah di tempatnya. Sesuai untuk pembasahan tenaga tinggi dan tapak dengan struktur garis pantai keras sedia ada.

Olahan semula daripada Laman Web Massachusetts Wildlife, Climate Action Tool, Adaptation Strategies and Actions Restore and Protect Natural Shorelines: Use Living Shoreline Techniques pada 11 April 2025



KAEDAH MITIGASI TIDAK BERSTRUKTUR HAKISAN PANTAI : (NON-STRUCTURAL MEASURES)

Konsep	• Menghindari pengurangan bahaya. • Penyesuaian dengan aktiviti manusia.	Anjakan Pembangunan (setback)	1. Had anjakan pembangunan yang dicadangkan oleh JPS di dalam Garis Panduan Kawalan Hakisan untuk Projek Pembangunan di Zon Persisiran Pantai (1997) : • 60 meter untuk pantai berpasir yang diukur dari purata garis air pasang; dan • 400 meter untuk pantai berlumpur yang diukur dari tepi hutan tumbuhan bakau. 2. Tiada pembangunan dibenarkan di kawasan di mana tumbuhan bakau/ hutan telah digazetkan sebagai hutan simpan kekal di bawah Akta Perhutanan Negara 1984. 3. Bukit pasir pantai, harus dipelihara dalam keadaan semula jadi. Aktiviti pembangunan baharu atau pembangunan semula di beteng pasir dan tanjung pasir tidak dibenarkan. Keperluan had minimum ini boleh dikaji semula berdasarkan keadaan tertentu tapak, contohnya apabila ia berada dalam jarak 1 km dari kawasan pembangunan sedia ada.
Langkah-langkah yang diambil	• Pengurusan guna tanah secara terancang (pelan komprehensif, ordinan pengezonan, insentif). • Menyediakan Dasar Infrastruktur. • Perlindungan insurans. • Kesedaran (pendidikan, penyebaran maklumat dan perkongsian maklumat). • Melindungi kawasan semula jadi (gumuk pasir, tanah lembap, hutan, kawasan maritim, tumbuh-tumbuhan dan lain-lain). • Dasar pengurangan risiko dan kesiapsiagaan.	Retreat Terurus	1. Merupakan pendekatan proaktif untuk menangani cabaran yang ditimbulkan oleh hakisan pantai dan perubahan iklim. Strategi yang digunakan adalah untuk menjadikan kawasan berkenaan kembali ke keadaan semula jadi mereka. Prinsip utama adalah: • Pemindahan Struktur: Melibatkan pemindahan rumah, perniagaan dan infrastruktur jauh dari kawasan pantai yang terdedah; • Pemulihan Landskap Semula Jadi: Di kawasan tanah lembap, bukit pasir dan pantai. Kawasan ini akan bertindak sebagai penampas terhadap hakisan dan menyediakan habitat untuk hidupan liar; • Perancangan Zon Guna Tanah: Menghadkan pembangunan di kawasan pantai yang berisiko tinggi; dan • Penglibatan Komuniti: Kerjasama dengan komuniti yang terjejas dalam pembuatan keputusan dan mengenal pasti tapak pemindahan yang sesuai. 2. <i>Retreat</i> terus boleh menjadi sebahagian daripada pelan pemulihan dengan memindahkan penduduk dan infrastruktur ke lokasi yang lebih selamat. 3. Untuk strategi perancangan jangka panjang, kawasan di mana kadar hakisan adalah tinggi dan kenaikan paras laut dijangka akan menjadi cepat, komuniti boleh merancang secara proaktif melalui strategi pemindahan secara berperingkat dari semasa ke semasa dan bukannya pemindahan besar-besaran secara tiba-tiba. Untuk pembangunan baru pula, pembangunan perlu lebih jauh ke daratan dan perlu melabur dalam infrastruktur semula jadi untuk melindungi pantai.
Contoh	 Membina benteng pasir dan menanam tumbuh-tumbuhan di sekelilingnya.  Tambakan pantai buatan bertujuan untuk mengekalkan jumlah pasir yang terdapat di dasar pantai yang bertujuan untuk mengimbangi hakisan semula jadi serta melindungi kawasan pantai daripada gelombang ribut.	Garis Panduan Perancangan	Untuk mengurangkan risiko hakisan pantai, semua cadangan pemajuan perlu merujuk kepada mana-mana garis panduan yang sedang berkuatkuasa berhubung dengan pembangunan, perancangan dan pengurusan hakisan pantai.

MITIGASI TIDAK BERSTUKTUR HAKISAN PANTAI

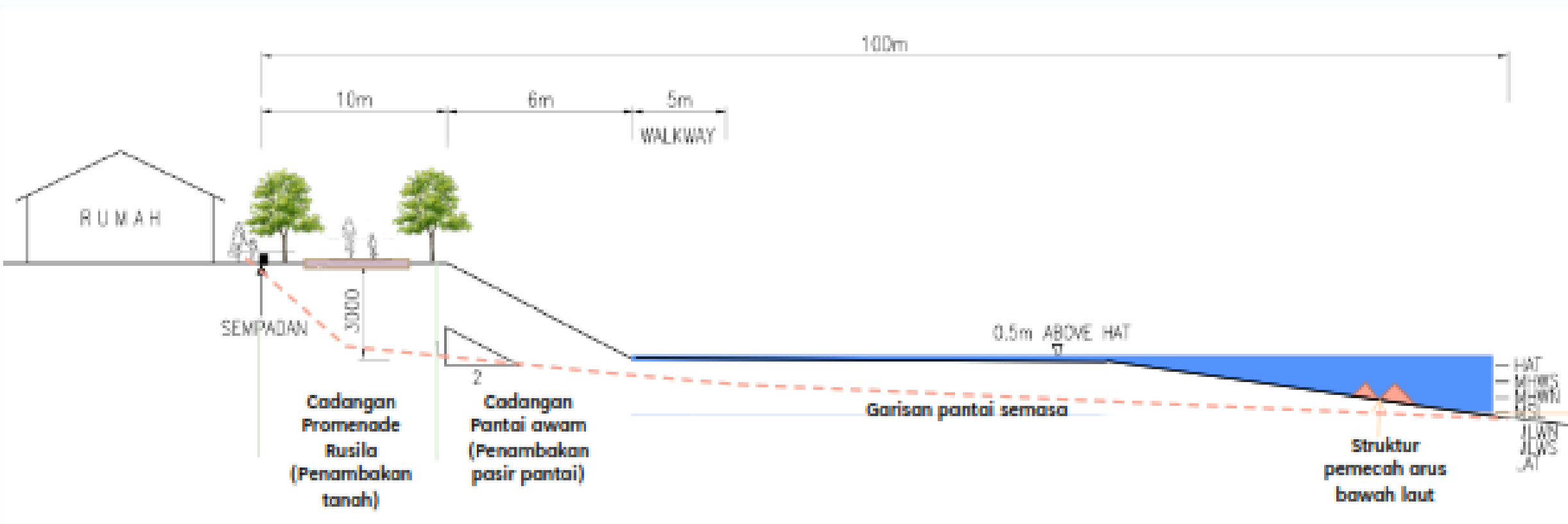
Benteng Pasir : *Beach Nourishment*

Tambahkan pasir buatan di pantai yang terhakis untuk mengekalkan jumlah pasir yang terdapat di dasar pantai yang bertujuan untuk mengimbangi hakisan semula jadi serta melindungi kawasan pantai daripada gelombang ribut.

Beach Nourishment (Climate ADAPT), 2024



Beach Nourishment di Wrightsville Beach, North Carolina, US, 2014

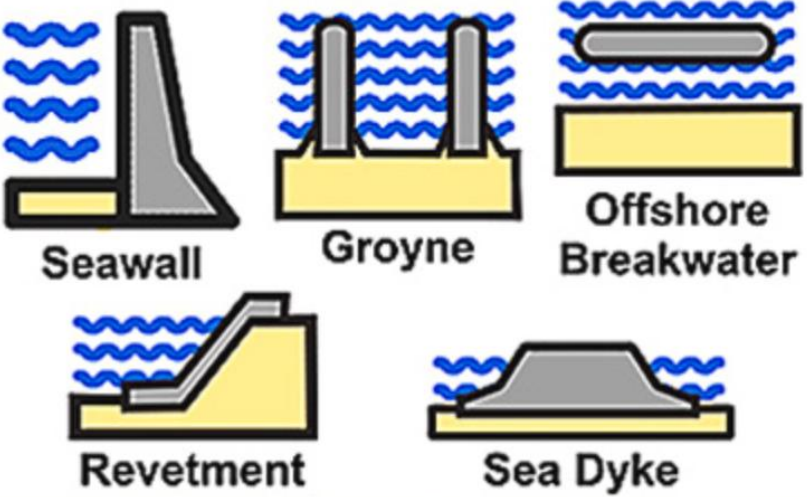


Keratan Rentas Tipikal Projek Beach Nourishment di Pantai Rusila, Marang, Terengganu



Beach Nourishment di Pantai Rusila, Marang, Terengganu 2022

MITIGASI HAKISAN PANTAI (KAEDAH BERSTRUKTUR)
: (STRUCTURAL MEASURES)

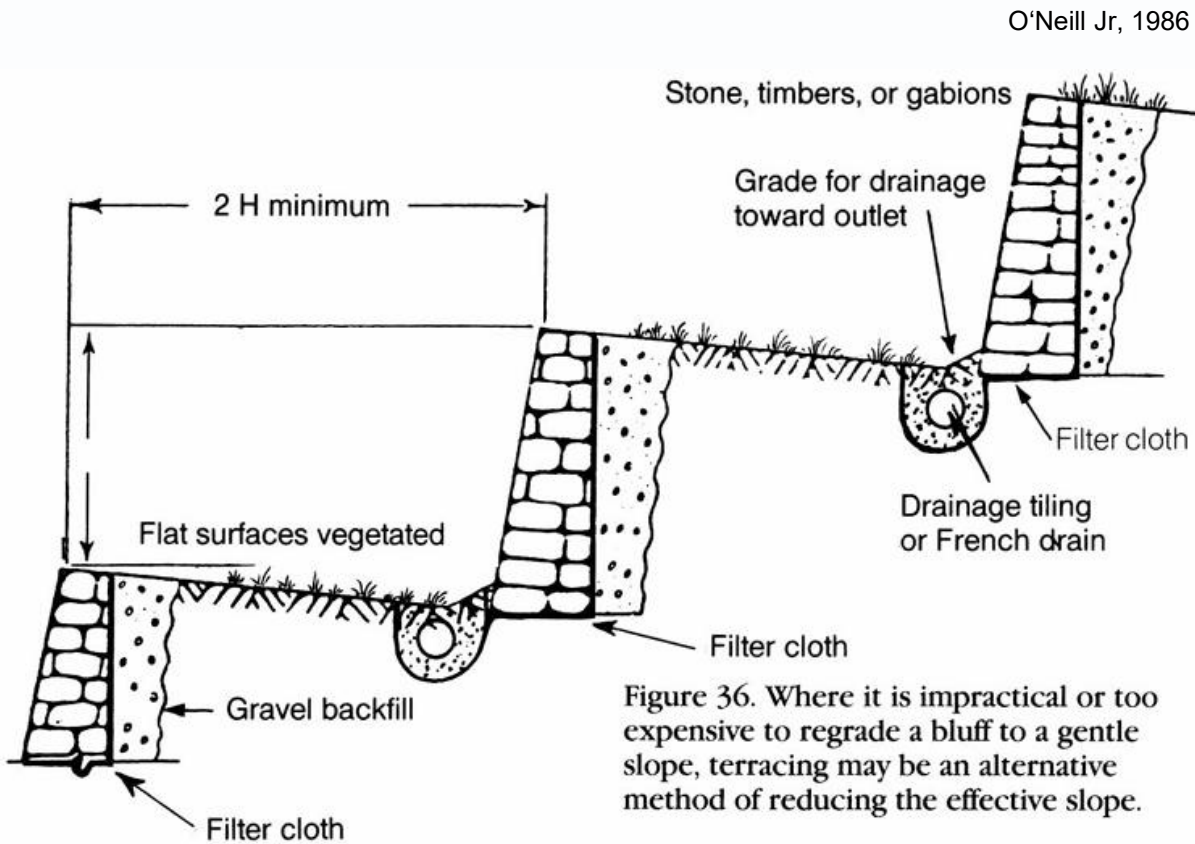
Konsep	• Kawalan ke atas bahaya. • Melindungi penempatan manusia.
Langkah-langkah diambil	• Membina dinding laut, tambak, struktur empangan, air pecah, takungan simpanan banjir, benteng, pam, penambahbaikan dan pengalihan saluran dan <i>groyne</i> (struktur hidrolika). • Memperkukuhkan struktur bangunan melalui kanun bangunan (building codes)/menggunakan peraturan/ undang-undang kawalan pembinaan bangunan. • Membina tempat perlindungan.
Contoh	 The diagrams illustrate five types of coastal structures: 1. Seawall: A vertical wall with a sloped seaward side. 2. Groyne: A structure perpendicular to the shoreline. 3. Offshore Breakwater: A structure located in the water, parallel to the shore. 4. Revetment: A structure with a sloped seaward side and a flat landward side. 5. Sea Dyke: A structure with a flat top and sloped sides.

<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117391>

Pembentukan Semula Cerun Pantai : *Coastal Slope Reshaping*

Apabila cerun pantai lebih curam daripada sudut di mana zarah tanah berada secara semula jadi di tempatnya, potensi hakisan akan meningkat lebih tinggi, ditambah jika permukaan tidak mempunyai tumbuh-tumbuhan untuk menahan tanah.

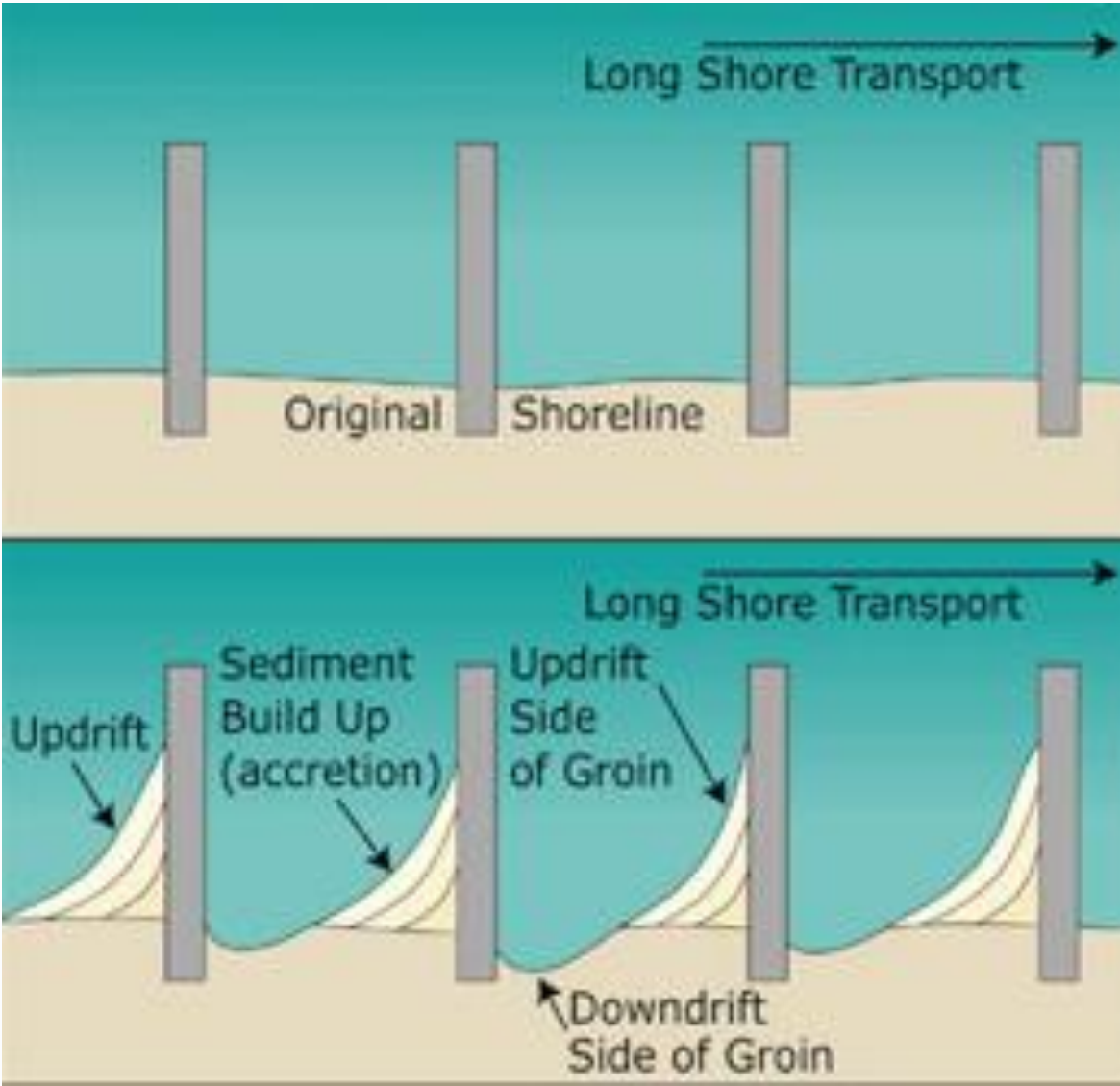
Penggredan semula garis pantai dilakukan sebagai sebahagian projek penstabilan keseluruhan melalui beberapa kaedah seperti penanaman tumbuh-tumbuhan, *railroad tie*, *gabion* atau teres berbatu boleh dilaksanakan.

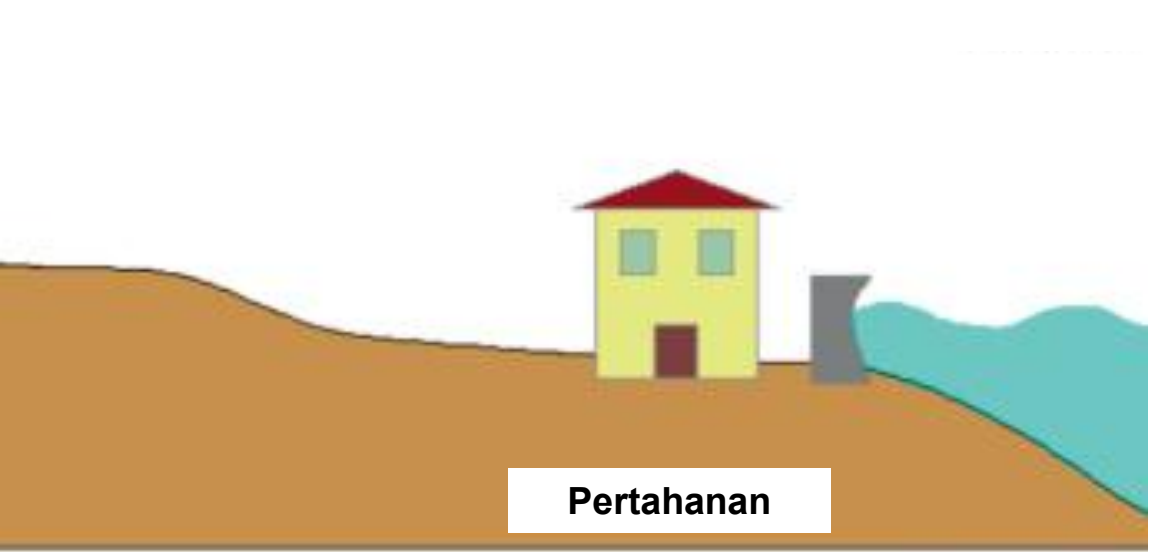


Struktur *Groyne*

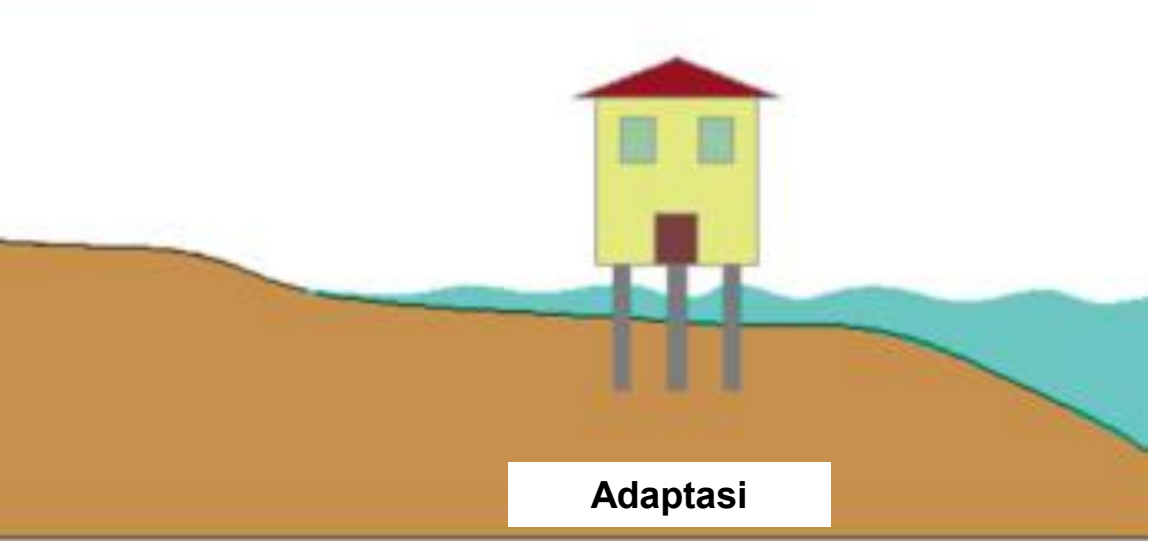
Struktur hidrolika tegar yang dibina di pantai laut atau di tebing sungai untuk membentuk pantai dan menghalang hakisan pantai.

<https://www.slideshare.net/slideshow/chapter-5-coastal-structures/ 87198441>

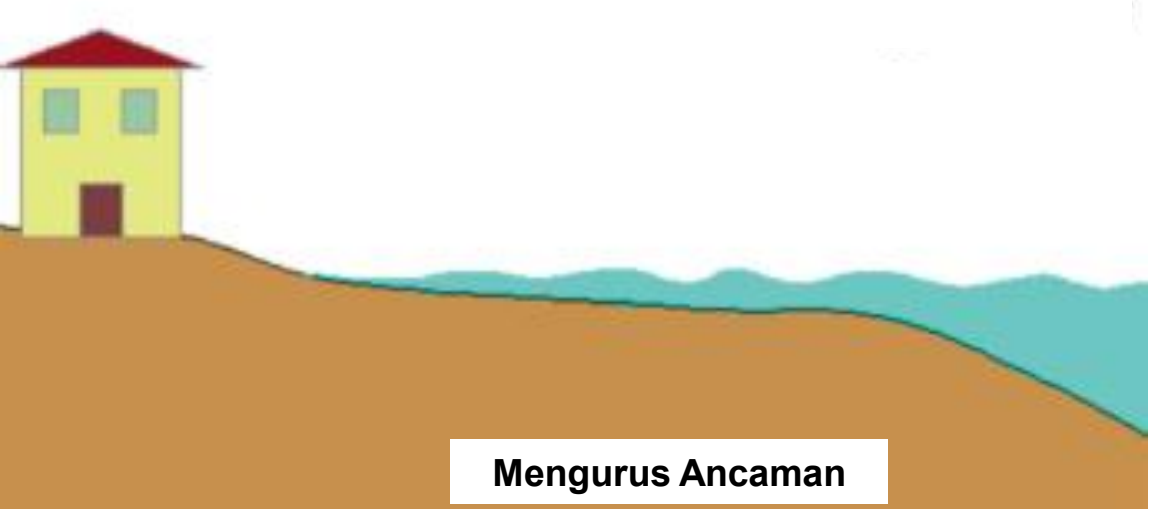




Melindungi pembangunan berhampiran pantai melalui pembinaan tembok laut, benteng, tambakan pasir buatan, benteng pasir dan agen pembawa gelombang.



Mengawal selia pembinaan bangunan dan meningkatkan kesedaran tentang bahaya bencana. Contohnya kesediaan tentang daya tahan banjir dan bahaya banjir.



Mewujudkan peraturan berkenaan *setback* bangunan seperti pengurusan penjajaram semula *setback* bangunan dari pesisir pantai.

https://doi.org/10.1007/978-981-16-4783-3_4

Kawasan Perlindungan Persisiran Pantai Semenanjung Malaysia dan WP Labuan



PLANMalaysia, 2021

PETUNJUK

Kategori Zon Persisiran Pantai

- Zon Perlindungan
- Zon Pembangunan
- Zon Persisiran Pantai

Enapan Luar Pasir

- Pasir
- Pasir dan Lumpur
- Lumpur
- Batu Kerikil

Kategori Hakisan Pantai : *Coastal Erosion Category*

KOD	KATEGORI/ TAHAP	PENJELASAN
	1 KRITIKAL	• Pengunduran garis pantai yang cepat (kadar melebihi 4 meter/tahun). • Kepadatan penduduk yang tinggi. • Terdapat aktiviti komersial/ industri. • Mempunyai infrastruktur dan kemudahan awam.
	2 KETARA	• Pengunduran garis pantai (kadar melebihi 1 meter/tahun tetapi kurang dari 4 meter/ tahun). • Kepadatan penduduk yang rendah. • Terdapat sedikit aktiviti pertanian. • Mempunyai infrastruktur dan kemudahan awam yang kurang sempurna.
	3 BELUM SERIUS	• Pengunduran garis pantai (kadar kurang dari 1 meter/ tahun). • Umumnya di kawasan tiada penduduk. • Aktiviti pertanian yang minimum. • Tidak mempunyai infrastruktur dan kemudahan awam.

Jabatan Pengairan dan Saliran, 2015

Kerapuhan Persisiran Pantai : *Coastal Vulnerability*

Kerapuhan persisiran pantai ialah keadaan fizikal, sosial, ekonomi dan alam sekitar yang mudah rosak sekiranya terusik dan diganggu atau proses yang boleh meningkatkan tahan kerentanan (*suspectibility*) dan keterdedahan (*exposure*) masyarakat kepada kesan atau impak bencana yang tidak dijangka.

Tahap keupayaan zon persisiran pantai dalam menampung impak daripada ancaman geobencana dan aktiviti pembangunan. Tahap kerapuhan dipengaruhi oleh faktor semula jadi seperti bentuk muka bumi, tekstur tanah, liputan vegetasi, selain faktor bukan semula jadi seperti kepadatan penduduk, taburan infrastruktur, kemudahan kesihatan, pengangkutan dan telekomunikasi.

PLANMalaysia, 2021

Faktor Mempengaruhi Kerapuhan Persisiran Pantai



Hakisan Pantai di Tok Jembal, Kuala Nerus, Terengganu, 2025



Hakisan Pantai di Kampung Tanjung, Kuala Nerus, Terengganu, 2025

ANALISIS KERAPUHAN PANTAI

Indeks Kerapuhan Persisiran Pantai : *Coastal Vulnerability Index (CVI)*

Proses penilaian tahap kerapuhan pantai telah dilakukan dengan menggunakan metodologi penjumlahan indeks (*indexing*), dimana tahap kerapuhan (*vulnerability*) bagi kawasan-kawasan persisiran pantai telah diberikan tahap melalui suatu sistem pemarkahan berformula. Berdasarkan analisis keempat-empat kluster di atas, indeks-indeks kerapuhan bagi zon persisiran pantai (Coastal Vulnerability Index - CVI) telah dihasilkan. Indeks-indeks ini telah dibahagikan kepada tiga kumpulan yang utama iaitu (1) Indeks Kerapuhan Persisiran Pantai Fizikal (CVIF), (2) Indeks Kerapuhan Persisiran Pantai Biodiversiti (CVIB) dan (3) Indeks Kerapuhan Persisiran Pantai Sosio-Ekonomi (CVIS).

PLANMalaysia, 2021



Indeks Kerapuhan adalah tahap kerapuhan persisiran pantai yang menjadi maklumat asas untuk menyediakan peta risiko bencana hakisan pantai.

Gabungan komponen kerapuhan pantai (fizikal, biodiveristi dan sosio-ekonomi) akan membentuk indeks kerapuhan persisiran pantai bagi setiap UPZP.

KOMPONEN	PARAMETER	CVI
FIZIKAL Risiko Geobencana dan Ciri-Ciri Fizikal Persisiran Pantai	1. Geologi 2. Geomoforlogi 3. Julat Pasang Surut 4. Hakisan 5. Kenaikan Aras Laut 6. Risiko Tsunami 7. Perlindungan Kawasan Hutan Paya Laut.	Tahap 5 - Sangat Tinggi
BIODIVERSITI Biodiversiti Marin di Persisiran Pantai dan Pulau-pulau	1. Kewujudan Kawasan Biodiversiti Marin 2. Status Pewartaan Biodiversiti Marin 3. Program Pemuliharaan Biodiversiti Marin 4. Status Kawasan Terancam Biodiversiti Marin	Tahap 4 - Tinggi Tahap 3 - Sederhana Tahap 2 - Rendah
SOSIO-EKONOMI Aktiviti Sosial dan Ekonomi di Zon Persisiran Pantai	1. Penduduk 2. Institusi dan Kemudahan Masyarakat 3. Sistem Infrastruktur dan Utiliti 4. Sistem Perhubungan dan Pengangkutan 5. Perniagaan dan Perindustrian 6. Pertanian dan Penternakan 7. Kawasan warisan dan pelancongan	Tahap 1 - Sangat Rendah

Formula Indeks Kerapuhan Persisiran Pantai Fizikal

$$CVI_P = \sqrt{\left(\frac{f_1 \times f_2 \times f_3 \times f_4 \times f_5 \times f_6 \times f_7}{n}\right)}$$

Formula Indeks Kerapuhan Persisiran Pantai Biodiversiti

$$CVI_B = \sqrt{\left(\frac{f_1 \times f_2 \times f_3 \times f_4}{n}\right)}$$

Formula Indeks Kerapuhan Persisiran Pantai Sosio-Ekonomi

$$CVI_S = \sqrt{\left(\frac{f_1 \times f_2 \times f_3 \times f_4 \times f_5 \times f_6 \times f_7}{n}\right)}$$

Formula Indeks Kerapuhan Persisiran Pantai Negara

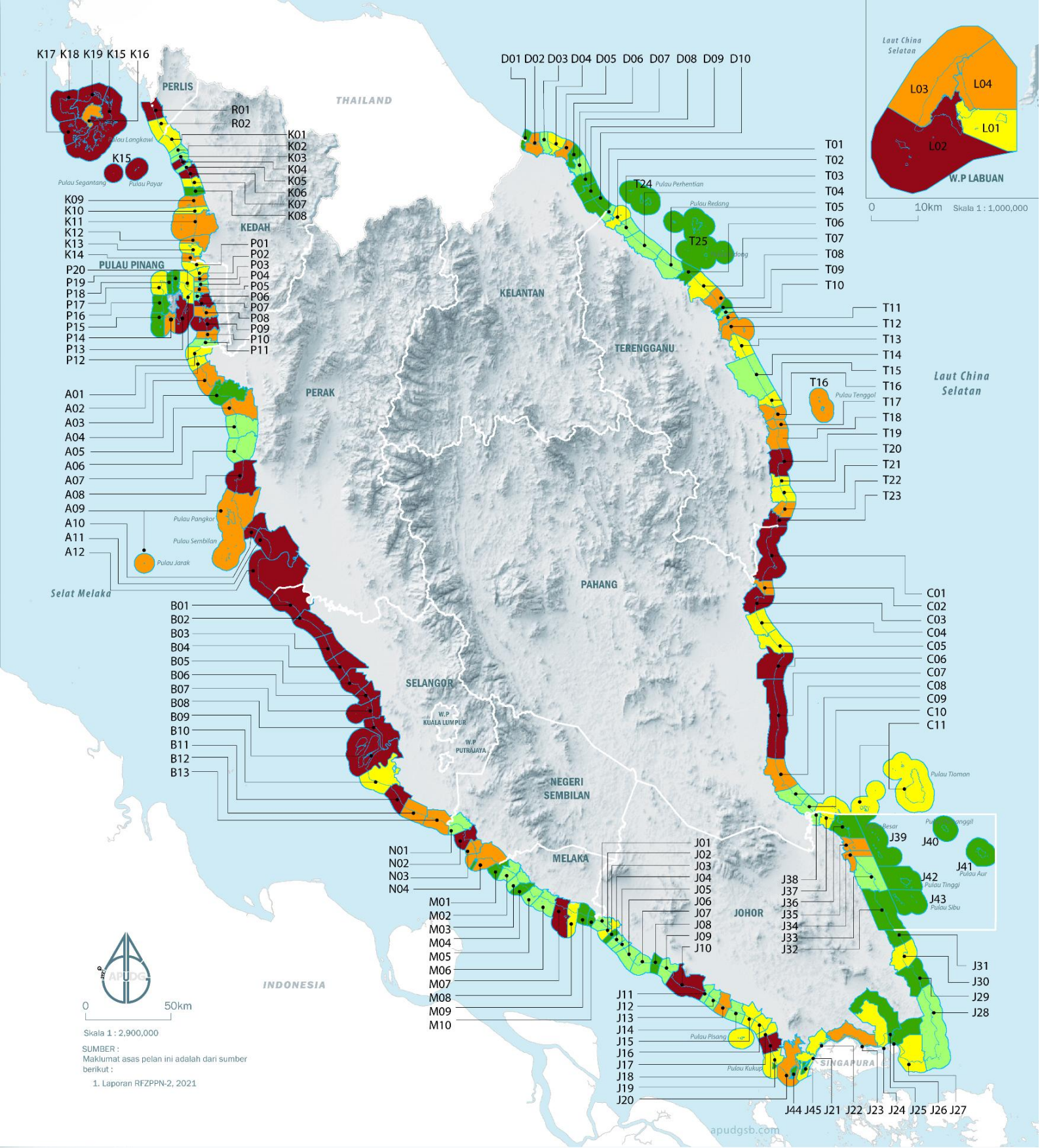
$$NCVI = \frac{\sqrt{\frac{VCI_P \times VCI_S}{2}} + \sqrt{\frac{VCI_P \times VCI_S}{2}}}{2}$$

KOD	NCVI	NCVI	CVI (P)	CVI (B)	CVI (S)
	1 SANGAT RENDAH	>10.74	≤5.64	≤1.00	≤7.22
	2 RENDAH	>7.58 hingga ≤10.74	>5.64 hingga ≤9.49	>1.00 hingga ≤1.41	>7.22 hingga ≤15.16
	3 SEDERHANA	>5.70 hingga ≤7.58	>9.49 hingga ≤13.09	>1.41 hingga ≤2.12	>15.16 hingga ≤26.19
	4 TINGGI	>4.05 hingga ≤5.70	>13.09 hingga ≤18.71	>2.12 hingga ≤2.83	>26.19 hingga ≤43.15
	5 SANGAT TINGGI	≤4.05	≥18.71	≥2.83	≥43.15



Kampung Tanjung, Kuala Nerus, Terengganu, 2025

Pelan Kawasan Kerapuhan Persisiran Semenanjung Malaysia dan WP Labuan) :
Coastal Vulnerability Plan for Peninsular Malaysia and WP Labuan



PETUNJUK

Tahap Kerapuhan Persisiran Pantai:

- Tahap 1 : Sangat Rendah (≤ 4.05)
- Tahap 2 : Rendah (>4.05 hingga ≤ 5.70)
- Tahap 3 : Sederhana (>5.70 hingga ≤ 7.58)
- Tahap 4 :Tinggi (>7.58 hingga ≤ 10.74)
- Tahap 5 : Sangat Tinggi (≥ 10.74)



Hakisan Pantai di Kampung Tanjung, Kuala Nerus Terengganu, 2025

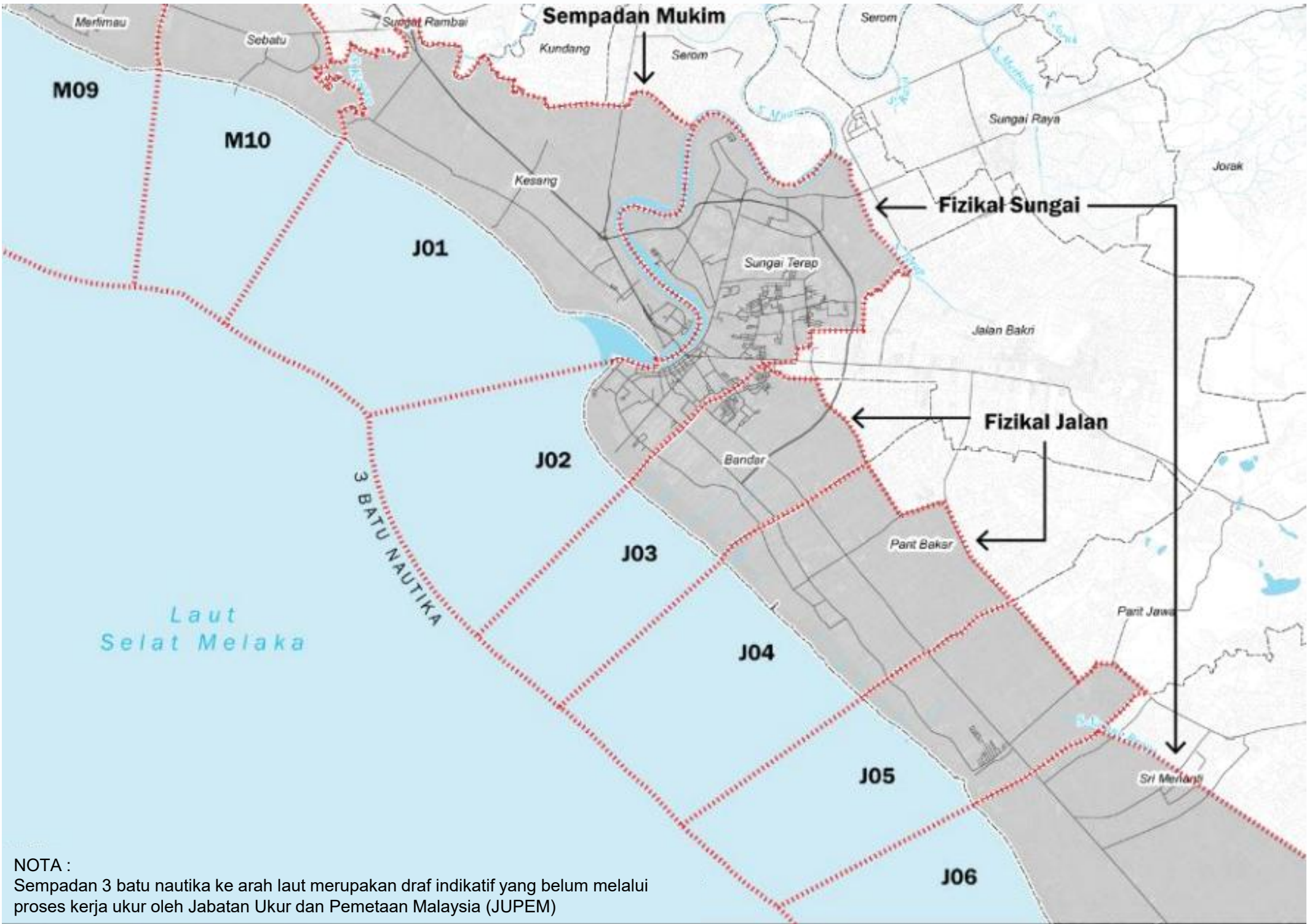
Unit Perancangan Zon Persisiran Pantai (UPZP) : *Coastal Zone Planning Unit*

Unit Perancangan Zon Persisiran Pantai (UPZP) dibentuk bagi memudahkan pelaksanaan RFZPPN di peringkat negeri dan tempatan. Terdapat 175 UPZP di seluruh Semenanjung Malaysia dan Wilayah Persekutuan Labuan. Pembahagian UPZP mengambil kira beberapa faktor penting termasuk sempadan rasmi pentadbiran (mukim) dan garis sempadan kawasan pantai serta faktor fizikal seperti jalan raya, sungai, talian rentis dan sempadan lot. UPZP meliputi kawasan 5 km ke arah daratan dari sempadan garis mukim (pantai) dan 3 batu nautika ke arah laut dari sempadan garis mukim (pantai).

NEGERI	BILANGAN UPZP	UPZP
1. Perlis	2	R01-R02
2. Kedah	19	K01-K19
3. Pulau Pinang	20	P01-P12
4. Perak	12	A01-A12
5. Selangor	13	B01-B13
6. Negeri Sembilan	4	N01-N04
7. Melaka	10	M01-M10
8. Johor	45	J01-J45
9. Pahang	11	C01-C11
10. Terengganu	25	T01-T25
11. Kelantan	10	K01-K10
12. W.P. Labuan	4	L01-L04

PLANMalaysia, 2021

Contoh penentuan UPZP bagi daerah Muar dan Jasin di sempadan Negeri Johor dan Melaka



PLANMalaysia, 2021

Kamus

GEOBENCANA

JABATAN PERANCANGAN
BANDAR DAN DESA

KENAIKAN ARAS LAUT



INDEKS KENAIKAN ARAS LAUT

Aras Laut : *Sea Level*

Kenaikan Aras Laut : *Sea Level Rise*

Perubahan Iklim : *Climate Change*

Perubahan Eustatik : *Eustatic Change*

Perubahan Isostatik : *Isostatic Change*

Punca Kenaikan Aras Laut : *Causes Sea Level Rise*

Mitigasi Bukan Struktur: *Non-Structural Mitigation*

Mitigasi Berstruktur: *Structural Mitigation*

L-1

L-1

L-1

L-1

L-1

L-1

L-1

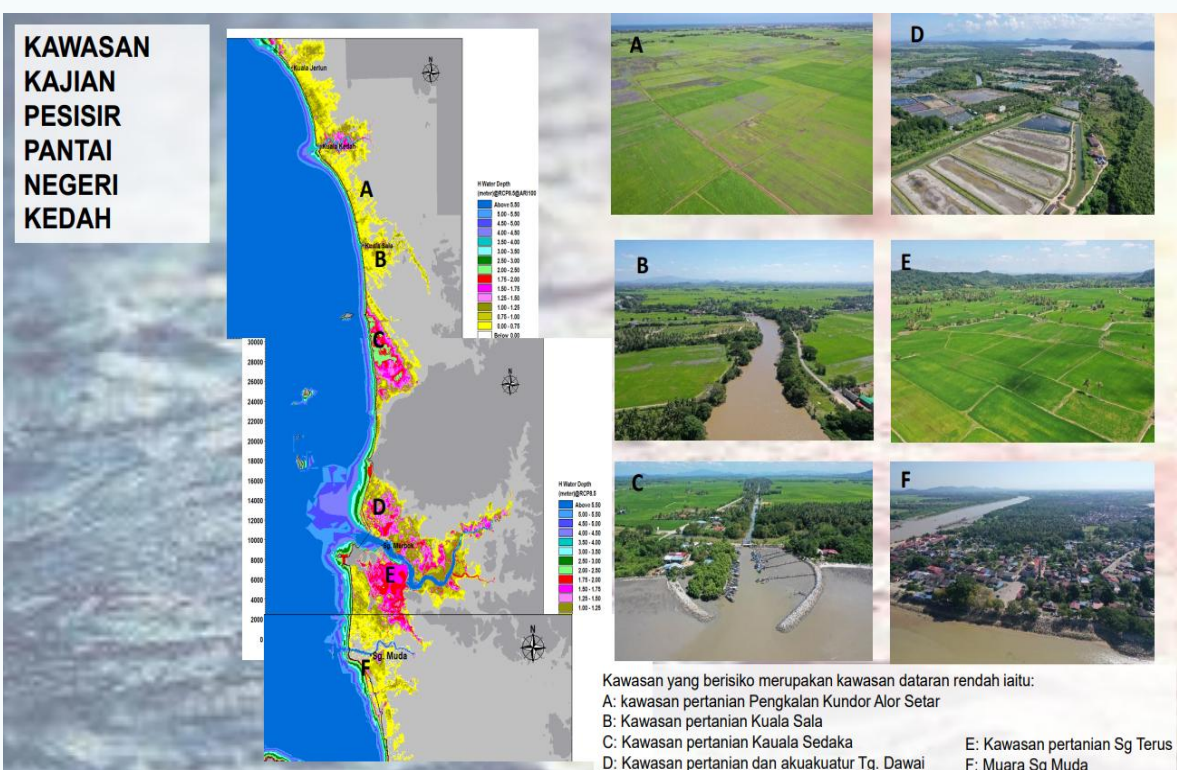
L-2



Pemandangan udara menunjukkan kerosakan akibat Taufan Isabel ke atas Pulau Hatteras di Tebing Luar Carolina Utara



Pencairan ais di Kutub Utara yang memberi kesan kenaikan aras laut dunia, 2020



Kajian Kenaikan Aras Laut (SLR) di Pesisir Pantai Negeri Kedah, NAHRIM 2023



Banjir di Gulf Shores, Alabama selepas Taufan Sally pada September 2020

PENGENALAN

Kenaikan Aras Laut merupakan salah satu kesan paling ketara akibat perubahan iklim global. Fenomena ini berlaku apabila suhu bumi meningkat, menyebabkan pencairan ais di kutub serta pengembangan air laut. Dua faktor utama yang menyumbang kepada kenaikan aras laut ialah pencairan glasier dan ais di Greenland serta Antartika, dan juga pengembangan terma air laut apabila suhunya meningkat. Selain itu, aktiviti manusia seperti pembakaran bahan api fosil turut menyumbang kepada peningkatan suhu global melalui pelepasan gas rumah hijau.

Sehingga tahun 2025, paras laut dunia telah meningkat antara 20 hingga 25 sentimeter sejak tahun 1900. Kadar kenaikan semasa pula adalah sekitar 3.4 milimeter setahun dan dijangka akan terus meningkat jika tiada langkah drastik diambil. Menurut laporan Panel Antara Kerajaan Mengenai Perubahan Iklim (IPCC), paras laut boleh meningkat sehingga 1.1 meter menjelang tahun 2100 jika pelepasan karbon tidak dikurangkan secara signifikan.

Kesan daripada kenaikan aras laut amat ketara, terutamanya kepada negara-negara yang terletak di kawasan rendah dan pesisir pantai. Negara seperti Maldives, Bangladesh dan beberapa kawasan di Indonesia serta Filipina berdepan risiko besar untuk tenggelam. Fenomena ini juga mengakibatkan kehilangan habitat semula jadi seperti hutan paya bakau dan pantai, kerosakan infrastruktur, serta paksaan kepada penduduk untuk berpindah dan menjadikan mereka sebagai pelarian iklim.

Bagi menangani isu ini, pelbagai langkah telah diambil oleh negara-negara terjejas. Antaranya termasuk pembinaan benteng laut dan tembok penahan banjir, penggunaan sistem saliran pintar, dan pemulihan ekosistem pesisir seperti penanaman semula hutan bakau. Negara-negara juga giat beralih kepada tenaga boleh diperbaharui bagi mengurangkan pelepasan gas rumah hijau. Selain itu, perancangan bandar yang lebih adaptif dan mesra iklim turut diperkenalkan.

Sebagai contoh, Jakarta, Indonesia kini telah memindahkan pusat pentadbiran negara ke Kalimantan kerana bandar tersebut tenggelam kira-kira 10 sentimeter setiap tahun, akibat gabungan kenaikan aras laut dan penurunan tanah. Di Amerika Syarikat, bandar Miami telah mengambil langkah proaktif dengan menaikkan jalan raya dan memasang pam untuk menghadapi banjir laut yang berlaku walaupun tanpa hujan.

Kesimpulannya, kenaikan aras laut merupakan isu global yang mendesak dan memerlukan kerjasama seluruh dunia untuk ditangani. Usaha yang bersungguh-sungguh dalam mengurangkan pelepasan karbon dan menyesuaikan diri dengan perubahan yang sedang berlaku amat penting bagi menjamin kelestarian hidup manusia dan alam sekitar.

Aras Laut : *Sea Level*

Aras laut ialah aras permukaan lautan. Ia sentiasa berubah disebabkan pasang dan berbeza antara satu kawasan dengan kawasan yang lain. Min aras laut ialah purata aras laut diukur pada suatu jangka masa yang panjang.

Dewan Bahasa dan Pustaka, 2017

Kenaikan Aras Laut : *Sea Level Rise*

Kenaikan aras laut merujuk kepada peningkatan aras purata permukaan laut, yang berlaku akibat di mana apabila suhu lautan meningkat, air laut mengembang yang menyebabkan peningkatan aras laut. Selain itu, pencairan glasier dan lapisan ais di Greenland dan Antartika, menambah jumlah air ke lautan dan seterusnya meningkatkan aras laut.

National Water Research Institute of Malaysia (NAHRIM), 2021

Perubahan Iklim : *Climate Change*

Perubahan Iklim ditakrif sebagai perubahan iklim yang disebabkan secara langsung atau tidak langsung dengan aktiviti manusia yang mengubah komposisi atmosfera global dan merupakan tambahan terhadap kepelbagaian iklim semulajadi untuk tempoh masa yang dapat dibandingkan.

Jabatan Meteorologi Malaysia, 2020

Perubahan Eustatik : *Eustatic Change*

Perubahan Eustatik merujuk kepada perubahan aras laut yang disebabkan oleh perubahan dalam jumlah air di lautan dunia, biasanya akibat daripada pencairan atau pembekuan ais glasier, serta perubahan suhu air laut (termal ekspansi atau pengecutan).

National Water Research Institute of Malaysia (NAHRIM), 2021

Perubahan Isostatik : *Isostatic Change*

Perubahan Isostatik merujuk kepada proses di mana kerak bumi mengalami penyesuaian keseimbangan vertikal akibat perubahan beban. Perubahan ini berlaku apabila berat yang menekan kerak bumi, seperti glasier, air laut, atau lapisan sedimen, bertambah atau berkurang, menyebabkan kerak bumi sama ada tenggelam (*subsiden*) atau naik (*rebound*).

National Water Research Institute of Malaysia (NAHRIM), 2021

PUNCA KENAIKAN ARAS LAUT

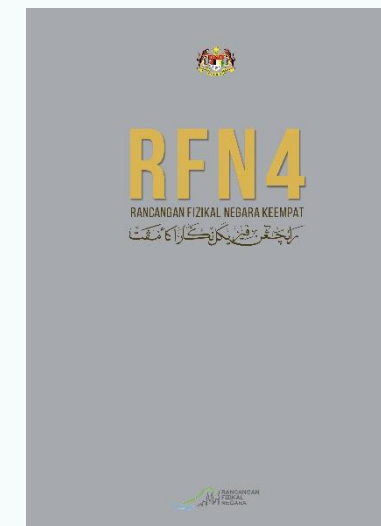
Kenaikan aras laut disebabkan oleh beberapa faktor utama:

- ❑ Pencairan Ais: Ais di Greenland, Antartika, dan glasier di seluruh dunia semakin mencair disebabkan oleh suhu global yang meningkat, menyumbang kepada peningkatan jumlah air di lautan.
- ❑ Pengembangan Terma Air Laut: Apabila suhu laut meningkat, air laut mengembang. Proses ini dikenali sebagai pengembangan terma, yang juga menyumbang kepada kenaikan aras laut.
- ❑ Pengurangan Ais Laut: Walaupun ais laut yang mencair tidak secara langsung menaikkan aras laut (kerana ia sudah berada di dalam air), ia mempengaruhi sistem iklim dan boleh menyumbang kepada pencairan ais di daratan.
- ❑ Perubahan Corak Angin dan Arus Laut: Perubahan dalam corak angin dan arus laut boleh menyebabkan pergeseran aras laut di kawasan tertentu.
- ❑ Kesan Aktiviti Manusia: Aktiviti seperti penebangan hutan, urbanisasi, dan pelepasan gas rumah hijau meningkatkan pemanasan global, mempercepatkan pencairan ais dan pemanasan lautan.
- ❑ Lompang: Aktiviti seismik seperti gempa bumi dan pergerakan kerak bumi boleh menyebabkan perubahan dalam dasar laut, yang boleh mempengaruhi aras laut di beberapa kawasan.

MITIGASI BUKAN STRUKTUR

Dasar Rancangan Fizikal Negara Ke-4 (RFN4)

RFN merupakan dokumen yang mengandungi pernyataan bertulis, dasar-dasar strategik dan tindakan sebagai panduan dan instrumen perancangan yang mencorakkan hala tuju pembangunan fizikal bagi seluruh kawasan perancangannya. Dokumen ini memberi gambaran corak pembangunan spatial untuk tempoh perancangan bagi jangka masa pendek, sederhana dan panjang. Dokumen ini telah mengambil kira dasar-dasar penting dalam aspek pengurangan risiko bencana bagi meningkatkan daya tahan terhadap perubahan iklim yang berlaku. Justeru itu, ia telah menggariskan beberapa dasar dan strategi yang perlu diambil kira dalam aspek pemabangunan fizikal di peringkat Persekutuan, Negeri dan Tempatan.



STRATEGI KD 1.5 :

Melaksana mitigasi untuk mengurangkan risiko bencana semula jadi dan perubahan iklim

TINDAKAN KD 1.5 C :

Melaksana pelan perancangan dan pembangunan guna tanah persisiran pantai yang komprehensif

PLANMalaysia, 2022

Rancangan Tempatan (RT) dan Rancangan Kawasan Khas (RKK)

RT merupakan satu dokumen rasmi yang mentafsirkan dasar-dasar dan cadangan-cadangan umum yang terkandung di dalam Rancangan Struktur (RS) kepada bentuk fizikal yang lebih terperinci dan praktikal.

RKK merupakan suatu pelan cadangan yang lebih terperinci berbanding dengan RT, yang lebih mirip kepada “*action area plan*”. RKK akan mengandungi cadangan-cadangan tindakan khusus untuk satu kawasan yang telah dikenalpasti oleh Pihak Berkuasa Negeri/ Pihak Berkuasa Tempatan.

PLANMalaysia, 2024

MITIGASI BUKAN STRUKTUR

Rancangan Tempatan Daerah Kuala Muda 2035

Daerah Yan adalah sebuah daerah yang kaya dengan sumber semula jadi seperti pantai dan pulau serta sawah padi dan dusun buah-buahan yang terbaik. Daerah Yan juga menempatkan pelbagai warisan alam semulajadi yang mencakupi banjaran Gunung Jerai yang menganjur ke kawasan laut di Tanjung Jaga. Segala sumber tempatan ini berpotensi untuk dikomersialkan secara bersama sesuai dengan identiti Daerah Yan sebagai daerah pelancongan. Daerah Yan juga mempunyai tujuh (7) buah pulau iaitu Pulau Songong, Pulau Bidan, Pulau Perak, Pulau Bunting, Pulau Telor, Pulau Tukun Terendak dan Batuan Batu Kepala Rambut.

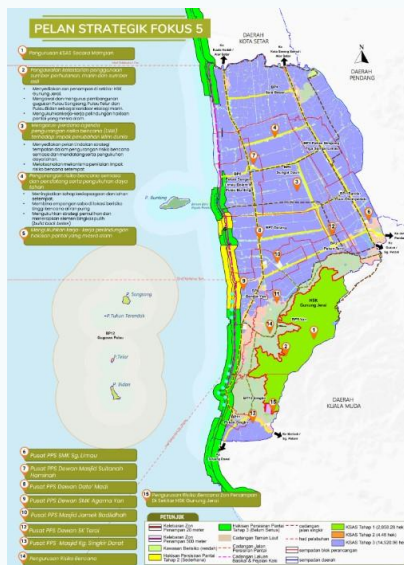


Rancangan Fizikal Zon Persisiran Pantai Negara Ke-2 (RFZPPN2) telah mengenal pasti persisiran pantai di Daerah Yan sebagai Zon Perlindungan kecuali di Pulau Bunting yang dibenarkan sebagai Zon Pembangunan. Antara Fokus utama dalam aspek pengurangan risiko bencana adalah seperti berikut:-

FOKUS 5 :
Pengurusan Alam Sekitar dan Geobencana Yang Mampan dan Berdaya Huni

FOKUS 5-4 :
Mengarus perdana agenda pengurangan risiko bencana terhadap impak perubahan iklim dunia

PLANMalaysia, 2022

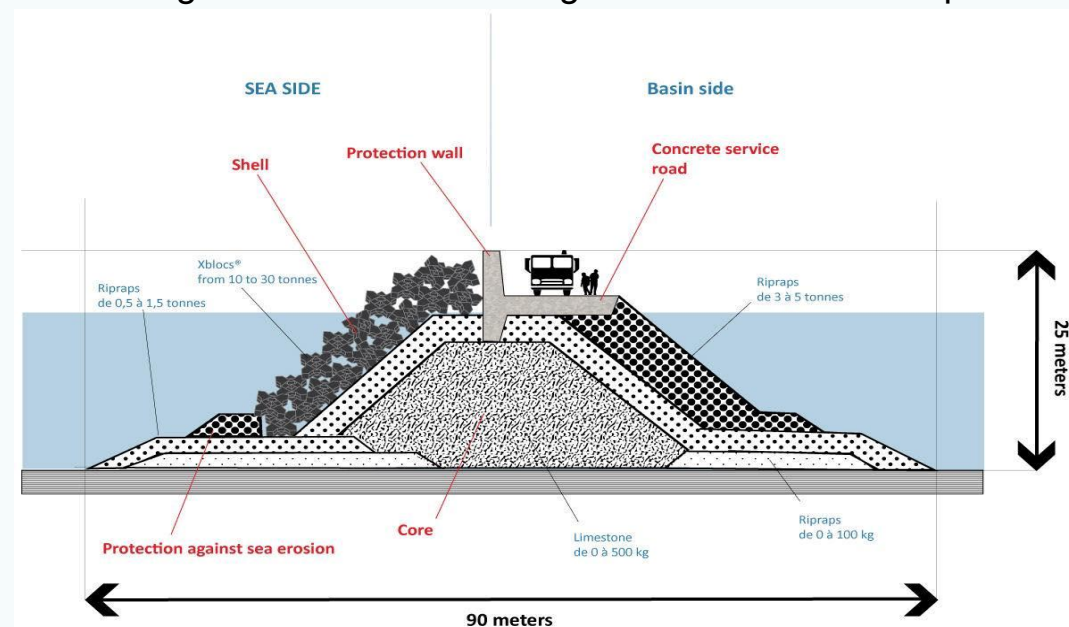


MITIGASI BERSTUKTUR

Langkah mitigasi kenaikan aras laut melibatkan tindakan yang bertujuan untuk mengurangkan kesan kenaikan aras laut terhadap manusia, infrastruktur, dan ekosistem. Berikut adalah beberapa langkah utama:

Pembinaan Infrastruktur Pelindung

- ❑ Pembinaan Tembok Laut dan Benteng : Tembok laut dan benteng dibina untuk melindungi kawasan pesisir daripada banjir dan hakisan.
- ❑ Pembangunan Tambak dan Penambakan Tanah : Tambak dibina untuk menaikkan aras tanah di kawasan rendah bagi mengelakkan banjir.
- ❑ Sistem Saliran dan Polder : Membangunkan sistem saluran dan polder untuk mengawal air dan melindungi kawasan rendah daripada banjir.



Perancangan dan Zon

- ❑ Perancangan Zon Pesisir : Merancang penggunaan tanah di kawasan pesisir dengan mengehadkan pembangunan di kawasan berisiko tinggi.
- ❑ Mengelakan Pembangunan di Kawasan Rentan : Menghalang pembangunan di kawasan yang terdedah kepada kenaikan aras laut dan banjir.

Pemulihan dan Perlindungan Ekosistem Pesisir

- ❑ Penanaman Bakau dan Tumbuhan Pesisir : Bakau dan tumbuhan pesisir dapat menyerap tenaga ombak dan mengurangkan hakisan, selain menyediakan habitat bagi hidupan liar.
- ❑ Pemulihan Terumbu Karang : Terumbu karang berfungsi sebagai penghalang semula jadi yang melindungi pantai daripada ombak besar dan hakisan.

Pengurangan Pelepasan Gas Rumah Kaca

- ❑ Pengurangan Pelepasan Global : Mengurangkan pelepasan gas rumah kaca secara global untuk memperlambatkan pemanasan global dan, seterusnya, kenaikan aras laut.
- ❑ Peralihan ke Tenaga Bersih : Menggalakkan penggunaan tenaga boleh diperbaharui untuk mengurangkan pergantungan kepada bahan bakar fosil.

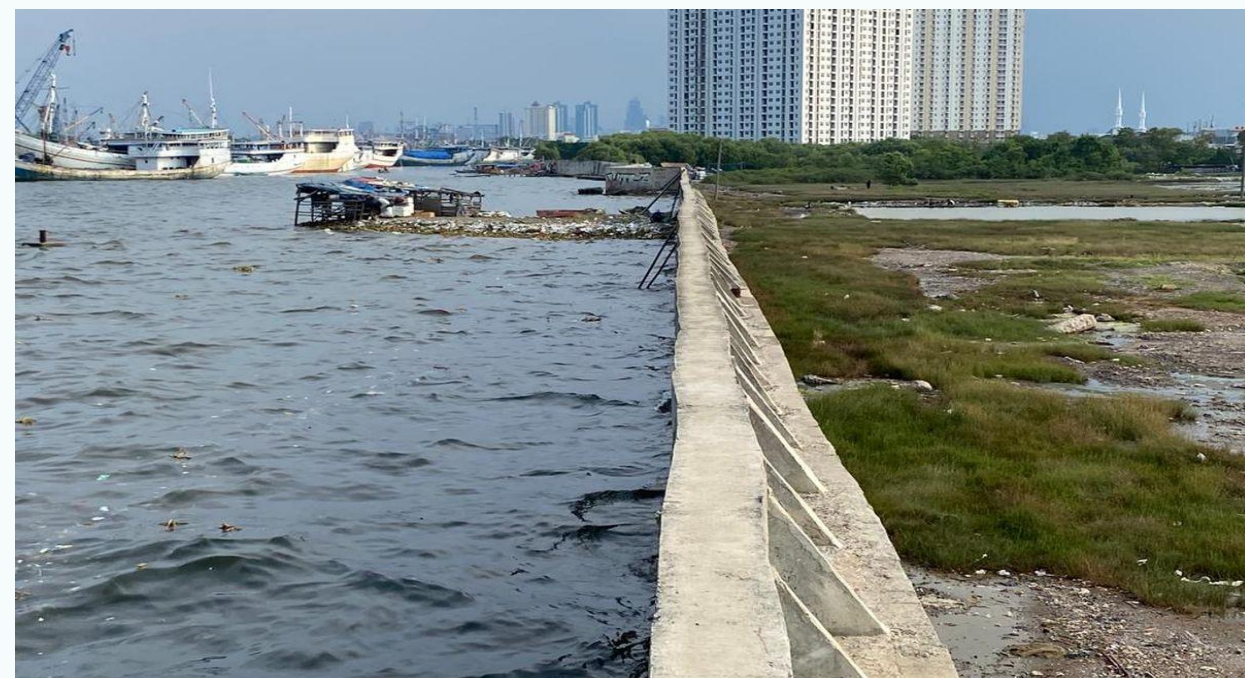
Adaptasi Komuniti Pesisir

- ❑ Pemindahan Penduduk : Menggerakkan komuniti yang tinggal di kawasan berisiko tinggi ke kawasan yang lebih selamat.
- ❑ Peningkatan Kesedaran dan Pendidikan : Memberikan pendidikan dan kesedaran kepada komuniti mengenai risiko kenaikan aras laut dan cara-cara untuk mengurangkan kesan.

Penggunaan Teknologi dan Inovasi

- ❑ Pembangunan Teknologi Baru : Menggunakan teknologi inovatif seperti tembok laut terapung atau pulau buatan untuk menyesuaikan diri dengan kenaikan aras laut.
- ❑ Pemantauan dan Ramalan : Menggunakan teknologi pemantauan dan ramalan untuk mengesan perubahan aras laut dan merancang tindak balas yang sesuai.

Langkah-langkah mitigasi ini adalah penting untuk mengurangkan kesan negatif kenaikan aras laut terhadap kehidupan manusia, infrastruktur, dan ekosistem pesisir, serta membina ketahanan terhadap perubahan iklim jangka panjang.



<https://megapolitan.kompas.com/read/2022/11/29/08531951/nasib-pesisir-utara-jakarta-yang-kini-bergantung-pada-tanggul-laut>

Kamus

GEOBENCANA

JABATAN PERANCANGAN
BANDAR DAN DESA

TANAH RUNTUH



INDEKS TANAH RUNTUH

Aliran : <i>Flows</i>	T-3	Tanah Bukit	T-2	Zon Aliran Puing	T-6
Aliran Puing: <i>Debris Flow</i>	T-4	Tanah Runtuh	T-1	Zon Banjir Lumpur	T-6
Analisis Peta Risiko Tanah Runtuh	T-8	Tanah Tinggi	T-2	Zon Enapan Puing	T-6
Bencana Geologi	T-5	Terbalikan : <i>Topples</i>	T-3	Zon Tanah Runtuh	T-6
Bencana Geologi Berangkai	T-5				
Bahaya Geologi	T-5				
Banjir Lumpur	T-5				
Banjir Puing	T-5				
Darjah Kerentanan Tanah Runtuh	T-8				
Fenomena Geologi Berangkai	T-5				
Geobencana	T-2				
Gelinciran : <i>Slides</i>	T-3				
Gunung	T-2				
Hakisan dan Perlodakan	T-5				
Jatuhan : <i>Falls</i>	T-3				
Jenis Peta Tematik	T-7				
KSAS Berisiko Geobencana	T-2				
<i>National Slope Masterplan</i> (NSP) 2009-2023	T-1				
Peta Bahaya dan Risiko Cerun (PBRC)	T-2				
Rayapan : <i>Creeps</i>	T-4				
Rekahan Bumi : <i>Earth Slides</i>	T-4				
Runtuhan Batu : <i>Rockfalls</i>	T-4				
Sebaran : <i>Spreads</i>	T-3				



Tanah Runtuh yang berlaku di Taman Bukit Permai 2, Ampang, Kuala Lumpur, 2021

PENGENALAN

TANAH RUNTUH

Pergerakan **jisim batuan, puing atau tanah** menuruni cerun di bawah pengaruh graviti

Cruden, 1991

Tanah Runtu merupakan salah satu bencana geologi yang sering berlaku khususnya di kawasan berbukit dan cerun curam. Fenomena ini berlaku apabila kestabilan cerun terganggu, menyebabkan pergerakan tanah, batuan, atau serpihan runtuh ke bawah. Dalam konteks Malaysia, jumlah hujan tahunan yang tinggi dan bentuk muka bumi yang bergunung-ganang, negara sememangnya terdedah kepada risiko tanah runtuh.

Faktor kejadian tanah runtuh antaranya adalah struktur geologi dan jenis tanah yang mudah terdedah kepada hakisan dan ketidakstabilan apabila terdedah kepada air. Hujan lebat yang berterusan akan meningkatkan tekanan menyebabkan cerun menjadi tidak stabil.

Aktiviti pembangunan juga memainkan peranan berlakunya tanah runtuh. Pembangunan di kawasan cerun yang tidak mematuhi garis panduan teknikal, termasuk pemotongan cerun dan pembinaan tanpa sistem penstabilan boleh melemahkan struktur tanah. Kegagalan sistem saliran atau tersumbat menyebabkan air bertakung dan menyerap ke dalam tanah, meningkatkan risiko gelinciran tanah.



Tanah Runtuh

Tanah Runtuh merupakan satu kejadian geologi yang melibatkan **gelongsoran tanah atau pergerakan tanah** dari **satu kedudukan yang tidak stabil** dan ia berlaku secara pantas atau perlahan oleh tarikan graviti.

PLANMalaysia, 2022

Tanah runtuh merupakan pergerakan jisim ke bawah cerun akibat graviti pada cerun tabii atau cerun buatan.

Kementerian Sumber Asli dan Kelestarian Alam, 2022



Tanah Runtuh yang berlaku di Taman Bukit Permai 2, Ampang, Kuala Lumpur, 2021

Tanah Runtuh ditakrifkan sebagai pergerakan **jisim batuan, puing atau tanah** menuruni cerun di bawah pengaruh graviti (Cruden, 1991). Kejadian ini melibatkan gelongsoran tanah atau pergerakan tanah dari satu **kedudukan yang tidak stabil** akibat ketidakstabilan jisim tanah.

Proses ini berlaku secara semula jadi akibat tekanan yang menyebabkan bahan tanah perlu bergerak untuk mengalami penstrukturan semula jadi supaya menjadi stabil. Dalam bahasa yang lebih mudah, kejadian tanah runtuh berpunca daripada kegagalan bahan tanah yang tidak dapat bertahan dari satu kedudukan akibat beberapa faktor.

<https://dewankosmik.jendeladbp.my/2022/12/20/4992/>



Tanah Runtuh di Taman Melawati, 2024

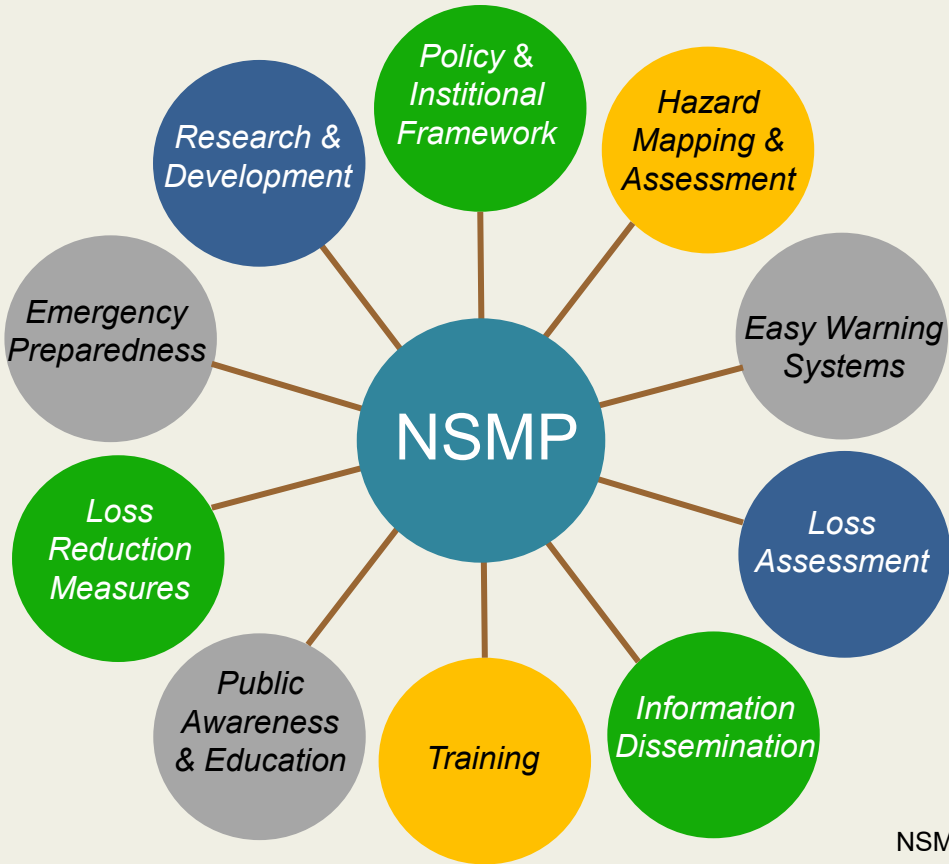


Tanah Runtuh di Bukit Lanjan, 2012



Tanah Runtuh di Jelebu, 2021

National Slope Master Plan (NSMP) 2009 - 2023



NSMP, 2009-2023

- ❑ Disediakan oleh Cawangan Kejuruteraan Cerun (CKC), JKR pada tahun 2006-2008
- ❑ Tujuan NSMP adalah bagi mengurangkan risiko dan kerugian akibat daripada bencana tanah runtuh di seluruh negara
- ❑ Mengandungi 10 komponen (*area of concentration*), 34 strategi dan 77 pelan tindakan

STRATEGIES BY COMPONENTS

COMPONENT	STRATEGIC THRUST
Policies and Institutional Framework	Develop effective policy and institutional frameworks for landslide risk reduction, mitigation and disaster preparedness.
Hazard Mapping and Assessment (HMA)	Develop a framework to establish an inventory of susceptible areas and different types of landslide hazard/ risk mapping and assessment at a scale useful for planning and decision making.
Early Warning and Real-Time Monitoring System (EWS)	Conduct ongoing monitoring and provide warning on slope hazards to relevant authorities to initiate timely preventive measures and reduce the damage caused by landslides
Loss Assessment (LA)	Compile, maintain and evaluate information on the various types of losses resulting from landslides to guide mitigation activities and track progress in reducing losses



STRATEGIES BY THRUST



Assessing
Landslide
Risk



Preparing for
Response &
Recovery



Promoting
Good
Governance



Investing
In Risk
Reduction



Spurring
Innovation

Peta Bahaya dan Risiko Cerun (PBRC)

- ❑ Projek Penghasilan Peta Bahaya dan Risiko Cerun (PBRC) dilaksanakan oleh Jabatan Mineral dan Geosains (JMG) bermula pada 2014 merupakan salah satu dari pelan tindakan di bawah National Slope Masterplan (NSMP, 2009-2023).
- ❑ Inisiatif penting untuk mengurangkan risiko dan meningkatkan daya tahan negara serta masyarakat terhadap bencana geologi tanah runtuh.

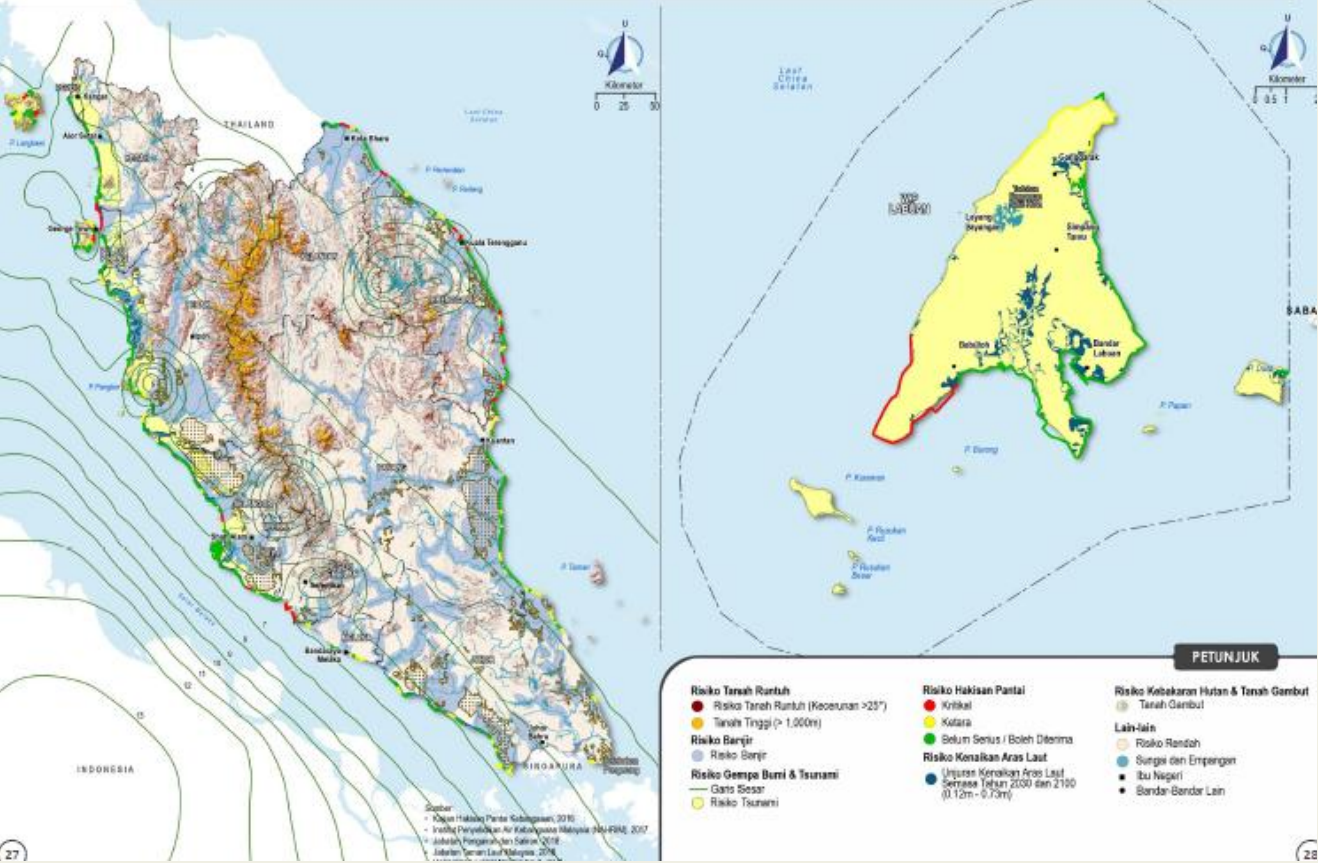


- ❑ Projek ini telah dijalankan di kawasan ‘hotspot’ tanah runtuh yang dikenal pasti di dalam NSMP iaitu Cameron Highlands, Ipoh, Kundasang dan Kota Kinabalu; dan Lembah Klang.
- ❑ Hasil projek PBRC ialah peta bahaya dan peta risiko cerun serta laporannya, peta kesesuaian pembinaan dan pangkalan data inventori tanah runtuh iaitu *National Geospatial Terrain and Slope Information System* (NaTSIS).

Tanah Tinggi

Tanah-tanah yang mempunyai kedudukan lebih dari 300 meter dan kurang dari 1,000 meter dari aras laut.

PLANMalaysia, 2009



Pelan Pengurusan Kawasan Berisiko Bencana Semulajadi Semenanjung Malaysia dan W.P Labuan

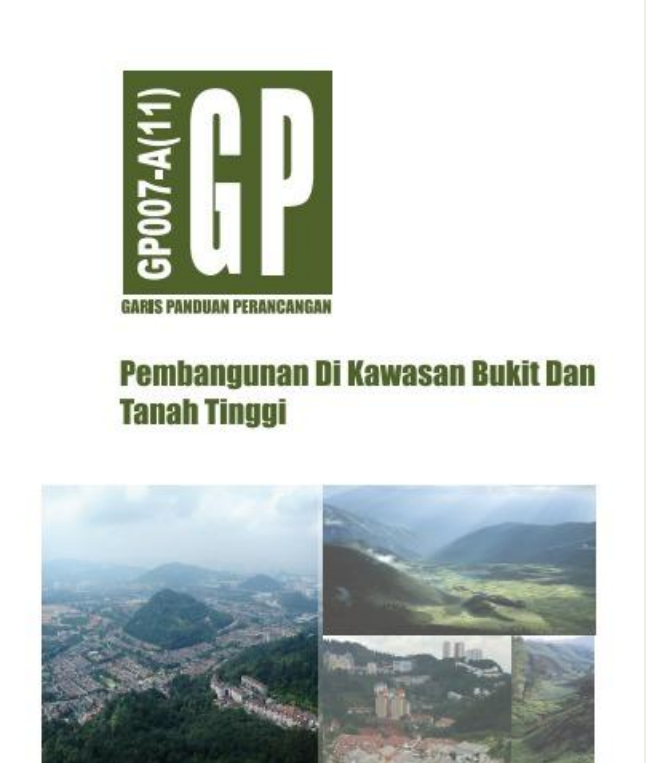
Gunung

Tanah-tanah yang mempunyai kedudukan lebih dari 1,000 meter dari paras muka laut

PLANMalaysia, 2009



GPP Pemuliharaan dan Pembangunan Kawasan Sensitif Alam Sekitar (KSAS)



GPP Pembangunan di Kawasan Bukit dan Tanah Tinggi

Tanah Bukit

Kawasan yang berada pada ketinggian di antara 150 meter hingga 300 meter dari aras laut

PLANMalaysia, 2009

Geobencana

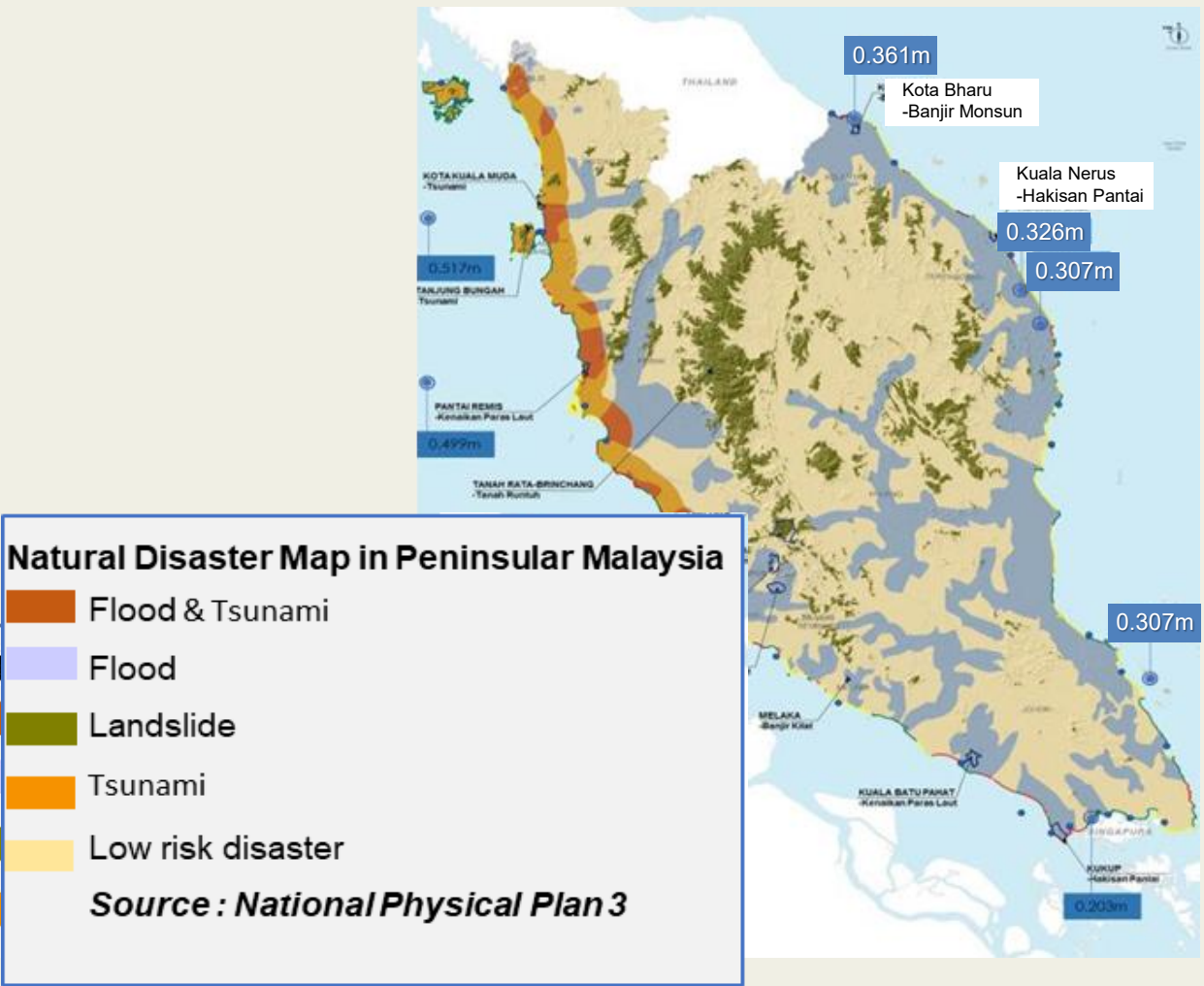
Proses semulajadi bumi yang boleh menyebabkan kemalangan jiwa, kerosakan harta benda dan ekonomi serta menjejaskan kualiti alam sekitar. Antara jenis geobencana termasuk gempa bumi, tsunami, tanah runtuh, lubang benam, letusan gunung berapi, banjir lumpur, hakisan dan tanah mendap.

PLANMalaysia, 2009

KSAS Berisiko Geobencana

Kawasan yang perlu diurus secara mampan untuk mengelak ancaman atau meminimumkan risiko dan menangani impak bencana bagi menjamin keutuhan ekosistem, kemampunan alam sekitar dan keselamatan serta kesejahteraan komuniti.

PLANMalaysia, 2009



National Coastal Vulnerability Index (NCVI).

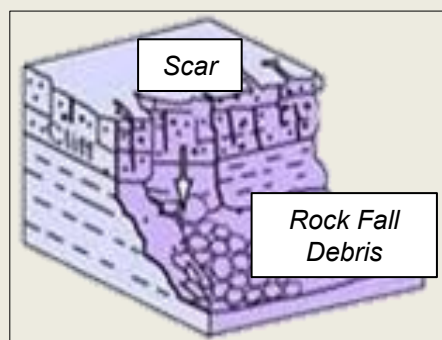
JENIS TANAH RUNTUH

Terdapat enam (6) klasifikasi mod asas pergerakan bagi pengelasan jenis tanah runtuh.

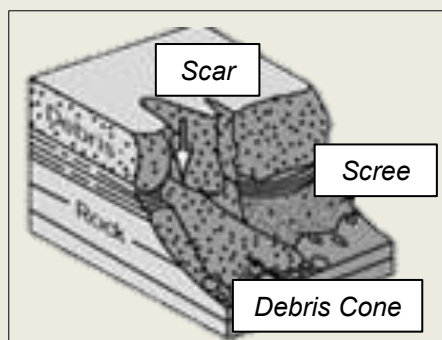
Varnes, 1978; Hungr et. al, 2014

1) Jatuhan : *Falls*

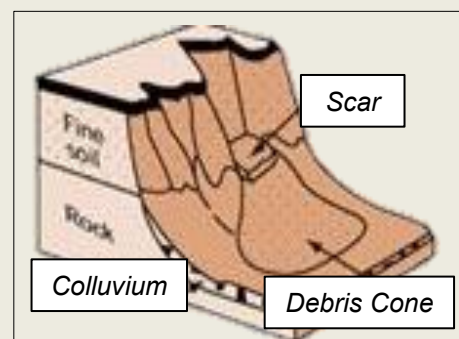
Jatuhan bermula apabila bahan cerun samada tanah atau batu terpisah daripada cerun yang curam sepanjang permukaan cerun di mana tiada atau sangat kurang pergerakan ricih. Bahan tersebut boleh teranjak secara jatuhan, lantunan, atau berguling.



Jatuhan batuan



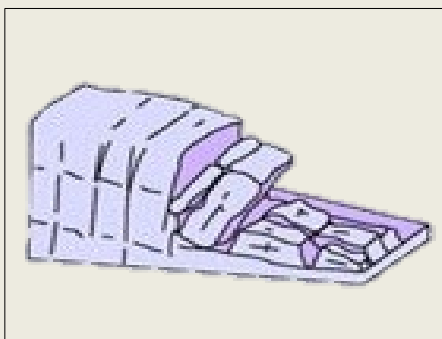
Jatuhan Puing



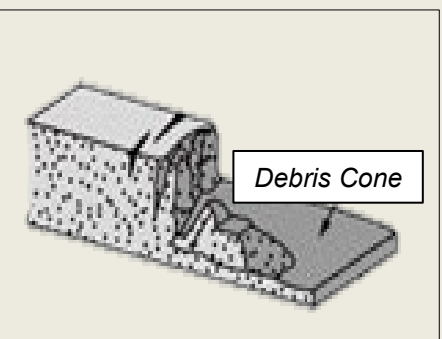
Jatuhan Tanah

2) Terbalikan : *Topples*

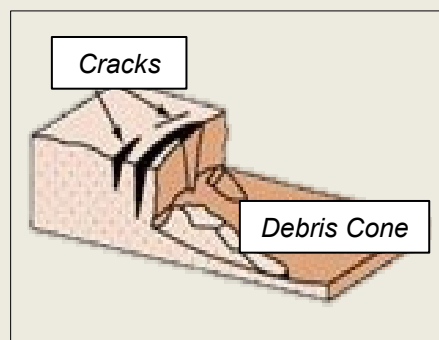
Pergerakan berguling ke hadapan muka cerun, di mana jisim tanah dan batu berada di titik atau paksi yang terletak di bawah titik tengah graviti.



Terbalikan batuan



Terbalikan Puing



Terbalikan Tanah

3) Gelinciran : *Slides*

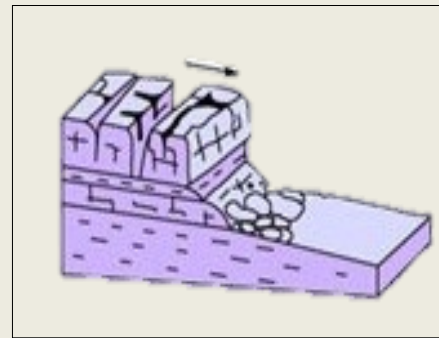
Pergerakan tanah atau batu ke bawah cerun yang berlaku di atas permukaan pecah (*surface of rupture*) atau zon yang memiliki ketegangan ricih yang tinggi.

- ❑ Membulat : Gelinciran di sepanjang permukaan pecah yang berbentuk seperti mangkuk (cekung).
- ❑ Satah : Gelinciran di atas satah permukaan menuruni cerun

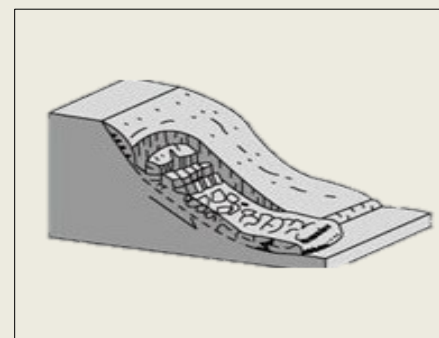
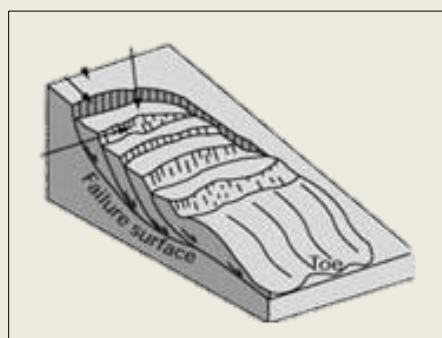
Gelinciran Putaran



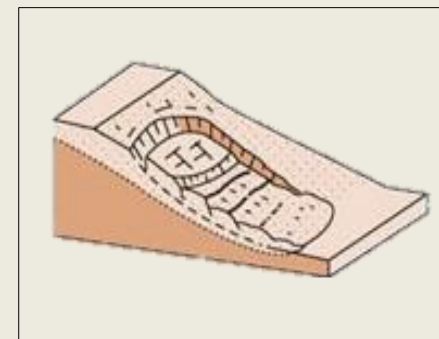
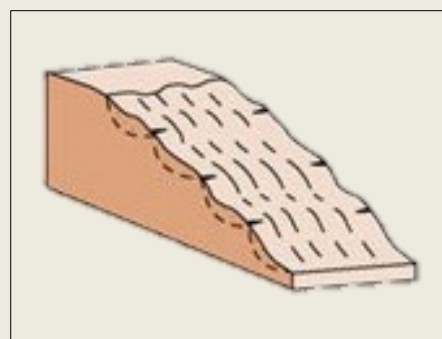
Gelinciran Translasi



Batuan



Puing

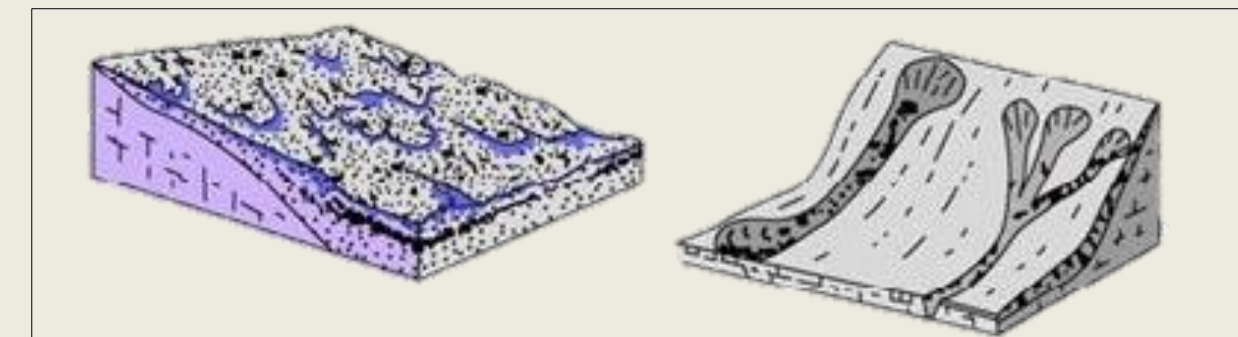


Tanah

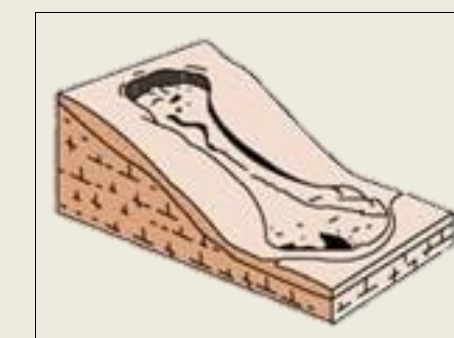


4) Aliran : *Flows*

Pergerakan yang berterusan tetapi berdurasi pendek, di mana kelajuan aliran menggambarkan ketumpatan bendalir yang dialirkan.



Solifluction flows



Aliran tanah

5) Rayapan : *Creeps*

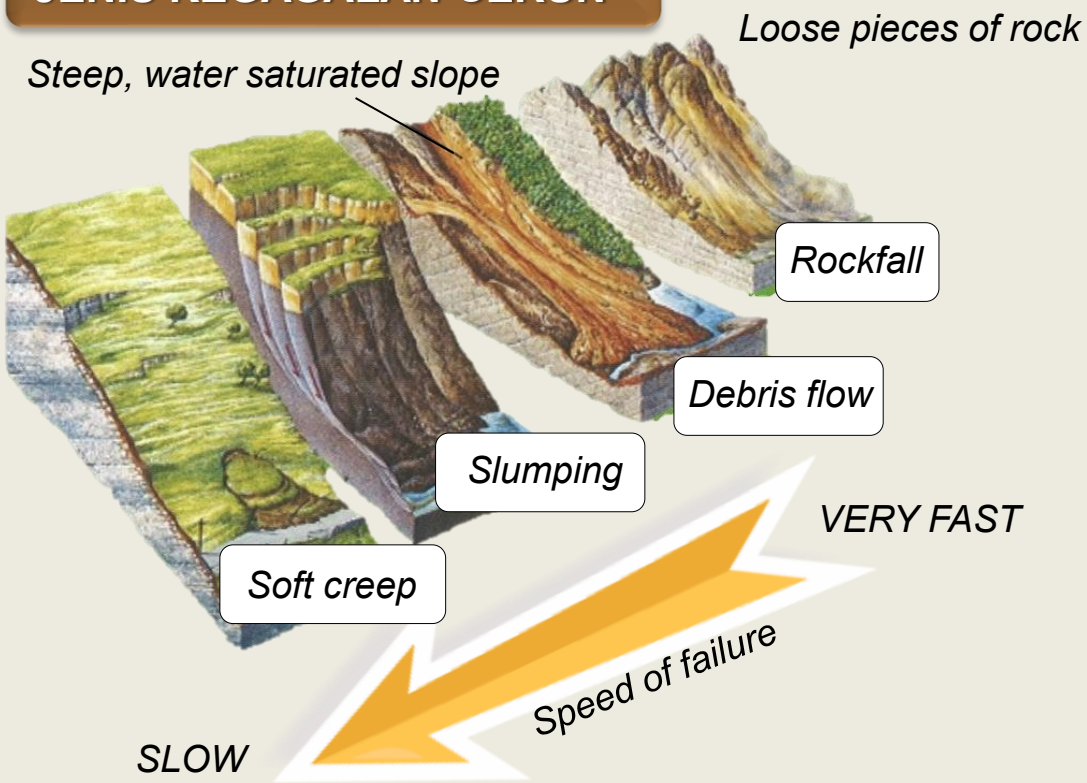
Pergerakan perlahan tanah atau batuan yang tidak dapat dilihat secara serta-merta tetapi berlaku dalam tempoh yang lama

6) Sebaran : *Spreads*

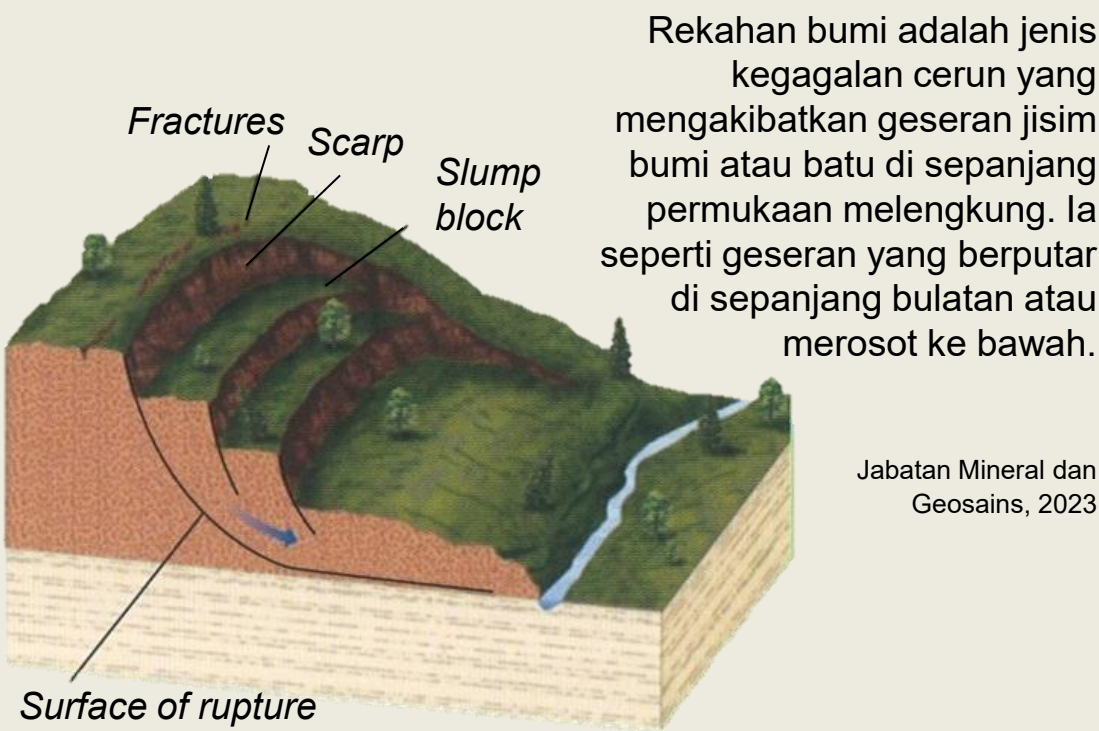
Runtuhan daripada jisim yang retak ke dalam jisim yang lebih lembut. Permukaan pecah tidak memiliki tegangan ricih yang tinggi.

Varnes, 1978; Hungr et. al, 2014

JENIS KEGAGALAN CERUN



Rekahan Bumi : *Earth Slides*



Beberapa penyebab geseran bumi :

Terdapat banyak punca geseran, tetapi biasanya adalah tanah lemah, geomorfologi (cara lereng dibentuk dan terbentuk) dan faktor buatan manusia seperti resapan air dari longkang pecah atau paip air.

Jabatan Mineral dan Geosains, 2023

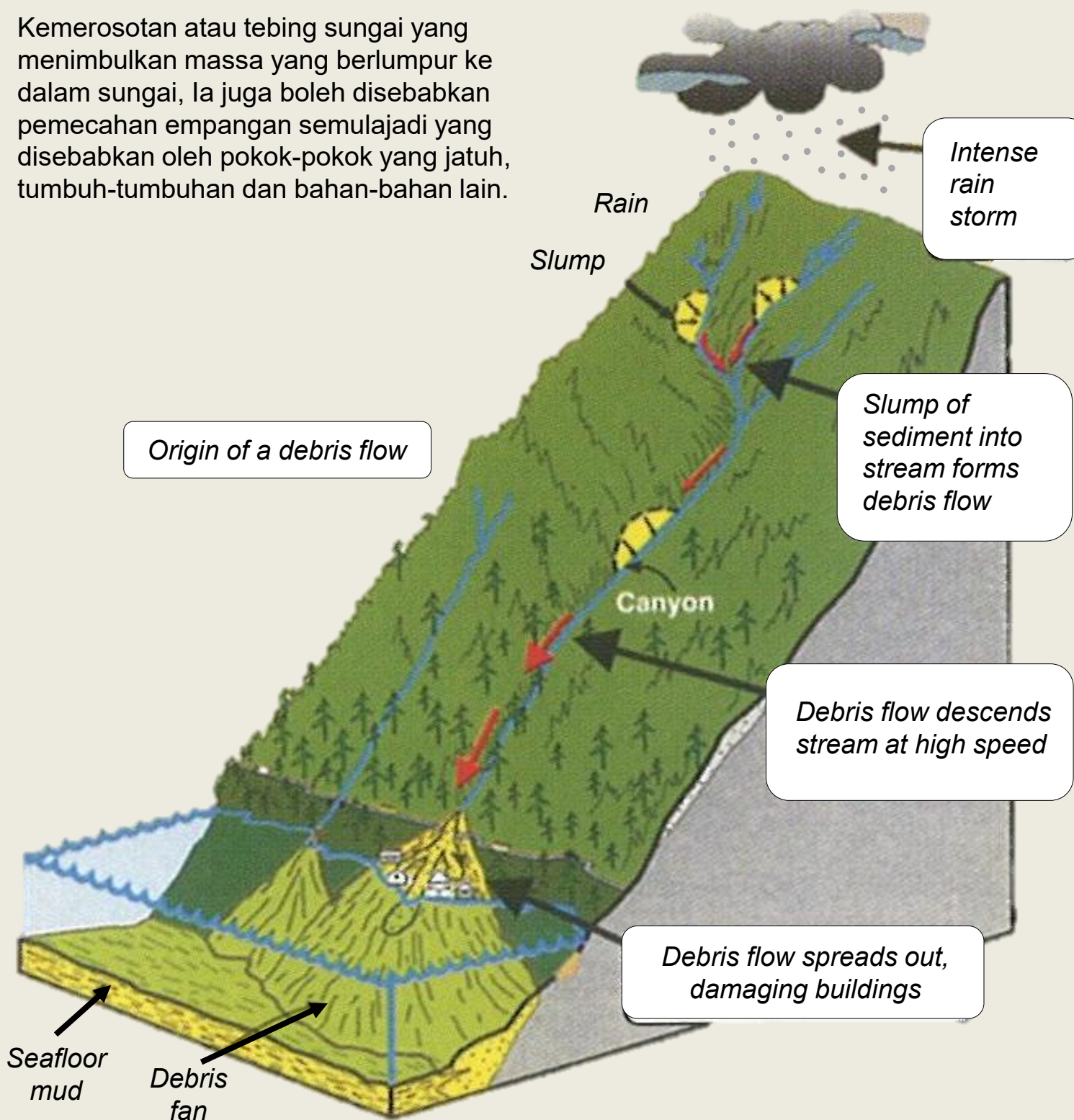
Aliran Puing : *Debris Flows*

Aliran Puing adalah tanah runtuh yang bergerak cepat seperti sungai batu, bumi dan puing-puing lain yang tepu dengan air, kerana mereka bergerak pantas, mereka dianggap bahaya tinggi.

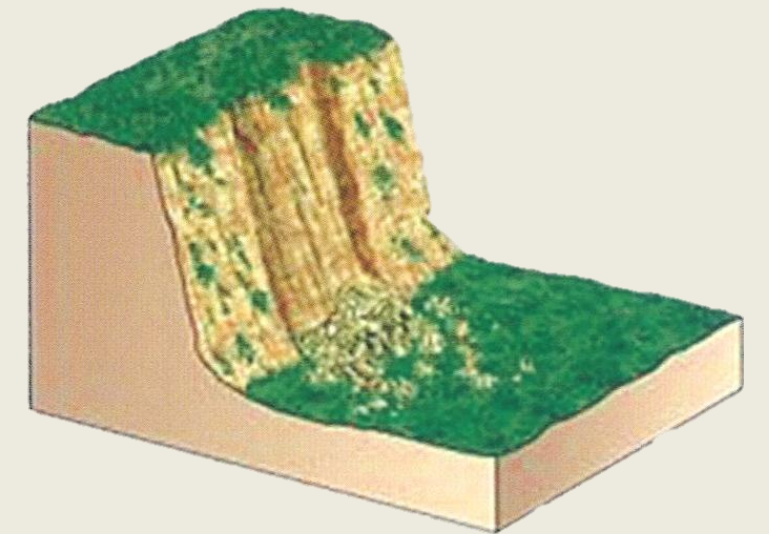
Jabatan Mineral dan Geosains, 2023

Beberapa punca runtuhan mengalir:

Kemerosotan atau tebing sungai yang menimbulkan massa yang berlumpur ke dalam sungai, Ia juga boleh disebabkan pemecahan empangan semulajadi yang disebabkan oleh pokok-pokok yang jatuh, tumbuh-tumbuhan dan bahan-bahan lain.



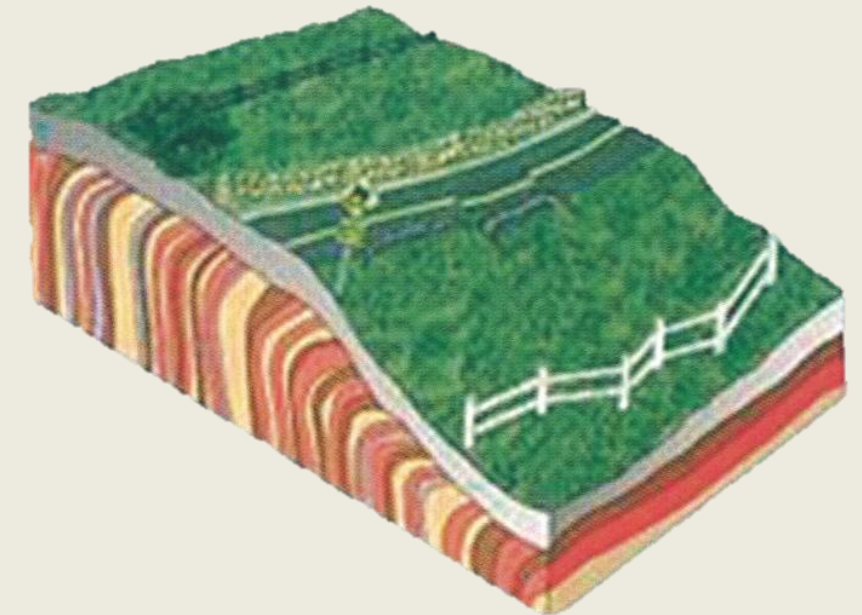
Runtuhan Batu : *Rockfalls*



Runtuhan batu adalah pergerakan ke bawah semulajadi blok atau siri blok batu dalam kuantiti yang kecil melibatkan jatuh bebas, lantunan, gulingan dan gelongsoran. Beberapa punca runtuhan batu yang telah melemah sepanjang masa.

Jabatan Mineral dan Geosains, 2023

Rayapan : *Creeps*



Ia adalah suatu gerakan menurun yang tidak dapat dilihat, lambat dan mantap yang membentuk cerun atau batu. Sesetengah punca gerakan: Gerakan adalah disebabkan oleh tegasan ricih yang mencukupi untuk menghasilkan ubah bentuk yang kekal tetapi terlalu kecil untuk menghasilkan kegagalan ricih.

Jabatan Mineral dan Geosains, 2023

Bencana Geologi

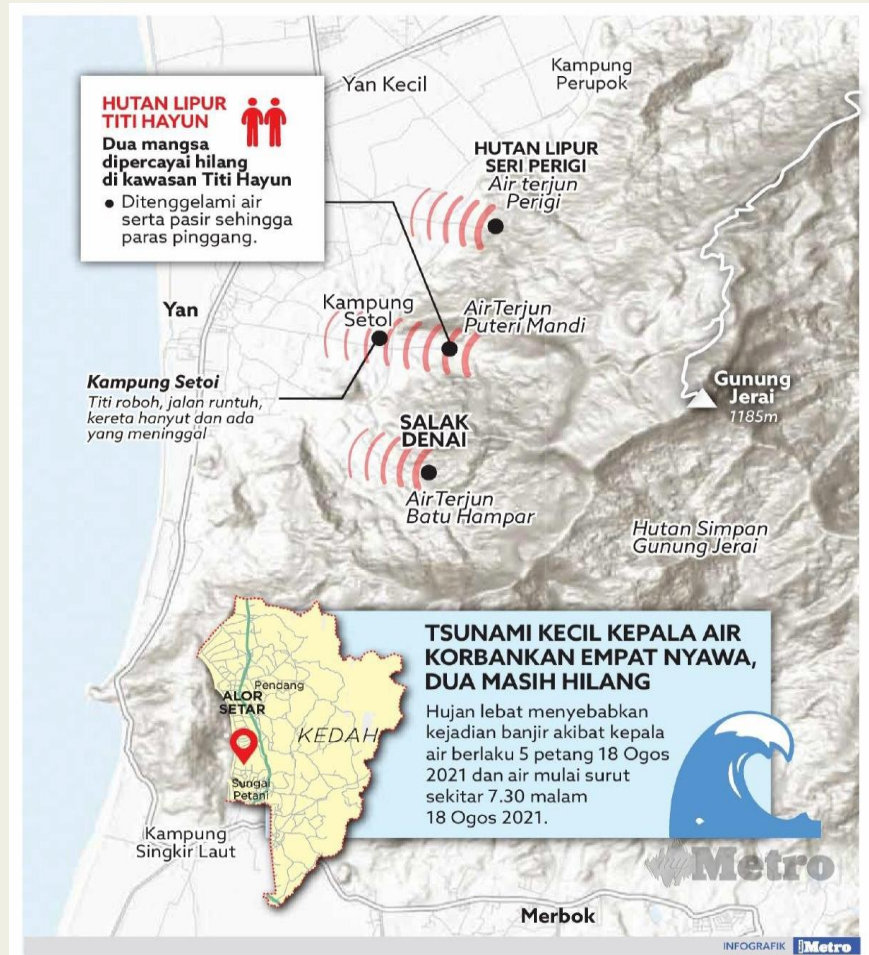
Bencana Geologi - Kejadian fenomena geologi yang memberi impak negatif susulan daripada fenomena itu yang menyebabkan kemudaratan dan kemusnahan kepada komuniti yang telah terjejas.

Jabatan Mineral dan Geosains, 2023



Bahaya Geologi

Proses atau fenomena geologi yang berlaku secara semula jadi akibat daripada faktor pencetus dan faktor penyebab semula jadi atau buatan manusia.



Bencana Geologi Berangkai

Bencana yang terhasil daripada salah satu Proses Geologi Berangkai iaitu sama ada tanah runtuh, aliran puing, banjir puing, atau banjir lumpur yang menyebabkan kemusnahan infrastruktur, merosakkan harta benda, dan kehilangan nyawa.

Jabatan Mineral dan Geosains, 2023

Banjir Lumpur

Banjir Lumpur berlaku apabila air banjir melimpahi tebing sungai dengan membawa kandungan bahan lumpur yang sangat banyak.

Jabatan Mineral dan Geosains, 2023

Aliran Puing

Aliran Puing berlaku di bahagian hilir Lembah Tanah Tinggi dan kawasan Dataran Rendah apabila kandungan air lebih banyak daripada bahan puing selepas semua bongkah batuan telah pun terdampar di bahagian hulu dan kemudian akan membawa puing kayu-kayan, kerikil, pasir, dan lodak yang terampai di dalam air dengan banyak.

Jabatan Mineral dan Geosains, 2023



Bencana banjir lumpur dan aliran puing di Hulu Langat pada bulan Disember 2021

Hakisan dan Perlodakan

Proses pengangkutan bahan-bahan luluhawa yang terdedah dan terurai akibat daripada agen hakisan semula jadi terutamanya air ke dalam bahagian hilir lembangan dan menambah bahan lodak di dasar alur sungai.

Jabatan Mineral dan Geosains, 2023



Fenomena Geologi Berangkai

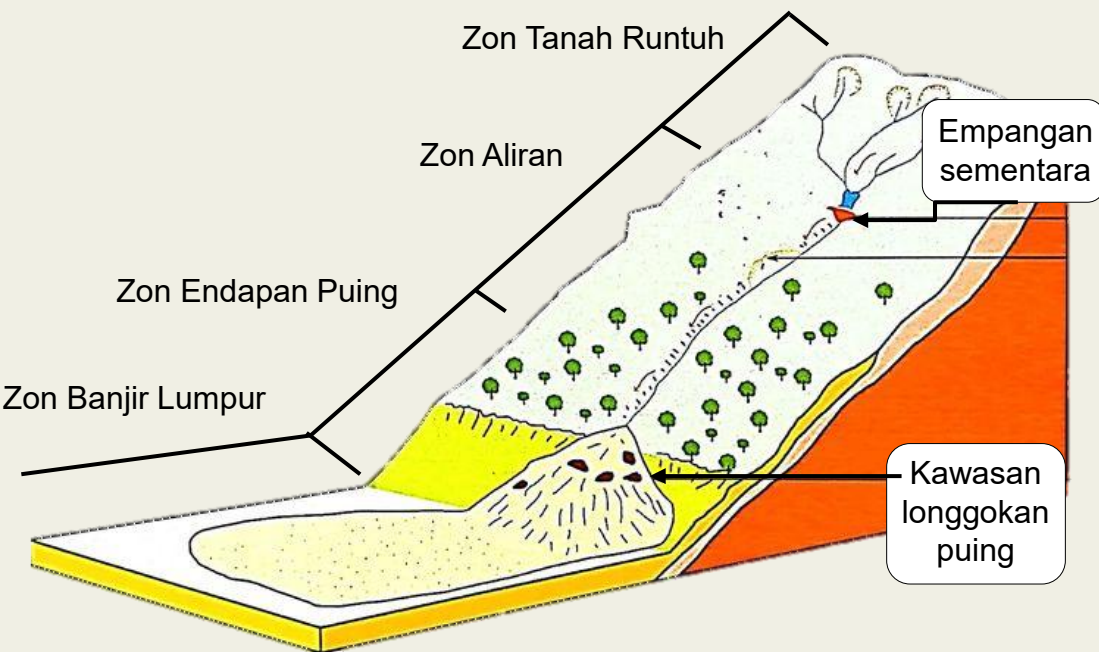
- ❑ Tercetus oleh hujan lebat melampau atau gabungan antara curahan hujan dan lekukan tropika atau luruan monsun.
- ❑ Rantaian proses bermula dengan gelinciran tanah, aliran puing, hakisan permukaan, hakisan tebing alur/sungai, dan berakhir dengan banjir lumpur.
- ❑ Proses geologi berangkai agak langka, tetapi impaknya sangat besar, telah mengorbankan paling banyak mangsa bencana alam di negara ini.

Jabatan Mineral dan Geosains, 2023

Aliran Puing : *Debris Flow*

Fenomena pergerakan tanah seakan aliran yang teramat pantas, bergerak melalui saluran air sedia ada yang curam melibatkan bahan-bahan tepu air dan tidak disisih termasuk campuran tanah berbutir, bahan organik (kayu-kayan) dan bahan puing yang lain.

Hungr et. al., 2001



Lakaran skematik secara paparan tiga dimensi menunjukkan kedudukan zon anatomi aliran puing.

Zon Anatomi Aliran Puing:

- ☐ Zon Tanah Runtuh
- ☐ Zon Aliran
- ☐ Zon Enapan Puing
- ☐ Zon Banjir Lumpur

Jabatan Mineral dan Geosains, 2023



Bencana aliran puing di Gunung Jerai, Yan, Kedah, 18 Ogos 2021

JENIS TANAH RUNTUH

1) Zon Tanah Runtuh

- ☐ Zon yang lazimnya berlaku aktiviti kegagalan tanah runtuh dan cerun. Bahan dan hasil runtuhan ini merupakan sumber utama bahan puing.
- ☐ Zon tanah runtuh terletak di hulu sungai yang bertopografi tinggi di mana alirannya deras hingga menyebabkan proses hakisan giat berlaku.
- ☐ Zon tanah runtuh terdiri daripada batuan igneus yang terluluhawa tinggi dan cenderung berlaku bencana tanah runtuh.



Alihan lateral pergerakan jasad tanah dan blok batuan di kawasan yang rata secara perlahan di atas satah lapisan tepu dengan kandungan utamanya lumpur dan lodak .



Aliran tanah merupakan aliran bahan bersaiz halus bercampur bahan batuan dalam keadaan tepu dan kering bergerak menuruni cerun sederhana curam secara memanjang. *Avalanche Debris* adalah jenis gelongsoran tanah dan puing yang pantas daripada aliran debris.

2) Zon Aliran Puing

- ☐ Zon aliran yang melibatkan hakisan terhadap tebing sungai yang dapat meningkatkan isipadu bahan puing.
- ☐ Pergerakan angkutan puing pada zon ini adalah paling laju berbanding zon-zon yang lain. Seterusnya, zon ini mengalami hakisan dasar sungai yang dapat menambahkan kedalaman dasar sungai.
- ☐ Morfologi sungai akan berubah secara drastik pada zon ini.

3) Zon Enapan Puing

- ☐ Zon yang lazimnya mengalami risiko kemusnahan yang tertinggi berbanding zon lain kerana ia menerima daya yang utama daripada impak angkutan puing.
- ☐ Zon ini terletak di kawasan lurah dataran tinggi dan mempunyai kecerunan yang landai iaitu antara 5° hingga 15°. Dari segi geomorfologi, zon ini merupakan kawasan lembah yang lebih rendah dan berpotensi menjadi kawasan endapan bahan puing yang berkemungkinan membentuk 'empangan sementara semula jadi'.
- ☐ Empangan sementara semulajadi ini ialah satu keadaan di mana bahan-bahan runtuhan daripada proses susutan jisim atau aliran puing telah terkumpul di satu tempat dan menyebabkan air sungai di belakangnya bertakung dan pecah akibat tekanan yang terlalu tinggi.

4) Zon Banjir Lumpur

- ☐ Zon potensi endapan lumpur dan banjir lumpur terletak di dataran rendah atau dipanggil sebagai dataran banjir kerana dibentuk oleh proses banjir.
- ☐ Umumnya berkeadaan hampir rata dengan profil sungai kurang daripada 5°.



Jabatan Mineral dan Geosains, 2023
T-6

Proses Banjir Puing

- ❑ Banjir yang berlaku apabila kandungan air lebih banyak daripada bahan puing di bahagian hilir dan kawasan dataran rendah. Secara umumnya, kebanyakan bongkah batuan telah pun terlonggok di bahagian hulu.
- ❑ Banjir puing hanya membawa sisa puing lain seperti kayu-kayan dan lodak yang terampai di dalam air dengan banyak.
- ❑ Empangan atau Empangan sementara akan terbentuk sekiranya terdapat sekatan menyebabkan puing kayu-kayan terlonggok pada laluan aliran ini.



Gelinciran tanah dan aliran puing bersaiz sederhana di kawasan cerun Sungai Terengganu, Tahun 2022

- ❑ Kebiasaannya empangan ini akan pecah secara tiba-tiba dan boleh menyebabkan bencana banjir puing yang mampu membuat kerosakan di bahagian hilirnya.
- ❑ Setelah puing seperti kayu kayan kehilangan daya pergerakan dan terlonggok di sepanjang zon banjir puing, bahan yang terampai dalam air hanya tinggal lodak dan lumpur yang merangkumi lebih 50% daripada isipadu keseluruhan aliran air.
- ❑ Banjir lumpur berlaku apabila aliran air tinggi kandungan lodak dan lumpur ini melimpahi tebing sungai. Banjir ini kebiasaan merosakkan harta benda seperti peralatan di dalam rumah, kenderaan serta menyebabkan ketakselesaan dan kesukaran dalam kehidupan harian.

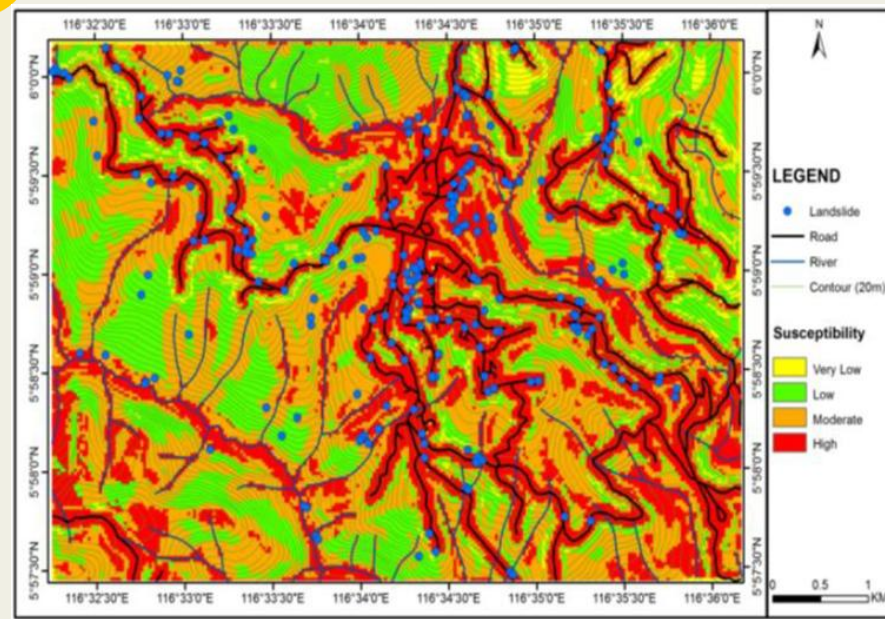
Jabatan Mineral dan Geosains, 2023

Jenis Peta Tematik

Penjanaan peta-peta tematik dapat mengenal pasti kawasan berbahaya dan elemen berisiko tinggi terhadap bencana geologi tanah runtuh. Di antara julat peta tematik bagi bencana geologi tanah runtuh adalah seperti berikut:

1

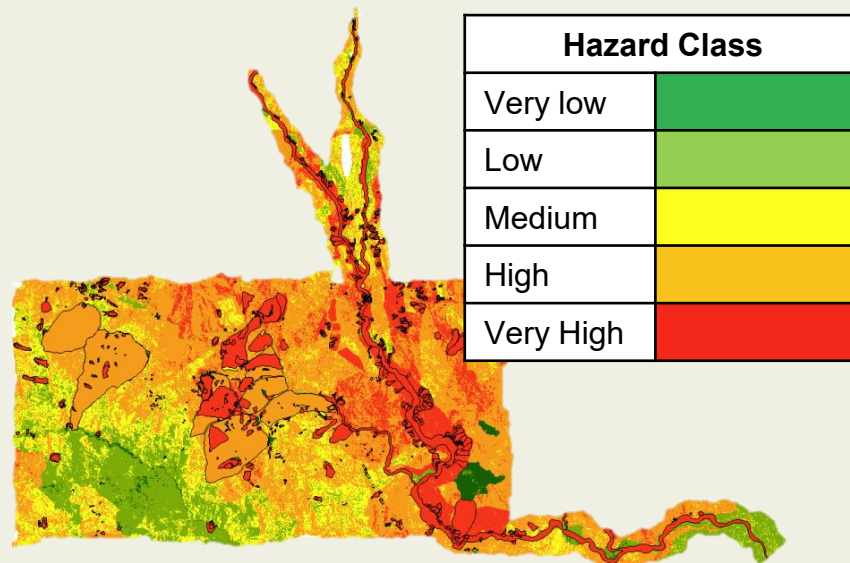
Peta Kerentanan (*Susceptibility Map*)



Mengenal pasti kawasan yang cenderung berlaku tanah runtuh, faktor penyebab tanah runtuh dan parameter untuk sistem amaran awal tanah runtuh.

2

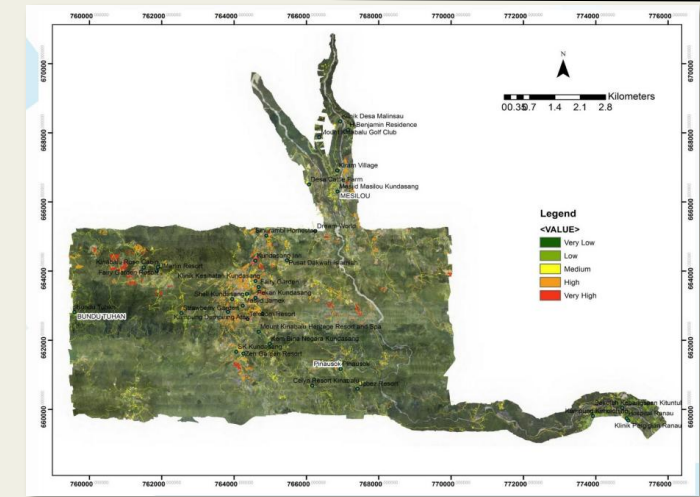
Peta Bahaya (*Hazard Map*)



Mengenal pasti kemungkinan rebakan kawasan bahaya tanah runtuh, pengulangan kejadian tanah runtuh yang ekstrim dan parameter untuk sistem amaran awal tanah runtuh.

3

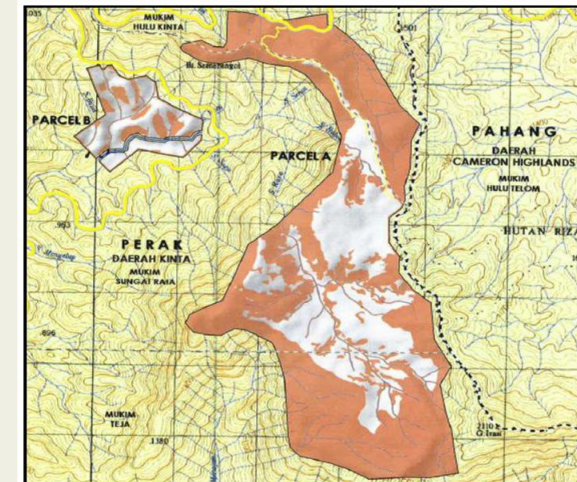
Peta Keterancaman (*Vulnerability Map*)



Mengenal pasti jenis bahan binaan/rekabentuk yang tahan terhadap bahaya tanah runtuh dan pelan pemindahan penduduk yang terancam ke kawasan yang tiada tanah runtuh.

4

Peta Risiko (*Risk Map*)

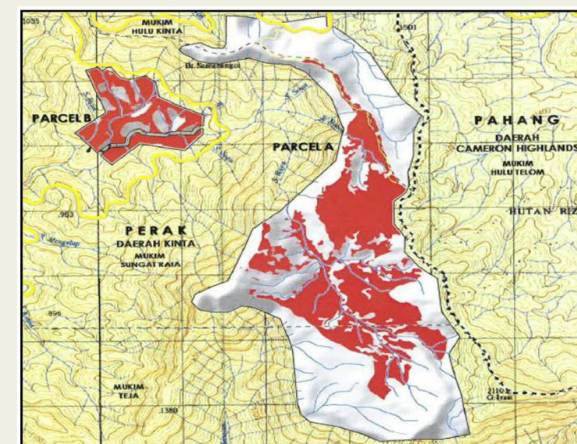


Kawasan berisiko untuk pembangunan

Mengenal pasti pembangunan yang sesuai (selektif) di sesuatu kawasan, perlindungan insuran, analisis kos dan faedah.

5

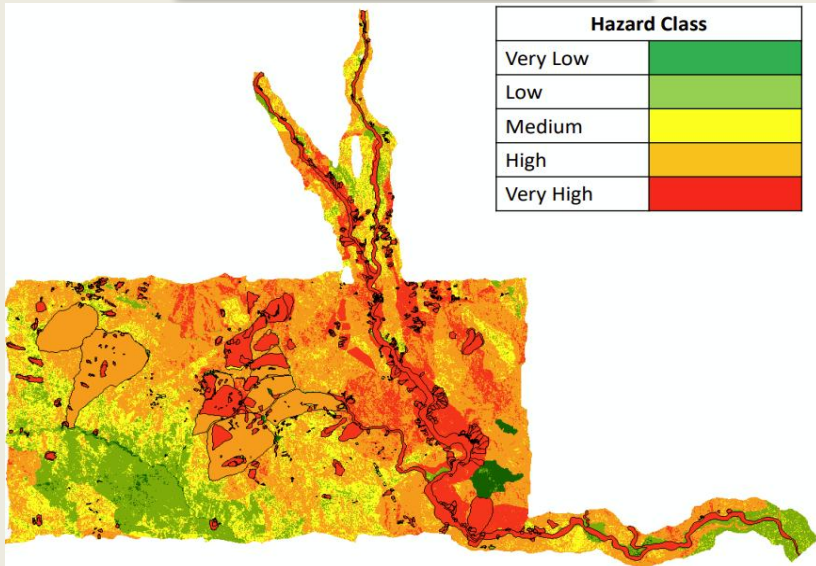
Peta Kesesuaian Pembinaan (*Construction Suitability Map*)



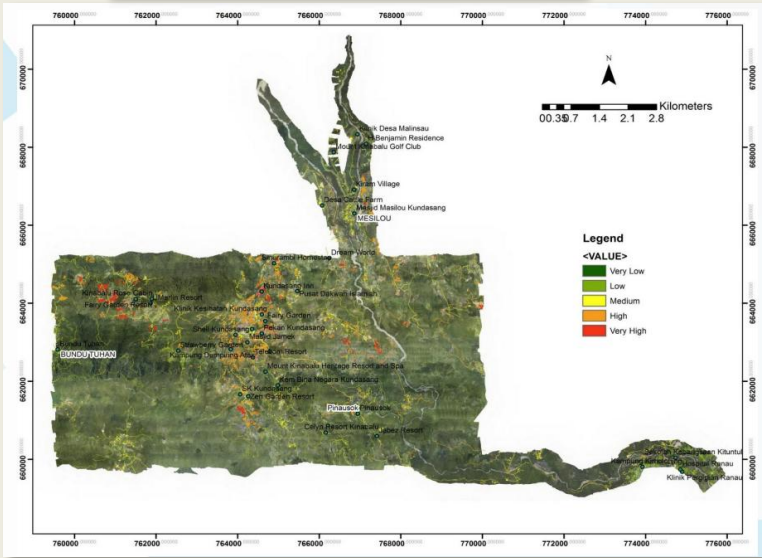
Kawasan kesediaan tanah pembangunan

Mengenal pasti kawasan yang sesuai untuk pembinaan berdasarkan empat kategori kelas yang ditentukan.

Peta
Bahaya Tanah
Runtuh
(Hazard Map)



Peta
Keterancaman
(Vulnerability Map)

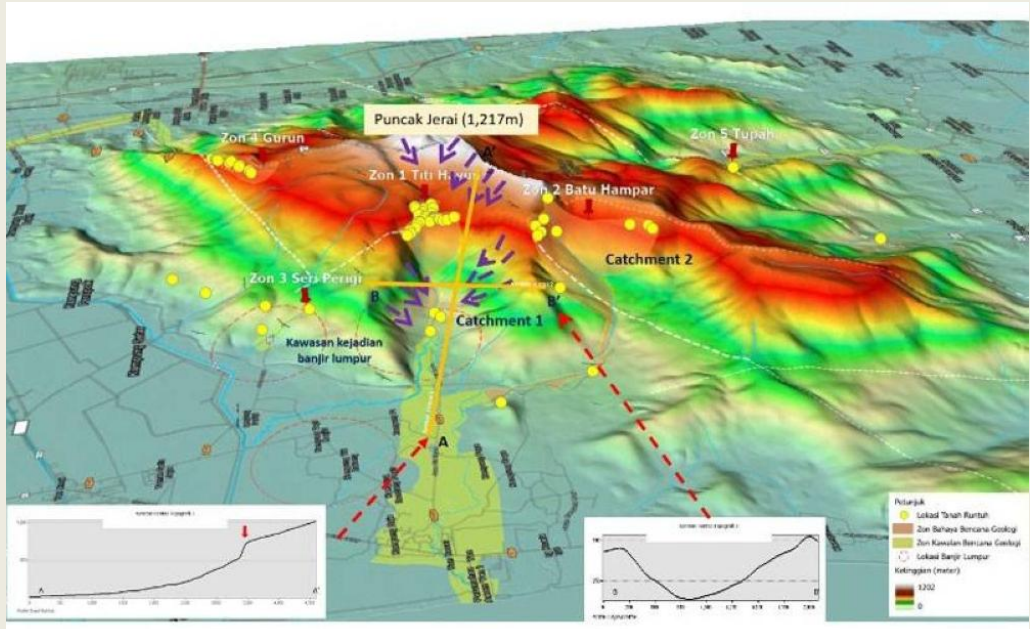


Nilai Elemen
Berisiko

No	Road material types	Final Vul Value Kudasang	Final Vul Value KK
1	Highway (Well maintained paved road)	0.46	0.43
2	Federal road (paved road)	0.49	0.46
3	State road (paved road)	0.50	0.47
4	Rural road (poorly paved road)	0.55	0.52
5	Unpaved road	0.63	0.61

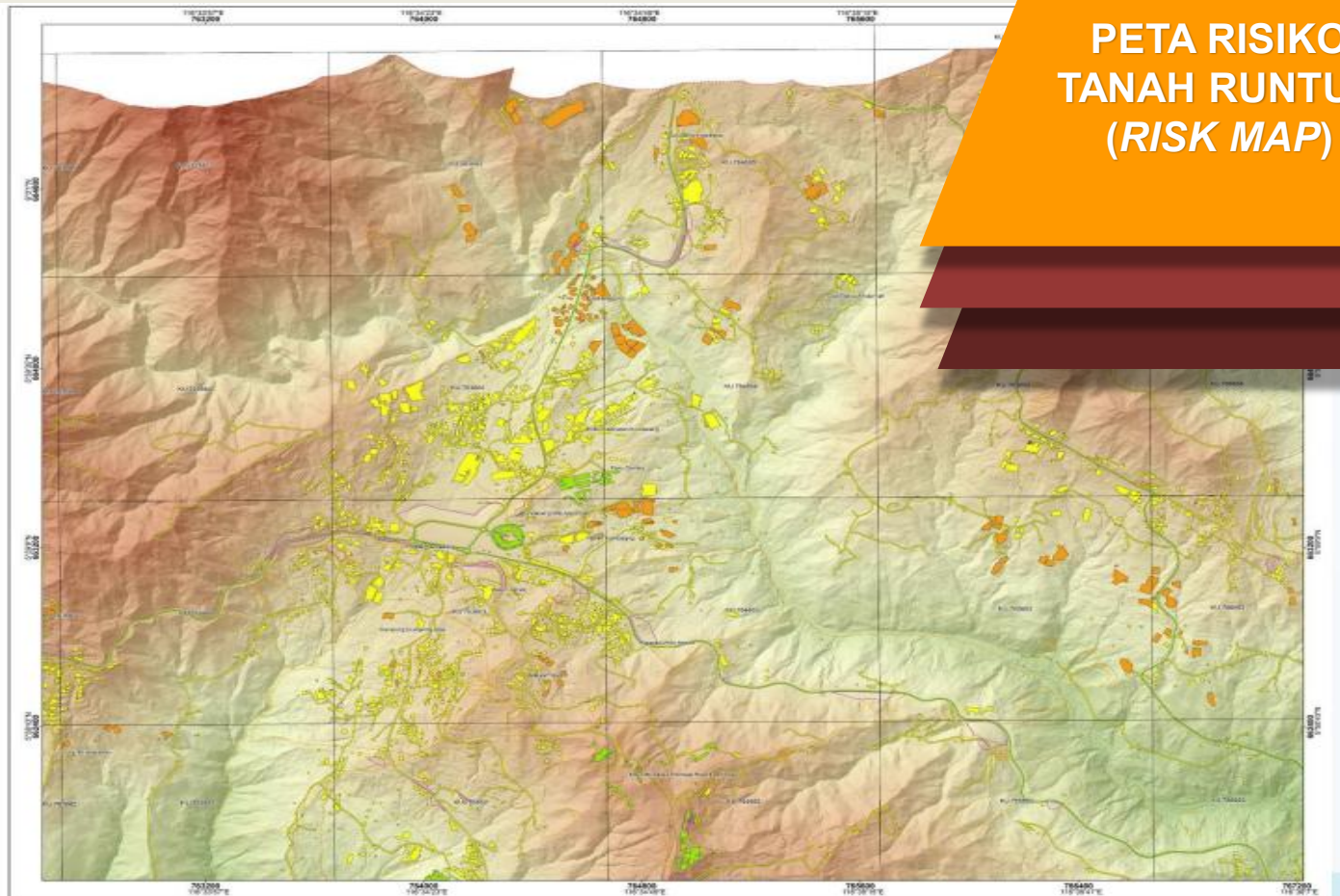
No	Building material types	Final Vul Value Kudasang	Final Vul Value KK
1	Poor wood/zinc/cement-board building with pillar	0.76	0.78
2	Poor single storey confined brick masonry building	0.76	0.76
3	Poor single storey wood/zinc/cement-board building	0.76	0.76
4	Poor single storey building with combination of confined brick masonry and wood/zinc/cement-board	0.74	0.77
5	Poor single storey concrete reinforced frame masonry building	0.72	0.75
6	Poor double storey concrete reinforced frame brick masonry building	0.71	0.74
7	Poor double storey wood/zinc/cement-board building	0.72	0.75
8	Poor double storey building with combination of concrete reinforced frame brick masonry (ground floor) and wood/zinc/cement-board (first floor)	0.66	0.64
9	Poor double storey or higher concrete reinforced frame masonry building (mall, shop lots and offices)	0.67	0.62
10	Poor double storey or higher concrete reinforced frame masonry building with pillar (apartments)	0.65	0.64
11	Usual wood/zinc/cement-board building with pillar	0.66	0.70
12	Usual single storey confined brick masonry building	0.60	0.63
13	Usual single storey wood/zinc/cement-board building	0.60	0.62
14	Usual single storey building with combination of confined brick masonry and wood/zinc/cement-board	0.61	0.58
15	Usual single storey concrete reinforced frame masonry building	0.56	0.56
16	Usual double storey building with combination of concrete reinforced frame brick masonry (ground floor) and glass wall (first floor)	0.50	0.54
17	Usual double storey concrete reinforced frame brick masonry building	0.51	0.49
18	Usual double storey wood/zinc/cement-board building	0.53	0.61
19	Usual double storey building with combination of concrete reinforced frame brick masonry (ground floor) and wood/zinc/cement-board (first floor)	0.50	0.57
20	Usual double storey or higher concrete reinforced frame masonry building (mall, school, shop lots and offices)	0.47	0.46
21	Usual double storey or higher concrete reinforced frame masonry building with pillar (apartments)	0.46	0.45
22	Agriculture building	0.86	0.87

- ❑ Zon yang berpotensi untuk berlakunya kegagalan cerun dan kerentanan tersebut biasanya dinyatakan dalam bentuk kartografi.
- ❑ Pengezonan kerentanan tanah runtuh melibatkan darjah kerentanan dan tafsiran dan pengelasan zon tersebut adalah berdasarkan keadaan di tapak kajian



Darjah Kerentanan	Julat	Penerangan
Sangat Tinggi	2.824 – 3.560	Pasti berlaku semasa kejadian/keadaan yang sangat buruk
Tinggi	2.223 – 2.824	Hampir berlaku semasa kejadian/keadaan yang sangat buruk
Sederhana	1.600 – 2.223	Mungkin berlaku semasa kejadian/keadaan yang sangat buruk
Rendah	1.500 – 1.600	Boleh ditentukan, tetapi hanya semasa kejadian/keadaan luar biasa.
Sangat Rendah	0.720 – 1.500	Tidak boleh ditentukan dalam hampir semua kejadian/keadaan.

PETA RISIKO
TANAH RUNTUH
(RISK MAP)



Kamus

GEOBENCANA

JABATAN PERANCANGAN
BANDAR DAN DESA

GEMPA BUMI DAN TSUNAMI



GEMPA BUMI & TSUNAMI

- Epipusat : *Epicenter*
- Garis Sesar: *Faults*
- Gelombang Dasar Laut : *Internal Waves*
- Kedalaman : *Depth*
- Kelajuan Gelombang: *Wave Speed*
- Lingkaran Api Pasifik : *Ring of Fire*
- Plat Tektonik : *Plate tectonics*
- Pergerakan Plat : *Plate Motion*
- Skala Richter : *Richter Scale*
- Gempa Bumi : *Earthquake*
- Jenis-Jenis Gempa
- Gempa Bumi Tektonik : *Techtonic earthquake*
- Gempa Bumi Vulkanik : *Volcanic earthquake*
- Gempa Susulan : *Aftershock*
- Gempa Bumi Dasar Laut : *Submarine earthquake*
- Kategori Gempa Bumi
- Magnitud Gempa Bumi : *Magnitude of Earthquakes*
- Intensiti Gempa Bumi : *Intensity of Earthquakes*
- Punca Berlaku Gempa Bumi
- Peta Zon Bencana Seismik : *Seismic Disaster Zone Map*
- Tsunami : *Tsunami*
- Punca Berlaku Tsunami
- Klasifikasi Tsunami: *Classification Of Tsunamis*
- Sistem Amaran Awal Tsunami : *Tsunami Warning System*
- Mitigasi Berstruktur : *Structural Mitigation*
- Mitigasi Bukan Berstruktur : *Non-structural Mitigation*

- GT-1
- GT-1
- GT-1
- GT-1
- GT-2
- GT-2
- GT-2
- GT-3
- GT-3
- GT-3
- GT-4
- GT-4
- GT-4
- GT-4
- GT-5
- GT-5
- GT-6
- GT-6
- GT-7
- GT-7
- GT-8
- GT-9
- GT-10
- GT-11



Gempa Bumi berkekuatan magnitud 6,6 terjadi di Sumur, Banten, Indonesia 2022



Gempa Bumi Kuat Melanda Wajima, Tokyo, Jepun 2024



Tsunami di Greenland, Japan, 2017 Antara Tertinggi Dalam Sejarah



Tsunami Besar Akibat Gempa Bumi, Yang Mengancam Ratusan Ribu Nyawa Di Jepun

PENGENALAN

GEMPA BUMI

Pergerakan mengejut permukaan bumi disebabkan oleh pergerakan batuan di sepanjang garis sesar atau di atas persempadanan plat tektonik.

Jabatan Meteorologi Malaysia, 2024

TSUNAMI

Satu siri ombak besar yang mempunyai jarak gelombang dan jangka masa yang agak panjang disebabkan oleh gangguan atau perubahan dasar laut akibat daripada beberapa fenomena seperti gempa bumi, tanah runtuh, di dasar laut, hentaman meteor, dan juga ledakan gunung berapi.

Garis Panduan Perancangan Bandar Berdaya Tahan Bencana di Malaysia, 2019

Gempa Bumi dan **Tsunami** merupakan bencana alam yang memberi impak besar kepada kehidupan manusia dan alam sekitar. Gempa bumi berlaku akibat pergerakan tiba-tiba dalam kerak bumi, manakala tsunami ialah gelombang laut besar yang lazimnya dicetuskan oleh gempa bumi dasar laut. Kedua-dua fenomena ini boleh menyebabkan kemusnahan besar, kehilangan nyawa serta gangguan infrastruktur dan ekonomi.

Memahami istilah berkaitan gempa bumi dan tsunami amat penting untuk meningkatkan kesedaran, persediaan, dan tindak balas terhadap bencana ini. Kamus ini disediakan sebagai rujukan untuk memperjelas maksud istilah-istilah teknikal dan umum yang sering digunakan dalam perbincangan berkaitan gempa bumi dan tsunami. Melalui pemahaman yang lebih baik, diharapkan masyarakat dapat bertindak lebih bijak dan pantas dalam menghadapi ancaman gempa bumi dan tsunami.



Epipusat : *Epicenter*

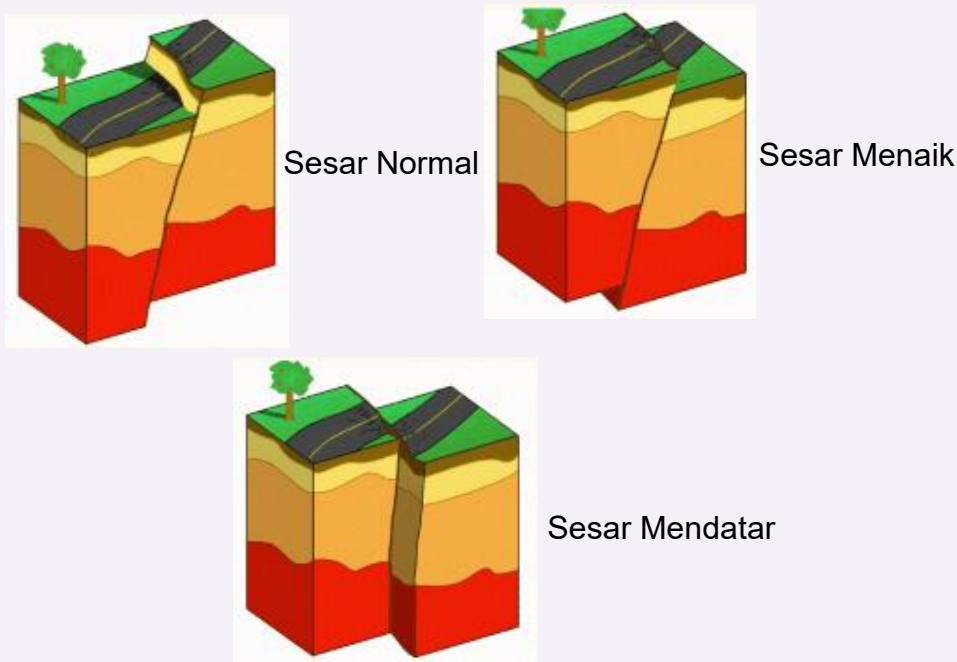
Epipusat (*epicenter*) adalah titik pada permukaan bumi yang berada tegak di atas hipopusat. Hipopusat (*hypocentre*) adalah titik di dalam bumi di mana rekahan gempa bumi bermula.

Jabatan Meteorologi Malaysia (METMalaysia), 2024

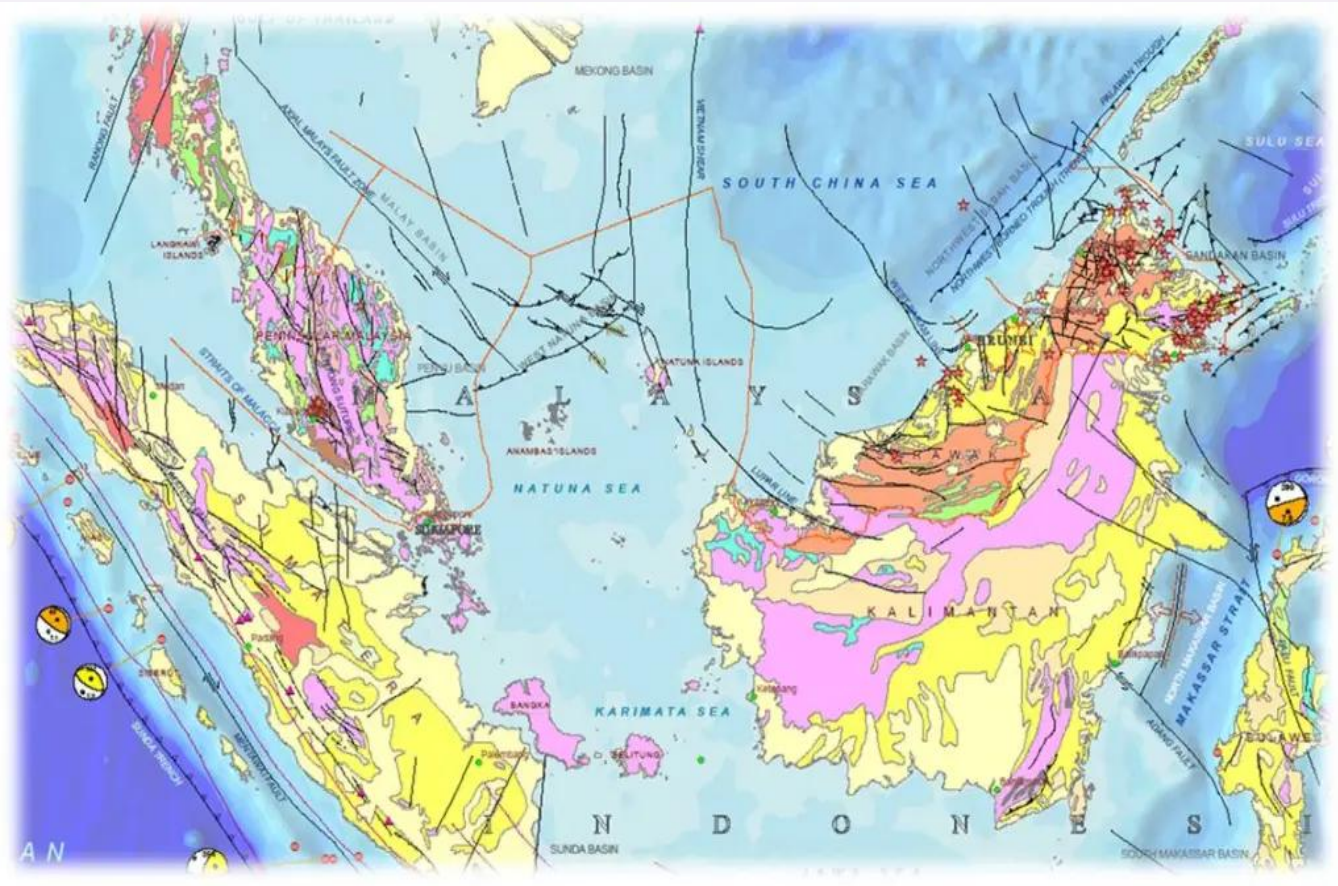
Garis Sesar : *Fault Line*

Garis sesar merupakan rekahan atau zona rekahan pada bantuan atau permukaan bumi yang telah mengalami pergeseran akibat daripada pergerakan di antara dua blok yang mempunyai arah pergerakan yang berlainan. Sesar boleh dibahagikan kepada 3 kelompok utama iaitu Sesar Normal, Sesar Songsang dan Sesar Mendatar.

- ❑ Sesar Normal terjadi apabila hanging wall relatif bergerak ke bawah terhadap foot wall.
- ❑ Sesar Songsang terjadi apabila hanging wall relatif bergerak naik terhadap foot wall.
- ❑ Sesar Mendatar terjadi apabila pergerakan di antara dua blok pada arah yang berlainan secara mendatar.



Jabatan Meteorologi Malaysia (METMalaysia), 2024



Garis Sesar di Malaysia dan Persekitaran



Ilustrasi Garis Sesar dan Rekahan Bumi

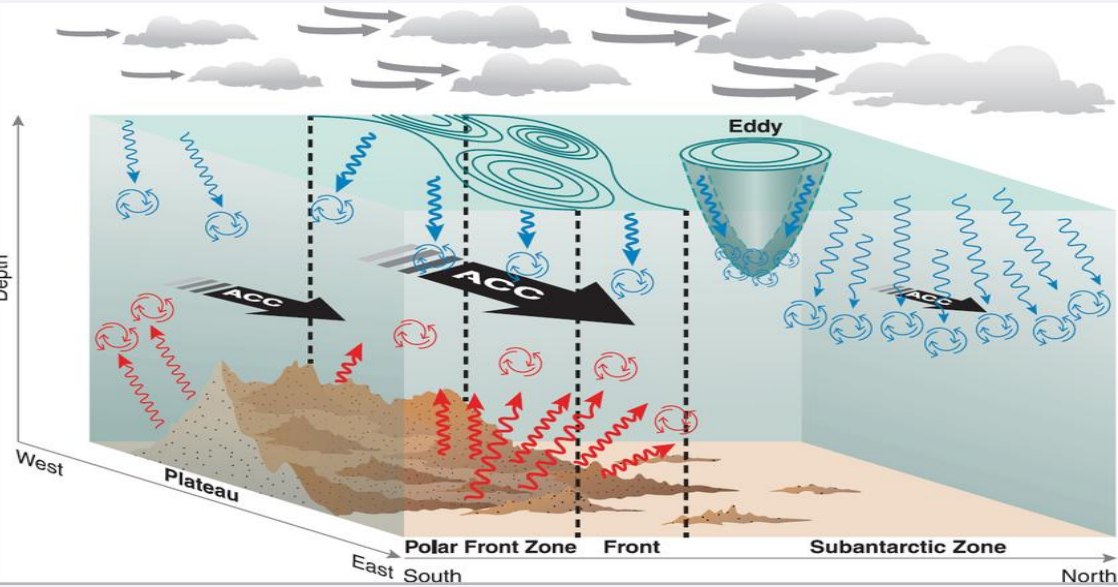
Gelombang Dasar Laut : *Internal Waves*

Gelombang dasar laut mempunyai pergerakan yang sama seperti ombak yakni bersifat mampu pecah, menjalar, bergulung dan beralun seperti menghempas pantai. Cuma bezanya ia berlaku pada bahagian dasar laut.

Gelombang ini disebabkan gangguan pada keseimbangan hidrostatik – tarikan daya graviti bumi dan ketumpatan air laut yang berbeza. Kadar ketumpatan air laut dipengaruhi oleh tiga parameter iaitu kadar keasinan, suhu dan tekanan.

Perbezaan ketumpatan akan menyebabkan air laut berlapis-lapis, yang mana air yang lebih tumpat akan berada di bahagian bawah manakala air yang kurang tumpat berada di lapisan atas. Keadaan ini akan menyebabkan adanya lapisan *interface* di mana jika berlaku gangguan luar, akan wujud gelombang antara lapisan tersebut.

Meyer, Amelie & Sloyan, Bernadette & Polzin, Kurt & Phillips, Helen & Bindoff, Nathaniel. (2015). Mixing Variability in the Southern Ocean. Journal of Physical Oceanography, 2015



https://www.researchgate.net/figure/Schematic-of-the-spatial-distribution-of-internal-waves-mixing-and-associated-processes_fig1_272590352

Kedalaman : *Depth*

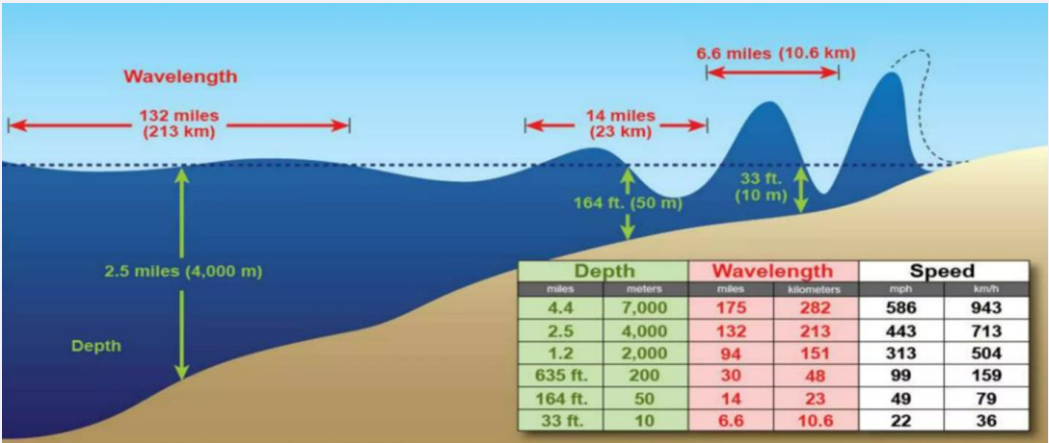
Kedalaman gempa bumi yang diukur dari permukaan bumi sehingga ke titik gempa. Diukur dalam unit kilometer.

Jabatan Meteorologi Malaysia, 2024

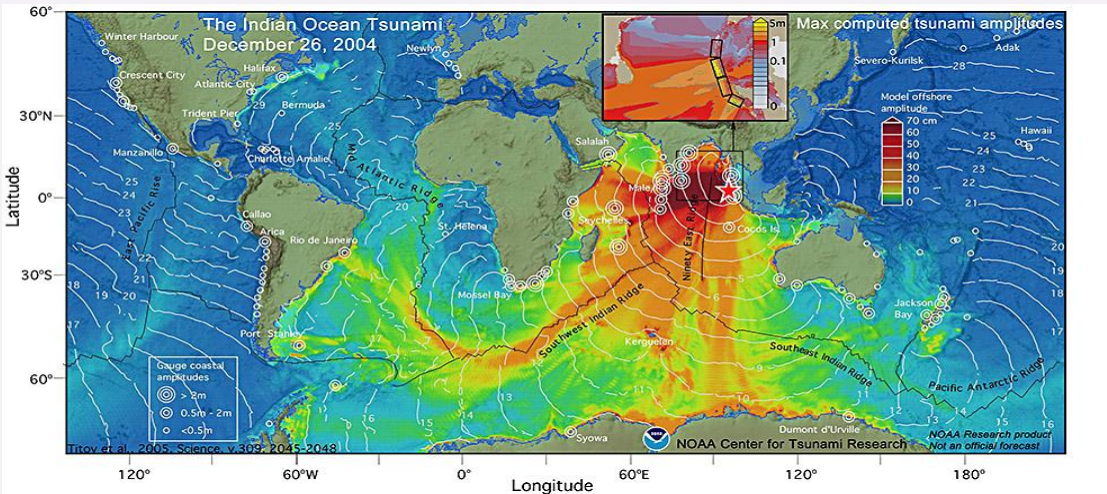
Kelajuan Gelombang : *Wave Speed*

Bagi menghasilkan tsunami, gempa bumi haruslah mempunyai magnitud lebih daripada 6.5 pada skala Richter, mempunyai kedalaman kurang daripada 100 km dan berlaku di kawasan laut atau berhampiran dengan laut.

Gelombang tsunami boleh bergerak dengan kelajuan melebihi 800 km/jam. Semakin panjang gelombang, semakin besar isipadu air yang terlibat. Walaupun ia kelihatan lebih kecil dalam ketinggian (jarak antara palung dan puncak) di lautan dalam daripada beberapa gelombang angin, tsunami boleh berkembang ke ketinggian yang lebih tinggi dan menyebabkan lebih banyak kemusnahan daripada gelombang angin di pantai.



Keratan rentas tsunami menunjukkan gelombang yang Panjang bergerak melalui lautan dan memampat ketika menghampiri pantai



Model ketinggian gelombang (warna) dan masa perjalanan (garisan) tsunami Lautan Hindi 2004.

<https://www.noaa.gov/jetstream/tsunamis/tsunami-propagation/jetstream-max-tsunamis-vs-wind-waves>

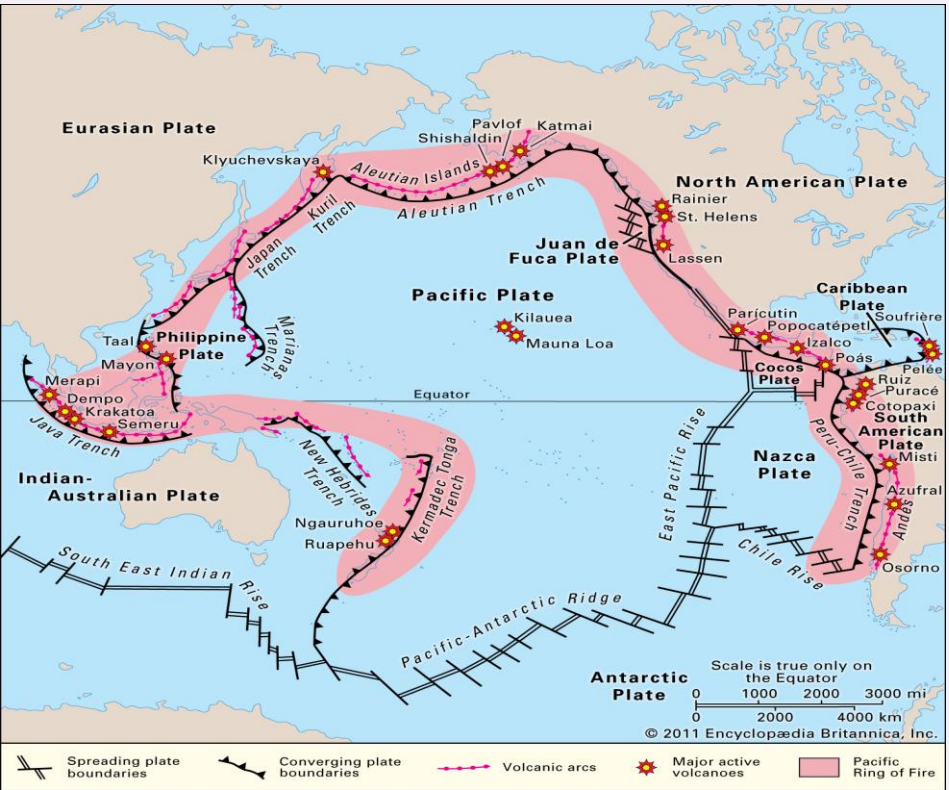
	TSUNAMI	GELOMBANG ANGIN
Sumber	Gempa bumi, tanah runtuh, aktiviti gunung berapi, meteorit, jenis cuaca tertentu	Angin yang bertiup merentasi lapisan hampir permukaan lautan
Lokasi Tenaga	Seluruh lajur air, dari permukaan laut ke dasar lautan	Permukaan lautan
Panjang gelombang	300-600 batu (500-1,000 kilometer)	300-600 kaki (90-180 meter)
Tempoh Gelombang	5 minit-2 jam	5-20 saat
Kelajuan Gelombang	Air dalam: 500-600 mph (800-1,000 km/j) Berdekatan pantai: 20-30 mph (30-50 km/j)	5-60 mph (8-100 km/j)

Perbezaan Utama Antara Tsunami Dan Ombak Yang Dipacu Angin

Lingkar Api Pasifik : *Ring of Fire*

Rangkaian gunung berapi dan tempat aktiviti seismik, atau gempa bumi, di sekitar pinggiran Lautan Pasifik.

90 % dari semua gempa bumi terjadi di sepanjang Lingkar Api, dan 75% gunung berapi aktif di bumi terletak di dalam lingkaran ini



Britannica Encyclopaedia website, 2021

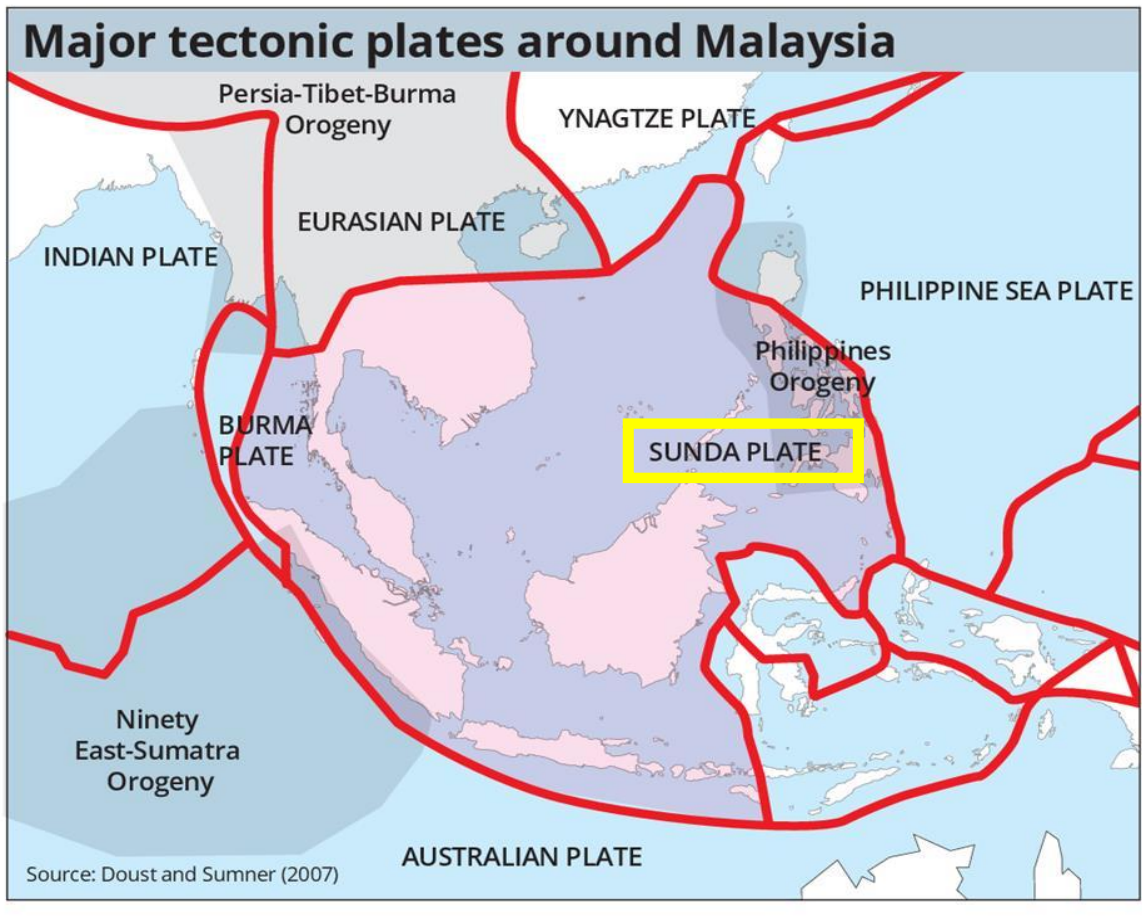
Plat Tektonik : *Plate tectonics*

Plat tektonik adalah kepingan kerak bumi yang bergerak antara satu sama lain membentuk sempadan.

<https://www.noaa.gov/jetstream/tsunamis/tsunami-generation-earthquakes/jetstream-max-plate-tectonics-and-earthquakes>

Plat tektonik juga merupakan segmen keras kerak bumi yang disokong oleh bahan leburan yang dikenali sebagai magma di bawahnya. Disebabkan ini maka plat tektonik ini bebas untuk menggelongsor antara satu sama lain.

Geografi KSSM, Kementerian Pendidikan Malaysia, 2024



<https://www.igm.org.my/news/26-press/114-geologist-collaboration-necessary-to-understand-how-indonesia-tremors-affect-m-sia>

Malaysia terletak di atas Plat Sunda, iaitu sebahagian daripada Plat Eurasia yang lebih besar

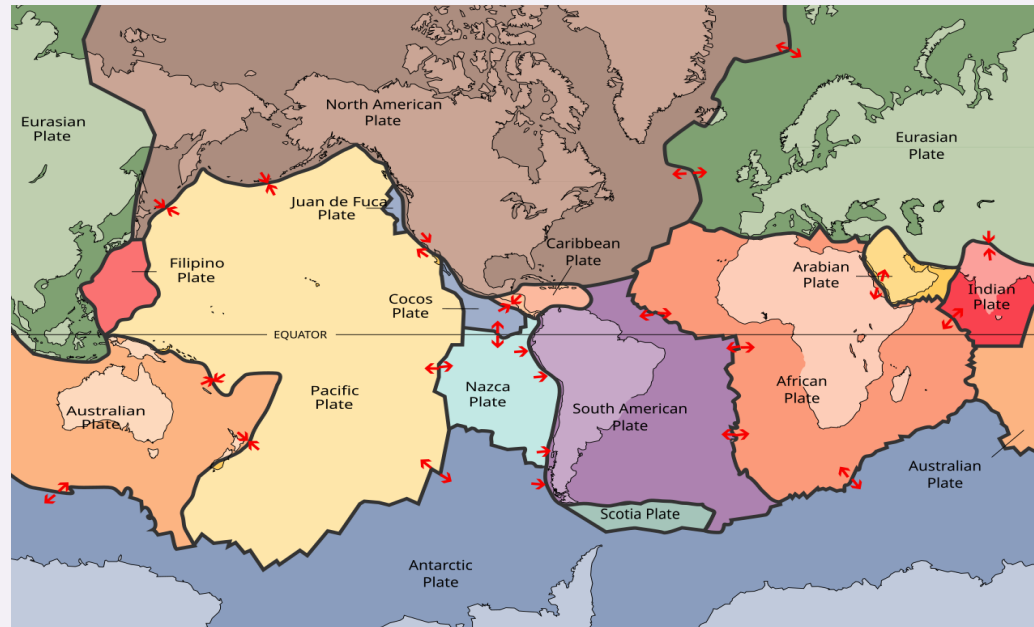
Institute Of Geologist Malaysia (IGM), 2024

Pergerakan Plat : *Plate Motion*

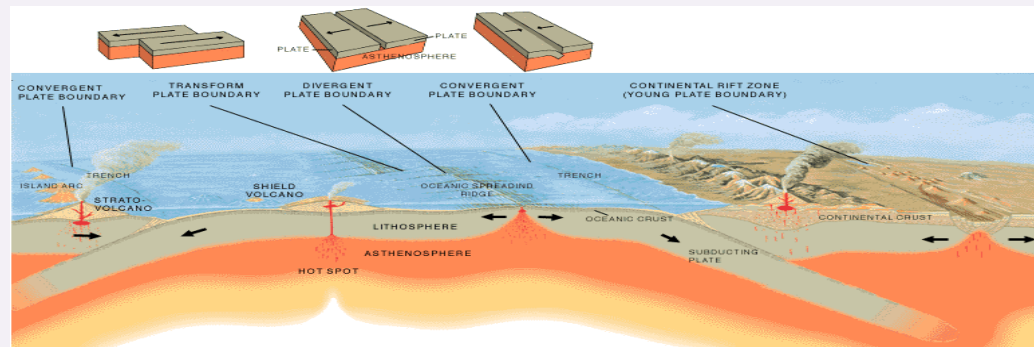
Berlaku akibat arus perolakan magma di dalam lapisan mantel yang menghasilkan proses pertembungan dan pencapahan plat.

Sempadan Plat Tektonik boleh dikesan di kawasan yang mengalami gempa bumi dan aktiviti gunung berapi

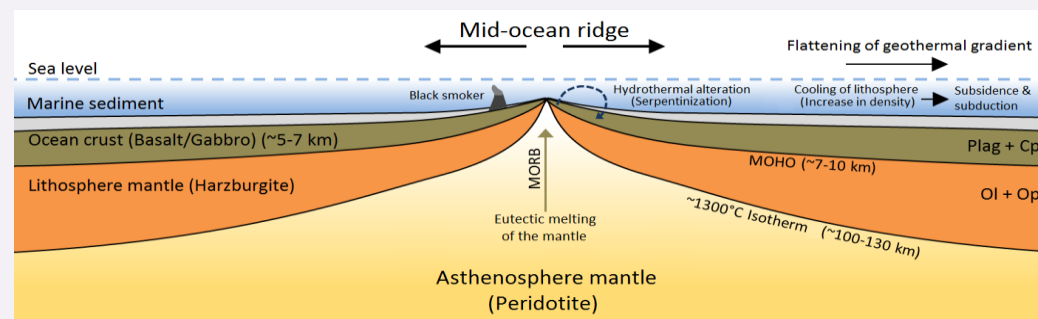
Geografi KSSM, Kementerian Pendidikan Malaysia, 2024



https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8a/Plates_tect2_en.svg



Keratan rentas struktur plat tektonik Bumi



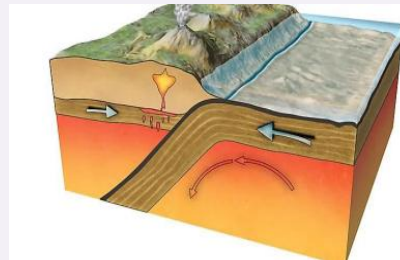
Sempadan Mencapah Lautan : Rabung Tengah Laut

<https://www.noaa.gov/jetstream/tsunamis/tsunami-generation-earthquakes/jetstream-max-plate-tectonics-and-earthquakes>

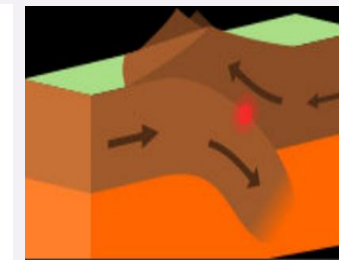
Contoh Pertembungan Plat



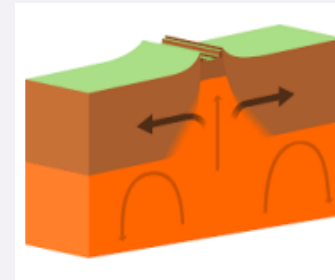
Plat lautan dengan plat lautan



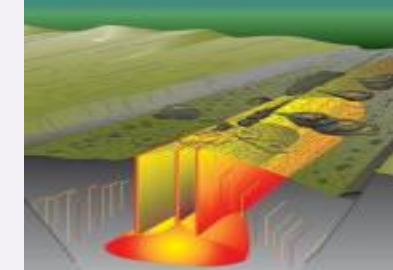
Plat lautan dengan plat benua



Plat benua dengan plat benua



Jurang



Permatang Tengah Laut



Lurah Gelinciran

<https://www.noaa.gov/jetstream/tsunamis/tsunami-generation-earthquakes/jetstream-max-plate-tectonics-and-earthquakes>

Skala Richter : *Richter Scale*

Skala yang digunakan untuk mengukur kekuatan gempa bumi, bernilai dari 0 hingga 8 atau lebih.

Kamus Dewan Edisi Keempat

Gempa Bumi : *Earthquake*

Gempa bumi adalah pergerakan mengejut permukaan bumi disebabkan oleh pergerakan batuan di sepanjang garis sesar atau di atas persempadanan plat tektonik. Walau bagaimanapun, gempa bumi juga boleh disebabkan oleh aktiviti gunung berapi. Semakin besar saiz gempa bumi, semakin besar kemusnahan yang dibawa.

Jabatan Meteorologi Malaysia, 2024

Gempa bumi adalah suatu kejadian gegaran yang berlaku secara mengejut di dalam bumi akibat daripada pelepasan tenaga yang berlaku secara tiba-tiba di lapisan kerak bumi. Gegaran tersebut mungkin kuat di suatu lokasi berdekatan dan lemah di lokasi yang lain dan kekuatan gegaran bergantung kepada jarak dari pusat gempa dan profil geologi.

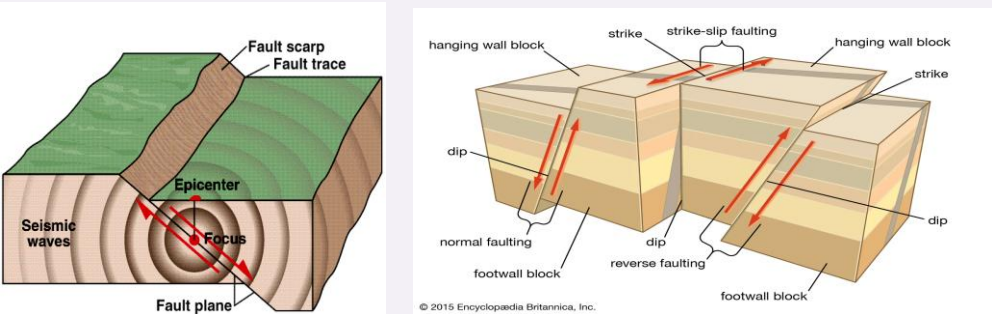
Peraturan Tetap Operasi Pengendalian Bencana Gempa Bumi, Majlis Keselamatan Negara (MKN), 2011



Kerosakan Jalan Utama Kesan Daripada Gempa Bumi

JENIS-JENIS GEMPA BUMI

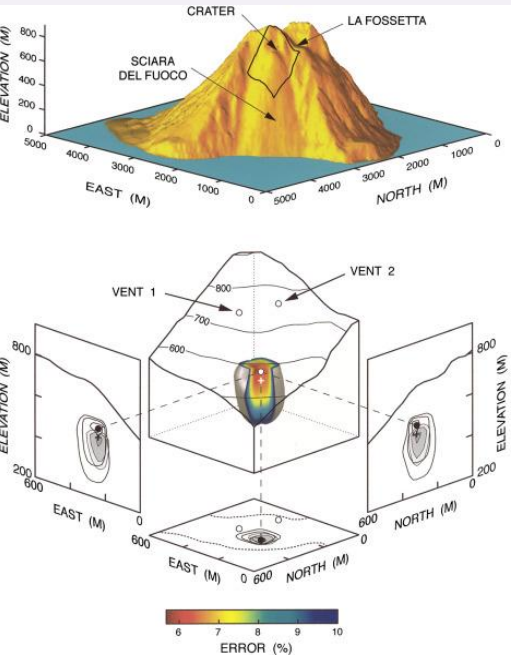
Gempa Tektonik



Pergerakan sesar antara satu dengan yang lain yang berupa tekanan (compression) dan tarikan (extension). Proses ini menimbulkan getaran partikel ke semua arah yang disebut gelombang gempa bumi dan apabila gelombang gempa bumi ini sampai ke permukaan maka terjadilah gempa bumi. Apabila pusat gempa terjadi di kawasan lautan dengan kekuatan magnitud yang besar yang disebabkan oleh sama ada sesar normal atau sesar songsang boleh menyebabkan kejadian gelombang pasang air laut yang tinggi yang disebut sebagai tsunami.

Jabatan Meteorologi Malaysia, 2024

Gempa Vulconic



Magma dari gunung berapi yang terbentuk oleh magma sebelumnya yang membeku. Gelombang yang besar diperlukan untuk untuk menembus batuan tersebut.

Jabatan Meteorologi Malaysia, 2024

Gempa Susulan : Aftershock

Rentetan gempa yang berlaku selepas gempa utama yang besar, kebiasaannya bermagnitud lebih kecil daripada gempa utama.

Jabatan Meteorologi Malaysia, 2024

Gempa susulan adalah terjadi sesaat setelah gempa pertama pada lokasi yang sama namun dengan *hypocentre* yang sedikit berbeza.

Gempa susulan terjadi disebabkan oleh pelepasan tenaga yang belum selesai pada gempa pertama.



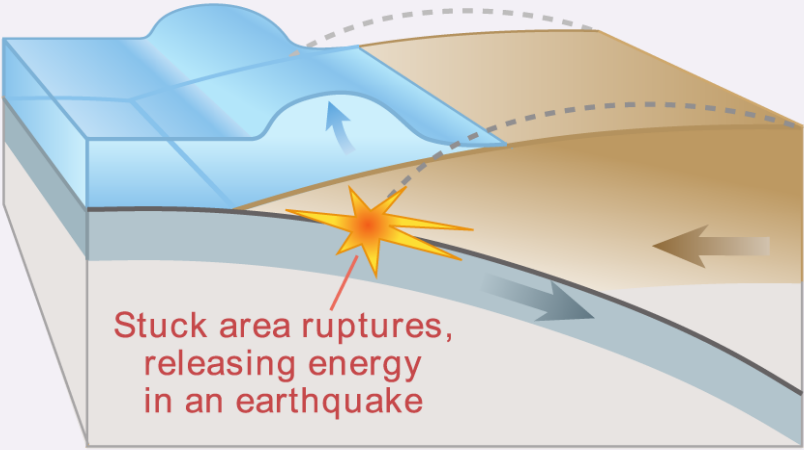
Gempa Bumi Kuat Melanda Wajima, Tokyo, Jepun 2024

Gempa Bumi Dasar Laut : Submarine earthquake

Gempa bumi submarin ialah gempa bumi yang berlaku di dasar jasad air, khususnya lautan, dan merupakan punca utama tsunami.

Gempa bumi haruslah mempunyai magnitud lebih daripada 6.5 pada skala Richter, mempunyai kedalaman kurang daripada 100 km dan berlaku di kawasan laut atau berhampiran dengan laut

Tsunami starts during earthquake



<https://www.noaa.gov/jetstream/tsunamis/tsunami-generation-earthquakes>

Apabila gempa bumi terjadi di dasar lautan, air yang berada di kawasan kejadian akan berubah dari kedudukan keseimbangannya. Gelombang akan terhasil dari perubahan jisim air, yang bertindak di bawah pengaruh graviti yang cuba untuk mengembalikan keseimbangan kedudukannya. Apabila kawasan dasar laut yang berubah kedudukan (terangkat atau turun) adalah luas, tsunami akan terhasil.

Jabatan Meteorologi Malaysia, 2024



Tsunami Akibat Gempa Di Dasar Laut

Papan Tanda Amaran Tsunami

KATEGORI GEMPA BUMI

Kategori gempa bumi dikelaskan berdasarkan kepada kekuatan magnitud gempa.

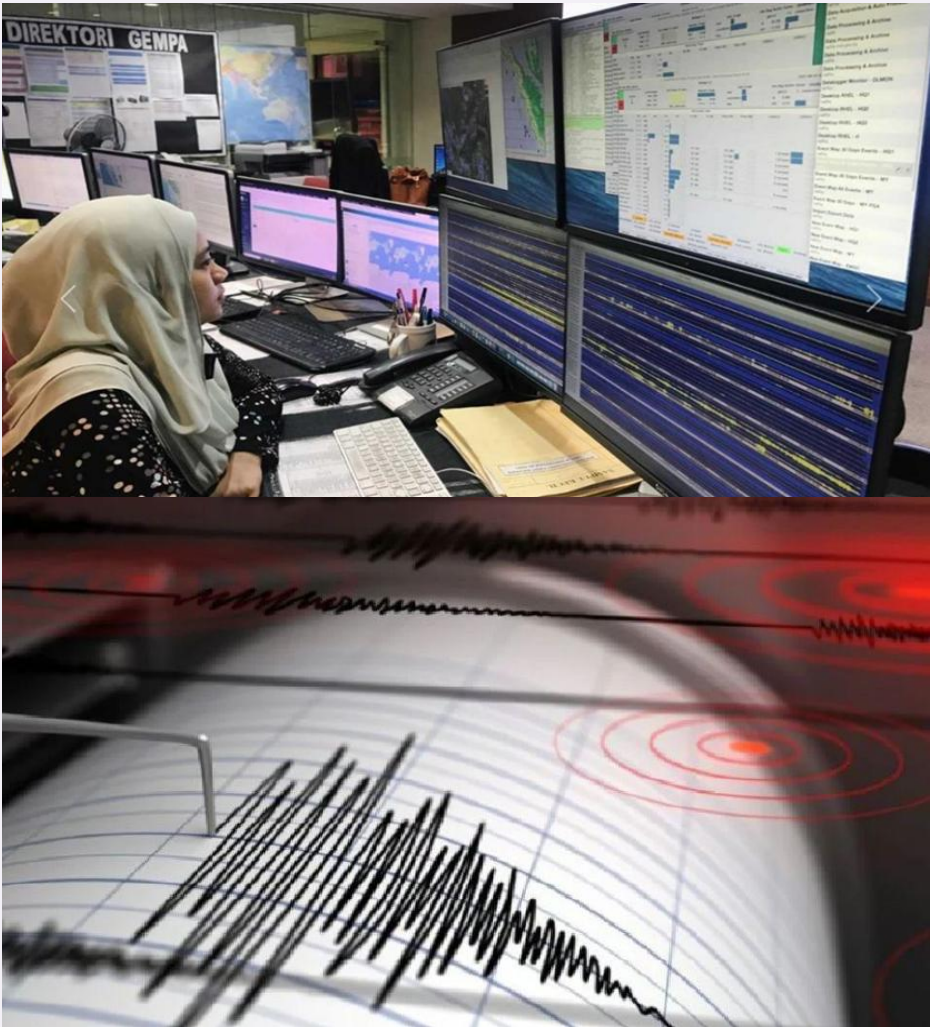
PLANMalaysia, 2018

Magnitud Gempa Bumi

Suatu nombor yang menunjukkan saiz gempa bumi yang berlaku. Magnitud ini diukur berdasarkan kepada amplitud maksimum gelombang seismik yang direkodkan oleh seismogram. Skala yang biasa digunakan adalah:

- ⊕ magnitud gelombang jasad (M_b)
- ⊕ magnitud gelombang broadband (M_B)
- ⊕ magnitud tempatan (M_L)
- ⊕ magnitud gelombang permukaan (M_s)
- ⊕ magnitud momen gelombang P (M_{WP})
- ⊕ magnitud momen (M_w)

Met Malaysia, 2024

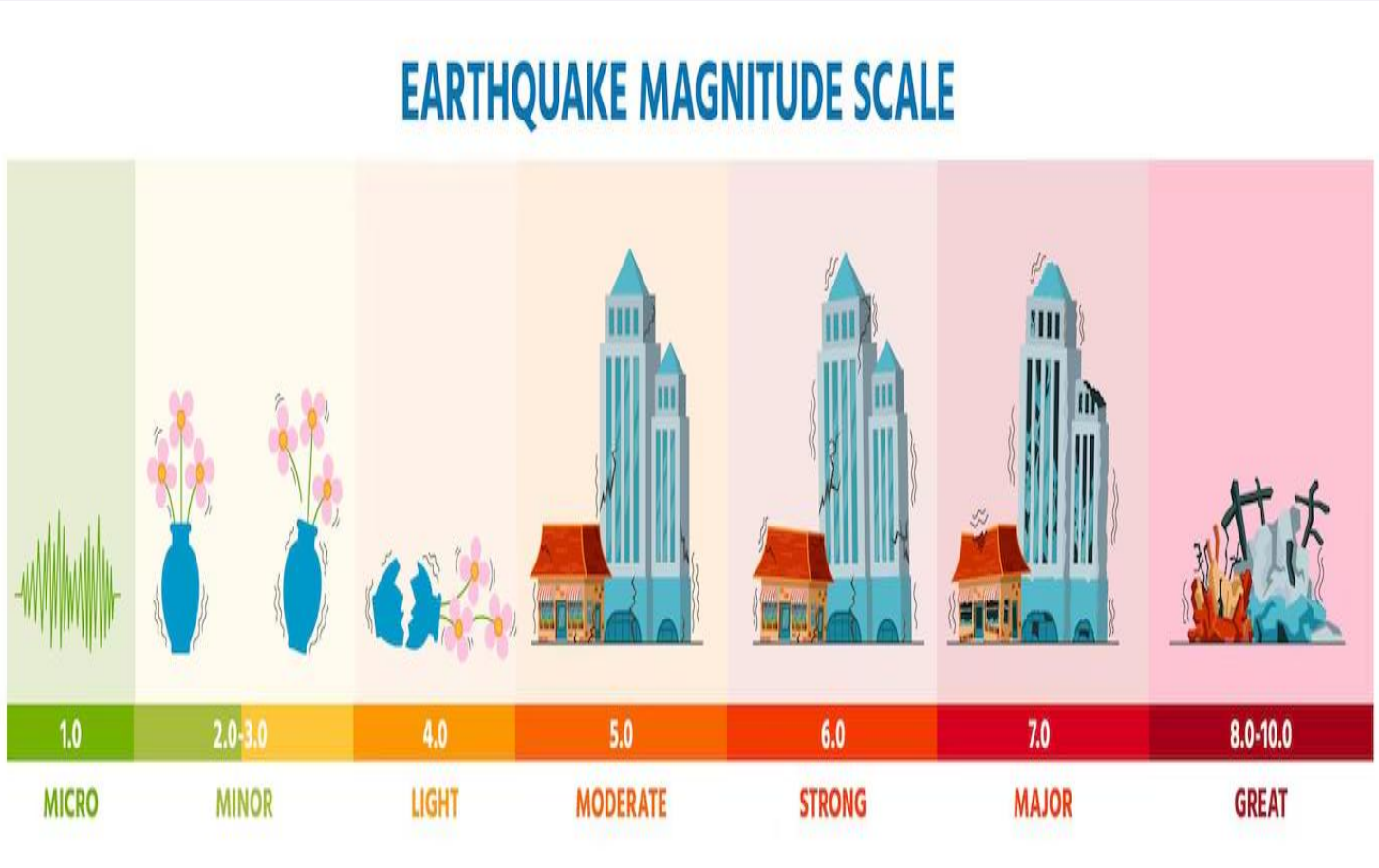


Seismograf ialah Alat Yang Digunakan Untuk Merekodkan Pergerakan Tanah Semasa Gempa Bumi

Earthquake Magnitude Scale

Magnitude	Earthquake Effects	Estimated Number Each Year
2.5 or less	Usually not felt, but can be recorded by seismograph.	Millions
2.5 to 5.4	Often felt, but only causes minor damage.	500,000
5.5 to 6.0	Slight damage to buildings and other structures.	350
6.1 to 6.9	May cause a lot of damage in very populated areas.	100
7.0 to 7.9	Major earthquake. Serious damage.	10-15
8.0 or greater	Great earthquake. Can totally destroy communities near the epicenter.	One every year or two

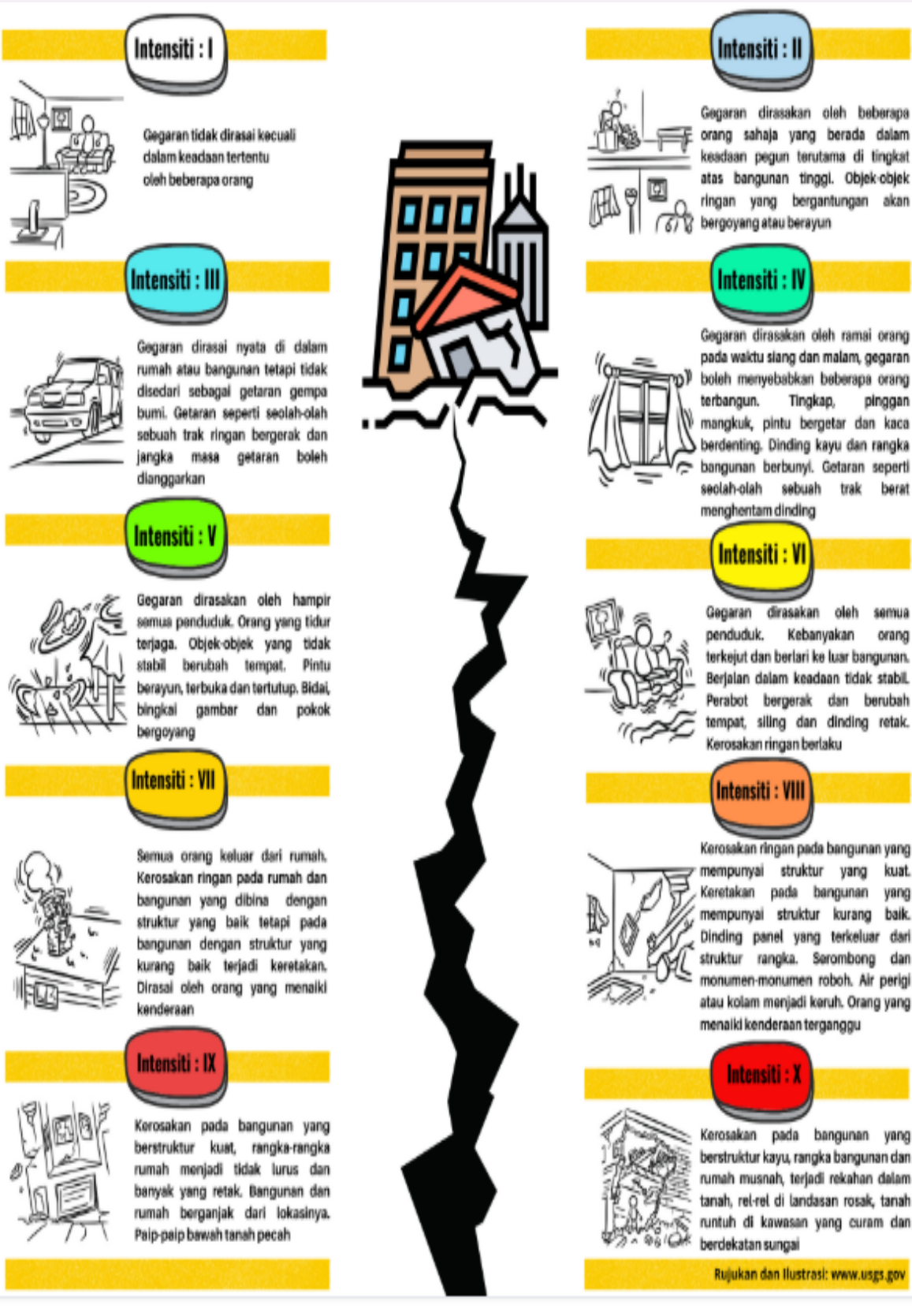
Skala Magnitud Gempa Bumi



Skala Magnitud Gempa Bumi

Intensiti Gempa Bumi

Suatu nombor dalam huruf roman yang menunjukkan kekuatan gempa bumi yang berlaku dan memberi kesan di permukaan bumi, manusia dan juga struktur bangunan. Intensiti gempa bumi diukur pada skala MMI.



Tahap Intensiti Gempa

PUNCA BERLAKU GEMPA BUMI

Punca berlakunya gempa bumi adalah disebabkan oleh punca semuladi dan aktiviti manusia iaitu:

1) Punca Semula jadi

i. Pergerakan Plat Tektonik

Pergerakan antara plat tektonik ini tidak berlaku secara perlahan-lahan sebaliknya pergeseran antara tanah dan batu yang membentuk sempadan plat tektonik menyebabkan pergeseran itu berlaku tersentak-sentak. Pergerakan inilah yang menyebabkan berlakunya gempa bumi.



Ilustrasi Gempa Daripada Pergerakan Plat Tektonik

ii. Gunung Berapi

Gempa bumi gunung berapi disebabkan oleh pergerakan (magma) ke atas dalam gunung berapi, di mana geseran pada batu-batuan menghasilkan gempa bumi. Semasa magma bergerak ke permukaan gunung berapi, ia bergerak dan memecahkan batu-batuan



Kejadian Gempa Bumi Di New Zealand 14 November, 2016

iii. Struktur Geologi dan Batuan

Gempa bumi yang berkaitan dengan struktur batuan atau tanah merujuk kepada interaksi fizikal dalam lapisan kerak bumi yang menyebabkan pergerakan dan pelepasan tenaga. Ini biasanya melibatkan sesar, lapisan batuan, dan kadang-kadang jenis tanah itu sendiri.



Gempa Daripada Aktiviti Gunung Berapi

iv. Gempa Dalam (Deep Earthquake)

Gempa bumi yang berkaitan dengan struktur batuan atau tanah merujuk kepada interaksi fizikal dalam lapisan kerak bumi yang menyebabkan pergerakan dan pelepasan tenaga. Ini biasanya melibatkan sesar, lapisan batuan, dan kadang-kadang jenis tanah itu sendiri.



Kesan kejadian gempa bumi di Ranau, Sabah 2015

2) Aktiviti Manusia

Aktiviti manusia boleh menjadi punca kepada berlakunya gempa bumi. Antaranya adalah:

i. Perlombongan dan pengeksrakan minyak dan gas

Aktiviti perlombongan dan pengeksrakan minyak dan gas boleh mengganggu kestabilan geologi dan pergerakan sesar.



Contoh Perlombongan Terbuka

ii. Suntikan cecair ke dalam tanah

Aktiviti ini boleh menyebabkan perubahan tekanan dalam batuan dan boleh menyebabkan gempa.

iii. Empangan Besar

Pembinaan empangan akan menyebabkan perubahan tekanan dan kapasiti air yang besar.

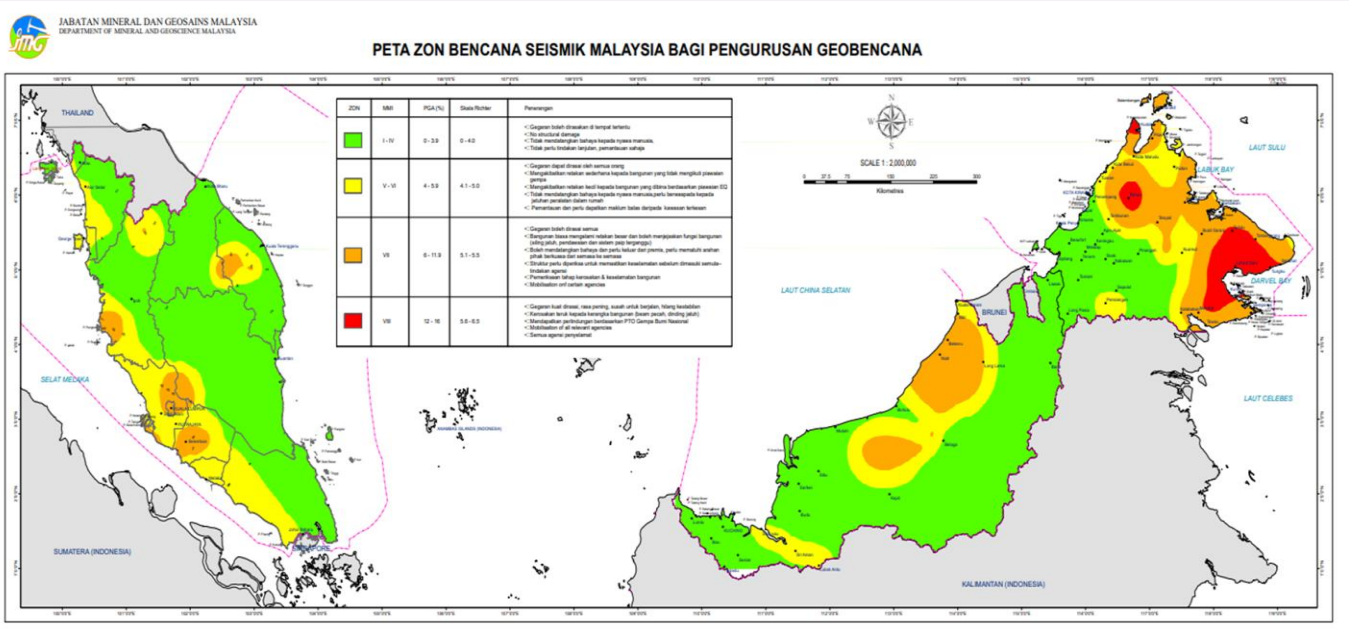


Baihetan Hidropower Station, Yunnan, China

iv. Letupan atau aktiviti pembinaan bawah tanah

Aktiviti letupan termasuk letupan di bawah tanah, ujian nuklear dan lain-lain.

Peta Zon Bencana Seismik : Seismic Disaster Zone Map



Peta Zon Bencana Seismik Malaysia adalah peta yang disediakan bagi Pengurusan Geobencana yang telah diterbitkan oleh JMG dan boleh digunakan sebagai panduan bagi kesiapsiagaan menghadapi gempa bumi susulan.

Tsunami : *Tsunami*

Tsunami adalah satu perkataan Jepun yang bermaksud ombak laut di pelabuhan. Tsunami merupakan suatu siri gelombang besar yang mempunyai jarak gelombang dan jangka masa yang agak panjang. Perbezaan masa di antara setiap puncak gelombang adalah dalam lingkungan kira-kira 10 minit sehingga 1 jam. Biasanya terjadi secara impulsif disebabkan oleh gangguan pada dasar laut. Apabila berlaku perubahan dasar laut secara tiba-tiba atau dasar laut secara tiba-tiba terangkat selepas berlakunya sesuatu gempa bumi, menyebabkan berlakunya tsunami besar. Gempa bumi, tanah runtuh di dasar laut, ledakan gunung berapi, letupan dan juga hentaman bahan kosmik seperti meteorit juga boleh menghasilkan tsunami.

Tsunami menunjukkan ciri-ciri yang berbeza apabila merambat pada kawasan laut yang mempunyai kedalaman yang berbeza. Di kawasan laut dalam tsunami boleh bergerak dengan kelajuan melebihi 800 km/jam dan biasanya mempunyai amplitude gelombang hanya dalam beberapa sentimeter. Apabila gelombang tsunami menghampiri kawasan pantai yang lebih cetak, kelajuan gelombang berkurangan dan ketinggiannya bertambah sehingga membentuk dinding air dengan ketinggian mencapai puluhan meter. Tsunami yang mengganas di kawasan pantai boleh membawa kepada kerosakan harta benda dan kehilangan nyawa

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)

Satu siri ombak besar yang mempunyai jarak gelombang dan jangka masa yang agak Panjang disebabkan oleh gangguan atau perubahan dasar laut akibat daripada beberapa fenomena seperti gempa bumi, tanah runtuh, di dasar laut, hentaman meteor, dan juga ledakan gunung berapi.

Garis Panduan Perancangan Bandar Berdaya Tahan Bencana di Malaysia, 2019

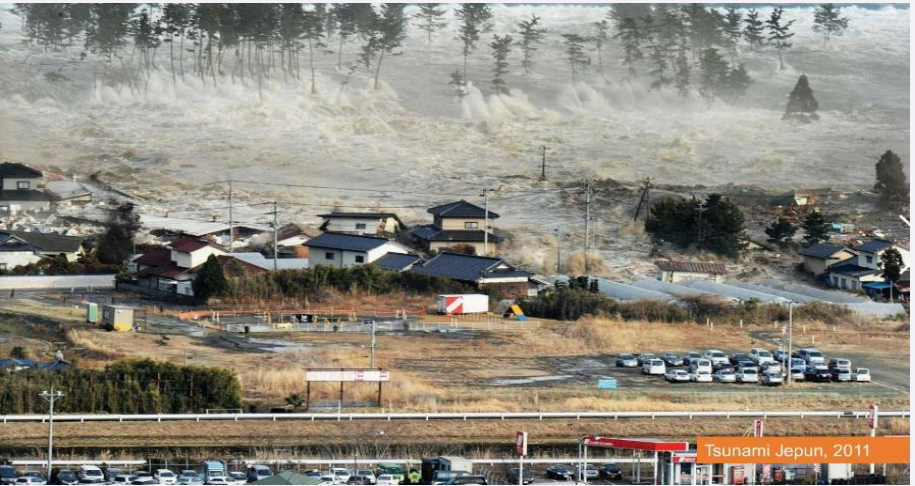
Antara Peristiwa Tsunami



Tsunami Jepun, 2011



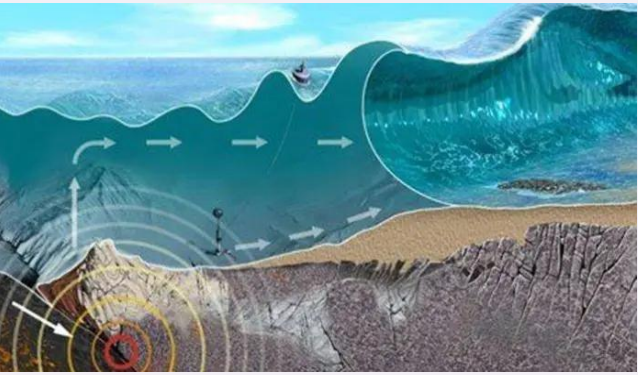
Tsunami Aceh, 2004



Tsunami Pulau Okushiri Jepun, 1993

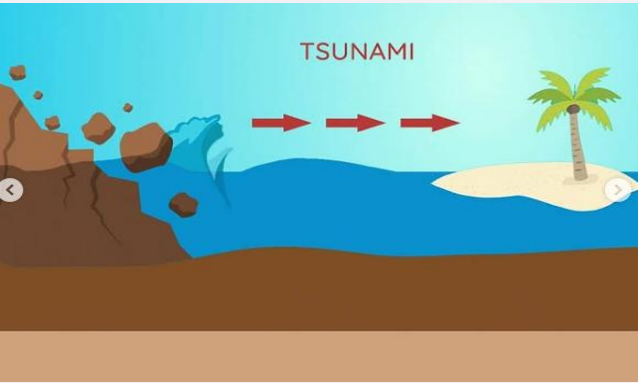
PUNCA BERLAKU TSUNAMI

1) Gempa pada dasar laut.



Gempa bumi submarin ialah gempa bumi yang berlaku di Dasar jasad air, khususnya lautan, dan merupakan punca utama tsunami. Magnitudnya boleh diukur secara saintifik dengan menggunakan skala Richter atau skala Mercalli

2) Tanah runtuh di dasar laut.



Tanah runtuh dasar laut (juga dikenali sebagai **longsor dasar laut** atau **submarine landslide**) ialah pergerakan besar-besaran tanah, lumpur, pasir, batuan, atau sedimen di dasar laut yang tergelincir secara tiba-tiba ke bawah cerun lautan atau dasar laut. Ia boleh berlaku secara semula jadi atau dipicu oleh aktiviti seperti gempa bumi, letusan gunung berapi, atau aktiviti manusia seperti penggerudian dasar laut.

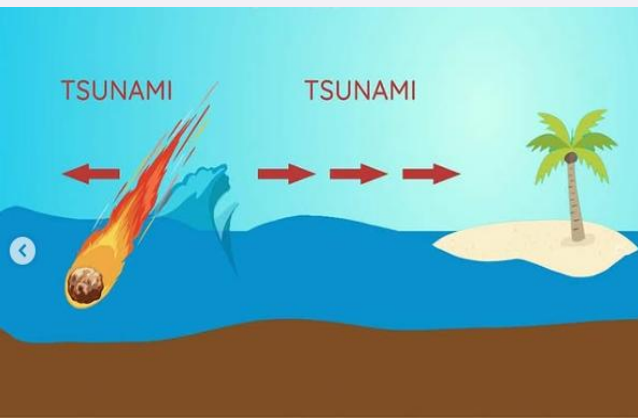
3) Letusan gunung berapi.



Letusan gunung berapi **boleh menyebabkan tsunami** apabila letusan tersebut mengganggu lautan secara tiba-tiba dan besar, sama ada melalui:

- Letupan bawah laut
- Runtuhan besar sebahagian gunung ke laut
- Kawah runtuh (caldera collapse)
- Letupan yang menghasilkan gelombang tekanan ke permukaan air

4) Letupan dan hentaman bahan kosmik seperti meteorit.



Hentaman meteor (asteroid atau meteorit) ke bumi boleh menyebabkan **tsunami besar**, terutamanya jika impaknya berlaku di lautan atau berhampiran pesisir pantai.

Jabatan Meteorologi Malaysia, 2024

Klasifikasi Tsunami: *Classification Of Tsunamis*

1. **Tsunami Tempatan (*Local Tsunami*)**

Tsunami tempatan ialah sejenis tsunami dari punca berdekatan atau dalam lingkungan 200km dari punca tsunami, tempoh ketibaan tsunami kurang daripada 1 jam. Kesan kemusnahan terhad dikawasan Pantai sahaja

2. **Tsunami Wilayah (*Regional Tsunami*)**

Tsunami serantau adalah sejenis tsunami yang sepuluh kali lebih besar daripada tsunami tempatan. Tsunami ini boleh mencapai jarak lebih kurang 100 hingga 1000 kilometer dari tempat kejadian. Biasanya masa yang diambil untuk ombak sampai ke darat adalah agak lama.

3. **Tsunami Serantau**

Tsunami jarak biasanya juga dipanggil tsunami luas lautan atau tele tsunami yang merupakan tsunami yang merosakkan. Ini bermakna jarak yang boleh dicapai dari titik tsunami bawah air adalah melebihi 1000 kilometer dan mengambil masa sekurang-kurangnya tiga jam untuk tiba di darat.

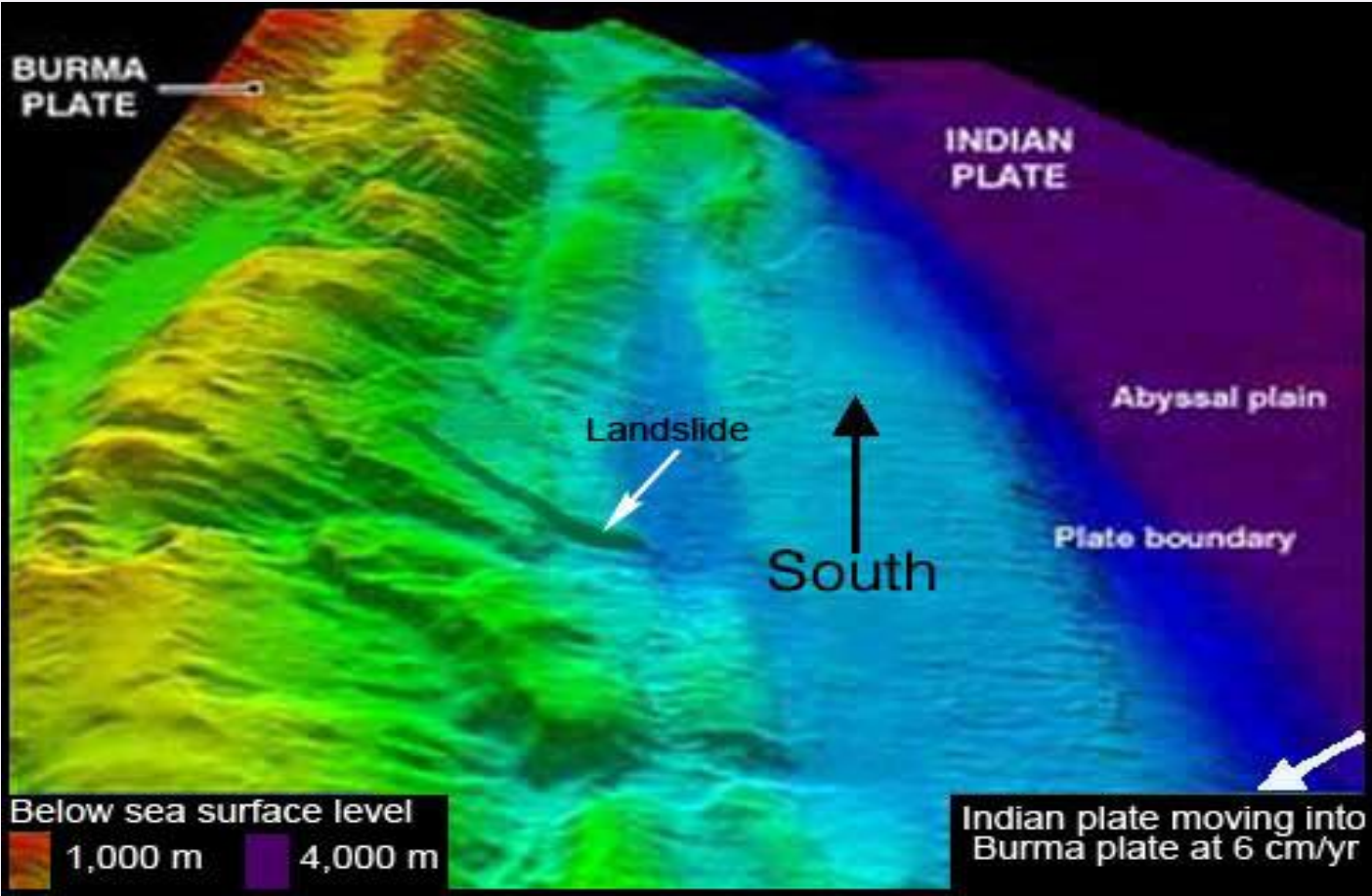
4. **Tsunami Meteorologi**

Tsunami meteorologi, yang dipanggil meteo-tsunami atau tsunami atmosfera, ialah tsunami yang disebabkan oleh gangguan atmosfera atau meteorologi, seperti gelombang graviti atmosfera, lompatan tekanan, taufan, seluruh bahagian hadapan ribut, dan sebagainya.

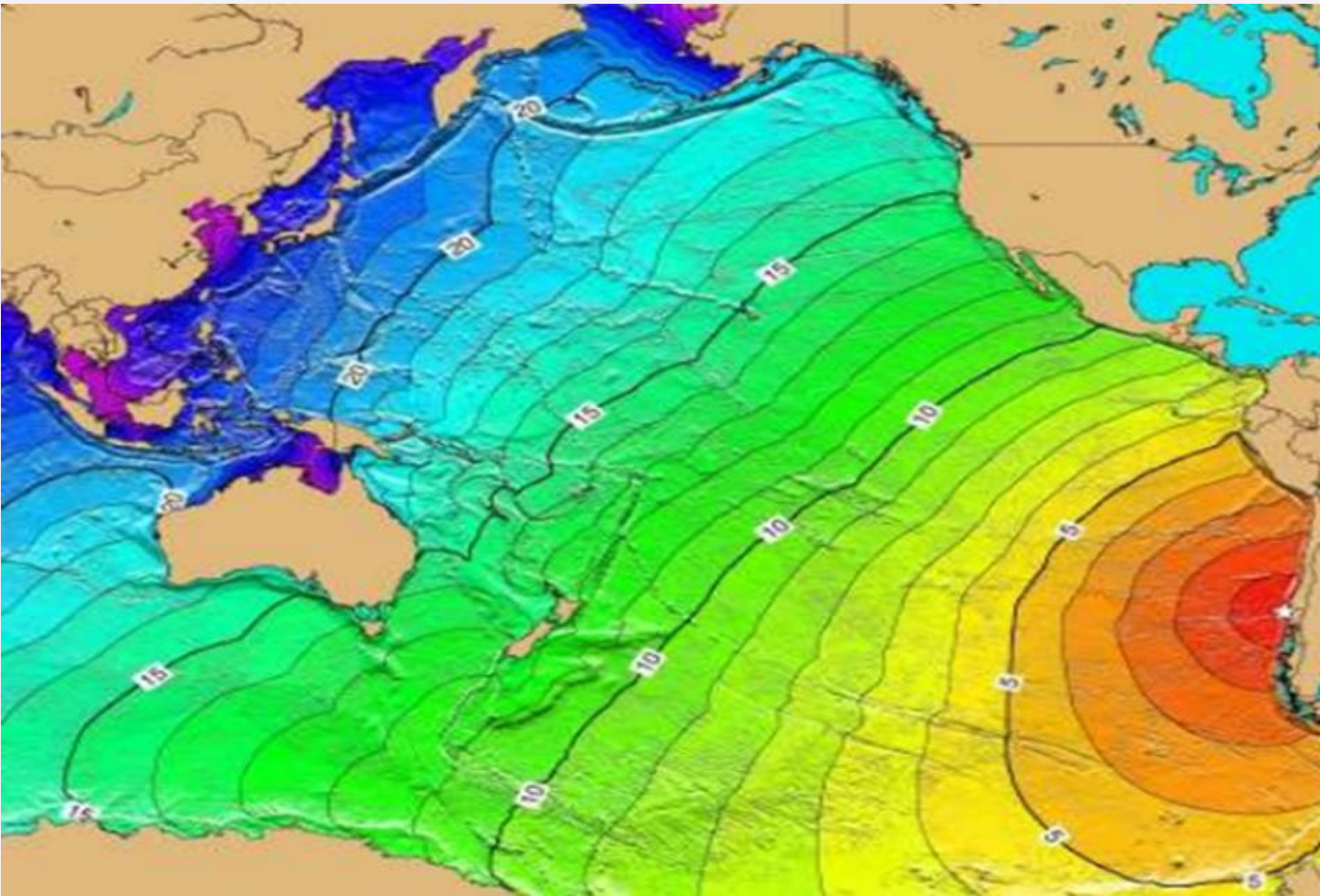
5. **Tsunami Mikro**

Microtsunami ialah sejenis tsunami yang sangat kecil sehingga sukar untuk dikesan dengan mata kasar atau visual. Walaupun begitu, tsunami ini agak berbahaya kerana sukar untuk dikesan.

Jabatan Meteorologi Malaysia (METMalaysia)
International Tsunami Information Center (ITIC)
Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC)-UNESCO



Tsunami Serantau Yang Melibatkan Plat India dan Plat Burma



Pergerakan Tsunami akibat dari Gempa bumi di Valdivia, Chile, 1960

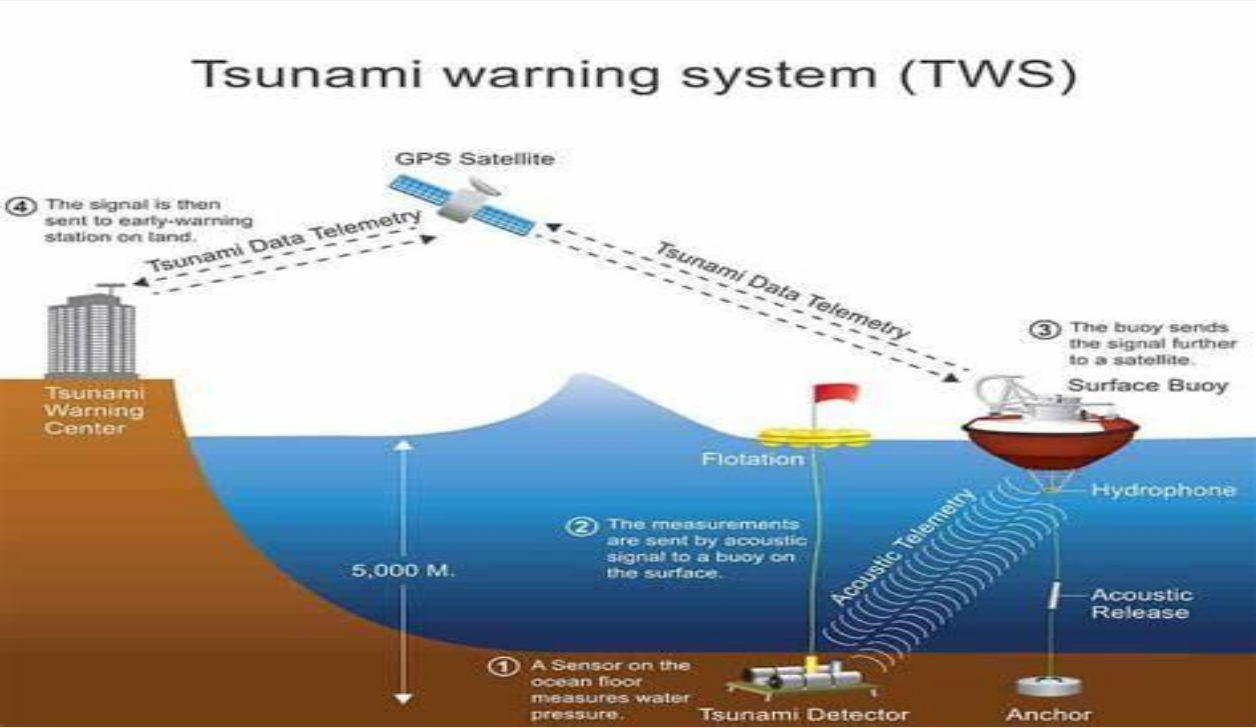


Bencana Alam Tsunami (Gambar Oleh Christoph Von Gelhorn Unsplash)

Sistem Amaran Awal Tsunami : *Tsunami Warning System*

Sistem amaran awal tsunami berfungsi untuk mengesan risiko tsunami, mengenal pasti kawasan yang berisiko terkena tsunami dan mengeluarkan pengumuman agar masyarakat awam dapat mengambil tindakan untuk mengurangkan kematian dan kecederaan. Amaran tsunami biasanya bermula dari terjadinya gempa bumi berkekuatan besar (lazimnya berskala 7.0 atau lebih)

Intergovernmental Oceanographic Commission (2012)



Ilustrasi Sistem Amaran Awal



Contoh Sistem Amaran Awal Tsunami di Malaysia

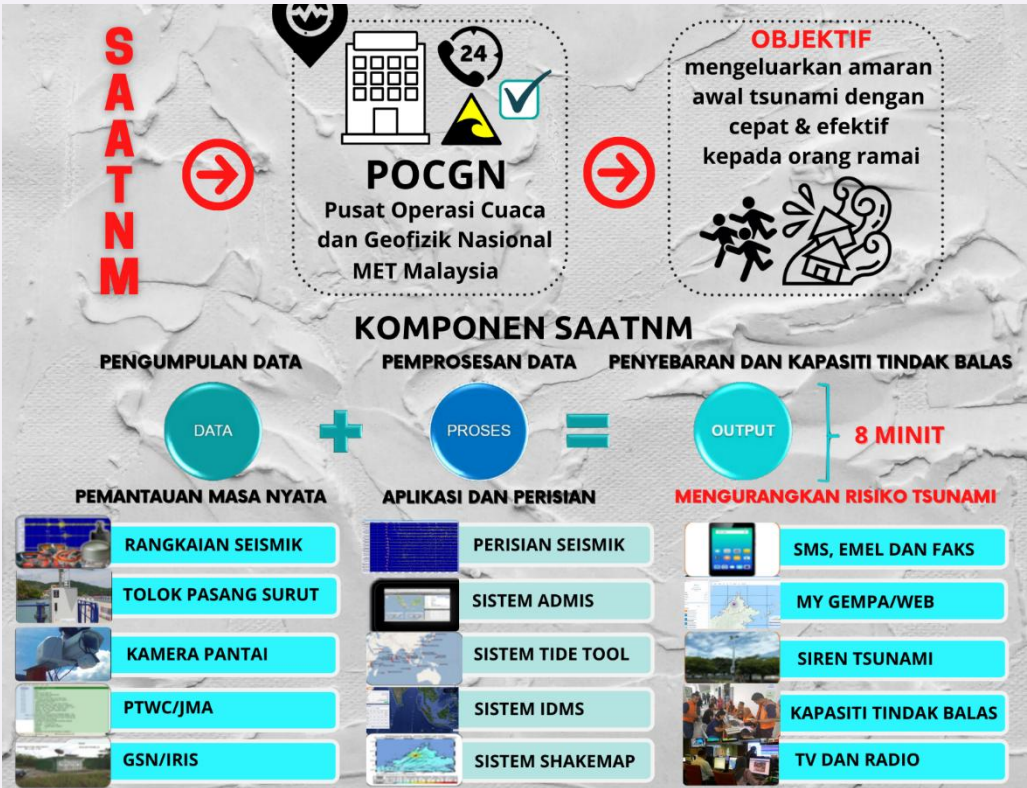


Buoy digunakan untuk mengesan Tsunami di laut

Sistem Amaran Awal Tsunami Malaysia (SAATNM)

Sistem Amaran Awal Tsunami Malaysia (SAATNM) yang disediakan dan diselaraskan oleh Jabatan Meteorologi Malaysia (METMalaysia) berfungsi untuk mengesan gempa bumi yang berlaku di rantau ini dan seterusnya mengeluarkan maklumat gempa bumi tersebut serta nasihat/amaran jika ianya berpotensi menjana ombak tsunami.

MOSTI, 2016

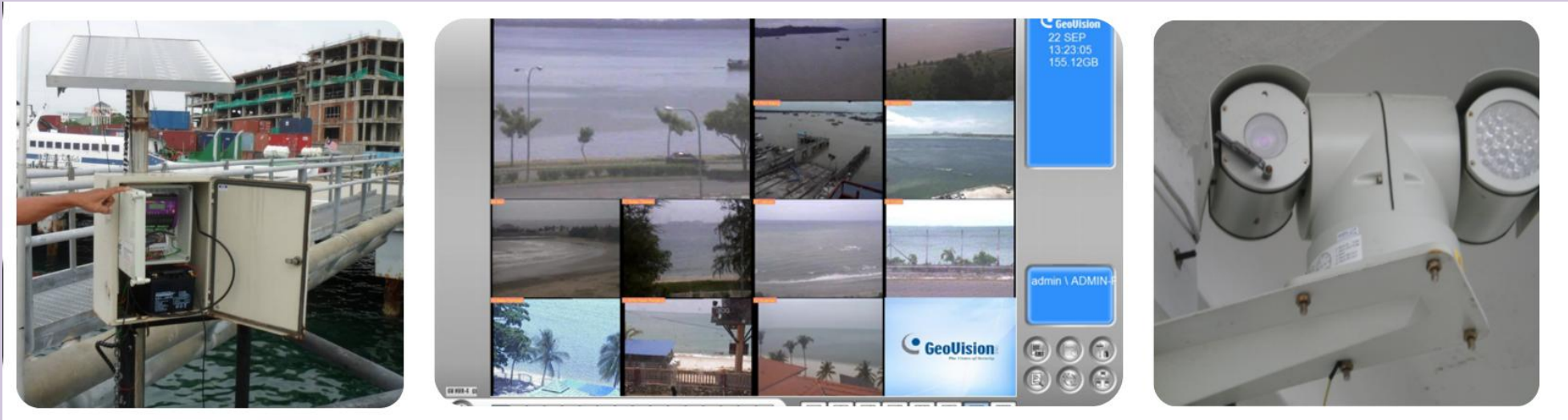


Jabatan Meteorologi Malaysia (METMalaysia)

Stesen Tolok Pasang Surut
Sistem Kamera Pantai (CCTV)
Pengesan Kehadiran Tsunami (*Real-time*)

Sistem Tolok Air Pasang Surut atau dikenali sebagai STAPS, adalah salah satu infrastruktur yang dibina oleh Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia (JUPEM). Tujuan asal pembinaannya adalah untuk menentukan nilai-nilai Aras Laut Min di perairan Malaysia. Kini, stesen ini juga berfungsi untuk mendapatkan nilai ketinggian terkini secara real time serta merekod ketinggian paras air laut di seluruh negara ini.

JUPEM, 2025



Kelengkapan Sistem Tolok Air Pasang

MITIGASI BERSTRUKTUR

Pemeliharaan sumber semulajadi sebagai benteng perlindungan semulajadi

Pemeliharaan sumber semulajadi di kawasan berisiko gempa bumi di mana ia dapat dijadikan benteng pertahanan semulajadi serta menyediakan sumber keperluan asas yang tidak tercemar. Contohnya, kawasan paya bakau laut, kawasan pokok rhu dapat mengurangkan impak tsunami sekiranya pusat gempa berlaku di dasar laut.

PlanMalaysia, 2018



Pemeliharaan Kawasan Semulajadi Sebagai Benteng Perlindungan Semulajadi – Program Penanaman Bakau di kawasan Persisir Pantai

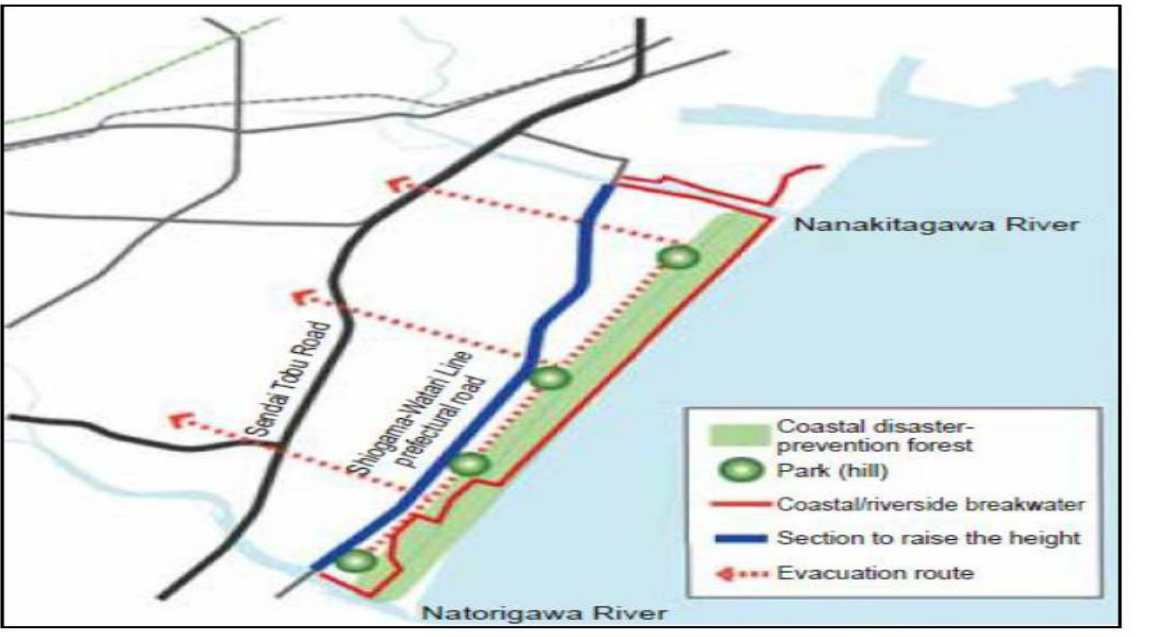
Penyediaan Laluan Keselamatan dan Pusat Mangsa Bencana

Laluan keselamatan ini akan digunakan oleh kenderaan pasukan keselamatan seperti bomba, polis, tentera, APM, ambulans dan sebagainya bagi mengangkut peralatan, logistik, barangbarang keperluan serta memindahkan mangsa-mangsa yang ditimpa bencana. Lokasi dan perletakan pusat mangsa bencana hendaklah berada di luar kawasan bencana. Contohnya bangunan hendaklah dibina di lokasi jauh dari kawasan banjir, tepi pantai, cerun bukit, kawasan loji gas, bangunan tinggi, tanah tambakan dan jauh dari kemudahan awam.

PlanMalaysia, 2018



Contoh keratan rentas pertahanan, laluan kecemasan dan kedudukan pusat mangsa bencana tsunami



Contoh laluan kecemasan dan kedudukan pusat mangsa bencana tsunami

Sistem Struktur Binaan Bangunan di Kawasan Berisiko Bencana Gempa Bumi

Dalam bidang kejuruteraan bangunan, terdapat beberapa jenis sistem struktur lebih baik dalam membina bangunan yang tahan gempa bumi. Antara sistem struktur tersebut adalah berdasarkan bahan pembinaan contohnya konkrit, batu, besi atau kayu. Manakala melalui sistem struktur luaran contohnya menggunakan dinding atau bingkai. Terdapat beberapa jenis sistem struktur bangunan tahan gempa bumi yang biasa digunakan seperti sistem galas dinding, sistem rangka besi bersilang, sistem dual dan sistem tang julur.

PlanMalaysia, 2018



Sistem Galas Dinding



Sistem Tiang Julur



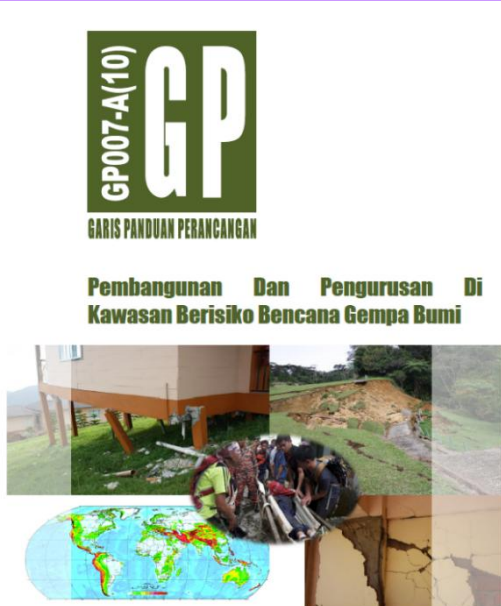
Sistem Rangka/Bingkai Bangunan



Rangka Besi Bersilang

MITIGASI BUKAN STRUKTUR

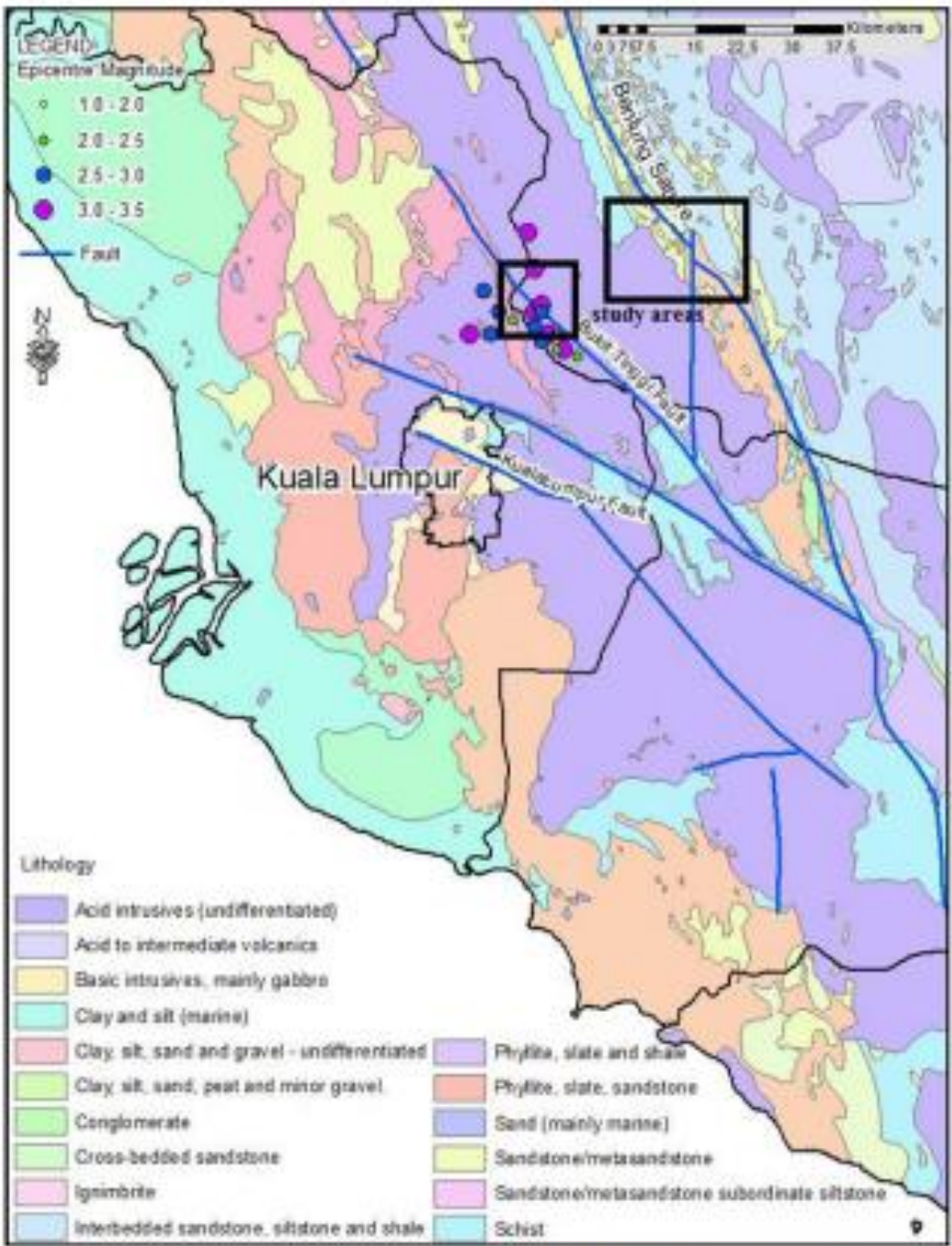
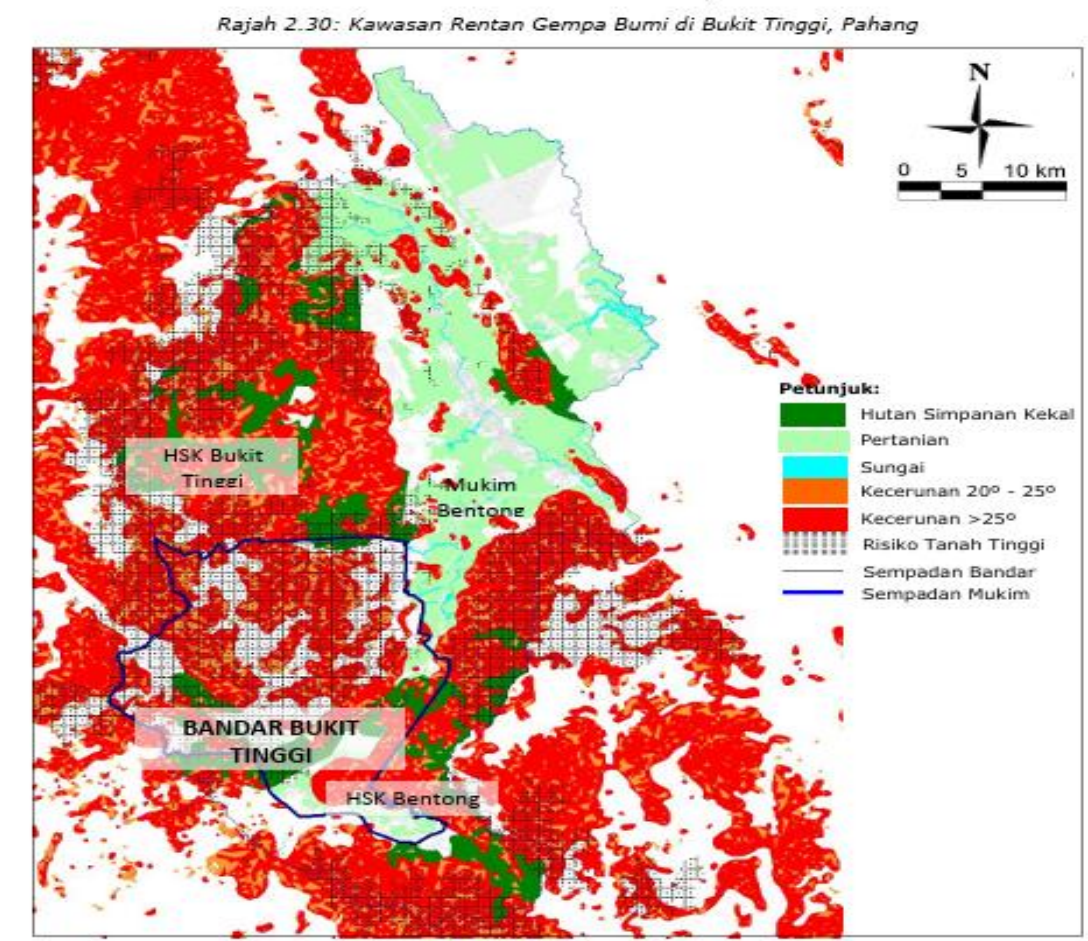
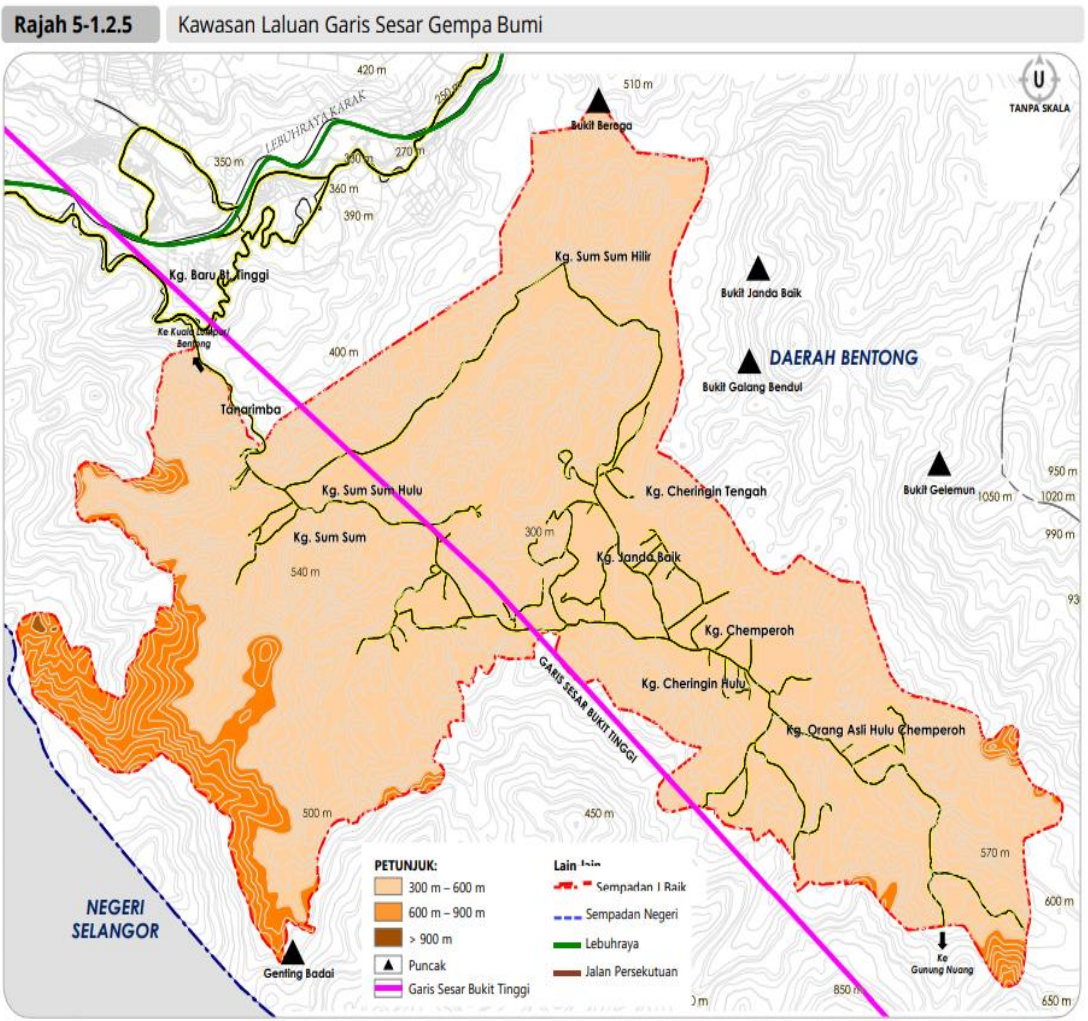
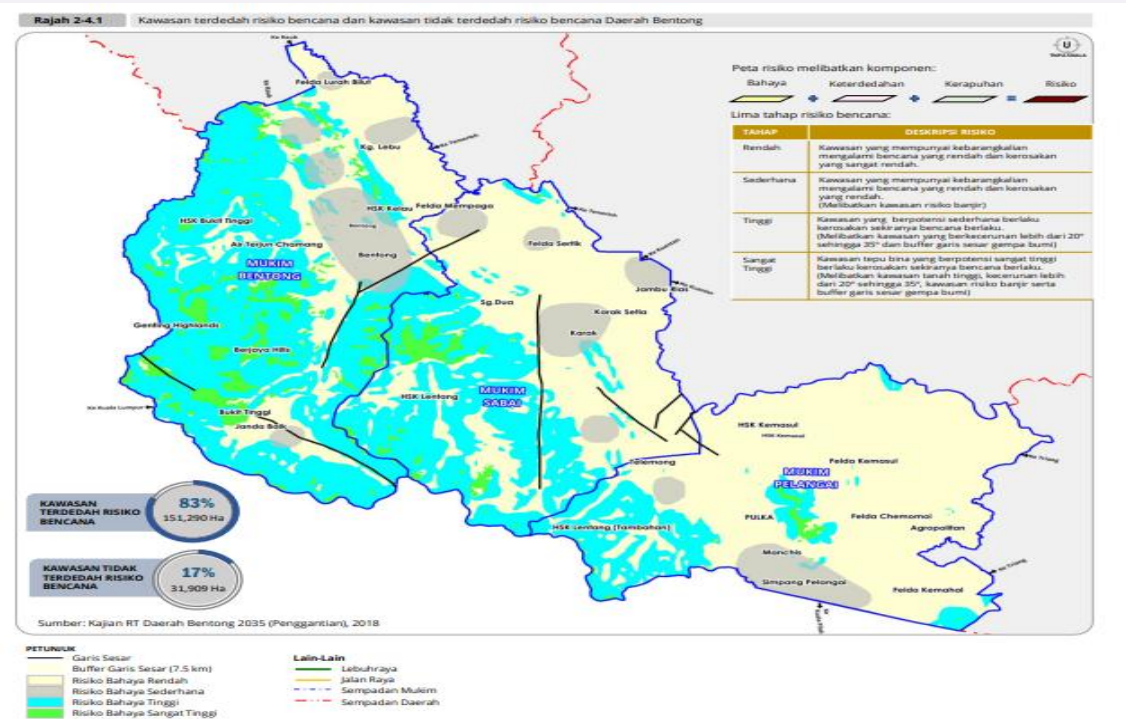
GP Pembangunan dan Pengurusan Di Kawasan Berisiko Bencana Gempa Bumi



Satu garis panduan sebagai rujukan kepada kerajaan negeri, pihak berkuasa tempatan (PBT), agensi pelaksana, pemaju dan perunding perancangan dalam mengenalpasti dan memudahkan cara pembangunan di kawasan berisiko bencana gempa bumi

PLANMalaysia, 2018

Pelan-Pelan Berkaitan Pengurusan Risiko Bencana Gempa Bumi



Sumber: Remote Sensing And Field Survey Analysis Of Active Faults In Tectonically Active Areas In Malaysia, MOSTI 2015

Bagi kawasan-kawasan berisiko bencana gempa bumi, penggunaan peta ini adalah penting untuk menentukan kesesuaian pembangunan sama ada terdapat garis sesar gempa bumi di kawasan cadangan pembangunan.

Bukit Tinggi di Mukim Bentong (Rujuk Rajah 2.30) telah beberapa kali mengalami gegaran walau pun bacaannya kurang dari 4.0 pada skala Richter. Bentuk muka buminya melebihi ketinggian 1,000 meter dengan kecerunan curam melebihi 25 darjah. Faktor geofizikal Bukit Tinggi menunjukkan terdapat aktiviti seismologi kerana terdapat garis sesar di kawasan Bukit Tinggi. Keadaan ini menyebabkan gegaran lemah dapat dirasai di sekitar kawasan Bukit Tinggi sekiranya terdapat gegaran bumi di tempat lain seperti insiden gempa bumi di Ranau, Sabah.

PENGHARGAAN



AHLI TASK FORCE PENGURUSAN RISIKO BENCANA PLANMALAYSIA

Timbalan Ketua

TPr Abdulhan
bin Abd Lamit



Ketua

TPr Dr. Haji Dzul
Khaimi bin Khailani



Penyelaras

TPr Tee Szu Fong



Definisi Umum

Gs Haji Rosli bin Yusop
TPr Salina binti Awang Abdul Rahman



Banjir

TPr Vikneswaren a/l Jeyasivam
TPr Tee Szu Fong
Puan Norasniza binti Hamzah



Hakisan Pantai

Puan Norhasnita binti Hj. Abd Samad
Puan Nor Zaliza binti Mohd Puzi
Encik Muhammad Eddi Effendi
bin Ismail



Kenaikan Aras Laut

TPr Rozuwan bin Ab Llah
Encik Abdullah bin Ab Rahman



Kemarau

Puan Suraya binti Badaruddin
Puan Ruhaizah binti Mohd Rawi



Tanah Runtuh

TPr Dr. Wong Seng Fatt
TPr Ezrein Faizal bin Ahmad
Encik Sharil Nazmi bin Daud



Gempa Bumi dan Tsunami

TPr Any Nuhairah binti Abdul Razak
Encik Azrul bin Osman
TPr Dr. Norlida binti Ismail
Encik Mateen Zayani bin Abu Bakar





PLANMalaysia

Perancangan Melangkaui Kelaziman
Planning : Beyond Conventional

Laman Web : www.planmalaysia.gov.my