

Ancaman Tanah Longsor sebagai salah satu indikator dalam Pembangunan Infrastruktur berkelanjutan

Oleh : I Nengah Sinarta

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Warmadewa, Denpasar

Abstrack

Provinsi Bali merupakan daerah pegunungan dan perbukitan yang meliputi hampir 85 % dari luas seluruh wilayah. Relief Pulau Bali merupakan rantai pegunungan yang memanjang dari barat ke timur. Fenomena tersebut Selama tahun 2012 tercatat ada 221 bencana dengan 8 bencana di seluruh wilayah Bali yang dapat dipantau oleh UPT. Pusdalops PB Provinsi Bali. Intensitas bencana alam memiliki trend naik khususnya pada bencana geologi seperti Tanah Longsor, yang pada intinya disebabkan oleh alih fungsi lahan dan kekuatan geser tanah berkurang akibat kenaikan tekanan air pori di musim hujan.

Kondisi geologi yang sebagian besar berada batuan muda, dengan umur miosen dan sebagian besar berada pada masa kwarter sangat rentan terjadi dinamika geologi destruktif antara lain gempa bumi dengan sumber di darat, di laut (sebelah selatan/subduksi, dan bagian utara/busur belakang yang dapat membangkitkan tsunami), letusan gunungapi (G. Agung dan G. Batur) dan setempat-setempat rentan terjadi gerakan tanah/tanah longsor, yang berpotensi menimbulkan bencana. Perencanaan dan analisis kebencanaan perlu diperhatikan dalam aspek penataan ruang dan bangunan (RTBL) dan harus mendapatkan porsi yang cukup intensif dan serius dalam penyusunan RPP (Rencana Penataan Permukiman), dengan harapan resiko yang terjadi terhadap investasi infrastruktur di kemudian hari dapat di tekan.

Bahaya longsor tanah mengacu pada Peraturan menteri PU No.22/PRT/M/2007 Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 378/KPTS/1987 dengan cara membuat peta kerentanan longsor tanah dan kestabilan lahan yang akan menjadi acuan di dalam pembuatan dan penetapan peraturan daerah mengenai keamanan terhadap longsor, menetapkan, mengawasi dan melaksanakan secara konsisten Undang-Undang (UU) Nomor 24 Tahun 1992 Tentang Penataan Ruang mengamanatkan bahwa penyelenggaraan penataan ruang dilakukan oleh pemerintah dengan peran serta masyarakat, seperti masyarakat hukum adat, masyarakat ulama, masyarakat intelektual.

I. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Rentetan bencana yang melanda negeri ini seakan tak kunjung berhenti, seperti antri menunggu giliran, mulai dari banjir bandang, banjir genangan, angin puting beliung, letusan gunung api, maupun bencana utama gempa dan tsunami yang telah menciptakan teror bagi sebagian warga negeri ini. Ditambah lagi dengan wabah dan kelaparan, serta bencana akibat gagalnya teknologi skala besar, menjadikan kejadian-kejadian bencana di negeri ini semakin lengkap.

Provinsi Bali terdiri dari Pulau Bali dan pulau-pulau kecil lainnya yaitu Nusa Penida, Nusa Lembongan dan Ceningan di wilayah Kabupaten Klungkung, Pulau Serangan di Kota Denpasar, dan Pulau Menjangan di Kabupaten Buleleng, dengan keseluruhan garis pantai ± 529 km. Secara administrasi, Provinsi Bali terbagi menjadi 8 (delapan) Kabupaten dan 1 (satu) Kota yakni Jembrana, Tabanan, Badung, Gianyar, Karangasem, Klungkung, Bangli, Buleleng dan Kota Denpasar yang merupakan ibukota provinsi. Provinsi Bali

terbagi atas lagi atas 56 Kecamatan, 690 Desa/Kelurahan dengan luas keseluruhan adalah 5.632,86 Km² atau sebesar 0,29 persen dari luas kepulauan Indonesia.

Jika dilihat dari luas wilayahnya, Kabupaten Buleleng memiliki luas terbesar 1.365,88 km² atau 24,25 persen dari luas provinsi, diikuti oleh Jembrana 841,80 km² (14,94%), Tabanan seluas 839,33 km² (14,90%) dan Karangasem seluas 839,54 km² (14,90%). Sisanya adalah Badung 418,52 km², Kota Denpasar 123,98 km², Gianyar 368,00 km², Klungkung 315,00 km² dan Bangli 520,81 km² dengan total luas wilayah sekitar 31,00 persen dari luas provinsi.

Provinsi Bali merupakan daerah pegunungan dan perbukitan yang meliputi hampir 85 % dari luas seluruh wilayah. Relief Pulau Bali merupakan rantai pegunungan yang memanjang dari barat ke timur. Di antara pegunungan tersebut terdapat gunung berapi yang masih aktif yaitu Gunung Batur (1.717 m) dan Gunung Agung (3.140 m). Beberapa gunung yang tidak aktif lainnya mencapai ketinggian antara 1.000-2.000 m. Rantai pegunungan yang membentang di sepanjang Pulau Bali menyebabkan wilayah Pulau Bali secara geografis terbagi 2 bagian yang berbeda, yaitu dataran rendah dan landai di wilayah bagian selatan, dan di bagian utara merupakan dataran rendah yang sempit dari kaki perbukitan dan pegunungan.

Ditinjau dari ketinggian lahan, maka Pulau Bali terdiri dari kelompok lahan sebagai berikut:

- lahan dengan ketinggian antara 0-50 meter di atas permukaan laut mempunyai permukaan yang cukup landai meliputi areal seluas 77.321,38 ha;
- lahan dengan ketinggian antara 50-100 meter di atas permukaan laut mempunyai permukaan berombak sampai bergelombang dengan luas 60.620,34 ha;
- lahan dengan ketinggian antara 100-500 meter seluas 211.923,85 ha di dominasi oleh keadaan permukaan bergelombang sampai berbukit;
- lahan dengan ketinggian 500-1.000 meter seluas 145.188,61 ha; dan
- lahan dengan ketinggian melebihi 1.000 m di atas permukaan laut seluas 68.231,90 ha.

Ditinjau dari kemiringan lahannya, maka Pulau Bali sebagian besar terdiri dari lahan dengan kemiringan antara 0-2 % sampai dengan 15-40 %, dan selebihnya adalah lahan dengan kemiringan di atas 40 % yang tergolong curam sampai sangat curam. Dengan kondisi tersebut maka ancaman terhadap resiko bahaya tanah longsor berada di depan mata, agar infrastruktur pembangunan tidak terganggu ataupun rusak akibat bencana tanah longsor yang akan terjadi maka sangat diharapkan pembangunan

infrastruktur wilayah perlu memperhatikan bencana tanah longsor yg mungkin akan terjadi.

1.2. Data dan Informasi Tanah Longsor di Bali

Kejadian longsor baru-baru ini terjadi di Bali pada Selasa Malam, 19 februari 2013 sekitar pukul 18.00 Wita di jalur Denpasar – Singaraja, tepatnya di Desa Gitgit, Kecamatan Sukasada, Buleleng, sempat menutup jalan dan mengakibatkan 2 korban tewas (antara news.com,2013), peristiwa tersebut menutup jalur utama Denpasar-Tabanan-Singaraja, sehingga jalur tersebut harus di tutup beberapa jam, sampai alat berat ekskavator berhasil membersihkan lokasi. Peristiwa longsor tersebut juga sebelumnya pernah terjadi pada jalur yang sama tepatnya pada 12 Maret 2012 (BPBD, Kabupaten Buleleng) tetapi tidak menimbulkan korban jiwa. Kejadian longsor juga terjadi di Kabupaten Karangasem yang terjadi pada 12 juli 2013 (Antara news,2013) pada peristiwa tersebut tidak menimbulkan korban jiwa hanya, 170 keluarga di Dusun Dalem, Desa Duda Timur, Kecamatan Selat, terisolasi akibat jalan yang menghubungkan desa tersebut tertimbun longsor setinggi 30 m.

Kerugian dan ancaman bahaya tanah longsor di Bali tiap tahun mengalami peningkatan akibat dari alih fungsi lahan berupa perubahan tata guna lahan dari daerah hijau resapan menjadi daerah permukiman dan pertanian.

Selama tahun 2012 tercatat ada 221 bencana dengan 8 jenis bencana di seluruh wilayah Bali yang dapat dipantau oleh UPT. Pusdalops PB Provinsi Bali. Adapun data lengkapnya tersaji pada Tabel berikut :

Tabel 1. Jenis Bencana yang Terjadi di Bali Th. 2012

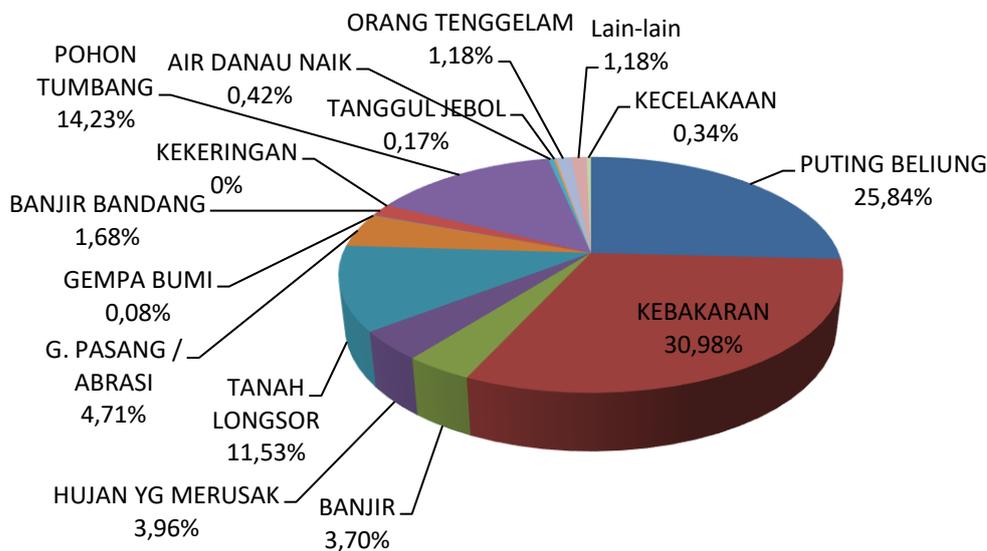
NO	JENIS BENCANA	JUMLAH	PERSENTASE
1	PUTING BELIUNG	307	25,84
2	KEBAKARAN	368	30,98
3	BANJIR	44	3,70
4	HUJAN YG MERUSAK	47	3,96
5	TANAH LONGSOR	137	11,53
6	G. PASANG / ABRASI	56	4,71
7	GEMPA BUMI	1	0,08
8	BANJIR BANDANG	20	1,68
9	KEKERINGAN	0	0,00
10	POHON TUMBANG	169	14,23
11	AIR DANAU NAIK	5	0,42
12	TANGGUL JEBOL	2	0,17
13	ORANG TENGGELAM	14	1,18

14	Lain-lain	14	1,18
15	KECELAKAAN	4	0,34
	JUMLAH	1188	100

(Pusdalop BPBD Prov.Bali,2012)

Berdasarkan Tabel di atas pada Tahun 2012 telah terjadi 15 jenis bencana dengan total 1188 kejadian bencana dengan rincian sesuai tabel diatas. Kebakaran merupakan kejadian bencana yang paling banyak terjadi mencapai 368 kali atau 30,98% dari seluruh kejadian bencana, disusul Puting Beliung 307 kali (25,84%), Pohon Tumbang 169 kali (14,23%), Tanah Longsor 137 kali (11,53%), dan G.Pasang/Abras 56 Kali (4,71). Bencana yang jarang terjadi yaitu gempa bumi dan kekeringan.

Kejadian bencana berdasarkan prosentase tersaji pada Grafik berikut :



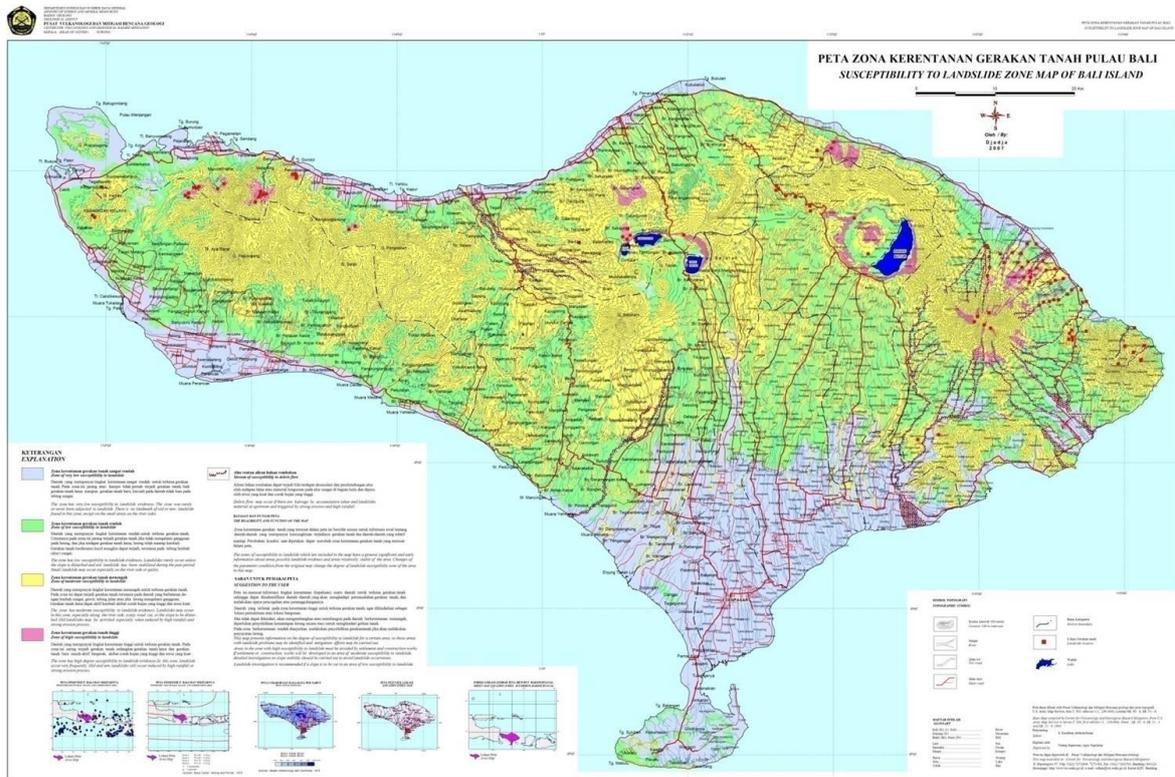
Gambar. 1
Prosentase Kejadian Bencana di Bali Th. 2012
(Pusdalops provinsi Bali,2012)

II. Kerentanan bahaya longsor dan Kondisi Geologi Pulau Bali

2.1 Kerentanan bahaya longsor

Semakin meningkatnya frekuensi dan ragam kejadian bencana serta kompleksitas permasalahan yang ditimbulkannya, menuntut semakin kuatnya integrasi multibencana kedalam tata ruang yang bisa memberikan pertimbangan khusus terhadap kerentanan suatu wilayah serta dapat memetakan secara spesifik agar pemanfaatan ruang bisa menyesuaikan dengan kondisi ancaman yang ada khusus untuk kejadian tanah

longsor. Kondisi Bali yang banyak memiliki daerah bukit dan pegunungan seperti di kabupaten Gianyar, Badung, Bangli, Klungkung, Karangasem, Buleleng dan Jembrana rawan akan terjadinya tanah longsor. Daerah rawan gerakan tanah di Bali dapat dilihat pada peta berikut :

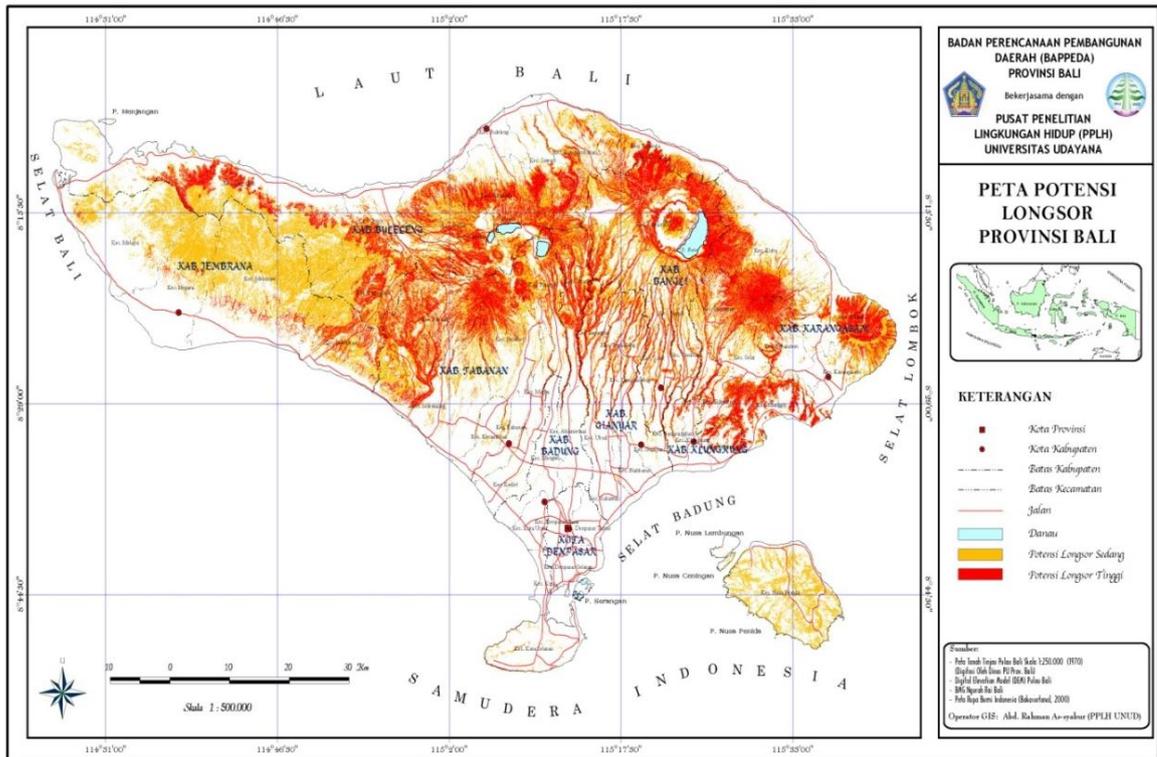


Gambar 2. Peta Kerentanan Gerakan Tanah Pulau Bali

Tabel 2. Penyebaran Kejadian Tanah Longsor Th. 2012

NO	KAB/KOTA	JUMLAH	PERSENTASE (%)
1	BADUNG	15	10,95
2	BANGLI	23	16,79
3	BULELENG	50	36,50
4	DENPASAR	1	0,73
5	GIANYAR	11	8,03
6	JEMBRANA	2	1,46
7	KARANGASEM	7	5,11
8	KLUNGKUNG	3	2,19
9	TABANAN	25	18,25
	JUMLAH	137	100

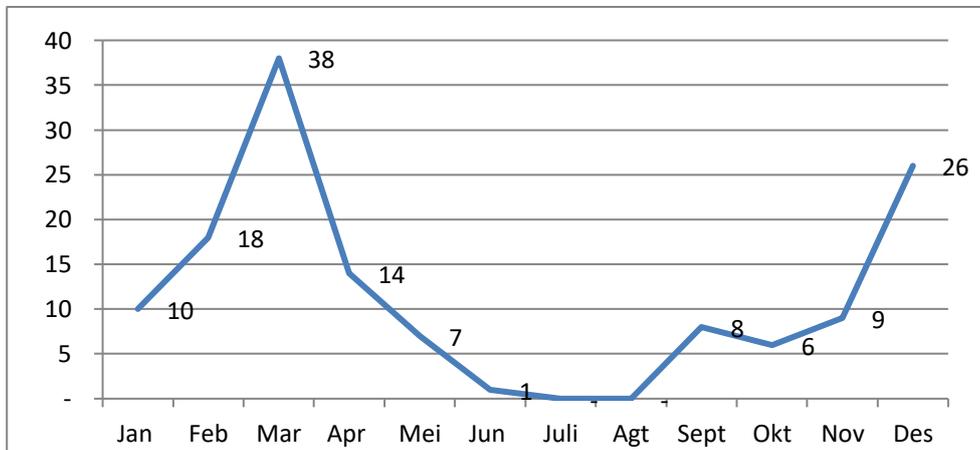
(Pusdalop BPBD Prov.Bali,2012)



Gambar 3. Peta Potensi Longsor Provinsi Bali

Berdasarkan Gambar 3 dan Tabel 2, kejadian tanah longsor terbanyak berada di kabupaten Buleleng 50 kali (36,50%), terendah di Kota Denpasar 1 kali (0,73%). Tanah longsor juga terjadi di Kabupaten Badung 15 kali (10,95%), Kabupaten Tabanan 25 kali (18,25%), Kabupaten Gianyar 11 kali (8,03%), Kabupaten Bangli 23 kali (16,79%), Kabupaten Jembrana 2 kali (1,46%), Kabupaten Karangasem 7 kali (5,11%) dan Kabupaten Klungkung 3 kali (2,19%). Kejadian tanah longsor di kabupaten Buleleng terbanyak di daerah kecamatan Sukasada.

Intensitas tanah longsor dapat dilihat pada grafik berikut :

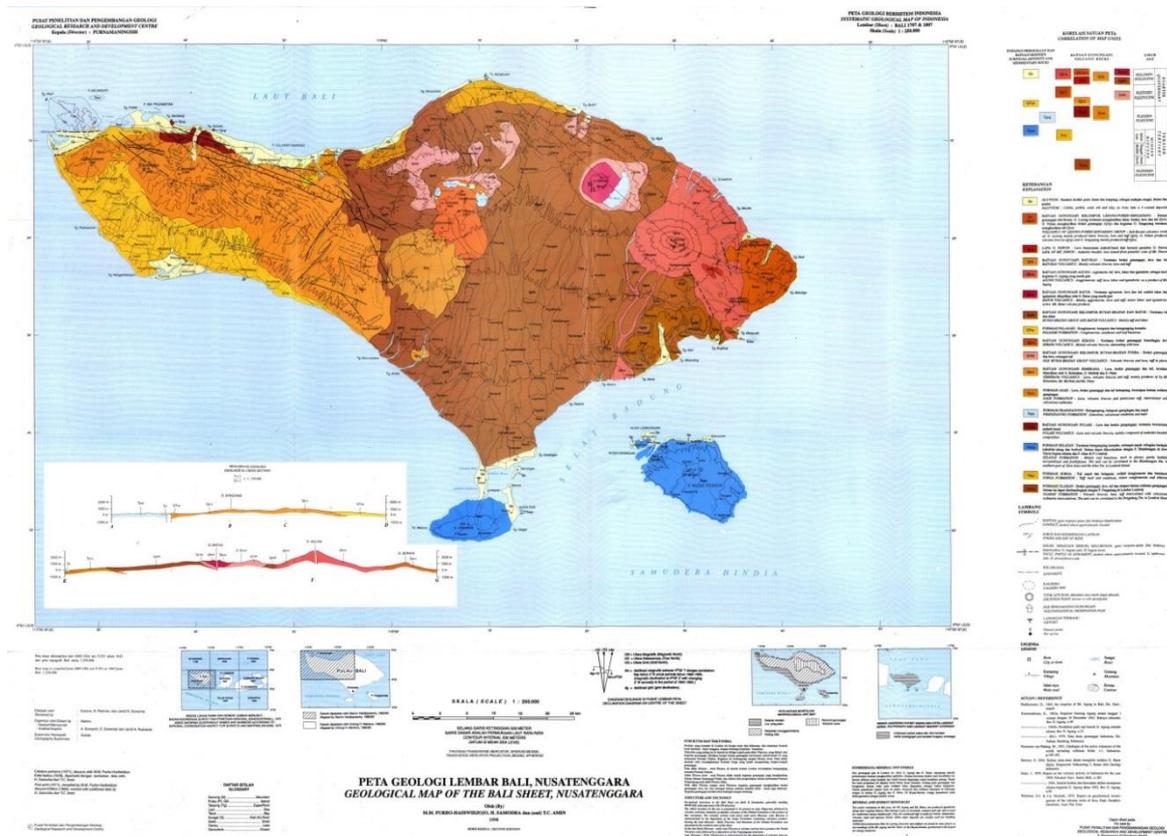


Gambar 4. Intensitas Tanah Longsor Th. 2012

Gambar 4 menggambarkan bahwa tanah longsor hampir terjadi setiap bulan dan kecenderungannya akan meningkat seiring tingginya curah hujan di daerah perbukitan. Berdasarkan data yang terkumpul, pada tahun 2012 tidak ada kejadian tanah longsor yang disebabkan oleh gempa bumi.

Integrasi multi bencana secara lebih spesifik akan dijelaskan dalam kajian bencana geologis. Yaitu dalam bentuk konsep perencanaan tata ruang wilayah berbasis mitigasi bencana geologi. Diawali dengan mengkaji kondisi geologinya, baik yang berkaitan dengan potensi sumber daya maupun sumber bencana kondisi geologinya. Selanjutnya adalah penetapan tata guna lahan yang didasarkan atas pertimbangan potensi sumber daya geologi dan kerentanan terhadap bencana geologinya. Hasil dari penetapan lahan kemudian dipakai sebagai masukan dalam proses perencanaan tata ruang wilayah.

2.2 Kondisi Geologi Pulau Bali



Gambar 5. Peta Geologi Pulau Bali (PusLitbang Geologi,2013)

Sebaran formasi geologi yang terdapat di Provinsi Bali adalah sebagai berikut :

- ❖ *Kwarter*, penyebarannya meliputi Pulau Bali bagian selatan, bagian utara dan bagian tengah, formasi ini terbentuk dari :
 - tufa dan endapan lahar Buyan, Bratan dan Batur;
 - batuan gunung api dari Gunung Batukaru dan Gunung Batur;
 - batuan gunung api dari kerucut-kerucut subresen; dan
 - endapan alluvium.
- ❖ *Kwarter bawah*, penyebarannya meliputi Pulau Bali bagian barat. Formasi ini terdiri dari :
 - batuan Gunung Api Jembrana : lava dan breksi;
 - formasi Palasari Konglomerat : batupasir, batugamping terumbu;
 - formasi sorga : tufa, napal dan batupasir;
 - batuan Gunung Api Seraya; dan
 - endapan alluvium.
- ❖ *Pliosen*, terdapat di sepanjang pantai utara dari Temukus sampai Tanjung Pulaki, dan sebagian daerah Buleleng bagian timur. Formasi ini meliputi:
 - formasi Prapat Agung yang terdiri dari batugamping, batupasir gampingan dan napal;
 - batuan Gunung Api Pulaki : lava dan breksi; dan
 - formasi Asah yang terdiri dari lava, breksi, tufa, batuapung dengan isian rekahan yang bersifat gampingan.
- ❖ *Miosin*, dibedakan atas dua formasi yaitu formasi selatan terutama batu gamping yang terdapat di Bukit Peninsula dan Nusa Penida, dan formasi Ulakan terdiri dari breksi gunung api lava dengan sisipan batu gamping.

Dalam Surono, 2012 struktur geologi mencakup :

- Sebagian besar P. Bali disusun oleh litologi batuan vulkanik klastik berumur Kwartar
- bagian utara P. Bali telah terdeformasi kuat, ditandai dengan banyaknya struktur geologi baik berupa sesar maupun lipatan
- Di utara P. Bali membentang *Flores Thrust* dan di selatan P. Bali terdapat zona subduksi yang merupakan sumber gempa bumi

Kondisi geologi regional Bali dimulai dengan adanya kegiatan di lautan selama kala Miosen Bawah yang menghasilkan batuan lava bantal dan breksi yang disisipi oleh batu

gamping. Di bagian selatan terjadi pengendapan oleh batu gamping yang kemudian membentuk Formasi Selatan. Secara geologi pulau bali masih muda, batuan tertua berumur miosen. Secara garis besar batuan di Bali dapat dibedakan menjadi beberapa satuan yaitu:

1. Formasi Ulakan
2. Formasi Selatan
3. Formasi Batuan Gunungapi Pulaki
4. Formasi Prapatagung
5. Formasi Asah
6. Formasi batuan gunungapi kuarter bawah

Kondisi geologi Pulau bali masih muda, dimana pulau bali merupakan bentukan kejadian vulkanik, menyebabkan potensi bencana geologi relatif tinggi akibat aktifnya gerakan tanah. Informasi yang berkaitan dengan keberadaan suatu potensi bencana geologis tidak pernah dipublikasikan secara terbuka kepada masyarakat atau apabila dipublikasikan tidak pernah sampai diketahui oleh para pembuat keputusan. Padahal suatu keputusan akan bermanfaat bagi masyarakat apabila didasarkan atas data dan informasi yang lengkap, akurat dan dalam bentuk yang mudah dipahami. Mengacu pada UU no 26 tahun 2007, pasal 5 ayat 2, dijelaskan bahwa penataan ruang harus memasukkan kawasan rawan bencana, Pada dasarnya Tata Ruang adalah salah satu bentuk kebijaksanaan pemerintah dalam pengembangan wilayah/kota yang mencakup 3 proses utama; perencanaan tata ruang, pemanfaatan ruang dan pengendalian pemanfaatan ruang pasal 1 (5) UU No 26/2007). Fungsinya menciptakan ruang wilayah yang aman, nyaman, produktif, dan berkelanjutan. Begitu strategisnya fungsi penataan ruang, tidak aneh kalau banyak oknum yang banyak ingin intervensi terhadap penyusunan tata ruang mengingat peluang yang diberikan, tujuan dan fungsi dari tata ruang.

Kemudian dalam penyusunan rencana tata ruang wilayah, strategi penataan ruang harus didasarkan kepada arahan yang jelas dan terarah dalam menetapkan kawasan rawan bencana, kawasan budidaya (permukiman, perdagangan, pusat pemerintahan, pertanian, perkebunan, dll) berbasis bencana geologi, pengembangan *buffer zone* di kawasan rawan bencana geologi serta pengembangan infrastruktur yang mendukungnya. Hal ini juga perlu disertai dengan pedoman pelaksanaan pemberdayaan masyarakat

dengan tujuan agar masyarakat selalu siap dan waspada apabila sewaktu-waktu terjadi bencana, khususnya bencana geologis berupa tanah longsor.

Program penataan ruang kawasan perbukitan harus mempertimbangkan:

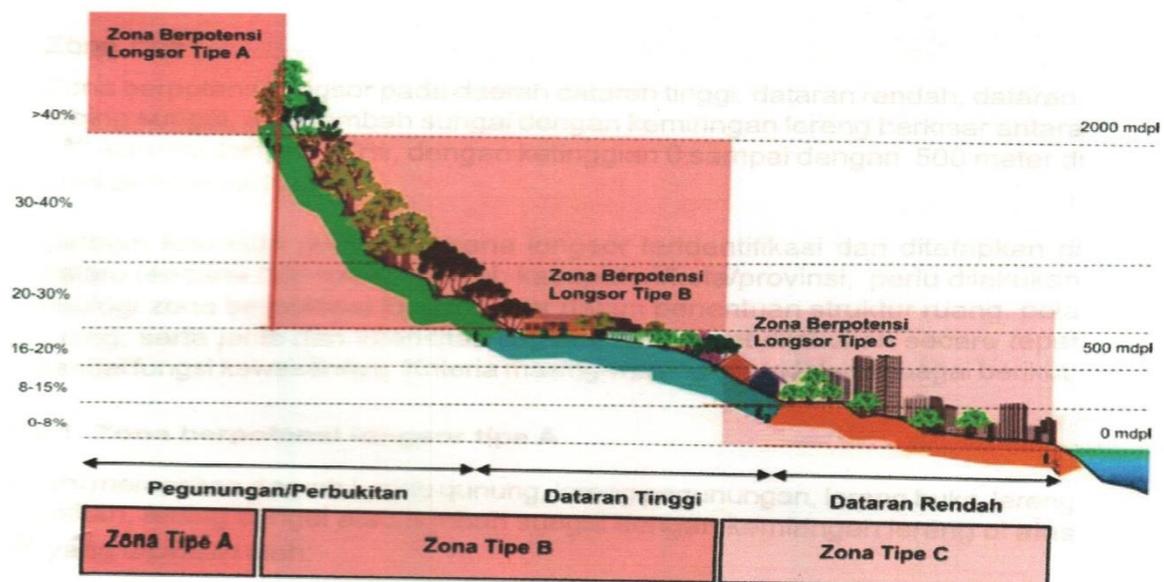
- Menetapkan peruntukan ruang wilayah yang mempunyai tingkat kerentanan terhadap gempa bumi dan longsor tanah serta peruntukan ruang untuk keperluan berbagai fungsi ruang termasuk infrastruktur yang memadai yang berguna terutama dalam proses evakuasi dan tindakan penyelamatan apabila terjadi bencana geologi.
- Mendeliniasi wilayah rentan terhadap bahaya geologi dengan cara membuat peta zonasi rentan bencana geologi yang akan menjadi acuan dalam pembuatan dan penetapan peraturan daerah mengenai kode bangunan, melaksanakan dan menetapkan wilayah rentan terhadap bahaya longsor tanah dengan cara membuat peta kerentanan longsor tanah dan kestabilan lahan yang akan menjadi acuan di dalam pembuatan dan penetapan peraturan daerah mengenai keamanan terhadap longsor, menetapkan, mengawasi dan melaksanakan secara konsisten dan konsekuen semua peraturan yang berkaitan dengan kode bangunan terhadap bahaya longsor tanah.

Perencanaan dan analisis kebencanaan yang memperhatikan aspek penataan ruang dan bangunan (RTBL) perlu dan harus mendapatkan porsi yang cukup intensif dan serius dalam penyusunan RPP (Rencana Penataan Permukiman), dengan harapan resiko yang terjadi terhadap investasi infrastruktur di kemudian hari dapat di tekan, selanjutnya dilaksanakan implementasi dan sosialisasi terhadap masyarakat untuk memahami dan terlibat langsung dalam merencanakan serta melaksanakan penataan lingkungan sendiri menuju permukiman yang lebih baik, sehat dan responsif terhadap bencana, khususnya bencana tanah longsor.

III. Pendekatan Pembangunan Infrastruktur di Bali

Berdasarkan situasi alam dengan meningkatkannya jumlah bencana geologi di Bali maka diperlukan pemeliharaan, pengawasan dan pembangunan infrastruktur yang efektif dan efisien sebab Infrastruktur memegang peranan penting dan vital dalam mendukung ekonomi, sosial – budaya, kesatuan dan persatuan terutama sebagai modal sosial masyarakat dalam memfasilitasi interaksi dan komunikasi di antara kelompok masyarakat serta mengikat dan menghubungkan antar daerah yang ada di Indonesia. Kawasan rawan

bencana longsor dibedakan atas zona-zona berdasarkan karakter dan kondisi fisik alaminya sehingga pada setiap zona akan berbeda dalam penentuan struktur ruang dan pola ruangnya serta jenis dan intensitas kegiatan yang dibolehkan, dibolehkan dengan persyaratan, atau yang dilarang (Permen PU No.22/PRT/M/2007), Zonasi diperlihatkan dalam gambar 6 di bawah ini:



Gambar 6. Tipologi zona potensi longsor berdasarkan kajian Hidrogeomorologi, Berdasarkan gambar di atas zona terbagi atas:

a. Zona Tipe A

Zona berpotensi longsor pada daerah lereng gunung, lereng pegunungan, lereng bukit, lereng perbukitan, dan tebing sungai dengan kemiringan lereng lebih dari 40%, dengan ketinggian di atas 2000 meter di atas permukaan laut.

b. Zona Tipe B

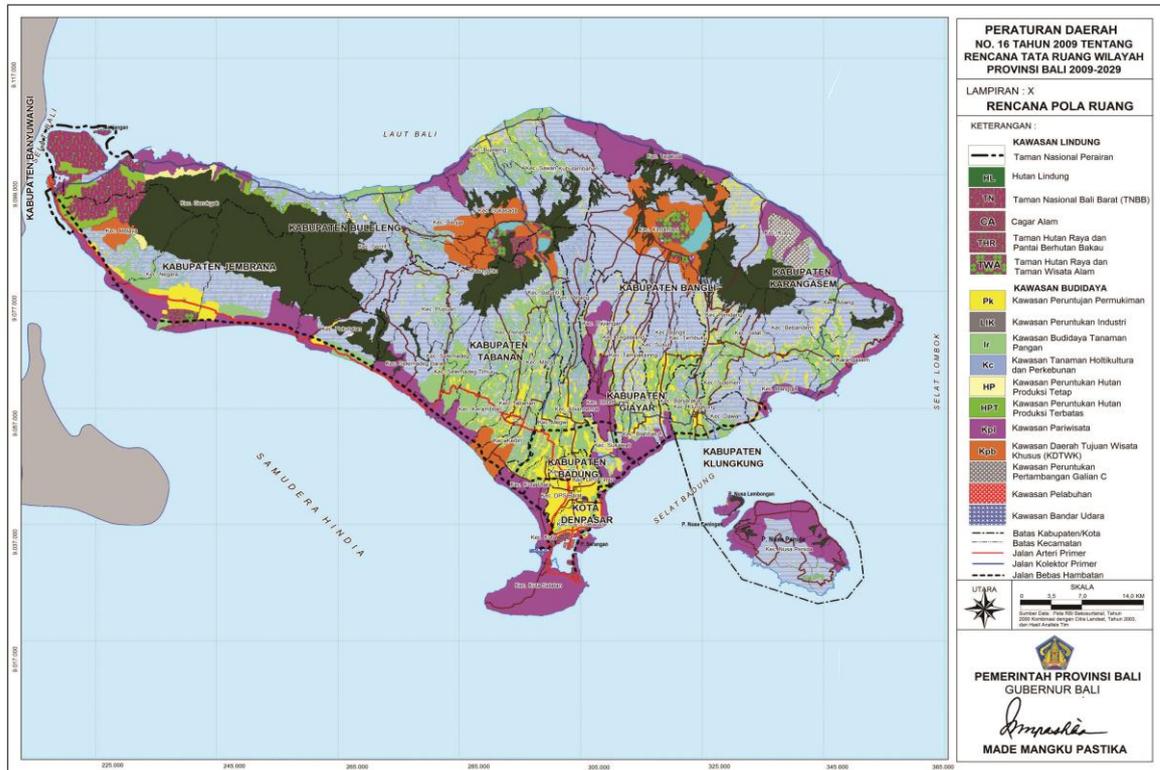
Zona berpotensi longsor pada daerah kaki gunung kaki pegunungan, lereng bukit, kaki perbukitan dan tebing sungai dengan kemiringan lereng berkisar antara 21% - 40%, dengan ketinggian 500 meter – 2000 meter di atas permukaan laut.

c. Zona Tipe C

Zona berpotensi longsor pada daerah dataran tinggi, dataran rendah, dataran, tebing sungai, atau lembah sungai dengan kemiringan lereng berkisar antara 0 % - 20 %, dengan ketinggian 0 samapi dengan 500 meter di atas permukaan laut.

Dalam Penataan ruang kawasan bencana longsor digunakan dua pendekatan yaitu : rekayasa dan dan pendekatan penataan ruang (Permen PU No.22/PRT/M/2007) di mana pendekatan Rekayasa adalah :

1. Rekayasa geologi yaitu melalui kegiatan pengamatan yang berkaitan dengan struktur, jenis batuan, geomorologi, topografi, geohidrologi dan sejarah hidrologi yang dilengkapi kajian geologi (SNI 03-1962-1990)
2. Rekayasa Teknik Sipil yaitu melalui kegiatan perhitungan kemantapan lereng dengan hampiran mekanika tanah/batuan dan kemungkinan suatu lereng akan bergerak di masa yang akan datang.



Gambar 7. Recana Pola Ruang RTRW Prov. Bali (Perda No.16 Thn 2009)

Berdasarkan data yang terhimpun di Pusdalop BPBD Prov. Bali dan BPBD Kabupaten Buleleng, kabupaten ini memiliki kerentanan yang tinggi terhadap bahaya tanah longsor, maka kajian perencanaan tata ruang dan wilayah kawasan rawan bencana tanah longsor. Kerentanan terjadi akibat kondisi tanah di area permukiman yang mudah longsor, kemudian terdapat pemanfaatan lahan yang kurang tepat di daerah rawan tanah longsor. Selain itu pemerintah kabupaten belum dapat menerapkan kebijakan tata ruang yang optimal sebagai upaya minimalisasi risiko yang mungkin timbul dari bencana longsor yang mungkin timbul. Sedangkan kajian ini diperlukan sebagai masukan untuk penyusunan tata ruang dalam kawasan tanah longsor.

Secara lebih rinci tujuan kajian secara komprehensif adalah sebagai berikut :

1. Mengimplementasikan perencanaan tata ruang kawasan rawan bencana longsor menurut permen PU nomor 22/PRT/M/2007
2. Memberikan acuan dan panduan pengembangan kawasan untuk lokasi-lokasi rawan bencana berdasarkan tingkat risikonya.

Untuk analisis terhadap kajian di atas dengan menggunakan pedoman permen PU tersebut, modifikasi berdasarkan kondisi lapangan.

Berikut adalah uraian kajian yang dimaksud :

Terdapat 2 aspek kajian, pertama aspek fisik alami dan dan aspek aktifitas manusia.

1. Aspek fisik alami ditunjukkan dengan (melalui) 7 indikator di antaranya, kemiringan lereng, kondisi tanah, kerapatan struktur, curah hujan, tata air lereng, kegempaan, dan vegetasi.
2. Aspek aktifitas manusia meliputi, pola tanam, penggalian dan pemotongan lereng, perعتakan kolam, drainase, pembangunan konstruksi, kepadatan penduduk, usaha mitigasi.

Pendekatan ke masyarakat sangat penting dilaksanakan berupa wawancara untuk menilai tingkat kapasitas dan pola aspirasi pemangku kebijakan dalam memahami risiko bencana, seperti sosialisasi, tahap pra-bencana, tanggap darurat, pascabencana, peran serta masyarakat dalam penataan ruang dll.

Berdasarkan hasil penilaian risiko dan data yang terekam di Pusdalop PB Prov. Bali, teridentifikasi bahwa di Kabupaten Buleleng memiliki resiko bencana yang tinggi, akibat pengaruh aspek fisik alami lebih dominan kontribusinya terhadap terjadinya longsor dibandingkan dengan aspek aktifitas manusia. Penilaian peta risiko bencana longsor di Buleleng yang tinggi diperlukan pola pemanfaatan ruang yang aman dan nyaman. Adapun yang menjadi tekanan yang perlu diperhatikan adalah struktur ruang terutama pada penempatan fasilitas umum, seperti SUTET & Jaringan Jalan. Selain itu rekomendasikan juga untuk *me-review* perizinan pemanfaatan ruang untuk kegiatan perkebunan. Selain itu diperlukan kebijakan dan strategi pengelolaan kawasan rawan bencana longsor, berupa peraturan-peraturan pendukung, perijinan dan pemberian insentif dan disinsentif.

IV.Rekayasa Teknik

Rekayasa Teknik memuat uraian terkait dengan langkah tindak untuk mendukung pengendalian pemanfaatan ruang secara optimal, dengan memasukkan terapan teknologi yang sesuai untuk wilayah masing-masing. Penerapan Peraturan menteri no.22/PRT/M/2007 tentang pedoman penataan ruang kawasan rawan bencana tanah

longsor , bentuk rekayasa teknik berupa analisa tingkat kerentanan dan ancaman bahaya tanah longsor, analisa-analisa geoteknik dan sistem penanggulangannya. Pedoman maupun Petunjuk Teknis, secara khusus pada Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 378/KPTS/1987 Lampiran Nomor 1 tentang Petunjuk Perencanaan Penanggulangan Longsoran.

Sehubungan dengan arahan pemanfaatan yang telah ditetapkan sebelumnya, secara umum rekayasa teknik yang disampaikan meliputi beberapa aspek sebagai berikut:

- a) Penyelidikan geologi teknik, analisis kestabilan lereng, dan daya dukung tanah. Dengan pelaksanaan kegiatan ini, lebih lanjut zona-zona kritis dalam kawasan tersebut serta daya dukung kawasan dapat diketahui, sehingga upaya antisipasi resiko dalam pemanfaatan ruang pada kawasan tersebut dapat dilakukan. Terkait dengan analisis kestabilan lereng yang akan dimanfaatkan sebagai kawasan budidaya, perlu dimasukkan Faktor Keamanan, seperti yang disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3. Faktor Keamanan Minimum Kemantapan Lereng
(KepMen PU. No.378/KPTS/1987)**

Resiko *)	Kondisi Beban	Parameter Kuat Geser **)			
		Maksimum		Sisa	
		Teliti	Kurang teliti	Teliti	Kurang Teliti
Tinggi	Dengan Gempa	1,5	1,75	1,35	1,50
	Tanpa Gempa	1,8	2,00	1,60	1,80
Menengah	Dengan Gempa	1,3	1,60	1,30	1,40
	Tanpa Gempa	1,5	1,80	1,35	1,50
Rendah	Dengan Gempa	1,1	1,35	1,00	1,10
	Tanpa Gempa	1,25	1,40	1,10	1,20

Keterangan:

- *) • Resiko tinggi bila ada konsekuensi terhadap manusia cukup besar (ada permukiman), dan atau bangunan sangat mahal, dan atau sangat penting
- Resiko menengah bila ada konsekuensi terhadap manusia tetapi sedikit (bukan permukiman), dan atau bangunan tidak begitu mahal, dan atau tidak begitu penting
- Resiko rendah bila tidak ada konsekuensi terhadap manusia dan terhadap bangunan (sangat murah).
- **) • Kekuatan geser maksimum adalah harga puncak dan dipakai apabila massa tanah/batuan yang berpotensi longsor **tidak** mempunyai bidang diskontinuitas (perlapisan, retakan/rekahan, sesar dan sebagainya), dan **belum** pernah mengalami gerakan;
- Kekuatan Geser Residual (Sisa) digunakan apabila
 - Massa tanah/batuan yang potensial bergerak mempunyai bidang diskontinuitas, dan atau
 - Pernah bergerak, walau tidak mempunyai bidang diskontinuitas

b) Diterapkan sistem drainase yang tepat pada lereng. Tujuan dari pengaturan sistem drainase adalah untuk menghindari air hujan banyak meresap masuk dan terkumpul pada lereng yang rawan longsor. Dengan demikian perlu dibuat drainase permukaan yang mengalirkan air limpasan hujan menjauh dari lereng rawan bencana longsor, dan drainase bawah permukaan yang berfungsi untuk menguras atau mengalirkan air hujan yang meresap masuk ke lereng.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan, terkait dengan sistem drainase lereng adalah:

- Jika terjadi rembesan-rembesan pada lereng, berarti air dalam tanah pada lereng sudah berkembang tekanannya. Untuk kasus ini disarankan agar segera dibuat saluran/sistem drainase bawah tanah, yaitu dengan menggunakan pipa/bambu/paralon, untuk menguras atau mengurangi tekanan air. Langkah ini hanya efektif dilakukan pada lereng yang tersusun oleh tanah gembur, dan jangan dilakukan pada saat hujan atau sehari setelah hujan, karena sangat mungkin gerakan massa tanah (longsoran) dapat terjadi dan membahayakan keselamatan pekerja.
- Jika telah muncul retakan-retakan tanah berbentuk lengkung agak memanjang (berbentuk tapal kuda), maka retakan tersebut harus segera disumbat dengan material kedap air, atau lempung yang tidak mudah mengembang apabila kena air. Hal ini dilakukan untuk menghindari air permukaan (air hujan) lebih banyak masuk meresap ke dalam lereng melalui retakan tersebut. Munculnya retakan menunjukkan bahwa tanah pada lereng sudah mulai bergerak karena terdorong oleh peningkatan tekanan air di dalam pori-pori tanah pada lereng. Dengan disumbatnya retakan atau terhalangnya air meresap ke dalam tanah lereng, maka peningkatan tekanan air di dalam pori-pori tanah dapat diminimalkan.
- Pengaturan sistem drainase sangat vital, terutama untuk lereng yang di dalamnya terdapat lapisan batu lempung yang sensitif untuk mengembang apabila jenuh air, misalnya batu lempung jenis montmorillonite. Pada saat kering batu lempung ini bersifat kompak, bersisik dan retak-retak, namun apabila dalam kondisi jenuh, air batulempung akan berubah plastis, sehingga kehilangan kekuatannya.

c) Diterapkan sistem perkuatan lereng untuk menambah gaya penahan gerakan tanah pada lereng. Perkuatan kestabilan lereng dapat dilakukan, dengan menggunakan salah satu atau kombinasi dari beberapa konstruksi berikut ini:

- Tembok/Dinding Penahan
- Angkor
- Paku Batuan (Rock Bolt)
- Tiang Pancang
- Jaring Kawat Penahan Jatuhan Batuan
- Shotcrete
- Bronjong.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan adalah:

- Penambat berupa tembok penahan atau tiang pancang harus dipancangkan hingga menembus batuan/tanah yang stabil. Hal ini berarti harus dilakukan penyelidikan lereng terlebih dahulu untuk mengetahui kedalaman bidang gelincir. Pembuatan saluran drainase permukaan dan bawah permukaan tetap diperlukan, meskipun lereng telah diberi tembok penahan.
- Pemasangan peralatan akan menjadi kurang efektif apabila drainase atau tata air pada permukaan dan di dalam lereng, tidak dapat terkontrol. Tanpa sistem drainase yang tepat, upaya penanggulangan yang dilakukan identik dengan melawan alam, yang umumnya hanya bertahan sesaat dan kurang efektif untuk penyelenggaraan jangka panjang.

d) Meminimalkan pembebanan pada lereng.

Penetapan batas beban yang dapat diterapkan dengan aman pada lereng perlu dilakukan dengan menyelidiki struktur tanah/batuan pada lereng, sifat-sifat keteknikan, serta melakukan analisis kestabilan lereng dan daya dukung. Pembebanan pada lereng yang lebih curam dari 40° ($>80\%$) dapat meningkatkan gaya penggerak pada lereng, meskipun pembebanan juga dapat berperan menambah gaya penahan gerakan pada lereng yang lebih landai dari 40° ($<80\%$). Perlu dihindari bangunan konstruksi dengan beban $> 2 \text{ ton/ft}^2$, kecuali dilengkapi dengan teknologi perkuatan lereng dan pengendalian sistem drainase lereng

e) Memperkecil kemiringan lereng. Upaya memperkecil kemiringan lereng dilakukan untuk meminimalkan pengaruh gaya-gaya penggerak dan sekaligus meningkatkan pengaruh gaya penahan gerakan pada lereng. Besarnya kemiringan lereng yang disarankan untuk peruntukan budidaya tertentu, disajikan pada Tabel 4

Tabel 4 Persyaratan Kemiringan Lereng Untuk Berbagai Peruntukan Budidaya (Marsh, W.M., 1991)

Peruntukan Budidaya	Kemiringan Lereng Maksimum	Kemiringan Lereng Minimum	Kemiringan Optimum
Perumahan/Permukiman	20-25%	0%	2%
Tempat Bermain	2-3%	0,05%	1%
Septic Drainfield	15%	0%	0,05%
Transportasi/Jalan:	12%	-	1%
a. Kecepatan 20 mil/jam	10%		
b. Kecepatan 30 mil/jam	8%		
c. Kecepatan 40 mil/jam	7%		
d. Kecepatan 50 mil/jam	5%		
e. Kecepatan 60 mil/jam	4%		
f. Kecepatan 70 mil/jam			
Area Parkir	3%	0,05%	1%
Industri	3-4%	0%	2%

- f) Perlu diterapkan sistem terasering dan drainase yang tepat pada lereng

Pengaturan sistem terasering bertujuan untuk melandaikan lereng, sedangkan sistem drainase berfungsi untuk mengontrol air agar tidak membuat jenuh massar tanah pada lereng. Hal ini mengingat kondisi air yang berlebihan pada lereng akan mengakibatkan peningkatan bobot massa pada lereng, atau tekanan air pori yang dapat memicu terjadinya longsor.

Sistem drainase dapat berupa drainase permukaan untuk mengalirkan air limpasan hujan menjauhi lereng, dan drainase bawah permukaan untuk mengurangi kenaikan tekanan air pori dalam tanah.

- g) Mengosongkan lereng dari kegiatan manusia

Apabila gejala awal terjadinya gerakan tanah/longsor telah muncul, terutama pada saat hujan lebat atau hujan tidak lebat tetapi berlangsung terus menerus mulai pagi hingga siang dan sore/malam, segera kosongkan lereng dari kegiatan manusia. Meskipun hujan telah reda, selama satu atau dua hari, jangan kembali terlebih dahulu ke lereng yang sudah mulai menunjukkan gejala akan longsor

V. Kesimpulan

1. Wilayah Provinsi Bali berdasarkan kondisi geologi berada kondisi batuan muda, dengan umur miosen dan sebagian besar berada pada masa kwarter sangat rentan terjadi dinamika geologi destruktif antara lain gempa bumi dengan sumber di darat, di laut (sebelah selatan/subduksi, dan bagian utara/busur belakang yang dapat membangkitkan tsunami), letusan gunungapi (G. Agung dan G. Batur) dan setempat-setempat rentan terjadi gerakan tanah/tanah longsor, yang berpotensi menimbulkan bencana. Perlu pedoman yang menetapkan peruntukan ruang wilayah yang mempunyai tingkat kerentanan terhadap gempa bumi dan longsor tanah serta peruntukan ruang untuk keperluan berbagai fungsi ruang termasuk infrastruktur yang memadai yang berguna terutama dalam proses evakuasi dan tindakan penyelamatan apabila terjadi bencana geologi.
2. Mendeliniasi wilayah rentan terhadap bahaya geologi dengan cara membuat peta zonasi rentan bencana geologi yang akan menjadi acuan dalam pembuatan dan penetapan peraturan daerah mengenai kode bangunan, melaksanakan dan menetapkan wilayah rentan terhadap bahaya longsor tanah dengan cara membuat peta kerentanan longsor tanah dan kestabilan lahan yang akan menjadi acuan di dalam pembuatan dan penetapan peraturan daerah mengenai keamanan terhadap longsor, menetapkan, mengawasi dan melaksanakan secara konsisten Undang-Undang (UU) Nomor 24 Tahun 1992 Tentang Penataan Ruang mengamanatkan bahwa penyelenggaraan penataan ruang dilakukan oleh pemerintah dengan peran serta masyarakat, seperti masyarakat hukum adat, masyarakat ulama, masyarakat intelektual.
3. Dalam penyelenggaraan penataan ruang, pelaksanaan hak dan kewajiban, serta peran serta masyarakat sangat diperlukan untuk memperbaiki mutu perencanaan, membantu terwujudnya pemanfaatan ruang sesuai dengan rencana tata ruang yang telah ditetapkan, serta mentaati keputusan-keputusan dalam rangka penertiban pemanfaatan ruang.
4. Masih banyak dijumpai permukiman dan aktivitas penduduk, bangunan vital dan strategis , serta bangunan lainnya yang mengundang konsentrasi banyak penduduk di wilayah rentan terjadi dinamika geologi destruktif, maka wilayah Indonesia beresiko tinggi terjadi bencana geologi.
5. Penataan ruang dan wilayah di Indonesia sebagian besar belum secara optimal memperhatikan parameter kebencanaan geologi seperti yang diamanatkan oleh

UU 26 Tahun 2007 (mudah2an Pemda Bali telah menjalankan amant UU 26, Thun 2007).

6. Perlunya pendidikan dini tentang kebencanaan dengan cara memasukkan materi kebencanaan sebagai bagian dari kurikulum pendidikan.
7. Upaya mitigasi kebencanaan hendaknya difokuskan pemahaman manusia terhadap lingkungannya (menggali kearifan lokal) sehingga terjadi harmoni (secara holistik) antara manusia dan ancaman bencana.

Daftar Pustaka

- Abramson, L., Lee, T., Sharma, S., & Boyce, G. (1995). *Slope Stability And Stabilization Methods*. San Francisco: John Wiley & Sons, Inc.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2007 Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.22/PRT/M/2007, Direktorat Jenderal Penataan Ruang
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003, Pedoman Pengendalian Pemanfaatan Ruang di Kawasan Rawan Bencana Tanah Longsor, Direktorat Jenderal Penataan Ruang
- Hardiyatmo, H. C. (2012). *Tanah Longsor dan Erosi* (Vol. 2). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Kimpraswil, N. (2002). *Metode, Spesifikasi dan Tata Cara Edisi Pertama*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan.
- Mintzer, O. (1962). *Terrain Investigation Techniques for Highway Engineers, Annual Report No.196-1, Eng. Experiment Station*. Columbus, Ohio: Ohio State University, September.
- <http://loketpeta.pu.go.id/peta/>, Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia, 2013
- Pusat Pengendalian Operasi Penanggulangan Bencana (PUSDALOPS PB). Provinsi Bali, 2013
- Perda No. 16 Tahun 2009, tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Bali Tahun 2009-2029
- Surono, 2010, Ancaman dan Strategi Mitigasi Bencana Geologi di Bali, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, Badan Geologi, 2010.
- Wirakusumah, 2009, Kondisi Geologi dan Potensi Energi Sumber daya Mineral Bali dan NTB, Badan Geologi, 2009.