


# Prosiding

ISBN : 978-602-19441-1-0

## Seminar Nasional



# Pembangunan Infrastruktur dan Pengembangan Wilayah

### Magister Teknik Sipil Universitas Lampung

Hotel Novotel - Bandar Lampung  
3 Mei 2012

Organized by:



Lampung Post



Prosiding Seminar Nasional  
Magister Teknik Sipil Universitas Lampung

**"Pembangunan Infrastruktur dan Pengembangan Wilayah"**

03 Mei 2012, Hotel Novotel - Bandar Lampung

**Pengarah:**

1. Gubernur Provinsi Lampung (Drs. Sjachroedin ZP.,SH)
2. Dekan Fakultas Teknik Unila (Dr. Lusmeilia Afriani,D.E.A.)
3. Ketua Bappeda Provinsi Lampung (Ir. Fahrizal Darminto, MA)
4. Kepala Dinas Perhubungan Provinsi Lampung (Drs. Ishak, MH)
5. Ketua KIAT Fakultas Teknik Unila (Ir. Hi. Berlian Tihang, MM)
6. Ir. Anshori Djausal, MT
7. Wakil Pimpinan Umum Lampung Post ( Bpk. Djadjat Sudradjat)
8. Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Unila (DR. Dyah Indriana K. S.T.,M.Sc.)
9. Ketua HPJI (Ir. A. Lianurzen, MT)

**Penyunting:**

1. Dr. Dyah Indriana Kusumastuti, S.T.,M.Sc.
2. Dr. Rahayu Sulistyorini, S.T.,M.T.
3. Ir. Ahmad Zakaria, Ph.D.
4. Siti Nurul Khotimah, S.T.,M.Sc.

**Cover Designer & Editor:**

Moh. Andi Susanto

**ISBN :978-602-19441-1-0**

**Sekretariat:**

Jln. Prof. Soemantri Brojonegoro No.1 Gedungmeneng  
Bandar Lampung 35145  
Telepon (0721) 704947, Fax (0721) 704947, ext 225

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi ALLAH SWT., Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan Rahmat dan Nikmat-Nya kepada kita semua. Dalam rangka mewujudkan Tri Dharma Perguruan Tinggi, Magister Teknik Sipil Universitas Lampung bekerja sama dengan Lampung Post telah menyelenggarakan Seminar Nasional Pembangunan Infrastruktur dan Pengembangan Wilayah di Bandar Lampung pada tanggal 3 Mei 2012. Seminar Nasional ini dihadiri oleh para ahli, akademisi, praktisi, maupun profesional di bidang infrastruktur dan pengembangan wilayah serta sektor terkait.

Artikel ilmiah yang disajikan pada seminar ini meliputi segala aspek yang berkaitan dengan infrastruktur dan pengembangan wilayah yaitu kebijakan dan kerjasama pemerintah-swasta dalam pembangunan infrastruktur dan pengembangan wilayah, infrastruktur dan moda transportasi dalam mendukung pengembangan wilayah, serta daya dukung lingkungan dalam pembangunan infrastruktur dan pengembangan wilayah.

Presentasi serta diskusi yang berlangsung selama seminar ini diharapkan memberikan sumbangan pemikiran terhadap konsep, strategi, maupun berbagi pengalaman tentang pembangunan infrastruktur dan pengembangan wilayah di Indonesia umumnya, dan di provinsi Lampung khususnya. Terima kasih kepada panitia pelaksana, panitia pengarah, dewan penyunting, penulis artikel serta semua pihak yang telah membantu terselenggaranya seminar ini.

Bandar Lampung, 10 Mei 2012  
Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil  
Universitas Lampung

Dr. Dyah Indriana Kusumastuti, S.T., M.Sc.

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Halaman
	i
KATA PENGANTAR	ii

Nama

Judul

### 1. Kebijakan dan Kerjasama Pemerintah Swasta dalam Pembangunan Infrastruktur dan Pengembangan Wilayah

Agus Triono	PRESPEKTIF HUKUM TENTANG PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR DALAM RANGKA PENGEMBANGAN WILAYAH DI ERA OTONOMI DAERAH	1
Eka Kurniawan	PENGEMBANGAN INDUSTRI SEKUNDER BERBASIS KOMIDITI KOPI DALAM UPAYA MEMBANGUN KLUSTER EKONOMI ANDALAN DI KABUPATEN LAMPUNG BARAT	11
Eko Bagus Delianto	KERJASAMA PEMERINTAH DAN SWASTA (KPS) STUDI KASUS: INFRASTRUKTUR AIR MINUM	19
Kristianto Usman	STUDI PENYUSUNAN <i>MASTER PLAN</i> TERMINAL AGRIBISNIS (TA) DI PENENGAHAN-LAMPUNG SELATAN	36
Lukman Hakim	ANALISIS PERTUMBUHAN EKONOMI, KETIMPANGAN ANTAR KABUPATEN/KOTA, DAN SEKTOR UNGGULAN : STUDI PROVINSI LAMPUNG	46
Marlia Eka Putri A.T.	KONSEP HUKUM PENATAAN RUANG DALAM PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR UNTUK PENGEMBANGAN WILAYAH BERDASARKAN OTONOMI DAERAH	51
Moh. Waspa Kusuma Budi	JEMBATAN SELAT SUNDA DAN PEMBANGUNAN PEREKONOMIAN DI PROVINSI LAMPUNG	57
Muhammad Hutri	MODEL KEUNTUNGAN DAN <i>OVERHEAD</i> DALAM MENYUSUN HARGA PERKIRAAN SENDIRI (HPS) UNTUK PEKERJAAN KONSTRUKSI PADA INSTANSI PEMERINTAH	63

Nelia Aida	PENGARUH <i>SPILLOVER EFFECT</i> PROVINSI DKI JAKARTA DAN PROVINSI SUMATERA SELATAN TERHADAP PERTUMBUHAN EKONOMI PROVINSI LAMPUNG	75
Nurmayani	KEBIJAKAN PEMERINTAH DAERAH PROPINSI LAMPUNG DALAM PEMUNGUTAN PAJAK KENDARAAN BERMOTOR SEBAGAI UPAYA PERBAIKAN INFRASTRUKTUR DI PROPINSI LAMPUNG	87
Selvi Diana Meilinda	PENGEMBANGAN WILAYAH BERBASIS KEBIJAKAN GENDER (Evaluasi Pengarusutamaan Gender dalam Program <i>Rural Infrastructure Support</i> PNPM Propinsi Lampung)	94
Upik Hamidah	PENGADAAN TANAH UNTUK KEPENTINGAN PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR DALAM RANGKA PENGEMBANGAN WILAYAH	109
Yuda Romdania	ANALISA EKONOMI TEKNIK PADA KAWASAN <i>WATER FRONT CITY</i>	122

## 2. Infrastruktur dan Moda Transportasi dalam Mendukung Pengembangan Wilayah

Abdul Mukahfi	ANALISIS BERBAGAI PEMICU KEMACETAN DI JALAN ZAINAL ABIDIN PAGAR ALAM BANDAR LAMPUNG	130
Andius Dasa Putra	EVALUASI TEKNIS FASILITAS SISI UDARA UNTUK DAPAT DIDARATI PESAWAT BERBADAN LEBAR ( <i>WIDE BODY AIRCRAFT</i> ) (Studi Penyiapan Bandara Radin Inten II sebagai Embarkasi Haji Provinsi Lampung)	137
Anwarudin	MODEL PENGEMBANGAN TERPADU TERMINAL KHUSUS CPO PADA PELABUHAN MULTIPURPOSE EKSISTING	147
Budi Aji Purwoko	PENINGKATAN SISTEM INTERLOKING DAN HUBUNGAN BLOK PERSINYALAN MIS 801 DI STASIUN SEMARANG TAWANG (STUDI KASUS ALAT PENDETEKSI SARANA KERETA API)	157
Djarot Tri Wardhono	VARIABEL-VARIABEL DALAM PENERIMAAN <i>SMART CARD</i> DENGAN <i>THEORY PLANNED BEHAVIOUR</i> (TPB)	166

Fandi Suratman	SARANA TRANSPORTASI DI KOTA BANDAR LAMPUNG	173
Ginta Wiryasenjaya Gazali	LAMPUNG <i>CONNECTION</i> BAKAUHENI-SUKADANA-MENGGALA-BALAMBANGAN UMPU	178
Hanif Adi Yudhitami	PENINGKATAN AKSESIBILITAS ZONA 1 DAN ZONA 8 DI KABUPATEN NGAWI	186
I Made Suraharta	EVALUASI SISTEM JALAN ARTERI DENGAN BEBERAPA SIMPANG YANG DIKENDALIKAN DENGAN SISTEM TUNGGAL (STUDI KASUS : KORIDOR JALAN GATOT SUBROTO BARAT KOTA DENPASAR, BALI)	195
I.B. Ilham Malik	PENGINTEGRASIAN PEMBANGUNAN MEGAPROYEK INFRASTRUKTUR LAMPUNG	211
Ida Susanti	PENGARUH INFRASTRUKTUR TRANSPORTASI BAGI PERKEMBANGAN PEREKONOMIAN DAN PENGEMBANGAN WILAYAH	219
Lucia Nathania C. A	JEMBATAN SELAT SUNDA	223
Marulin Febrita	ANALISA TINGKAT KEBISINGAN PADA DAERAH YANG BERDEKATAN DENGAN REL KERETA API (STUDI KASUS : LINTAS JAKARTA KOTA - MANGGARAI)	229
Muhammad Baqiyudin Nadjib	KAJIAN FAKTOR-FAKTOR PENGHAMBAT PENGADAAN TANAH PADA PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR DI PROVINSI JAWA BARAT (STUDI KASUS: WADUK JATIGEDE)	239
Muiz Thohir	MENGEMBANGKAN <i>TRANSIT ORIENTED DEVELOPMENT</i> DI KORIDOR JEMBATAN SELAT SUNDA	248
Rahayu Sulistyorini	PELUANG PENGEMBANGAN TRANSPORTASI INTERMODA DI PROPINSI LAMPUNG	255
Restita Winandi	TINJAUAN KEBERADAAN MALL RAMAYANA ROBINSON TERHADAP ASPEK PEDESTRIAN AREA DAN PARKIR DI KOTA BANDAR LAMPUNG	268

Sri Susanti	ANALISA TINGKAT AKSESIBILITAS DAN KARAKTERISTIK PENUMPANG BRT TRANS BANDAR LAMPUNG	275
Tas'an Junaedi	KONDISI DAN KINERJA TRANSPORTASI DI DAERAH OTONOMI BARU (Studi Kasus di Kabupaten Pringsewu)	283

### 3. Daya Dukung Lingkungan dalam Pembangunan Infrastruktur dan Pengembangan Wilayah

Agus Sugiri	PEMBUATAN MESIN PENYANGRAI KACANG TANAH UNTUK MENINGKATKAN PENDAPATAN MASYARAKAT DESA MUTARALAM KECAMATAN WAY TENONG KABUPATEN LAMPUNG BARAT	292
Ahmad Zaenudin	PENCITRAAN RESISTIVITAS BAWAH PERMUKAAN UNTUK MONITORING BADAN JALAN LINTAS SUMATERA -LAMPUNG SELATAN	297
Ahmad Zakaria	SIMULASI WAKTU PERAMBATAN DAN TINGGI GELOMBANG TSUNAMI AKIBAT MELETUSNYA GUNUNG ANAK KRAKATAU	306
Bagus Sapto Mulyatno	PENENTUAN <i>AQUIFER</i> AIR TANAH DI DAERAH LAMPUNG TENGAH DENGAN METODE GEOLISTRIK TAHANAN JENIS	315
Citra Dewi	PERANAN INFRASTRUKTUR DATA SPASIAL NASIONAL DALAM Mendukung KEGIATAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN	321
Citra Persada	PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR TERPADU DALAM PENGEMBANGAN WILAYAH METROPOLITAN BANDARLAMPUNG YANG BERKELANJUTAN	326
Dwi Joko Winarno	KAJIAN HIDRO-OSEANOGRAFI PASANG SURUT DAN ARUS PASANG SURUT DALAM PENGEMBANGAN INFRASTRUKTUR PELABUHAN DI TELUK LAMPUNG	340
Dyah Indriana Kusumastuti	SIGNIFIKANSI ANALISIS HIDROLOGI DALAM PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR DAN PENGEMBANGAN WILAYAH DI PROVINSI LAMPUNG	350

Laksmi Irianti	PERBANDINGAN KETAHANAN SULFAT PADA BETON YANG MENGGUNAKAN SEMEN PCC DENGAN BETON YANG MENGGUNAKAN SEMEN OPC+ FLY ASH	359
Lilies Widodojoko	MEKANISME PENYUSUTAN DAN PENGARUH SET ACCELERATOR PADA BETON TEMBAK	367
Muhammad Jafri	PENGARUH WAKTU PERENDAMAN PADA STABILISASI MENGGUNAKAN ABU GUNUNG MERAPI TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH LEMPUNG ORGANIK	377
Muh Sarkowi	ANALISA KESTABILAN DAERAH RENCANA JEMBATAN SELAT SUNDA BERDASRKAN DATA GEOLOGI, GEOFISIKA DAN SEISMOLOGI	387
Nur Arifaini	KONSTRUKSI SLAB BETON SEBAGAI PELAPIS KEDAP AIR PADA TANAH DASAR JALAN KERETA API UNTUK MENCEGAH TERJADINYA MUD PUMPING	394
Pio Ranap Tua Naibaho	PERILAKU PERBAIKAN STRUKTUR BALOK KANTILEVER AKIBAT <i>OVERLOADING</i> DENGAN MENGGUNAKAN <i>CARBON FIBRE REINFORCED PLATE CROSS</i>	402
Ratna Widyawati	PERKUATAN STRUKTUR BETON AKIBAT ALIH FUNGSI BANGUNAN DENGAN MENGGUNAKAN BAJA STRIP	418
Rustadi	GEOLOGI BATUAN DAERAH TELUK LAMPUNG DAN KONSEKUENSI TERHADAP BAHAYA KEGEMPAAN	428
Siti Nurul Khotimah	DESAIN OPTIMAL DRAINASE PERKOTAAN YANG BERKELANJUTAN	433
Suharno	RESIKO GEMPA BUMI DI PROVINSI LAMPUNG	447
Suharno	HIDUP NYAMAN DI LOKASI BERPOTENSI GEMPA BUMI TINGGI	457



## HIDUP NYAMAN DI LOKASI BERPOTENSI GEMPA BUMI TINGGI

Suharno<sup>1</sup>, Wahyudi<sup>2</sup>, A. Zaenudin<sup>1</sup> dan Rustadi<sup>1</sup>

1. Teknik Geofisika, Universitas Lampung
2. Geofisika, Universitas Gadjah Mada

### Abstrak

Sebagaimana kita ketahui bahwa Gempa bumi akan tetap menjadi obyek serius yang terus menerus dicermati. Kita seolah-olah baru menyadari sepenuhnya bahwa wilayah yang kita diami ini, sesungguhnya tergolong sebagai wilayah yang sangat rawan Gempa bumi. Artinya ini semua bahwa ancaman Gempa bumi terhadap keselamatan jiwa dan kerugian investasi, bisa muncul setiap saat. Gempa bumi akan terus berulang. Akan tetapi; kapan, dimana dan besaran energi yang pasti dapat dilepaskan, serta berapa kerasnya guncangan yang dapat dirasakan sehingga menimbulkan kerusakan bangunan, dengan diikuti korban meninggal, selalu menjadi pertanyaan kita. Salah satu pendekatan untuk mengcounter-measure ancaman bahaya Gempa bumi tersebut, adalah dengan mengenal Gempa bumi itu sendiri, jenis-jenis Gempa bumi dan klasifikasi gempa, bahaya-bahaya ikutan Gempa bumi, mengetahui kerentanan-kerentanannya, akhirnya kita akan mengetahui risiko yang bakal terjadi. Perlu disikapi bahwa gempa bumi tidak membunuh manusia, tetapi bangunan yang runtuh, longsor dan tsunami yang dapat membunuh manusia. Dengan mengenali tingkat risiko yang terjadi, maka kita akan dapat membuat suatu rencana tindakan agar dapat hidup nyaman di negeri yang beresiko gempa tinggi. Rencana diantaranya adalah menyangkut kesiapan masyarakat menghadapi gempa membangun infra struktur yang tahan terhadap resiko gempa bumi.

*Kata kunci: gempa bumi, resiko, kesiapan masyarakat, tindakan*

### 1. PENDAHULUAN

Gempa bumi akan tetap menjadi obyek serius yang terus menerus dicermati. Baru saja pada tanggal 11 April 2012 pukul 15.38 kita dikejutkan oleh gempa bumi 8,5 pada Skala Richter di Provinsi NAD. Setelah delapan tahun berlalu dari peristiwa Gempa bumi Tsunami Aceh 26 Desember 2004 yang telah memporak porandakan provinsi tersebut. Sebelumnya di wilayah Indonesia ini diawali dengan Gempa bumi Solor, Nabire dan peristiwa Gempa bumi Banda Aceh tersebut seolah-olah ditutup oleh Gempa bumi Palu dan kemudian di kunci oleh Gempa bumi Kabupaten Bandung-Garut 2005. Akan tetapi selang beberapa tahun kemudian tepatnya tahun 2009, kembali Gempa bumi besar mengguncang Jawa Barat dan diikuti Gempa bumi besar merusak, pada 30 September 2009 yang dikenal sebagai Sumatera Barat.

Gempa bumi-Gempa bumi akan terus berulang. Akan tetapi; kapan, dimana dan besaran energi yang pasti dapat dilepaskan, serta berapa kerasnya guncangan yang dapat dirasakan sehingga menimbulkan kerusakan bangunan, dengan diikuti korban meninggal, selalu menjadi pertanyaan kita. Salah satu pendekatan dalam rangka menghadapi ancaman bahaya Gempa bumi tersebut, adalah dengan mengenal Gempa bumi itu sendiri, jenis-jenis Gempa bumi dan klasifikasi gempa, bahaya-bahaya ikutan Gempa bumi, mengetahui kerentanan-kerentanannya, akhirnya kita akan mengetahui risiko yang bakal terjadi. Yang perlu disikapi adalah bahwa gempa bumi tidak membunuh manusia, tetapi bangunan yang roboh, longsor dan tsunami yang dapat membunuh manusia. Dengan mengenali tingkat risiko yang terjadi, maka kita akan dapat membuat suatu rencana kerja untuk hidup bahagia di negeri yang penuh ancaman bahaya gempa bumi. Oleh karena itu, kita (seluruh masyarakat) negeri ini perlu siap menghadapi peristiwa gempa bumi yang akan terjadi sewaktu-waktu.

## 2. GEMPA BUMI DAN KEJADIANNYA

Pengetahuan tentang gempa sering kali diidentikkan dengan seismologi. Hal ini tidaklah salah mengingat seismologi, yang berasal dari bahasa Yunani *seismos* untuk gempa bumi dan *logos* untuk ilmu, memang secara harafiah berarti ilmu tentang gempa bumi. Akan tetapi, seismologi sendiri sebenarnya beranjak dari sebuah kebutuhan untuk mengenal struktur dalam dan sifat dari bumi, sehingga gempa bumi hanyalah sebuah fenomena pergerakan tanah yang menjawab kebutuhan dasar seismologi. Namun, tentunya, untuk belajar lebih jauh tentang gempa kita harus mengenal seismologi lebih dahulu. Gempa bumi adalah suatu gerakan tiba-tiba atau suatu rentetan gerakan tiba-tiba dari tanah dan bersifat transient yang berasal dari suatu daerah terbatas dan menyebar dari titik tersebut ke segala arah (Zen, 1985).

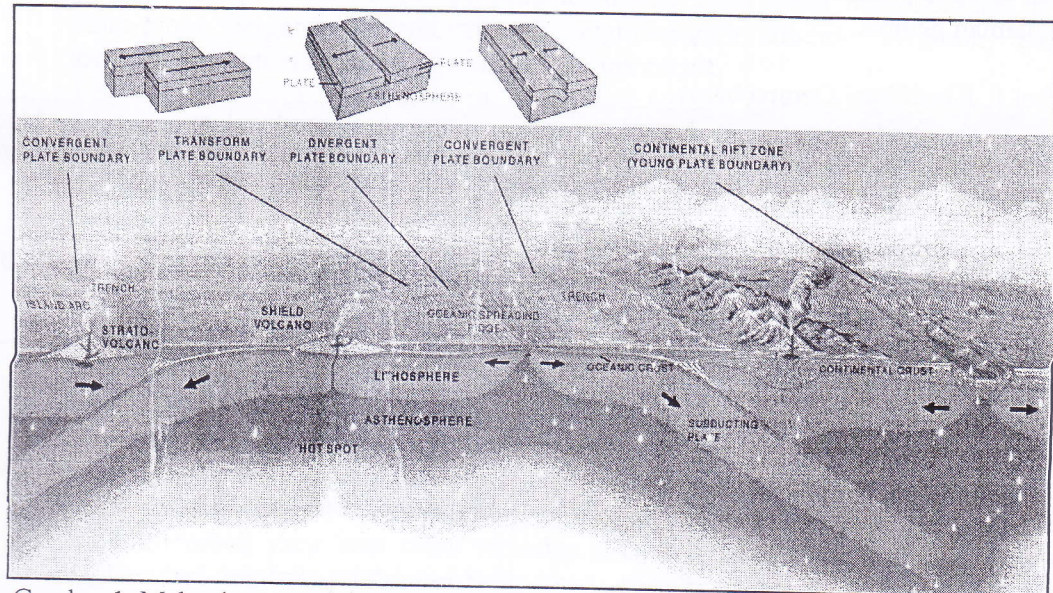
Pendekatan analitik mengenai gempa bumi dijelaskan sebagai berikut: Energi kinetic elastic akan terakumulasi di sekitar batas lempengan tektonik. Karena lempengan tektonik kerak samudera maupun kerak benua memiliki massa sangat besar, bergerak saling beradu dengan kecepatan tertentu sekitar 30 sampai 100 mm per tahun, maka energi tersebut terkumpul dan dalam kurun waktu tertentu akan terlepas karena tidak dapat ditahan lagi, sehingga terjadi gempa bumi. Beberapa gempa bumi dapat dikategorikan berdasarkan penyebabnya:

1. Gempa bumi Runtuhan: gempa bumi ini disebabkan oleh keruntuhan yang terjadi baik di atas maupun di bawah permukaan tanah. Kemudian keruntuhan ini dapat berupa salju longsor, tanah longsor, maupun runtuh batu besar dan kejatuhan meteor.
2. Gempa bumi Gunung api: gempa bumi ini disebabkan oleh kegiatan gunung berapi baik sebelum maupun pada saat meletusnya gunung berapi tersebut.
3. Gempa bumi buatan: gempa bumi ini disebabkan oleh kegiatan manusia, seperti peledakan dinamit, uji bom nuklir dan pengisian suatu bendungan. Gempa bumi jenis ini juga menimbulkan kerusakan yang cukup terutama di sekitar lokasi bendungan. Salah satu contoh yang menarik yang pernah terjadi di Indonesia adalah Gempa bumi Pengisian Bendungan Saguling.
4. Gempa bumi Tektonik: yang disebabkan oleh terjadinya pergeseran kulit bumi (lithosphere) yang umumnya terjadi di daerah patahan kulit bumi. Gempa bumi tektonik menimbulkan kerusakan paling dahsyat dibanding dengan gempa bumi yang lain.

Gempa bumi tektonik lempeng merupakan getaran pada kulit bumi yang disebabkan oleh proses pelepasan energi secara tiba-tiba dalam bumi. Peristiwa alam tersebut dimulai dari tegangan regional yang bergerak ke batuan dan membuatnya suatu "unstrain-condition". Akumulasi tegangan ini terus bertambah sehingga terjadi suatu akumulasi yang tinggi, sehingga pada saat / kondisi tertentu kerak bumi atau batuan yang mengalami deformasi tersebut tidak dapat menahan lagi tegangan "stress". Pada saat tersebut tegangan dalam kerak bumi/batuan melampaui kekuatannya, maka terjadilah suatu peristiwa pelepasan energi secara mendadak "sudden-slipage" mengakibatkan terjadinya proses penyesaran.

Menurut teori tektonik lempeng, kerak bumi dianggap terbagi dalam lempeng-lempeng besar dan kecil yang kaku dan saling bergerak satu sama lain. Gerakan ini mengakibatkan perubahan bentuk muka bumi dan dalam prosesnya dapat menyebabkan gempa bumi. Pengetahuan akan pergerakan lempeng membantu kita memahami hubungan antara kedua fenomena ini.

Secara umum ada tiga jenis pergerakan lempeng yang membentuk muka bumi menjadi pegunungan, ngarai, dan bentuk-bentuk lain yang kita kenal saat ini, yakni gerakan saling menjauh atau yang sering disebut *spreading ridge boundaries*, gerakan saling mendekat atau subuksi, dan gerakan berpapasan atau *transform fault*. Masing-masing gerakan saling berkaitan satu sama lain. Gambar 12 dan 13 berikut menjelaskan hubungan antar tiga pergerakan lempeng secara garis besar.



Gambar 1. Mekanisme gerak lempeng dan hubungan antar tiga gerakan lempeng (Suharno, 2008)

Sistem pergerakan lempeng:

- saling mendekat di mana satu menghujam/membentur terhadap yang lain "*konvergensi*", kekuatan Gempa bumi yang ditimbulkan relatif besar, karena tekanan yang ditimbulkan besar, sehingga terjadi penumpukan tegangan yang besar sebelum batuan hancur,
- saling berpapasan/bergesekan "*shearing*" (Uyeda, 1977; Katili, 1979), akibat pergerakan gesekan ini akan terjadi regangan yang cukup besar dan pada umumnya pusat gempabum/hiposentrum gempanya dangkal. Oleh karena itu, Gempa bumi ini memiliki daya rusak yang besar.
- saling menjauh "*divergensi*", gerak jenis ini bersifat bergerak menyamping dari lempeng-lempeng pada sistem pundak tengah samudera "*mid-ocean ridge*", dimana bahan panas keluar dari celah-celah besar dalam bentuk lava di tengah samudera kekuatan Gempa bumi umumnya relatif kecil,

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Metode dalam penelitian ini adalah studi literatur, analisis peristiwa gempa bumi yang telah terjadi dan analisis ilmu dan teknologi dalam rangka menghadapi peristiwa gempa bumi yang pasti terjadi walaupun belum diketahui waktu yang tepat saat kejadiannya.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Di daerah dimana lempeng yang satu relatif menyusup terhadap yang lain, Gempa bumi yang terjadi memperlihatkan suatu pola kedalaman, sementara di daerah batas lempeng yang saling bergeser hiposentrum Gempa bumi memperlihatkan pola kedalaman seragam. Oleh karena itu, dari fakta ini, kedalaman Gempa bumi dapat diklasifikasi sebagai Gempa bumi dangkal, menengah dan dalam. Tabel 1 berikut memperlihatkan tabel pembagian kedalaman gempa.

Tabel 1. Klasifikasi Gempa bumi

Posisi-Kedudukan	Kedalaman (km)	Mekanisme
<u>Dangkal</u> Non-Subduksi Subduksi Titik Panas Gunungapi (Contoh: Hawaii)	0 - 30 0 - 70 0 - 70	Peretakan dan gesekan dengan pori-pori Peretakan dan gesekan endapan jenuh air Peretakan dan gesekan dengan CO <sub>2</sub>
<u>Intermediate/Menengah</u> Zona benturan " <i>collision Zone</i> "; Contoh Zona Pegunungan Himalaya-Alpina. Zona-zona subduksi	50 - 100 50 - 350	Dehidrasi proses patahan Dehidrasi proses patahan
<u>Dalam</u> Zona-zona subduksi	350 - 700	Perubahan proses patahan

Disepakati sejak manusia belum dapat mengukur "besarnya" Gempa bumi dengan alat. Ukurannya ditentukan berdasarkan respon kerusakan di lapangan. Oleh karena itu, intensitas dapat didefinisikan sebagai suatu besaran kerusakan di suatu tempat akibat gempa bumi yang diukur berdasarkan kerusakan yang terjadi, reaksi manusia dan hal-hal lain yang teramati. Intensitas merupakan indek angka (dalam angka Romawi) yang menerangkan tingkat kerusakan atau dampak kejadian gempa di suatu lokasi tertentu. Harga intensitas merupakan fungsi dari 460magnitudo, jarak ke episentrum, lama getaran, kedalaman gempa, kondisi tanah dan keadaan bangunan.

Beberapa jenis skala intensitas:

1. skala Rossi-Forrel dimulai dari I - X,
2. skala Jepang I - VII,
3. skala Jakarta I - VII, dan
4. skala Mercalli I - XII. Skala Intensitas Modifikasi Mercall umum dikenal sebagai MMI ini merupakan skala intensitas yang lebih umum dipakai.

Tabel skala Intensitas Modifikasi Mercalli (MMI)

- I. Terasa oleh orang dalam keadaan istirahat, terutama pada tingkat-tingkat atas atau tempat-tempat tinggi,
- II. Tidak terasa, kecuali oleh beberapa orang dalam keadaan sunyi,
- III. Terasa di dalam rumah, tetapi banyak yang tidak menyangka kalau ada gempa terjadi, getaran dirasakan seperti ada kendaraan truk kecil lewat,

- IV. Terasa di dalam rumah seperti ada kendaraan truk yang berat lewat, atau terasa seperti ada barang berat yang menabrak dinding rumah. Barang-barang yang tidak bergerak, jendela, barang pecah belah pecah, pintu-pintu berderik, gelas-gelas gemirincing, dinding rumah dan rangka rumah berbunyi,
- V. Dapat dirasakan oleh orang banyak dalam ruangan, dan oleh beberapa orang diluar rumah. Orang tidur terbangun, cairan tampak bergerak-gerak dan dapat tumpah sedikit, barang perhiasan rumah yang kecil dan tidak stabil bergerak atau jatuh, pintu-pintu bergerak terbuka-tertutup, pigura-pigura dinding bergerak, bandul lonceng berhenti atau jalannya menjadi tidak cocok.
- VI. Terasa oleh semua orang. Banyak orang lari keluar, karena terkejut. Orang yang berjalan kaki terganggu. Barang pecah belah, pecah-pecah. Barang-barang kecil, buku-buku jatuh dari raknya/tempatnya. Gambar-gambar/lukisan-lukisan jatuh. Mebel-mebel bergerak dan terputar. Plester-plester yang lemah pecah-pecah. Lonceng-lonceng berbunyi, pohon-pohon terlihat bergoyang,
- VII. Dapat dirasakan oleh supir-supir yang sedang mengemudi mobil/kendaraan. Orang yang sedang berjalan kaki susah untuk berjalan dengan baik. Cerobong asap yang lemah pecah, tembok yang tidak kuat retak-retak, plester-plester tembok yang tidak terikat jatuh, terjadi sedikit pergeseran dan lekukan-lekukan pada tanah lunak/lembek. Air menjadi keruh. Lonceng-lonceng besar berbunyi. Terjadi kerusakan pada selokan-selokan dan irigasi-irigasi,
- VIII. Mengemudi mobil terganggu. Bangunan-bangunan yang kuat menderita kerusakan-kerusakan dengan ada bagian-bagian yang runtuh, terjadi kerusakan-kerusakan pada tembok-tembok yang buat tahanan terhadap getaran-getaran horizontal dan beberapa bagian dari tembok jatuh, cerobong asap, monumen-monumen, menara-menara, tangki air yang di atas berputar dan yang tidak terikat bergeser, cabang-cabang dan ranting-ranting pohon patah dari dahannya. Tanah-tanah lembek/lunak dan tidak padu banyak yang mengalami retak, bergeser terjadi pelongsoran di lereng-lereng curam,
- IX. Masyarakat menjadi panik. Bangunan-bangunan yang tidak kuat hancur. Bangunan-bangunan yang kuat menderita kerusakan berat, terjadi kerusakan pada fondasi dan rangka-rangka bangunan, pipa-pipa dalam tanah putus, lempur dan pasir keluar dari celah tanah,
- X. Pada umumnya semua tembok-tembok dan rangka-rangka rumah rusak, beberapa bangunan kayu yang kuat dan jembatan-jembatan rusak. Terjadi kerusakan-kerusakan berat pada bendungan-bendungan, tanggul-tanggul, tambak-tambak, terjadi tanah longsor yang berat dan luas. Air kolam, kali, dan danau muncrat, di pantai dan perdataran lainnya terjadi peretakan dan pergeseran tanah dengan diikuti munculnya lumpur-lumpur pasir. Jalan-jalan kerata api sedikit menjadi bengkok,
- XI. Pipa-pipa di dalam tanah sama sekali rusak, rel-rel kereta api menjadi bengkok-bengkok,
- XII. Terjadi bencana alam, seluruh bangunan menderita kerusakan, batu-batu, barang-barang yang besar berpindah dan beberapa di antaranya terlempar ke udara.

Skala besarnya gempa lainnya adalah skala magnitudo. Magnitude adalah ukuran besarnya gempa secara lebih kuantitatif. Dan berhubungan dengan jumlah energi total seismik yang dilepaskan dari sumbernya (besaran gempa pada sumbernya). Oleh karena itu magnitude gempa tidak mungkin dapat diukur langsung pada sumbernya. Dengan alat bantu pengukuran alat pencatat gempa yang disebut seismograf, dengan cara mengukur besarnya amplitudo rekaman selanjutnya dapat dihitung besaran gempa tersebut.

Magnitudo tidak dapat menggambarkan kerusakan, tetapi dapat dipakai untuk menghitung "risk" Gempa bumi di masa yang akan datang. Magnitude pada awalnya dinyatakan dalam skala Richter dan disingkat M.

Magnitude pada awalnya dirumuskan sebagai berikut:

$$M = \text{Log } A - \text{Log } A_0 \quad (\text{Pers 1.})$$

dengan A adalah magnitudo pada sembarang stasiun perekam,  $\text{Log } A_0$  adalah koreksi karena jarak dan  $E = 11.4 + 1.5 M$

Pada saat ini, ada beberapa skala magnitude yaitu: (1) magnitudo gelombang permukaan ( $M_s$ ), (2) magnitudo gelombang bodi ( $M_b$ ), (3) magnitudo durasi ( $M_D$ ), (4) magnitudo moment ( $M_w$ ).

Pada dasarnya ada beberapa bahaya ikutan "collateral hazards" yang mengikuti kejadian Gempa bumi:

1. Goncangan Gempa bumi "ground-shaking"

Tipe Bahaya	Wilayah Rentan	Wilayah Pengaruh	Bahaya Ikutan	Bencana
Goncangan Tanah	Daerah dekat episentrum $50 < R < 150$ km Daerah dekat zone hancuran Daerah yang rentan terhadap longsor, likuifaksi dan tanah retak	Pusat-pusat populasi penduduk Daerah "built up" Bendungan dan jembatan Life - line"	Tanah longsor, likuifaksi, pencelahan tanah	Retak dan robohnya bangunan, bendungan serta jembatan, Pencelahan dan penggelembungan jalan, Hilangnya monumen-monumen hasil budaya manusia

2. Pergeseran tanah "ground-faulting"

Tipe Bahaya	Wilayah Rentan	Wilayah Pengaruh	Bahaya Ikutan	Bencana
Surface Faulting	Daerah yang terletak dekat dan disepanjang patahan yang ada sebelumnya	Pusat/konsentrasi penduduk Daerah terbangun Jaringan vital kehidupan Tanah pertanian	Tanah longsor, Likuifaksi pencelahan tanah dll	Jaringan dan infrastruktur retak, roboh Retak dan melengkung 462 sistem jaringan jalan, Kekacauan sosio - ekonomi

3. Gempa bumi Likuifaksi

Tipe Bahaya	Wilayah Rentan	Wilayah Pengaruh	Bahaya Ikutan	Bencana
Likuifaksi	Lingkungan sungaisai Lingkungan-zone pantai	Delta sungai, tua dan muda, Endapan rawa tanah reklamasi Muda, tuanya endapan pantai, pematang pantai, tanah reklamasi	Pencelahan tanah, Sand boil Penurunan, amblas, sama dengan lingkungan sungai	miring, amblas, hancurnya bangunan, hancurnya fasilitas life lines tercemarnya air tanah keresahan sosio-ekonomi Sama dengan lingkungan sungai

4. Tsunami

5. Meningkatkan aktivitas gunung api

Aplikasi teori tektonik lempeng untuk kepulauan Indonesia, menerangkan bahwa wilayah ini merupakan tempat perbenturan 3 lempeng kerak bumi (Lempeng Eurasia-Asia Tenggara – Lempeng Samudera Pasifik – Lempeng Hindia Australia) dan satu lempeng mikro Philippina. Keadaan ini jarang terjadi di muka bumi lainnya. Pada umumnya dipermukaan bumi pergerakan lempeng kerak bumi di suatu wilayah hanya menyangkut 2 lempengan saja. Dengan terjadinya pergerakan 3 buah lempengan kerak bumi yang berbeda beda tersebut, menempatkan Indonesia sebagai satu kawasan yang sangat labil dan kondisi tektoniknya menjadi rumit.

Kawasan-kawasan yang menyimpan potensi gempa bumi (jalur tunjaman, tubrukan, fragmen-fragmen benua, sesar-sesar) dinamakan sebagai daerah-daerah atau zona-zona sumber gempa bumi. Secara umum sumber gempa bumi Indonesia dibagi menjadi 3 zona sumber gempa bumi;

Zona sumber gempa bumi subduksi

Sebagian dari gempa-gempa subduksi atau yang berasosiasi dengan lempeng menukik di bawah lempeng lain mempunyai kedalaman antara lebih dari 30 km sampai 650 km. Gempa bumi dangkal yang berhubungan dengan jenis gempa ini sebagian besar tersebar di laut dan beberapa diantaranya diikuti dengan kejadian tsunami. Contoh gempa bumi Aceh 26 Desember 2004.

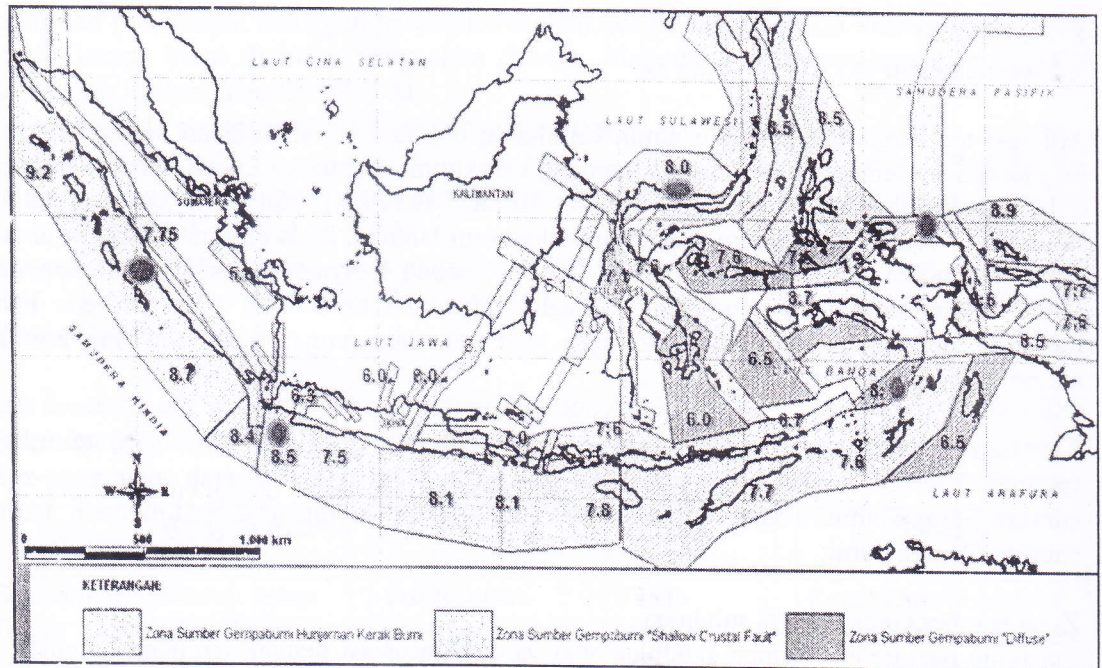
Zona sumber gempa bumi patahan “Shallow Crustal Fault”

Gempa bumi tektonik yang berasosiasi dengan pergeseran dua lempeng besar dan patahan lainnya, biasanya episentrumnya dangkal sehingga pada umumnya berbahaya. Contoh gempa bumi Singkarak 1943, Liwa 1933 dan 1994.

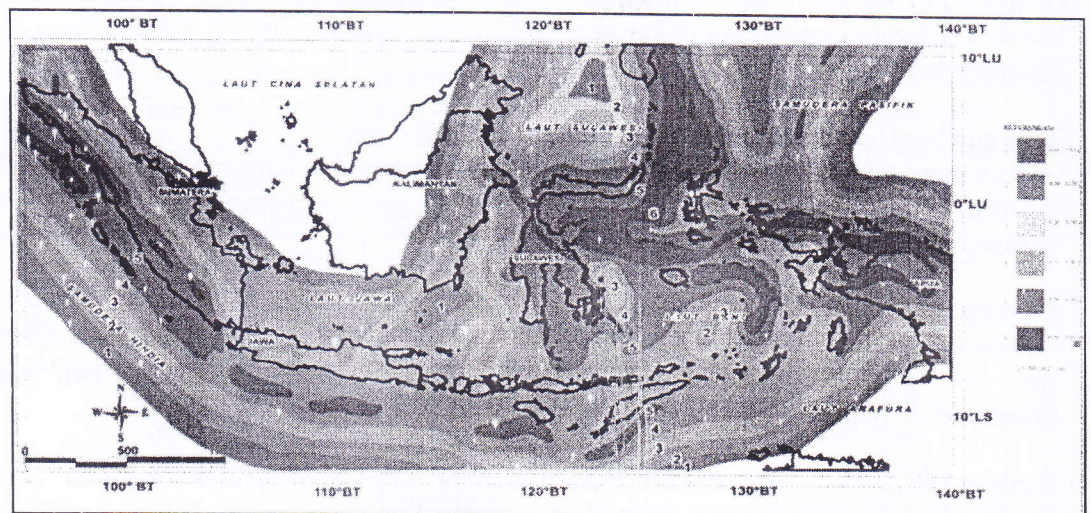
Zona sumber gempa bumi tersebar

Gempa bumi tektonik dari jenis ini, berhubungan dengan gerak-gerak fragmen benua dan zona ini umumnya tersebar di bagian timur Indonesia seperti di sekitar laut Banda, Mamuju dan Banggai.;

Berdasarkan analisis probabilistik bahaya gempa bumi “*probabilistic seismic hazard analysis*”, wilayah Indonesia ditetapkan menjadi 6 wilayah gempa Indonesia (Standar Perencanaan Ketahanan Gempa bumi untuk struktur gedung -- SNI 1726-2003 Dimana Wilayah Gempa 1 adalah wilayah dengan kegempaan paling rendah, dan Wilayah 6 dengan kegempaan paling tinggi. Pembagian wilayah gempa ini, di dasarkan atas percepatan puncak batuan dasar akibat pengaruh gempa rencana dengan perioda ulang 500 tahun.



Gambar 2. Zona Sumber Gempa bumi Indonesia (Kertapati, 1998)



Gambar 3. Peta Percepatan Gempa (Kertapati, 2007)

#### Kajian resiko bencana

1. Kajian risiko bencana (*disaster risk assessment*) terhadap bangunan, prasarana umum dan prasarana vital kehidupan berdasarkan input dari kajian bahaya alam dan kajian kerentanan yang ada.
2. Kajian risiko menghasilkan gambaran risiko bencana yang didapatkan dari penggabungan peta-peta dasar bencana dan peta-peta dasar kerentanan:
  - a. Gambaran risiko yang meliputi gambaran secara kualitatif tingkat kerusakan yang dapat terjadi.
  - b. Rekomendasi mengenai rencana tindak lanjut secara umum berdasarkan hasil kajian awal ini.



Filosofi bangunan tahan gempa adalah mencegah keruntuhan bangun di lokasi yang terjadi gempa kuat termasuk mencegah jiwa. Agar bangunan tetap kuat bertahan perlu desain struktur yang menghasilkan perilaku yang daktil.

Secara struktural, keruntuhan bangunan engineered akibat gempa umumnya disebabkan oleh:

1. System bangunan yang digunakan tidak sesuai dengan tingkat kerawandaerah setempat terhadap gempa bumi.
2. Rancangan struktur bangunan dan detail penulangan yang diaplikasikan kurang memadai.
3. Penggunaan material bangunan yang berat dang etas seperti beton tanpa tulangan yang memadai.
4. Kualitas material dan praktek konstruksi yang kurang baik.
5. Pengawasan dan control pelaksanaan yang kurang baik.

## **5. KESIMPULAN**

Berdasarkan kajian ini, agar dapat hidup tenang dan nyaman tinggal di daerah yang memiliki kemungkinan bencana gempa bumi yang tinggi perlu perhatian sebagai berikut:

1. Untuk daerah perkantoran dan permukiman sebaiknya tidak pada tanah khusus (resiko percepatan getaran tanah tinggi, likuifikasi, longsor).
2. Efek gempa pada kondisi tanah khusus sebaiknya untuk ruang terbuka hijau.
3. Pengetahuan dalam ilmu geoteknik diperlukan untuk memberikan masukan pada penataan ruang.
4. Infrastuktur vital agar memperhitungkan daerah patahan, rekahan likuifikasi dan rentan longsor.
5. Daerah patahan, rekahan dan longoran sebaiknya untuk pertanian, perkebunan hutan dan sejenisnya, yang mendukung untuk daerah resapan air (dalam hal ini penyediaan air baku untuk air minum).
6. Memahami keadaan alam sekitar kita, termasuk kondisi berisiko gempa apa tidak.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Katili. J.A, 1979, Bencana Alam dan peramalan geofisika-Pidato Ilmiah pada sidang Senat terbuka dalam rangka penerimaan mahasiswa baru ITB
- Kertapati, E. K., G. Burhan., Sidarto. 1998. *Peta Jahur Tektonik Indonesia*, Laporan terbuka Puslitbang Geologi.
- Kertapati, E. K., 2007. Materi TOT Konstruksi Bangunan Tahan Gempa, Yogya karta 2007.
- Suharno, 2008. Peodman Kuliah Seismologi Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung.
- Uyeda. S, 1977, *The New View of the earthquake-moving continents and oceans*. W.H. Freeman and Company Sanfrancisco
- Zen, T. 1985. *Mitigasi Bencana Alam*. Bandung. Himpunan Ahli Geofisika Indonesia.