

ISBN : 978-979-96668-7-

PROSIDING

PERTEMUAN ILMIAH TAHUNAN XIII 2009
HIMPUNAN AHLI TEKNIK TANAH INDONESIA
Indonesian Society for Geotechnical Engineering

**DEVELOPMENT OF GEOTECHNICAL ENGINEERING
IN CIVIL CONSTRUCTION**



HATTI BEKERJASAMA DENGAN UNIVERSITAS UDAYANA
DIDUKUNG OLEH PU DAN LPJK



GRAND INNA BALI BEACH HOTEL SANUR, DENPASAR, BALI
5-6 NOPEMBER 2009

**Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan (PIT-XIII) HATTI
Hatti bekerjasama dengan: Program Studi Magister Teknik Sipil,
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Udayana
Grand Inna Bali Beach Hotel Sanur, Denpasar, Bali 5-6 Nopember 2009**

DEVELOPMENT OF GEOTECHNICAL ENGINEERING IN CIVIL CONSTRUCTION

Editor: *I Wayan Redana,
Indrasurya B Mochtar,
Indarto,
Widjojo A. Prakoso,
Ersa Rismantojo,
I Wayan Sengara, dan
Paulus P. Raharjo.*

**Dicetak dan diterbitkan oleh
HIMPUNAN AHLI TEKNIK TANAH INDONESIA
Basement Aldevco Octagon, Jl. Warung Jati Barat Raya No. 75
Jakarta 12740**

SAMBUTAN KETUA UMUM
HIMPUNAN AHLI TEKNIK TANAH INDONESIA

Yth. Dewan Penasehat dan Dewan Pertimbangan Pengurus HATTI Pusat
Pengurus Cabang HATTI
Para Undangan, Pembicara, dan Peserta Pertemuan Ilmiah Tahunan ke XIII
HATTI

Pertama-tama kami mengucapkan selamat datang di kota Denpasar, Bali.

Seperti di tahun sebelumnya, pada tahun 2009 ini kita kembali menyelenggarakan Pertemuan Ilmiah Tahunan (PIT), yang kecuali menjadi ajang temu ilmiah dan saling tukar-menukar informasi juga menjadi forum untuk membicarakan peningkatan kinerja asosiasi yang kita cintai ini. Dari segi pengembangan organisasi, terlaksananya Pertemuan Ilmiah Tahunan (PIT) ini di Denpasar, Bali mempunyai arti yang sangat penting. Mengapa? Karena pada tahun-tahun sebelumnya PIT HATTI selalu dilaksanakan di pulau Jawa; seolah-olah kita tidak mampu menyelenggarakannya di luar pulau Jawa. Pelaksanaan PIT di Denpasar, Bali ini, membuktikan bahwa Komisariat Daerah HATTI Bali sudah cukup berkembang, dan bahwa kehadiran ahli geoteknik di pulau Bali telah diakui. Semoga aktualisasi ini mendapat respons yang positif dari pemerintah/peguruan tinggi setempat dengan cara meningkatkan partisipasi para ahli geoteknik Indonesia dalam membangun daerah masing-masing. Terimakasih kami ucapkan pada Fakultas Teknik Universitas Udayana, Bali atas kerjasamanya dalam pelaksanaan PIT ini.

Pertemuan Ilmiah Tahun ini mengambil tema "Development of Geotechnical Engineering in Civil Construction". Untuk menopang tema tersebut maka panitia PIT tahun ini telah berhasil mendatangkan pembicara tidak hanya dari Indonesia, tetapi juga dari luar Indonesia dengan topik yang cukup bervariasi yang meliputi : pembangunan infrastruktur, perbaikan tanah, penentuan parameter tanah, sistim fondasi, kegempaan dll. Mengingat semakin seringnya terjadi gempa di negara kita, maka pada PIT tahun ini diadakan panel diskusi mengenai masalah kegempaan. Kita tidak tahu kapan gempa itu akan terjadi, tetapi kita harus tahu dan harus bisa mengurangi kerusakan yang akan timbul akibat gempa. Disinilah peran kita sebagai anggota HATTI diperlukan.

Kepada para pembicara yang telah bersedia datang dan memaparkan makalahnya, para peserta pameran, para sponsor dan pihak-pihak lain yang telah membantu terselenggaranya kegiatan PIT ini kami ucapkan terimakasih. Semoga kerjasama kita berlanjut diwaktu-waktu yang akan datang. Ungkapan penghargaan yang setinggi-tingginya kami sampaikan kepada para panitia yang telah bekerja keras tanpa pamrih demi terselenggaranya acara ini dan tentu saja demi HATTI kita tercinta.

Akhir kata, kami ucapkan Selamat ber-Seminar dan sampai jumpa lagi pada PIT yang akan datang.

Denpasar, November 2009

Ir. Bigman Hutapea, M.Sc., Ph.D
Ketua Umum HATTI

SUSUNAN PANITIA

- Pengarah: Ir. Bigman Hutapea, MSCE, PhD (Ketua HATTI Pusat)
- Ketua: Prof. Ir. I Wayan Redana, MASc, PhD (Ketua HATTI Bali)
- Wakil Ketua: Ir. I Wayan Reti Adnyana
- Sekretaris: Ir. I Wayan Arya, MT
- Bendahara: Ir. Anissa Maria Hidayati, MT
- Sie Dana: Ir. I Ketut Swijana, MT
Ir. Siska Rustiani, MT (Koord. HATTI Jawa Barat)
Sugino (Koordinator HATTI Pusat)
- Sie Makalah: Prof. Ir. I Wayan Redana, MASc, PhD (Unud)
Prof. Ir. Indrasurya B Mochtar, MSc, PhD (ITS)
Prof. Dr. Ir. Indarto, DEA (ITS)
Ir. Widjojo A. Prakoso, MSCE, PhD (UI)
Ir. Ersu Rismantojo, MSCE, PhD (ITB)
Ir. I Wayan Sengara, MSCE, PhD (ITB)
Prof. Ir. Paulus P.Raharjo, MSCE, PhD (UNPAR)
- Sie Akomodasi dan Konsumsi: I Wayan Sinarta, MT
I Nyoman Ari Budiman, ST, MT
Ir. AAK Tjerita, MSc
- Sie Acara: Ir. I Wayan Wiraga, MT
Ir. Tjok. Swarsa Putra, MT
Ir. I N Ramia,
Ir. Giatmajaya,
Sujahtera, ST
Ni Putu Oki Wirastuti
- Sekretariat: Ir. Silvia Gabrina Tonyes, MSc
Ir. IGN Wardana, MT
Ir. IG Suryanegara Dwipa, MT
Gede Sastra Wibawa, ST,
Komang Sudiastawa, ST
Ir. Putu Diaparna,
IG Ngurah Dharmayasa
I Putu Sukmana Gita

Daftar Isi

Kata Pengantar Ketua Panitia	ii
Sambutan Ketua Umum HATTI	iii
Susunan Panitia	iv
Daftar Isi	v

Pembicara Utama:

1. *Good practices in design and construction of deep excavation, keynote oleh Associate Professor Wong Kai Sin (Nanyang Technological University, Singapore)* K-1
2. *Beberapa aspek Geoteknik terkait bencana gempa Jawa Barat dan Sumatera Barat 2009, oleh Ir. I Wayan Sengara, MSCE, PhD dkk (ITB)* K-14
3. *Consolidation Settlements of Deep Clay Layers under High Rise Buildings in Jakarta oleh Franciscus Xaverius Toha dan I Wayan Sengara* K-22

Technical Session:

1. *PT Bauer Pratama*
2. *PT Menard Geosystems Indonesia: Sustainable Foundation Treatment for a High Road Embankment Construction on Soft Peaty Clay, oleh Kenny Yee dan Ryan Ade Setiawan.* T-1
3. *PT Maccaferri Indonesia: Stabilisasi Lereng Dengan Perkuatan Timbunan Menggunakan Terramesh System (Slope Stability with Embankment Reinforcement Using Terramesh System) oleh Presetyo Oetomo, Dwi Cahyo Adi S, dan Herdiansyah A.* T-12
4. *PT Caturpile Perkasa*

Pembicara Umum:

Session I: Gempa dan Dinamika Tanah

1. *Studi Perbandingan Koefisien Gempa Dasar (C) Antara SNI 1726 – 2002 Dengan Tinjauan Secara Mikrozonasi Untuk Wilayah Surabaya Timur (Stephanus Alexsander dan Indarto)* 1
2. *Pengaruh Jarak dan Lapisan Tanah Pada Percepatan Gempa Bumi Studi Kasus: Deposit Kota Padang (Helmy Darjanto dan Abdul Hakam)* 6

3. *Alternatif Penanggulangan Likuifaksi*
(Agus Darmawan Adi) 10
4. *Dynamic Equilibrium Analysis of Earthquake Resistant Retaining Walls*
(Abdul Hakam) 15
5. *Analisis Perubahan Periode Sistem Struktur dengan Base Isolasi Seismik Berdasarkan Fungsi Magnifikasi Non-Linier*
(Djamil M. Abdat, Herlien D. Setio dan Sangriyadi Setio) 19
6. *Linierisasi Optimal Persamaan Keadaan Sistem Struktur Dinamik Non-Linier Lokal*
(Djamil M. Abdat, Herlien D. Setio dan Sangriyadi Setio) 25

Session II: Daya Dukung Tanah

1. *Analysis of Settlement Contour and Bearing Stress Contour of Large Raft Foundations*
(Wiratman Wangsadinata, Winda Djoenaidi, I Nengah Sukertha, Bobby Chris Indarto, A.M. Yoke Harsari N, dan Andrew Arnaldi) 31
2. *Perbaikan Lapis Pondasi dengan Teknologi Daur Ulang untuk Rekonstruksi Perkerasan Jalan Jalur Pantura Menggunakan CTRB*
(Martinus Agus Sugiyanto) 37
3. *Permasalahan Kembang Susut Tanah Ekspansif pada Bangunan Permanen*
(Budijanto Widjaja dan Freddy Gunawan) 40
4. *Sifat Teknis Tanah dan Struktur Fondasi Candi Wisnu Dalam Tinjauan Geoteknik*
(Ahmad Rifa'i) 45
5. *Analisis Lendutan Sistem Cakar Ayam pada Tanah Ekspansif*
(Hary Christady, Hardiyatmo, Bambang Suhendro, Agus Firdansyah) 54

Session III: Penurunan dan Konsolidasi Tanah

1. *Solusi Geoteknik untuk Perancangan Gedung Berpondasi dangkal Di Atas Lapisan Tanah Lempung Lunak yang Memiliki Potensi Pemampatan Konsolidasi yang Besar*
(Indrasurya B. Mochtar dan Yudhi Lastiasih) 59
2. *Usulan Perumusan Pemampatan Konsolidasi Sekunder Untuk Tanah Lempung*
(Arief Alihudien dan Indrasurya B. Mochtar) 64

3. *Reliability of the Method for Determination of Coefficient of Consolidation (c_v)* 70
(Agus Setyo Muntohar dan Kabul Basah Suryolelono)
4. *Settlement Issues of Highrise Buildings due to Compression of Over Consolidated Clay Layer under Pile Foundation* 76
(Rahardjo P.P., Halim Y., and Winata R.)
5. *New Coal Terminal Development over a 32 m Deep Swamp* 82
(Henrico B. Winata, David K. Nolan, Jack R. Morgan)
6. *Assesment to the Field Evaluation of Soft Clay Subgrades Induced Flexible Pavement Condition* 88
(Ria Asih Aryani Soemitro, Elfin Kurniawan dan Agus Suwito)

Session IV: Pondasi Tiang Pancang

1. *Metode Kurva Fitting untuk Mengestimasi Daya Dukung Tiang Bor dan Tiang Pancang Hasil Uji Beban Vertikal Statis* 93
(Fabian J. Manoppo)
2. *Model Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Analisis Daya Dukung Batas Tiang Tunggal* 97
(Niken Silmi Surjandari, A. Aziz Djajaputra dan Sri Prabandiyani R. W)
3. *Pengaruh Penyelidikan Tanah Terbatas Pada Perkiraan Bearing Stratum Untuk Desain Pondasi Tiang* 102
(Ardy Arsyad, Abdul Rahman Djamaluddin, Abdul Muthalib)
4. *Analysis on Laterally Loaded Group Piles by Plaxis 3D Foundation* 108
(Sri Dewi dan Gouw Tjie Liong)
5. *Simulasi Low Strain Parallel Seismic Testing pada Tiang Tunggal dengan metode Elemen Hingga* 118
(Chandra Suciadi, Isser Freddy, Endra Susila, Widjojo A Prakoso, dan Masyhur Irsyam)

Session V: Pengujian Tanah dalam Geoteknik

1. *Pengukuran Energi Aktual dari SPT Hammer* 124
(Berdasar BS EN ISO22476-3, ASTM D4633-05 dan ASTM D6066096)
(Syukri Fitrialdi dan Doni Santoso)
2. *Korelasi Antara Uji Kepadatan Lapangan, HCP, dan CBR Laboratorium pada Beberapa Jenis Tanah di Pekanbaru* 129
(Soewignjo Agus Nugroho)

Pengaruh Jarak dan Lapisan Tanah Pada Percepatan Gempa Bumi Studi Kasus: Deposit Kota Padang

Helmy Darjanto

Praktisi HATTI Jawa Timur, Surabaya

dan

Abdul Hakam

Jurusan Teknik Sipil – Universitas Andalas

ABSTRAK: Studi empiris mengenai amplifikasi percepatan gelombang seismik telah banyak dilakukan walaupun hasilnya masih menjadi perdebatan. Dalam tulisan ini studi dengan menggunakan data real yang tercatat langsung telah dilakukan. Data percepatan diperoleh langsung dari akselerometer untuk gempa kuat. Akselerogram dicatat pada tiga lokasi yang berbeda di Kota Padang. Data lapisan tanah pada masing-masing stasiun pencatat dilakukan dengan pengeboran dalam. Sumber seismik adalah gempa bumi langsung dari pertemuan lempeng benua. Studi ini menunjukkan bahwa bentuk catatan getaran pada lokasi yang berbeda menunjukkan beberapa parameter seismik yang berbeda. Perbedaan ini antara lain disebabkan oleh perbedaan deposit tanah dan jarak masing-masing stasiun. Hasil studi ini sangat bermanfaat dalam memferifikasi berbagai teori mengenai perambatan gelombang seismik pada deposit tanah.

Keywords : Gempabumi, Percepatan

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah termasuk negara yang mempunyai resiko gempa cukup tinggi. Hal ini dikarenakan oleh letak Indonesia yang berada pada pertemuan empat lempeng tektonik utama, yaitu lempeng Australia, lempeng Asia, lempeng Pasifik, dan lempeng laut Philipina. Interaksi antara ke empat lempeng utama tersebut menjadikan Indonesia sebagai benar satu negara yang memiliki aktifitas seismik yang cukup tinggi dan rawan terhadap bahaya gempa, (Gambar 1).

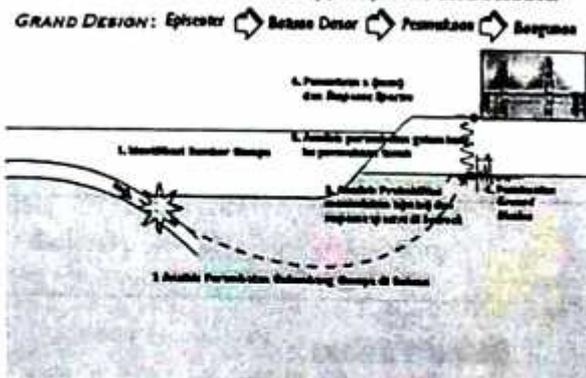
Selain itu dari data pencatatan kejadian gempa di Indonesia yang dikeluarkan oleh lembaga-lembaga kegempaan nasional dan inter-nasional, yaitu bahwa jumlah total kejadian gempa dengan $M_s \geq 5$ yang tercatat sejak tahun 1897 sampai tahun 2006 adalah lebih dari 8000 atau > 80 kejadian per tahun. Oleh karena tingginya aktifitas seismik tersebut, maka perencanaan bangunan di Indonesia harus memperhitungkan aspek-aspek kegempaan.

Parameter kegempaan yang diperlukan dalam perencanaan umumnya dinyatakan dalam percepatan gempa dan respon spektra di permukaan. Untuk mendapatkan hasil analisa yang akurat perlu diketahui proses perambatan gelombang dari pusat gempa (fokus) hingga ke permukaan tanah pada lokasi yang ditinjau. Perambatan gelombang ini

merupakan proses yang panjang dan kompleks sebagaimana terlihat pada Gambar 2 di bawah ini :



Gambar 1. Titik-titik gempa di Indonesia

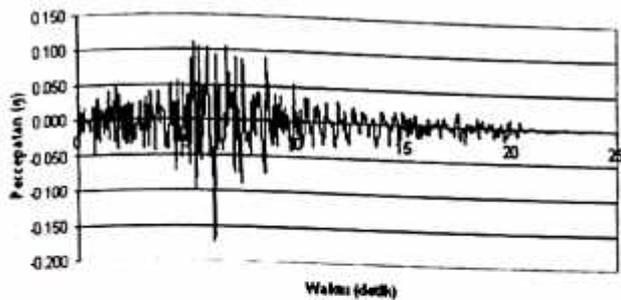


Gambar 2. Perambatan gelombang seismik
PERTEMUAN ILMIAH TAHUNAN – XIII HATTI, BALI 2009

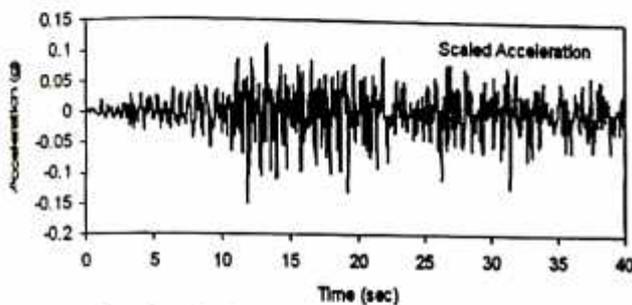
Sejak berkembangnya rekayasa gempa dikalangan insinyur dunia, telah banyak formula-formula dan gambar-gambar yang mengaitkan hubungan antara jarak suber gempa dengan besarnya percepatan gempa. Rangkuman dari penelitian-penelitian tersebut dapat dilihat pada Das (1983).

Percepatan rambatan gelombang gempa, merupakan parameter seismik yang sangat penting dalam bidang rekayasa. Sehingga untuk mendapatkannya banyak teori-teori dan pendekatan-pendekatan rekayasa dilakukan. Sejauh ini pendekatan-pendekatan tersebut terus digunakan bahkan hingga membentuk riwayat waktu percepatan imitasi (Helmy, 2009)

Beberapa bentuk hubungan riwayat waktu dari percepatan imitasi hasil perhitungan adalah seperti pada Gambar 3 dan 4, masing-masing untuk kota Surabaya dan Jakarta.



Gambar 3. Percepatan gempa kota Surabaya



Gambar 4. Percepatan gempa kota Jakarta

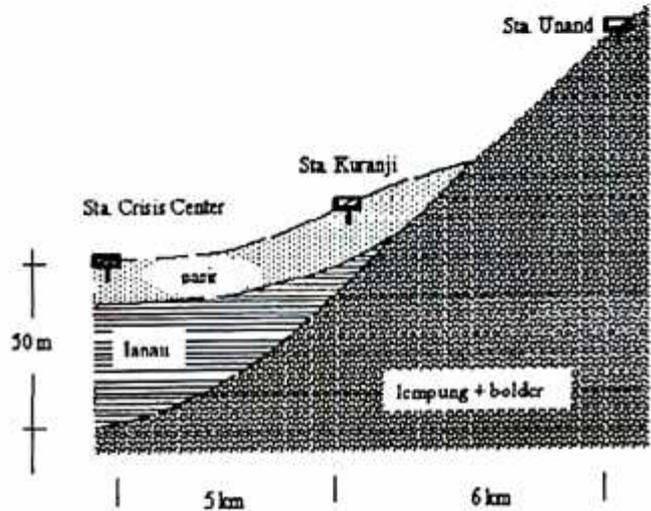
2. STASIUN ACCELEROMETER

Untuk mencatat rambatan gelombang seismik, di kota Padang telah dipasang beberapa buah accelerometer. Terdapat tiga stasiun pencatatan rambatan gelombang gempa di kota Padang dan 1 stasiun di kota Bukittinggi, yaitu:

- i. Kampus Universitas Andalas
- ii. Kantor Camat Kuranji, dan
- iii. Crisis Centre, Padang
- iv. Lobang Jepang, Bukittinggi

Masing-masing stasiun telah ditentukan koordinat lokasinya. Hal ini berguna dalam menentukan jarak masing-masing terhadap pusat gempa.

Lapisan tanah sepanjang stasiun pencatatan dapat digambarkan berdasarkan hasil pengeboran. Jarak masing-masing stasiun dan jenis lapisan tanah dibawahnya ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Lokasi stasiun

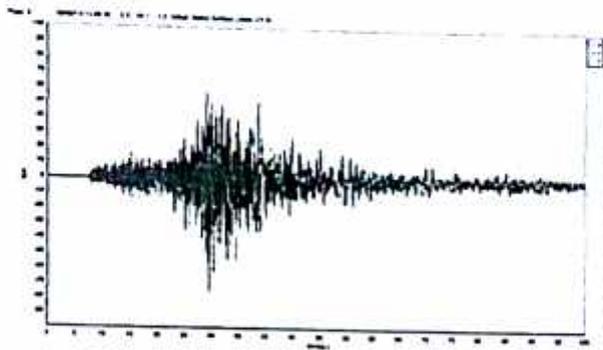
Accelerometer yang berada pada stasiun-stasiun tersebut, memerlukan supley tenaga listrik untuk bekerja. Sehingga aliran listrik tidak boleh terhenti pada sesaat sebelum dan sesudah gempa. Apabila terdapat gangguan pada suplay tenaga listrik, maka alat pencatat tidak bekerja dan pesan 'tidak ada catatan' akan tersimpan pada memory dari alat pencatat.

Pada saat gempa 30 September 2009 yang menghancurkan kota Padang dan Pariaman, aliran listrik secara otomatis mati sesaat guncangan terjadi. Sehingga tidak satupun stasiun pencatat gempa memberikan catatan percepatan pada saat itu. Namun kini tiap stasiun akan dilengkapi dengan UPS yang untuk menghindari terulangnya kegagalan pencatatan bila gempa besar terjadi lagi.

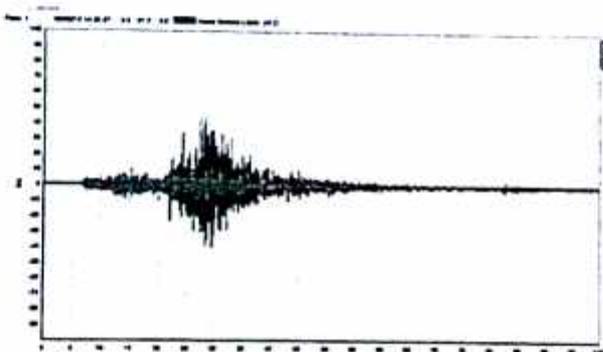
3. CATATAN PERCEPATAN

Dalam tulisan ini disampaikan hasil pencatatan yang diperoleh pada kejadian gempa berpusat di daerah pertemuan lempeng di Kepulauan Mentawai pada tanggal 16 Agustus 2009 pukul 02.38 WIB siang hari. Gempa ini berkekuatan 6.6 pada skala Richter. Gempa ini cukup keras dirasakan di kota Padang namun tidak memberikan dampak kerusakan yang berarti.

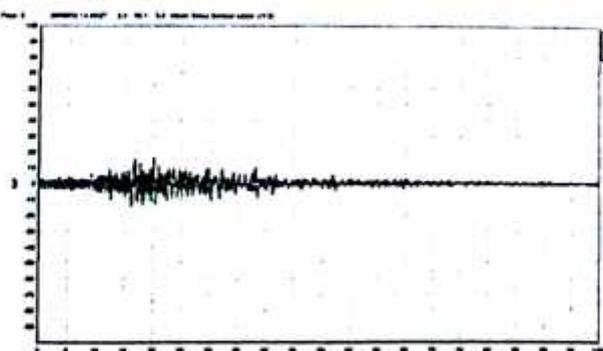
Catatan masing-masing accelerometer terhadap gempa tersebut ditampilkan pada Gambar 6, 7 dan 8. Accelerometer di stasiun Kampus Unand tidak mencatat karena pada saat yang bersamaan, suply listrik sedang tidak ada. Selain itu, kejadian gempa pada tanggal 1 Oktober 2009 yang merusakkan kota Sunagi Penuh di Jambi, tercatat pada stasiun di Bukittinggi namun tidak ada catatan di stasiun lain dikarenakan tidak adanya suply listrik setelah gempa Padang sehari sebelumnya (Gambar 9).



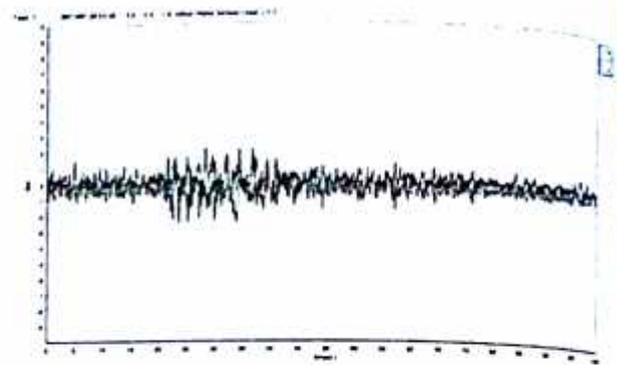
Gambar 6. Stasiun Crisis Centre



Gambar 7. Stasiun Kuranji



Gambar 8. Stasiun Bukittinggi



Gambar 9. Stasiun Bukittinggi (1/10/2009)

4. EFEK JARAK DAN LAPISAN

Dengan diketahuinya koordinat masing-masing stasiun pencatatan dan pusat terjadinya gempa, maka jarak antara pusat gempa dan stasiun pencatat dapat dihitung. Perhitungan ini dapat dilakukan berdasarkan data koordinat dari masing-masing sumber dan stasiun.

Hasil perhitungan jarak dan besarnya percepatan gempa pada permukaan tanah dirangkum dalam Tabel 1. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa jarak dari stasiun gempa jelas memberikan kontribusi yang besar terhadap besarnya percepatan gelombang pada permukaan.

Dibandingkan dengan pencatatan pada stasiun di Crisis Centre, percepatan pada stasiun Kuranji cenderung lebih kecil. Walaupun beda jarak tempuh gelombang hanya terpaut 5 km, namun akselerasi di stasiun Kuranji telah berkurang lebih dari sepertiga dari yang tercatat di Crisis center.

Bila dibandingkan dengan pencatatan di Kota Padang, maka percepatan di Bukittinggi sangat kecil sekali yaitu hanya berkisar 20% saja. Namun demikian faktor lapisan geologi juga sangat mempengaruhi dalam penjalaran gelombang gempa ini.

Bila dilihat dari lapisan tanah yang ada dibawah masing-masing stasiun di kota Padang, maka nampak bahwa lapisan lanau di Crisis centre (40 - 50 m) adalah lebih tebal dibandingkan dengan stasiun Kuranji (10 - 20 m). Lapisan ini merupakan deposit tanah dengan nilai pukulan penetrasi standar N_{spt} antara 5 hingga 20. Lapisan ini juga memberikan kemungkinan amplifikasi yang cukup besar terhadap percepatan gelombang.

Tabel 1. Rangkuman percepatan gempa dan jarak stasiun

Magnitude and Depth	Tgl/Lokasi/Koordinat(*)		Jam	Station dan Koordinat(*)		amax (gal)			Jarak (Km)
						X	Y	Z	
6.6	16/8-2009		14:38.2	Bukittinggi	S 0.30638	2.4	16.1	3	164.4098504
					E 100.36205				
	Mentawai			Gubernur	S 0.9378	8.9	84.1	4.2	
					E 100.35987				
20 Km	S	1.486	14:38.2	Kuranji	S 0.931689	3.6	51.2	3.5	121.347887
					E 100.409878				
	E	99.469		Unand	S 0.92283	N/A	N/A	N/A	
					E 100.4638				

Magnitude and Depth	Tgl/Lokasi/Koordinat(*)		Jam	Station dan Koordinat(*)		amax (gal)			Jarak (Km)
						X	Y	Z	
6.6	1/10/2009		08:52.3	Bukittinggi	S 0.30638	0.6	2.8	1.8	274.5843317
					E 100.36205				
	Sungai Penuh			Gubernur	S 0.9378	N/A	N/A	N/A	
					E 100.35987				
15 Km	S	2.508	08:52.3	Kuranji	S 0.931689	N/A	N/A	N/A	211.9637917
					E 100.409878				
	E	101.484		Unand	S 0.92283	N/A	N/A	N/A	
					E 100.4638				

Pada Tabel 2 berikut juga ditampilkan besarnya percepatan permukaan hasil pencatatan gempa pada tanggal 17 Agustus 2008 yang berjarak 120 km di Kepulauan Mentawai. Dapat dilihat bahwa percepatan di kampus Unand yang relatif jauh dibanding dengan stasiun lainnya, mempunyai catatan percepatan yang lebih besar. Hal ini menunjukkan bahwa disamping jarak, maka kondisi lapisan tanah merupakan faktor yang penting dalam kegempaan.

Tabel 2. Percepatan Gempa 17 Agustus 2009

Crisis Centre	2.625 gal
Kuranji	2.5 gal
Unand	7.25 gal

5. KESIMPULAN

Meskipun jarak tempuh dapat mengurangi besarnya amplitude gelombang gempa, namun kondisi lapisan tanah dalam jarak yang relatif kecil,

merupakan faktor yang lebih significant terhadap penalaran gelombang seismik.

Tulisan ini merupakan penelitian awal untuk mengetahui pengaruh lapisan tanah di kota Padang terhadap hasil pencatatan percepatan gempa dipermukaan tanah. Penelitian ini akan dilanjutkan terus sejalan dengan pengumpulan data kegempaan yang terus berlajut hingga saat ini.

REFERENCES

- Das, BM (1983), *Fundamental of Soil Dynamics*, Elsevier Pub., NY
- Vidya A (2007), *Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah (Retaining Wall) Akibat Beban Dinamis dengan Simulasi Numerik*, Skripsi, UNAND
- Helmy Darjanto (2009), *Analisis Resiko Gempa dengan teorema probabilitas total untuk kota-kota di Indonesia yang aktifitas seismiknya tinggi*, Seminar Nasional 'Bangunan Tahan Gempa', Universitas Andalas