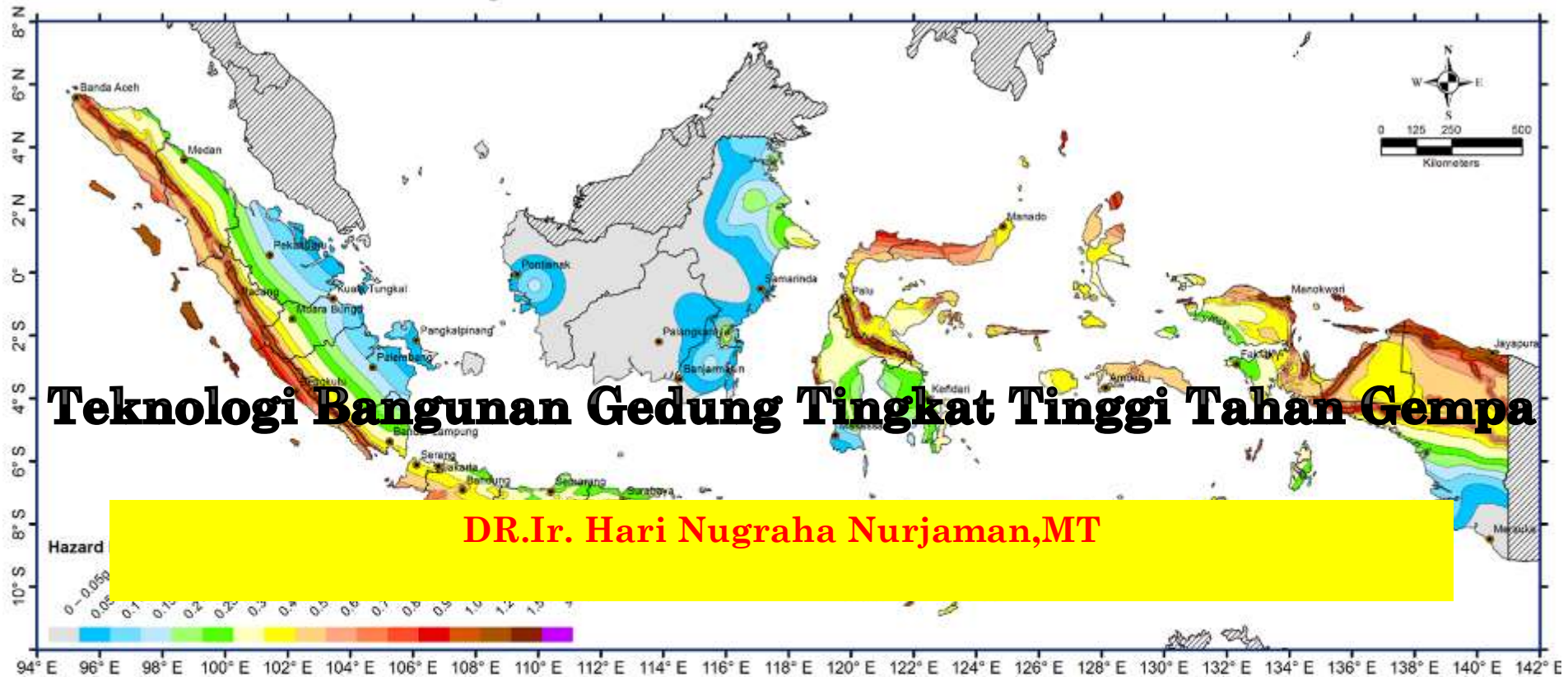


Peta percepatan puncak di batuan dasar (S_B) untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun



Teknologi Bangunan Gedung Tingkat Tinggi Tahan Gempa

DR.Ir. Hari Nugraha Nurjaman,MT

	TIM PEMUTAKHIRAN PETA SUMBER DAN BAHAYA GEMPA INDONESIA 2017		PETA SUMBER DAN BAHAYA GEMPA INDONESIA 2017	
	<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. Masyhur Irsyam (Ketua) • Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) • Dr. Danny Hilman Natawidjaja (Ketua Pokja Geologi) • Dr. Irwan Meilano (Ketua Pokja Geodesi) • Prof. Dr. Sri Widiyantoro (Ketua Pokja Seismologi) • Dr. Wahyu Triyoso (Ketua Pokja Katalog) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ariska Rudyanto, M.Phil. (Ketua Pokja GMPE) • Dr. Sri Hidayati (Ketua Pokja SHA) • Dr. M. Asrurifak • Dr. M. Ridwan • Prof. Dr. Phil Cummins 		Jakarta, 4 September 2017 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  M. Basuki Hadimuljono
		Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat		

**THE ROLE OF CIVIL ENGINEERING TO MINIMALIZING
DISASTER EFFECT**

UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

JAKARTA, 14 Desember 2017

DAFTAR ISI

1. Pendahuluan : Tantangan Pembangunan Bangunan Gedung di Indonesia
2. Rancang bangun Bangunan Gedung Tahan Gempa
3. Contoh Bangunan Gedung Tahan Gempa dengan Teknologi
4. Penutup, Harapan dan Saran



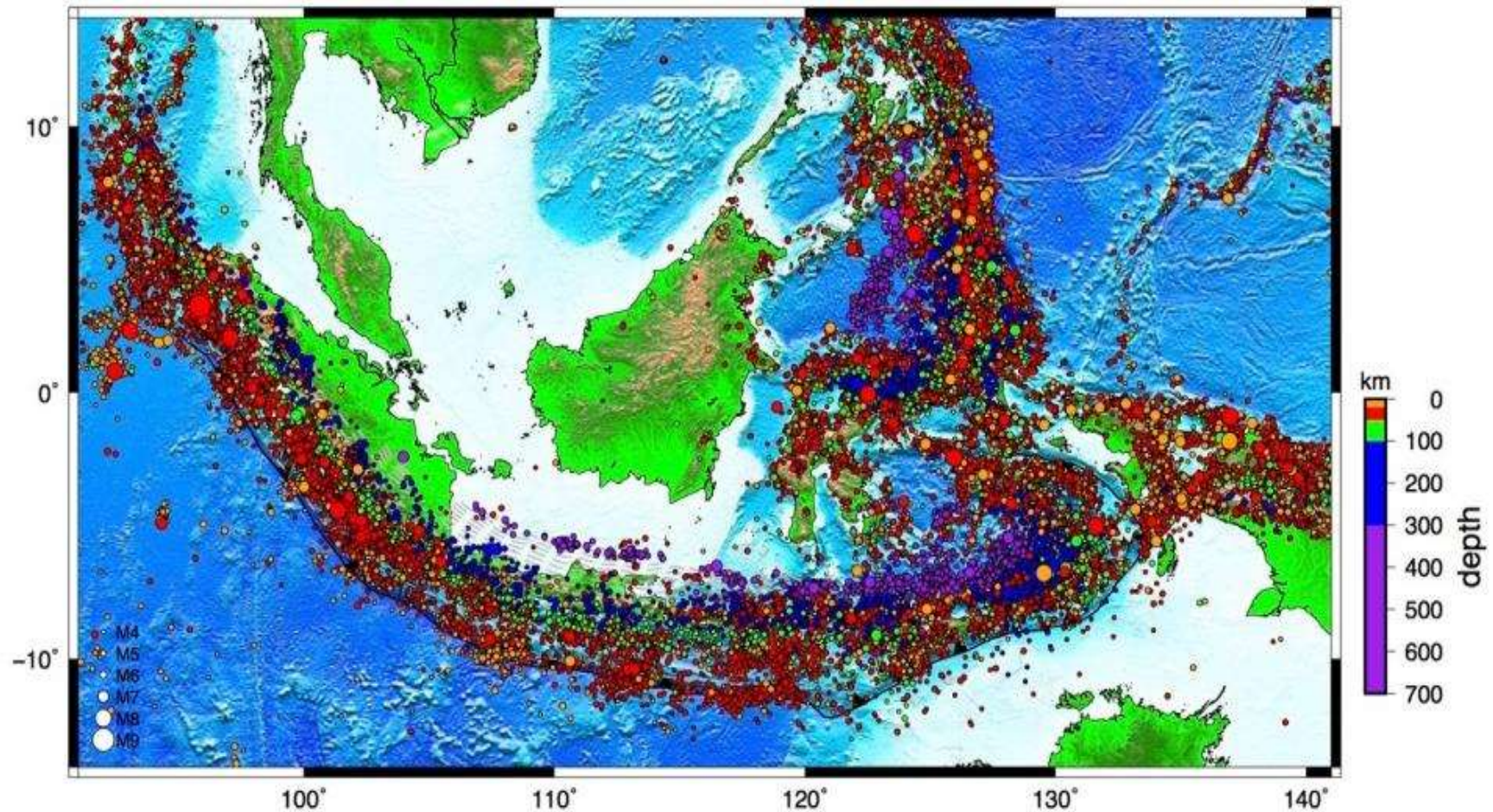
1. PENDAHULUAN



INDONESIA TERLETAK DI ZONE RING OF FIRE



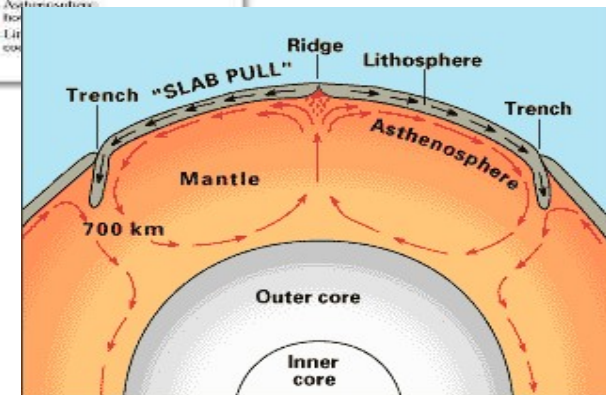
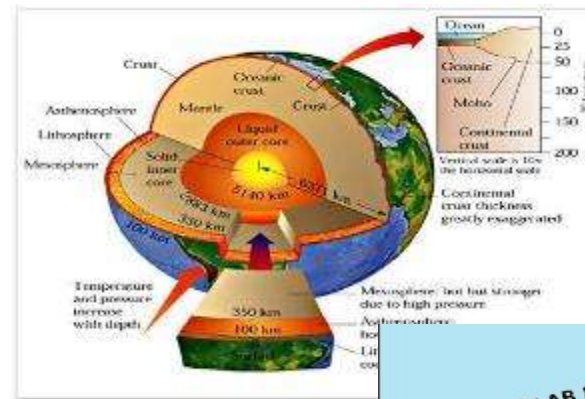
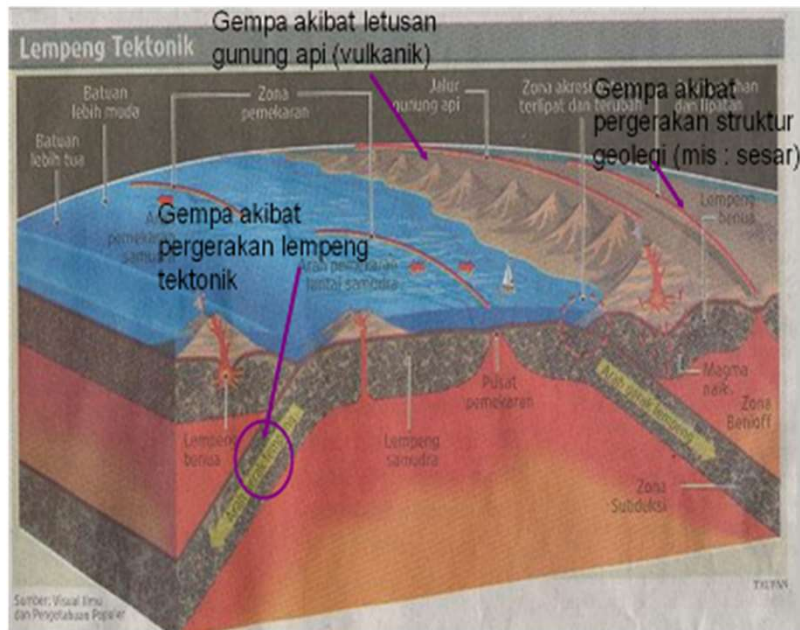
1. PENDAHULUAN



Gempa bumi di Indonesia hasil relokasi hingga 2016 (Katalog Pusgen, 2016)

1. PENDAHULUAN

- Pada masa lalu, antisipasi struktur terhadap gempa menghadapi dilema
 - Gempa bebannya dapat sangat besar tapi waktu kedatangannya tidak bisa diduga



- Ilmu Seismologi berkembang sejak Gempa San Fransisco 1910
- Jika struktur direncanakan terhadap beban gempa kuat dengan kondisi 'tidak rusak', maka perencanaan akan sangat mahal

1. PENDAHULUAN

- Pada tahun 1960-an berkembang beberapa hal penting
 - Penggunaan konsep “seismic design hazard” dengan mennggap beban gempa sebagai fenomena random, statistik dan probabilistik
 - Gempa perioda ulang pendek --→ gempa kecil
 - Gempa perioda ulang panjang -→ gempa kuat



1. PENDAHULUAN

follows the concept of UBC → IBC



10% probability of exceedance in 50 yrs (500 yrs eq.)

2% probability of exceedance in 50 yrs (2,500 yrs eq.)

Eartquake Data up to 1999



- Earthquake data to 2009
- Recent fault information
- 3-D source model
- Unification for Buildings+Dams+Bridges

1. PENDAHULUAN

SEAOC Vision 2000 Committee dan FEMA 273

Design Live	Probability of Exceedance	Earthquake Level		
50 tahun	20%	Immediate Occupancy	225 years	SNI 1983
	10%	Live Safety (Rare Earthquake)	500 years	SNI now
	2%	Near Collapse/ MCE (Very Rare Earthquake)	2.500 years	IBC since 2003 SNI 2010
			+1.000 years	For bridge / dam
			+ 500 years	For bridge / Embakment

1. PENDAHULUAN

- Tahun 2010, diterbitkan Peta Gempa Indonesia
 - Disusun sebagai antisipasi data gempa baru, termasuk sesar lokal
 - Periode ulang gempa menjadi 2.500 tahun
 - Ada beberapa daerah yang padat penduduk dan ada bangunan gedung yang signifikan, beban gempa meningkat
- 2012 dikeluarkan SNI 1726-2012
 - Aturan pendetailan menjadi lebih ketat
 - Desain bangunan cenderung menjadi lebih mahal

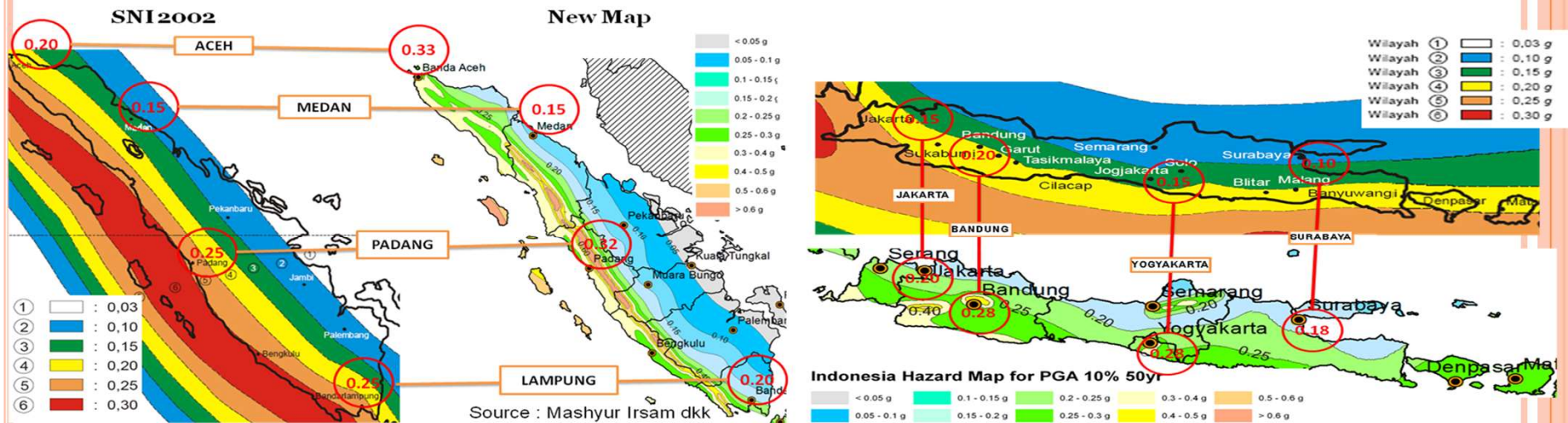
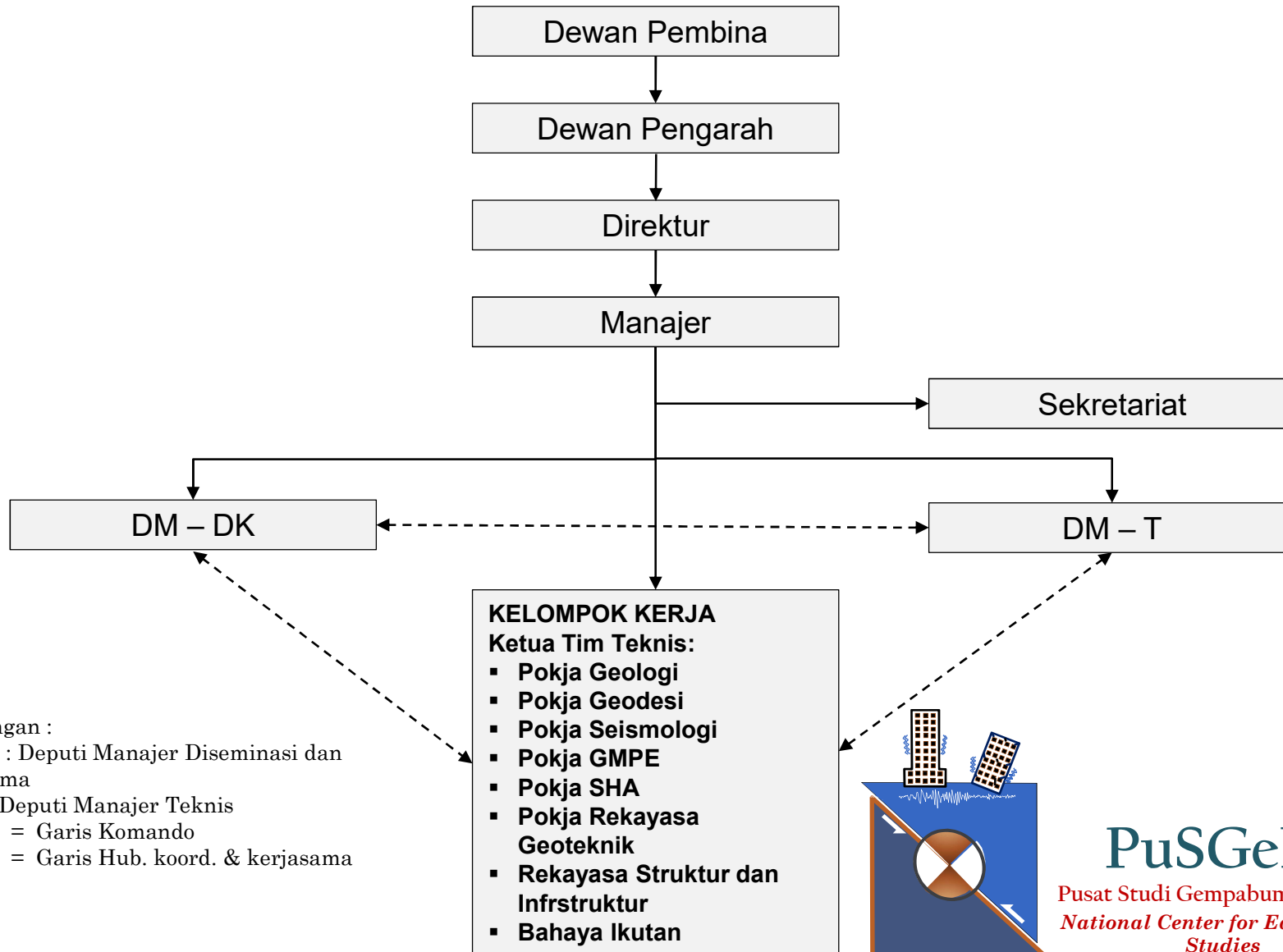


Figure 6 Comparison of earthquake acceleration map [6]

ALTERNATIF 1 STRUKTUR ORGANISASI



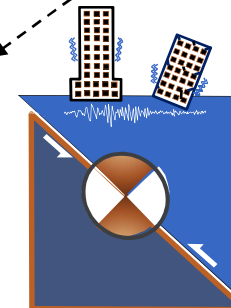
Keterangan :

DM-DK : Deputi Manajer Diseminasi dan Kerjasama

DM-T : Deputi Manajer Teknis

- - - - = Garis Komando

= Garis Hub. koord. & kerjasama



PuSGeN

Pusat Studi Gempabumi Nasional
National Center for Earthquake
Studies

ORGANISASI

Lembaga Pendiri PuSGeN

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

Dewan Pembina

1. Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
2. Menteri Ristek dan Pendidikan Tinggi
3. Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral
4. Menteri Perhubungan
5. Kepala Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika
6. Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana
7. Kepala Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
8. Kepala Badan Informasi Geospasial



KEMENTERIAN
PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN
RAKYAT



KEMENTERIAN
RISTEK DAN
PENDIDIKAN
TINGGI



KEMENTERIAN
ENERGI DAN
SUMBER DAYA
MINERAL



KEMENTERIA
N
PERHUBUNG
AN



BMKG
BADAN
METEOROLOGI,
KLIMATOLOGI DAN
GEOFISIKA



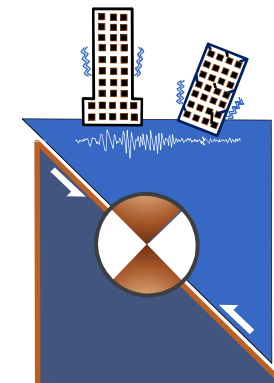
BADAN NASIONAL
PENANGGULANGA
N BENCANA



LIPI
LEMBAGA ILMU
PENGETAHUAN
INDONESIA



BADAN
INFORMASI
GEOSPASIAL



PuSGeN

Pusat Studi Gempabumi Nasional
*National Center for Earthquake
Studies*

Dewan Pengarah

1. Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Kepala Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral
2. Direktur Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Ristek dan Pendidikan Tinggi
3. Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan, Kementerian Perhubungan
4. Deputi Bidang Geofisika, Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika
5. Deputi Pencegahan dan Kesiapsiagaan, Badan Nasional Penanggulangan Bencana
6. Deputi Bidang Ilmu Pengetahuan Kebumihutan, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
7. Deputi Bidang Informasi Geospasial Dasar, Kepala Badan Informasi Geospasial



KEMENTERIAN
PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN
RAKYAT



KEMENTERIAN
RISTEK DAN
PENDIDIKAN
TINGGI



KEMENTERIAN
ENERGI DAN
SUMBER DAYA
MINERAL



KEMENTERIAN
PERHUBUNGAN



BMKG
BADAN
METEOROLOGI,
KLIMATOLOGI DAN
GEOFISIKA



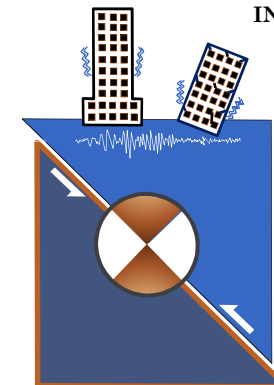
BADAN NASIONAL
PENANGGULANGAN
BENCANA



LIPI
LEMBAGA ILMU
PENGETAHUAN
INDONESIA



BADAN
INFORMASI
GEOSPASIAL



PuSGeN

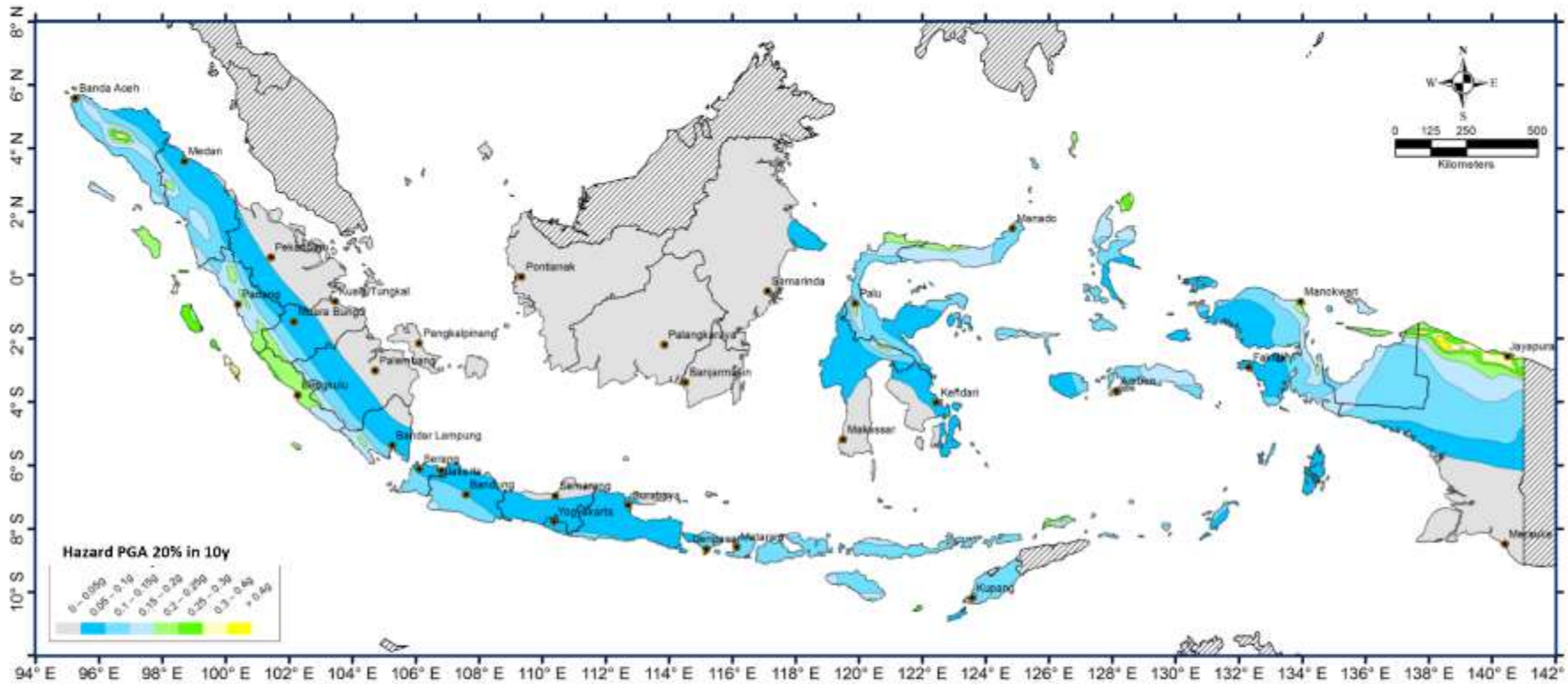
Pusat Studi Gempabumi Nasional
National Center for Earthquake
Studies

PROSES PENYUSUNAN REVISI PETA BAHAYA GEMPA INDONESIA 2016

Konsep dasar peta gempa 2016

- Konsep dasar peta gempa 2016 memadukan antara konsep Probabilistic Seismic Hazard dan Deterministik Seismik Hazard dgn menggunakan semua data & informasi serta metode ter-mutakhir untuk wilayah Indonesia.
- Peta baru akan memperhitungkan beberapa sesar aktif baru berdasarkan penelitian lapangan sesar aktif yang sebelumnya belum terkuantifikasi dengan baik, menggunakan katalog gempa bumi yang lebih lengkap dan lebih akurat dengan mengupdate katalog gempa sampai tahun 2016 yang direlokasi dengan model kecepatan 3D, pendetilan sumber gempa background, dan menggunakan persamaan atenuasi gelombang gempa yang terkini.
- Penyempurnaan ini akan berdampak kepada peningkatan keakuratan estimasi parameter yang penting dalam mengkonstruksi peta gempa atau PSHA
- Pada prinsipnya peta ini konsepnya sama dengan Peta 2010, namun akan menggunakan sumber gempa yang sudah terupdate serta menggunakan software selain software United States Geological Survey/USGS (yang digunakan untuk peta 2010) yaitu software OpenQuake (Earthquake Hazard and Risk Engines) yang umum digunakan untuk Uni Eropa sebagai pembanding.

Peta percepatan puncak di batuan dasar (S_B) untuk probabilitas terlampaui 20% dalam 10 tahun



	TIM PEMUTAKHIRAN PETA SUMBER DAN BAHAYA GEMPA INDONESIA 2017		PETA SUMBER DAN BAHAYA GEMPA INDONESIA 2017	
	<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. Masyhur Irsyand (Ketua) • Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) • Dr. Danny Hilman Natawidjaja (Ketua Pokja Geologi) • Dr. Irwan Meilano (Ketua Pokja Geodesi) • Prof. Dr. Sri Widlyantoro (Ketua Pokja Seismologi) • Dr. Wahyu Triyoso (Ketua Pokja Katalog) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ariska Rudyanto, M.Phil. (Ketua Pokja GMPE) • Dr. Sri Hidayati (Ketua Pokja SHA) • Dr. M. Asrurifak • Dr. M. Ridwan • Prof. Dr. Phil Cummins 	 <p>Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat</p>	<p>Jakarta, 4 September 2017</p> <p>Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat</p> <p><i>M. Basuki Hadimuljono</i></p> <p><u>M. Basuki Hadimuljono</u></p>

Kerja sama:



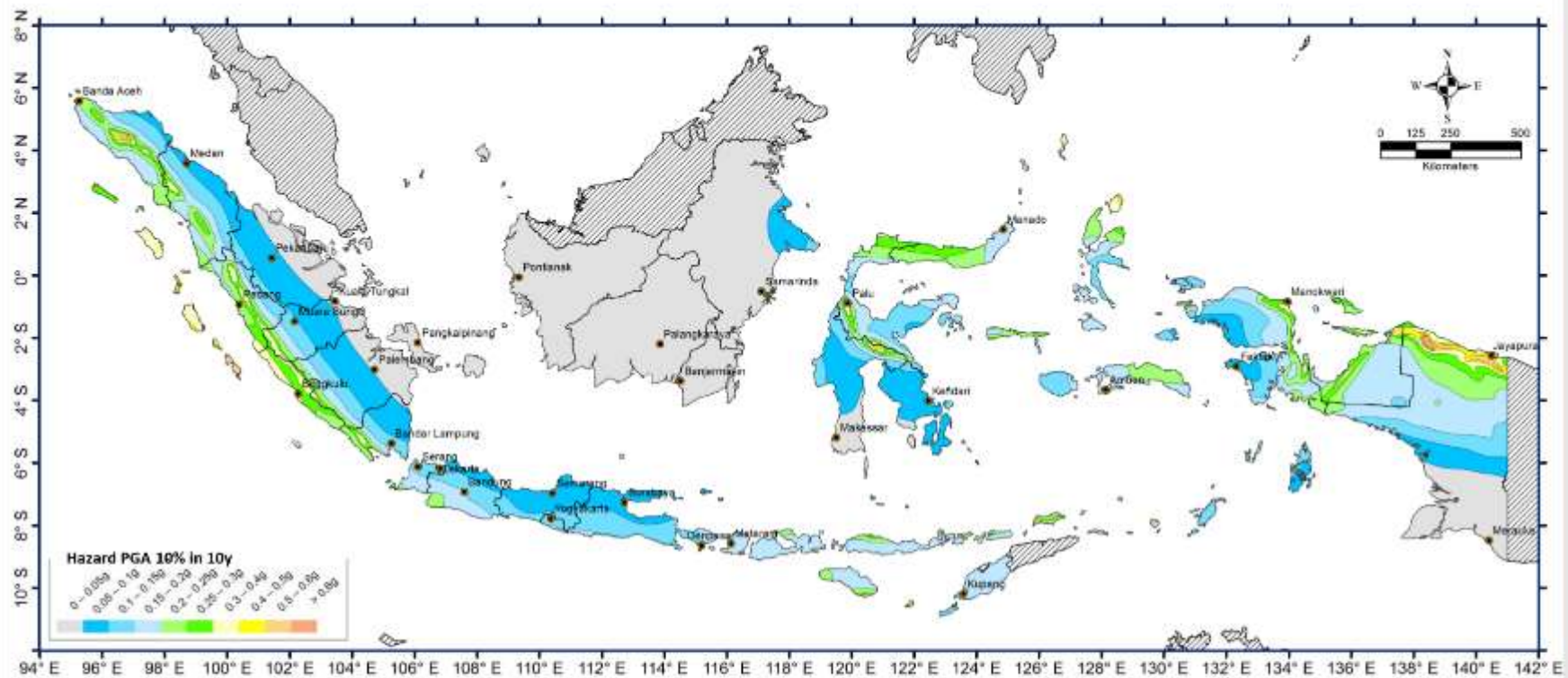








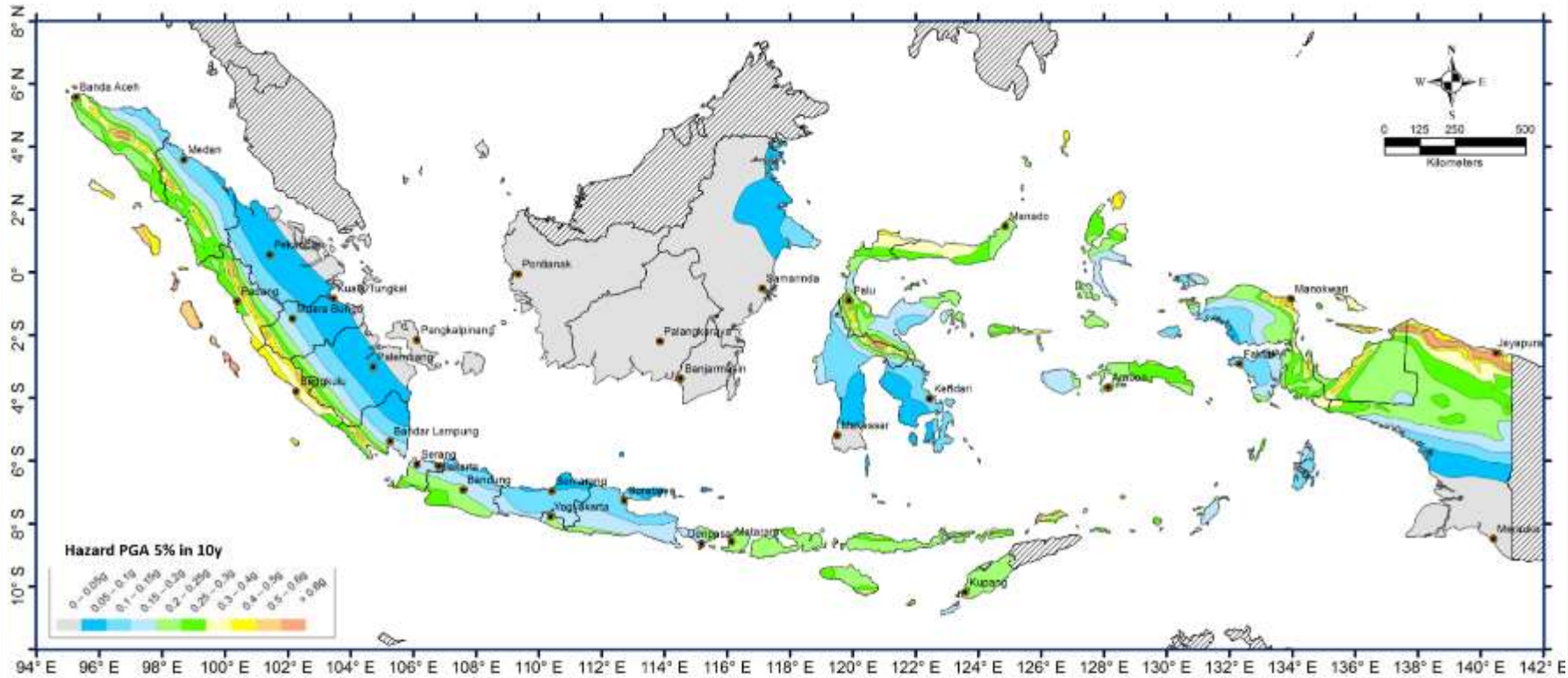
Peta percepatan puncak di batuan dasar (S_B) untuk probabilitas terlampaui 10% dalam 10 tahun



	TIM PEMUTAKHIRAN PETA SUMBER DAN BAHAYA GEMPA INDONESIA 2017		PETA SUMBER DAN BAHAYA GEMPA INDONESIA 2017	
	<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. Masyhur Irsyam (Ketua) • Ir. Lutfi Falzal (Wakil Ketua) • Dr. Danny Hilman Natawidjaja (Ketua Pokja Geologi) • Dr. Irwan Mellano (Ketua Pokja Geodesi) • Prof. Dr. Sri Widiyantoro (Ketua Pokja Seismologi) • Dr. Wahyu Triyoso (Ketua Pokja Katalog) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ariska Rudyanto, M.Phil. (Ketua Pokja GMPE) • Dr. Sri Hidayati (Ketua Pokja SHA) • Dr. M. Asrurifak • Dr. M. Ridwan • Prof. Dr. Phil Cummins 		Jakarta, 4 September 2017 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  M. Basuki Hadimuljono



Peta percepatan puncak di batuan dasar (S_B) untuk probabilitas terlampaui 5% dalam 10 tahun

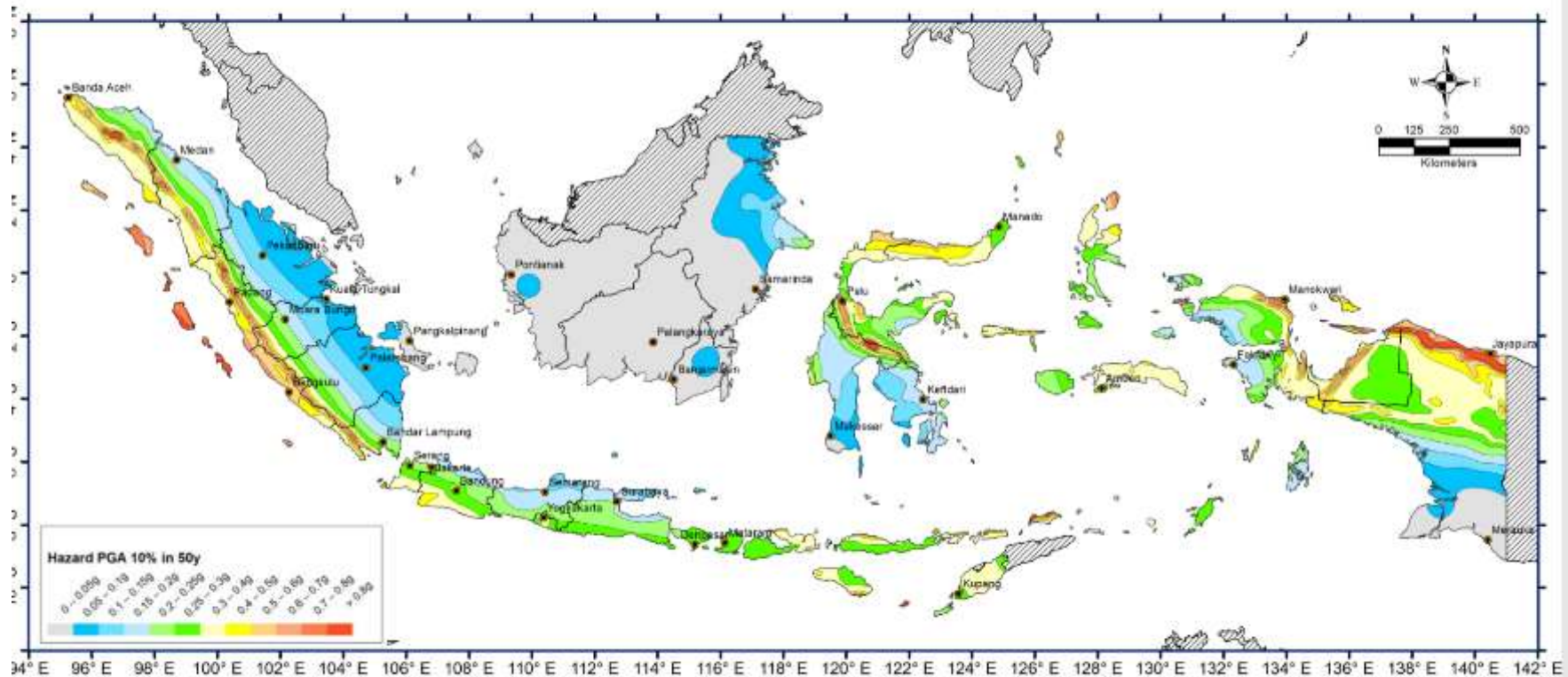


 <p>PuSGeN</p>	<p>TIM PEMUTAKHIRAN PETA SUMBER DAN BAHAYA GEMPA INDONESIA 2017</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. Masyhur Irsyam (Ketua) • Ir. Lutfi Falzal (Wakil Ketua) • Dr. Danny Hilman Natawidjaja (Ketua Pokja Geologi) • Dr. Irwan Meilano (Ketua Pokja Geodesi) • Prof. Dr. Sri Widiyantoro (Ketua Pokja Seismologi) • Dr. Wahyu Triyoso (Ketua Pokja Katalog) 	<p>PETA SUMBER DAN BAHAYA GEMPA INDONESIA 2017</p> <p>Jakarta, 4 September 2017 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat</p>  <p>M. Basuki Hadimuljono</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Ariska Rudyanto, M.Phil. (Ketua Pokja GMPE) • Dr. Sri Hidayati (Ketua Pokja SHA) • Dr. M. Asrurifak • Dr. M. Ridwan • Prof. Dr. Phil Cummins 	 <p>Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat</p>

Kerja sama:



Peta percepatan puncak di batuan dasar (S_b) untuk probabilitas terlampaui 10% dalam 50 tahun

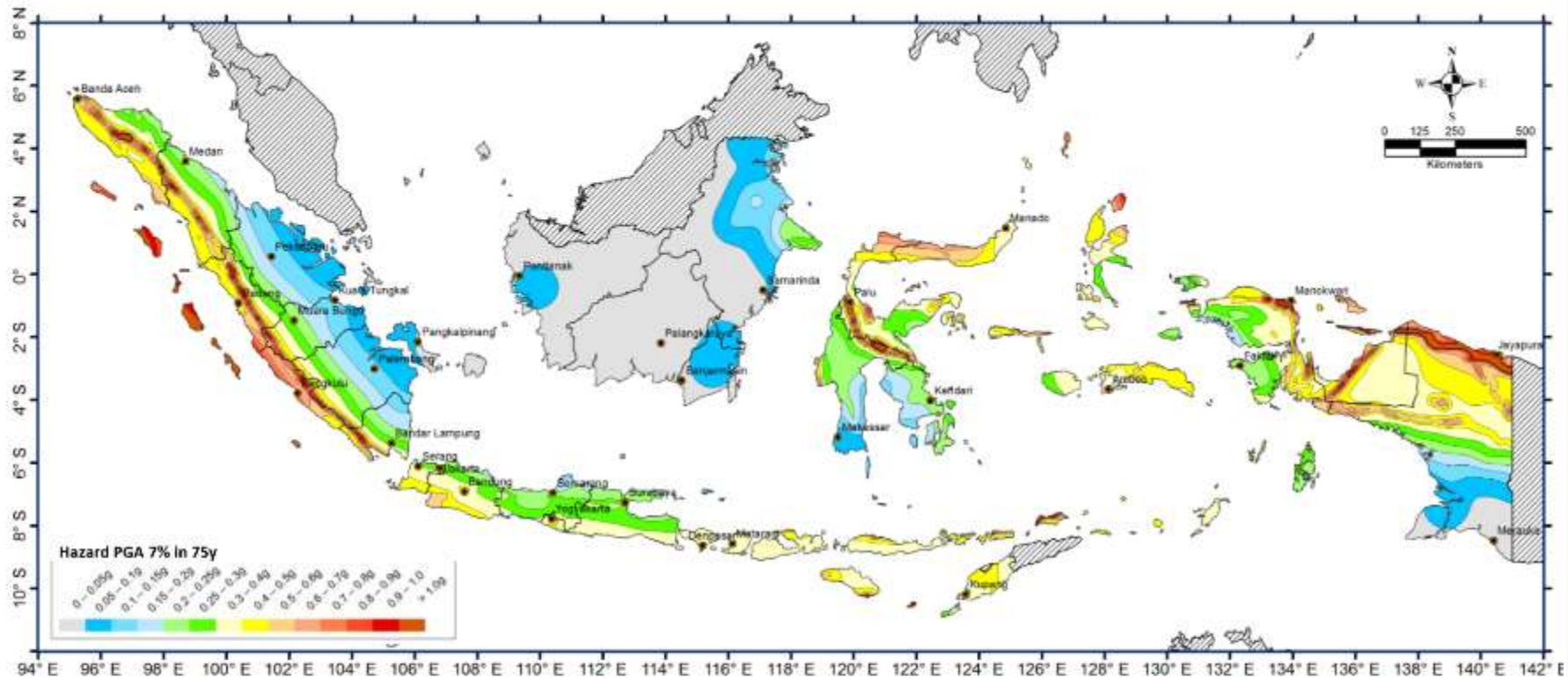


	<p>TIM PEMUTAKHIRAN PETA SUMBER DAN BAHAYA GEMPA INDONESIA 2017</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. Masyhur Irsyam (Ketua) • Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) • Dr. Danny Hilman Natawidjaja (Ketua Pokja Geologi) • Dr. Irwan Meilano (Ketua Pokja Geodesi) • Prof. Dr. Sri Widiyantoro (Ketua Pokja Seismologi) • Dr. Wahyu Triyoso (Ketua Pokja Katalog) 	<p>PETA SUMBER DAN BAHAYA GEMPA INDONESIA 2017</p> <p>Jakarta, 4 September 2017 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat</p>  M. Basuki Hadimuljono
	<ul style="list-style-type: none"> • Ariska Rudyanto, M.Phil. (Ketua Pokja GMPE) • Dr. Sri Hidayati (Ketua Pokja SHA) • Dr. M. Asrurifak • Dr. M. Ridwan • Prof. Dr. Phil Cummins 	 <p>Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat</p>

Kerja sama:



Peta percepatan puncak di batuan dasar (S_B) untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun

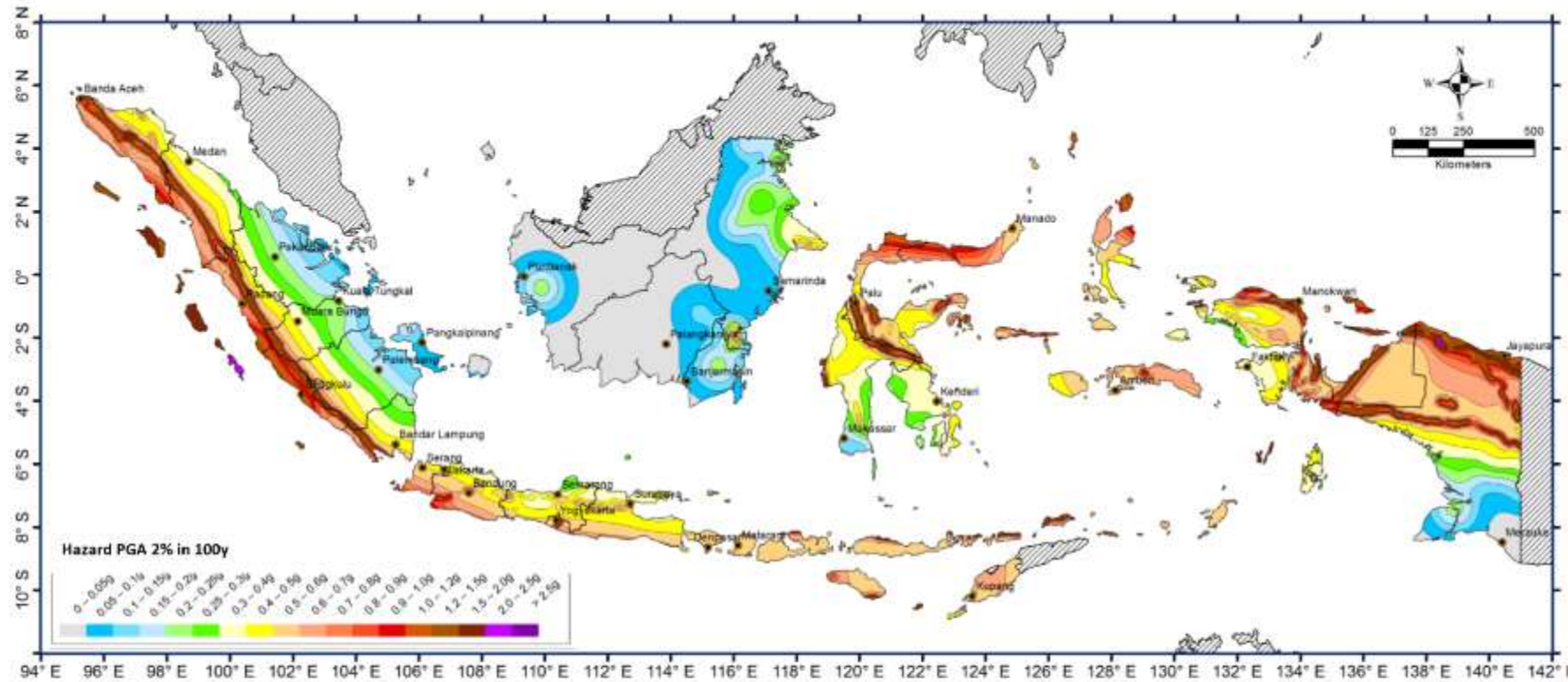


	TIM PEMUTAKHIRAN PETA SUMBER DAN BAHAYA GEMPA INDONESIA 2017		PETA SUMBER DAN BAHAYA GEMPA INDONESIA 2017	
	<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. Masyhur Irsyam (Ketua) • Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) • Dr. Danny Hilman Natawidjaja (Ketua Pokja Geologi) • Dr. Irwan Meilano (Ketua Pokja Geodesi) • Prof. Dr. Sri Widiyantoro (Ketua Pokja Seismologi) • Dr. Wahyu Triyoso (Ketua Pokja Katalog) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ariska Rudyanto, M.Phil. (Ketua Pokja GMPE) • Dr. Sri Hidayati (Ketua Pokja SHA) • Dr. M. Asrurifak • Dr. M. Ridwan • Prof. Dr. Phil Cummins 		<p style="text-align: right;">Jakarta, 4 September 2017 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat</p> <p style="text-align: right;"><i>M. Basuki Hadimuljono</i> M. Basuki Hadimuljono</p>

Kerja sama:



Peta percepatan puncak di batuan dasar (S_B) untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 100 tahun



TIM PEMUTAKHIRAN PETA SUMBER DAN BAHAYA GEMPA INDONESIA 2017		PETA SUMBER DAN BAHAYA GEMPA INDONESIA 2017	
	<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. Masyhur Irsyam (Ketua) • Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua) • Dr. Danny Hilman Natawidjaja (Ketua Pokja Geologi) • Dr. Irwan Meilano (Ketua Pokja Geodesi) • Prof. Dr. Sri Widiyantoro (Ketua Pokja Seismologi) • Dr. Wahyu Triyoso (Ketua Pokja Katalog) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ariska Rudyanto, M.Phil. (Ketua Pokja GMPE) • Dr. Sri Hidayati (Ketua Pokja SHA) • Dr. M. Asrurifak • Dr. M. Ridwan • Prof. Dr. Phil Cummins 	 <p>Jakarta, 4 September 2017 Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat</p> <p><i>TARIMAR</i> M. Basuki Hadimuljono</p>
	<p>Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat</p>		

Kerja sama:





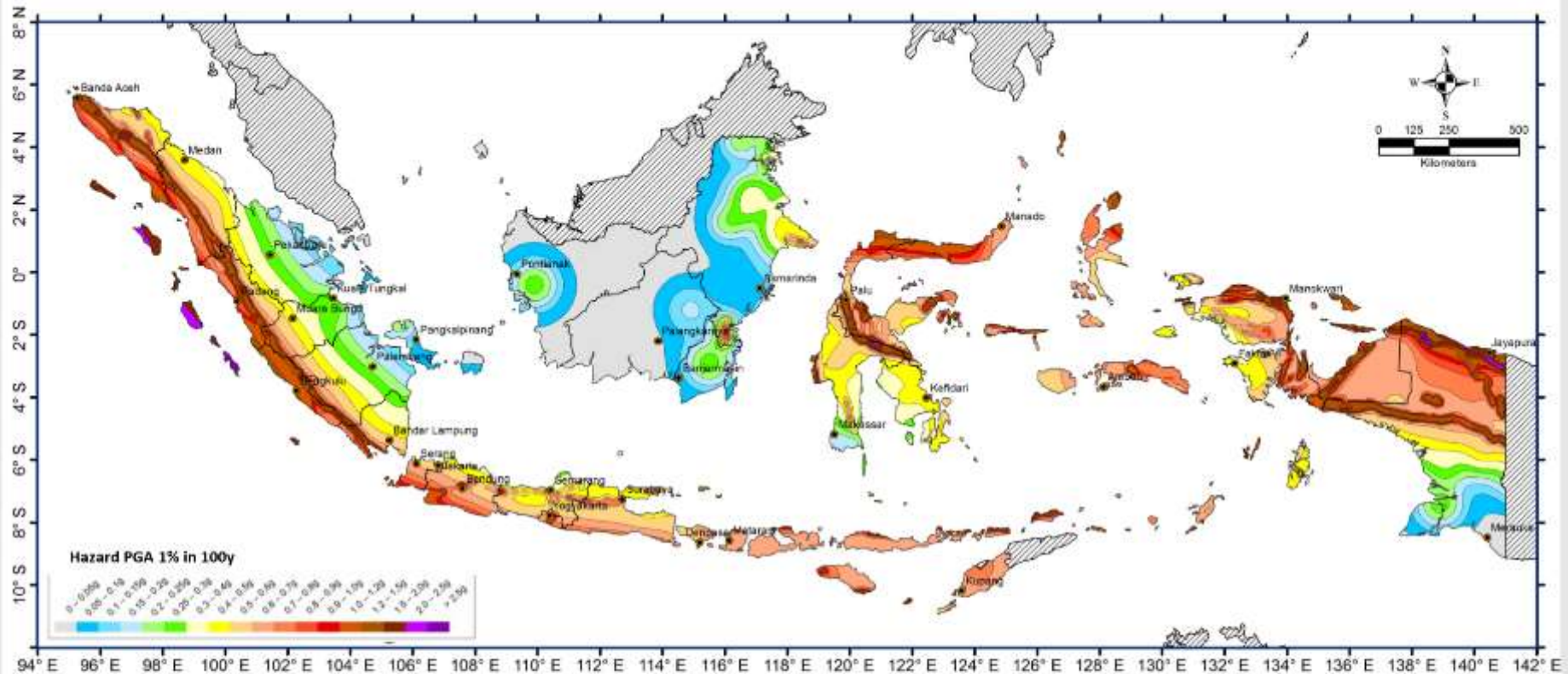






Australian Government

Peta percepatan puncak di batuan dasar (S_B) untuk probabilitas terlampaui 1% dalam 100 tahun



TIM PEMUTAKHIRAN PETA SUMBER DAN BAHAYA GEMPA INDONESIA 2017

- Prof. Dr. Masyhur Irsyam (Ketua)
- Ir. Lutfi Faizal (Wakil Ketua)
- Dr. Danny Hilman Natawidjaja (Ketua Pokja Geologi)
- Dr. Irwan Mellano (Ketua Pokja Geodesi)
- Prof. Dr. Sri Widlyantoro (Ketua Pokja Seismologi)
- Dr. Wahyu Triyoso (Ketua Pokja Katalog)
- Ariska Rudyanto, M.Phil. (Ketua Pokja GMPE)
- Dr. Sri Hidayati (Ketua Pokja SHA)
- Dr. M. Asrurifak
- Dr. M. Ridwan
- Prof. Dr. Phil Cummins

PETA SUMBER DAN BAHAYA GEMPA INDONESIA 2017



Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

Jakarta, 4 September 2017
Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

M. Basuki Hadimuljono

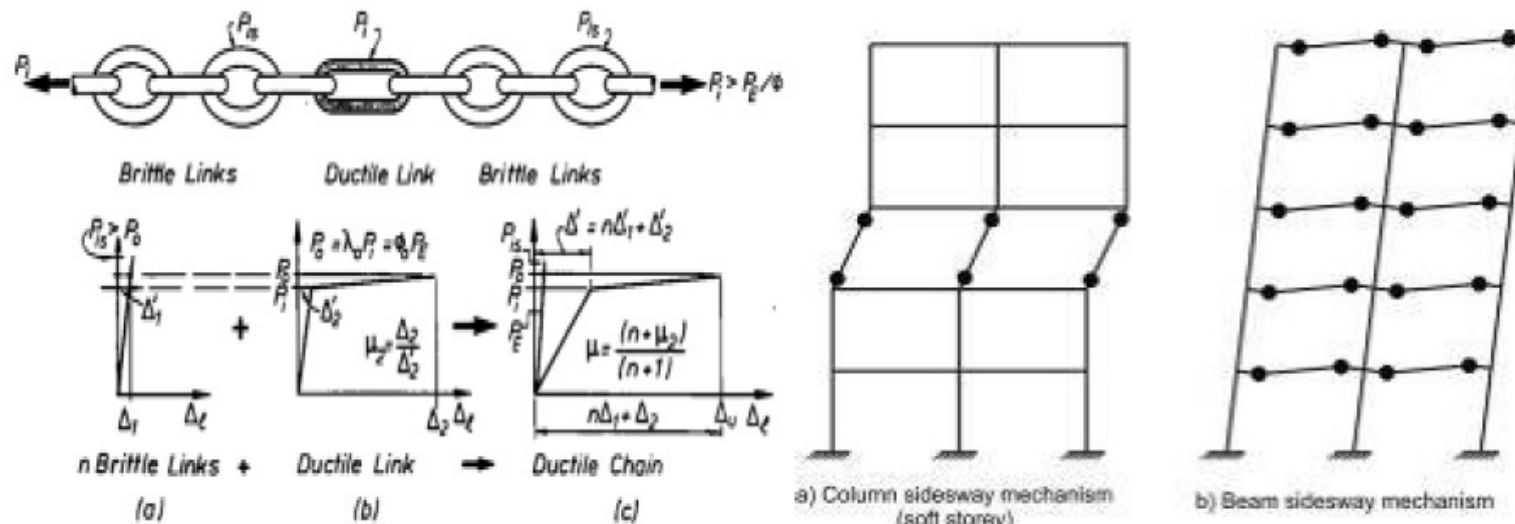
M. Basuki Hadimuljono

Kerja sama:



2. RANCANG BANGUNAN BANGUNAN GEDUNG TAHAN GEMPA

- Konsep Desain Bangunan Tahan Gempa Modern
 - Desain Kapasitas (Paulay dkk) dikembangkan di Selandia Baru (1960an)
 - Desain Kapasitas diadopsi di Amerika 1971, setelah Gempa San Fernando, dan kemudian menyebar dengan populer ke seluruh dunia

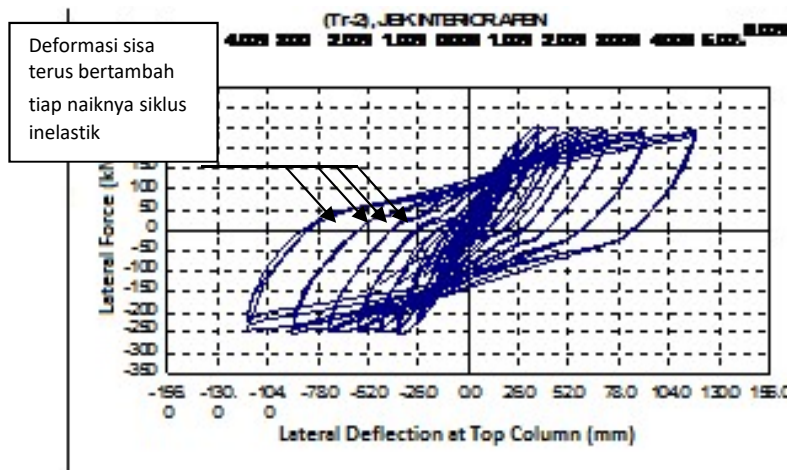


“Strong Column Weak Beam”

“Struktur boleh rusak tapi tidak boleh rubuh jika terkena gempa kuat”

2. RANCANG BANGUNAN BANGUNAN GEDUNG TAHAN GEMPA

- Pengujian Join Rangka ‘Desain Kapasitas’ ‘Strong Column Weak Beam’



Kerusakan di balok (sulit diperbaiki)

2. RANCANG BANGUNAN BANGUNAN GEDUNG TAHAN GEMPA

- Pada tahun 1970 - 1990
 - Konsep desain kapasitas benar-benar diterima secara luas di dunia, kecuali di Jepang
 - Di Jepang, konsep desain kapasitas sangat tidak populer karena jumlah bangunan dan jumlah penduduk jauh lebih padat dari Selandia Baru, walaupun kondisi geologisnya sama. Banyak gempa kuat yang langsung terasa efeknya pada bangunan (di Selandia Baru biri-biri lebih banyak dari manusia), sehingga konsep gedung sering harus “rusak” adalah sangat tidak menarik. Jadi Jepang secara fanatik memegang konsep “elastik” : gedung tidak boleh rusak walaupun kena gempa kuat.



Figure 33 Tokyo : Jungle of Highrise Building : too costly to use capacity design concept

2. RANCANG BANGUNAN BANGUNAN GEDUNG TAHAN GEMPA

- Pada tahun 1970 - 1990
 - Jepang mengembangkan teknologi untuk “menghindarkan” gaya gempa masuk ke struktur , sehingga struktur tidak rusak jika terkena gempa kuat. Bahan2 ini diproduksi secara massal di Jepang,. Walaupun mahal, tapi menjamin gedung tidak rusak selama masa layannya.

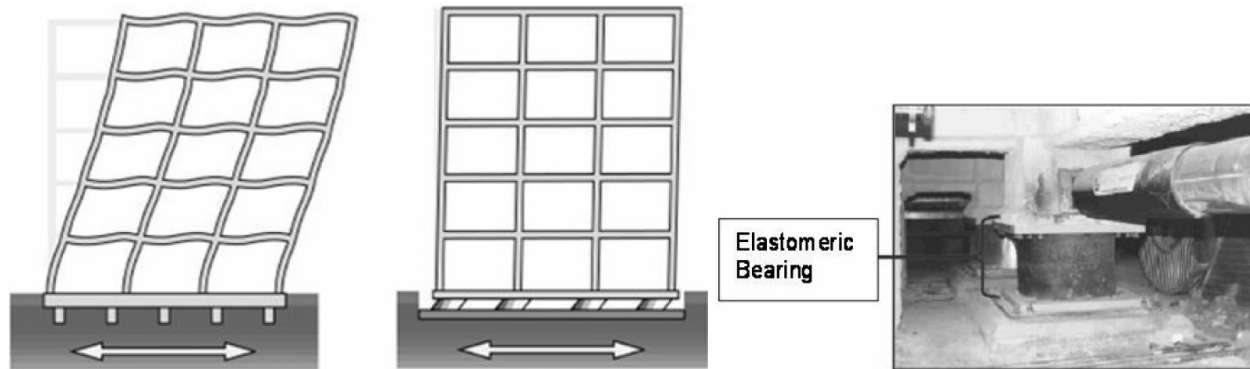


Figure 20 Base insulation concept [7]



Damper



Tune Mass Damper



2. RANCANG BANGUNAN BANGUNAN GEDUNG TAHAN GEMPA

- Konsep Desain Bangunan Tahan Gempa Modern
 - Konsep desain kapasitas di uji di Amerika pada Gempa Loma Prieta (1989) dan Norridge (1994)
 - Kinerja sesuai dengan prediksi, namun masyarakat mengajukan “complaint” karena bangunan rusak menyebabkan “bussiness interruptable”, dan perbaikannya sulit serta memakan waktu dan biaya.



2. RANCANG BANGUNAN BANGUNAN GEDUNG TAHAN GEMPA

- Konsep Desain Bangunan Tahan Gempa Modern
 - Serangkaian gempa kuat di Indonesia 2004 – 2014 biasanya menyebabkan bangunan langsung rusak berat dan runtuh.
 - Gempa Manado 2013 memberi contoh suatu gedung yang struktur tidak rusak namun memberi kerusakan arsitektural yang signifikan



Konstruksi yang rusak berat/rubuh waktu terkena gempa kuat

Kinerja bangunan yang direncanakan dengan SNI 2002

2. RANCANG BANGUNAN BANGUNAN GEDUNG TAHAN GEMPA

- Konsep Desain Bangunan Tahan Gempa Modern
 - Mendorong perencanaan berbasis kinerja dan updating code (UBC 1998 → ASCE 7-10)

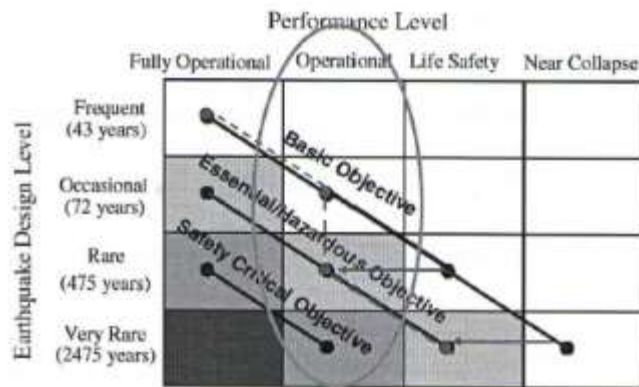


Figure 3.1- Seismic Performance Design Objective Matrix (after SEAOC Vision 2000, 1995) and proposed modification of Basic Objective towards damage control (dashed blue line)

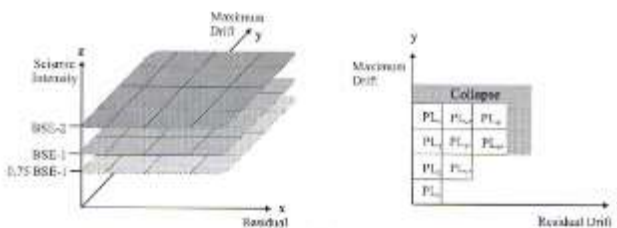


Figure 3.3 Performance Objective Matrix including Maximum and Residual deformations (Panpanin et al. 2002)

Perencanaan basis kinerja ---membutuhkan analisis riwayat waktu in elastik dan terkadang pengujian fisik. Salah satu pertimbangan → deformasi sisa

Tabel 10 Ketidakberaturan Horizontal pada Struktur

Tipe dan pergeseran horizontal	1	2
1. Tidak ada pergeseran horizontal	1.0	1.0
2. Pergeseran horizontal yang tidak signifikan	1.1	1.1
3. Pergeseran horizontal yang signifikan	1.2	1.2
4. Pergeseran horizontal yang sangat signifikan	1.3	1.3
5. Pergeseran horizontal yang sangat signifikan dengan pergeseran lateral	1.4	1.4
6. Pergeseran horizontal yang sangat signifikan dengan pergeseran lateral dan pergeseran vertikal	1.5	1.5
7. Pergeseran horizontal yang sangat signifikan dengan pergeseran lateral dan pergeseran vertikal yang signifikan	1.6	1.6
8. Pergeseran horizontal yang sangat signifikan dengan pergeseran lateral dan pergeseran vertikal yang sangat signifikan	1.7	1.7
9. Pergeseran horizontal yang sangat signifikan dengan pergeseran lateral dan pergeseran vertikal yang sangat signifikan dengan pergeseran lateral dan pergeseran vertikal yang sangat signifikan	1.8	1.8
10. Pergeseran horizontal yang sangat signifikan dengan pergeseran lateral dan pergeseran vertikal yang sangat signifikan dengan pergeseran lateral dan pergeseran vertikal yang sangat signifikan	1.9	1.9
11. Pergeseran horizontal yang sangat signifikan dengan pergeseran lateral dan pergeseran vertikal yang sangat signifikan dengan pergeseran lateral dan pergeseran vertikal yang sangat signifikan	2.0	2.0

Tabel 11 Ketidakberaturan Struktur Vertikal

Tipe dan pergeseran horizontal	1	2
1. Tidak ada pergeseran horizontal	1.0	1.0
2. Pergeseran horizontal yang tidak signifikan	1.1	1.1
3. Pergeseran horizontal yang signifikan	1.2	1.2
4. Pergeseran horizontal yang sangat signifikan	1.3	1.3
5. Pergeseran horizontal yang sangat signifikan dengan pergeseran lateral	1.4	1.4
6. Pergeseran horizontal yang sangat signifikan dengan pergeseran lateral dan pergeseran vertikal	1.5	1.5
7. Pergeseran horizontal yang sangat signifikan dengan pergeseran lateral dan pergeseran vertikal yang signifikan	1.6	1.6
8. Pergeseran horizontal yang sangat signifikan dengan pergeseran lateral dan pergeseran vertikal yang sangat signifikan	1.7	1.7
9. Pergeseran horizontal yang sangat signifikan dengan pergeseran lateral dan pergeseran vertikal yang sangat signifikan dengan pergeseran lateral dan pergeseran vertikal yang sangat signifikan	1.8	1.8
10. Pergeseran horizontal yang sangat signifikan dengan pergeseran lateral dan pergeseran vertikal yang sangat signifikan dengan pergeseran lateral dan pergeseran vertikal yang sangat signifikan	1.9	1.9
11. Pergeseran horizontal yang sangat signifikan dengan pergeseran lateral dan pergeseran vertikal yang sangat signifikan dengan pergeseran lateral dan pergeseran vertikal yang sangat signifikan	2.0	2.0

Faktor Redundansi untuk KDG D, E atau F

Nilai ρ dapat diambil = 1.0 bila:

Masing-masing tingkat yang menahan lebih dari 35% gaya geser dasar pada arah yang ditinjau harus memenuhi persyaratan Tabel 12

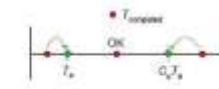
KETIDAK

Struktur dengan dimensi beraturan di semua tingkat analisis sistem penahan gaya gempa terdiri dari paling sedikit dua batang geser parameter penahan gaya gempa yang memikul pada masing-masing arah struktur dalam masing-masing arah ortogonal di setiap ting yang menahan lebih dari 35 persen gaya dasar. Jumlah batang untuk dinding geser harus dihitung sebagai panjang dinding geser dibagi dengan tinggi tingkat yang ditinjau. Panjang dinding geser dibagi dengan tinggi tingkat untuk kolom dan balok juga terdapat

Selain itu nilai ρ harus diambil = 1.3

Decisions Regarding Appropriate Period to Use

If $T_{computed} \geq 1.5 T_c$ USE $C_u T_c$
 If $T_c < T_{computed} < 1.5 T_c$ USE $T_{computed}$
 If $T_{computed} < T_c$ USE T_c



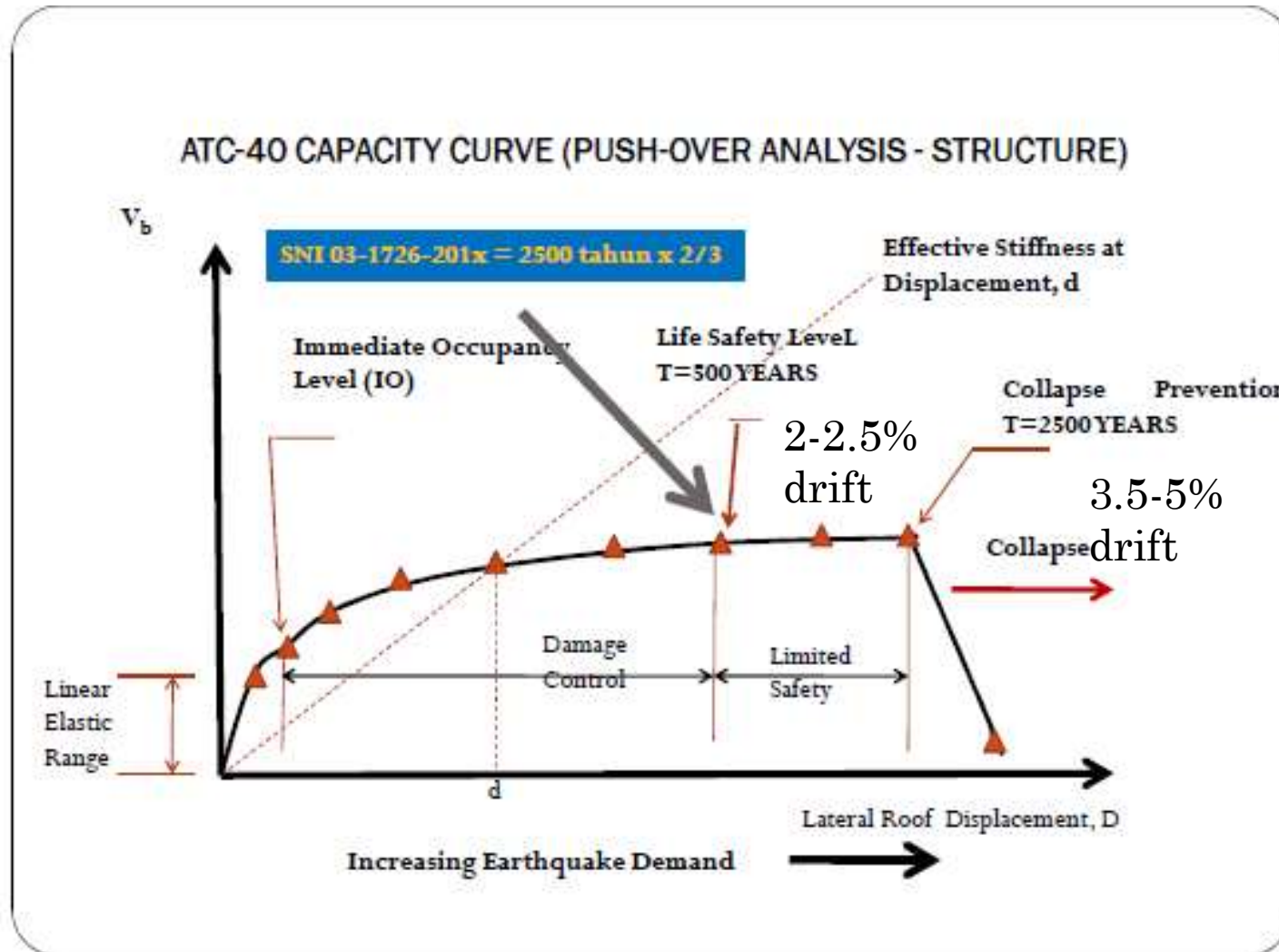
C_s harus tidak kurang dari
 $C_s = 0,044 S_{DS} I_e \geq 0,01$

Tabel 16 Simpangan antar lantai, $\Delta_n^{e,b}$

Struktur	Kategori risiko		
	I atau II	III	IV
Struktur, selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar lantai tingkat	$0,025 h_{rx}$	$0,020 h_{rx}$	$0,015 h_{rx}$
Struktur dinding geser kantilever batu bata ^a	$0,010 h_{rx}$	$0,010 h_{rx}$	$0,010 h_{rx}$
Struktur dinding geser batu bata lainnya	$0,007 h_{rx}$	$0,007 h_{rx}$	$0,007 h_{rx}$
Semua struktur lainnya	$0,020 h_{rx}$	$0,015 h_{rx}$	$0,010 h_{rx}$

Perencanaan dengan kode → sederhana tapi konservatif

2. RANCANG BANGUNAN BANGUNAN GEDUNG TAHAN GEMPA

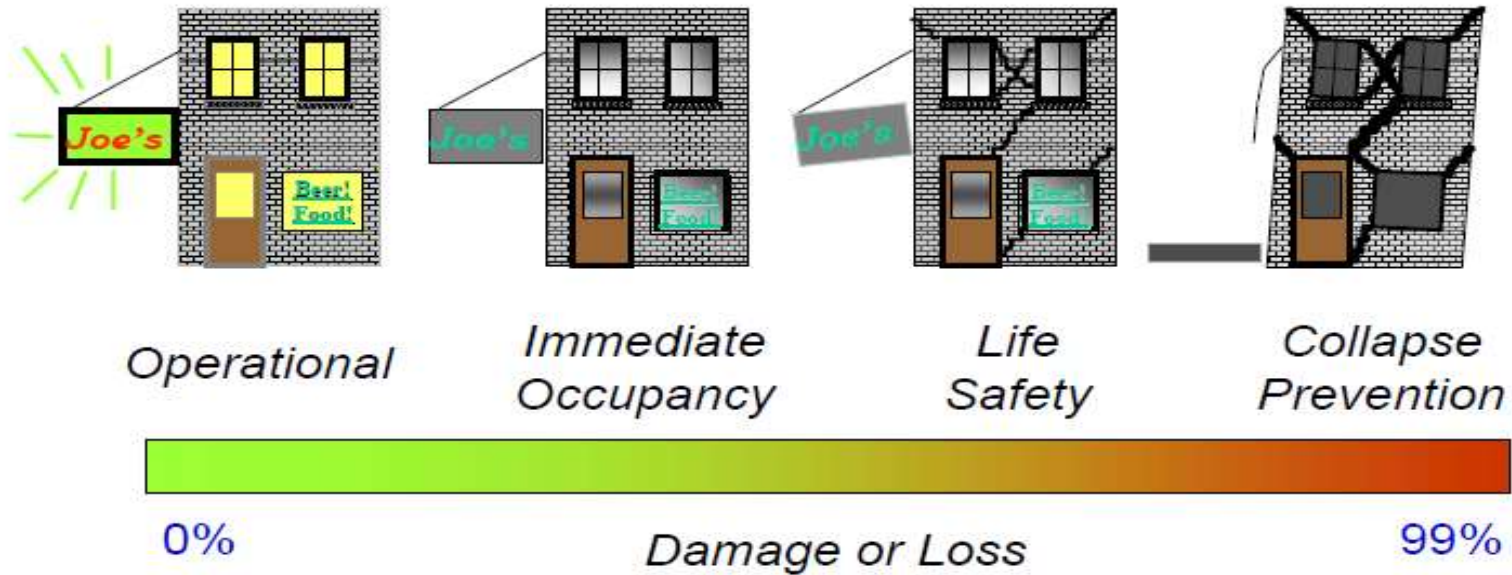


Perencanaan Berbasis Kinerja



Performance Level

“Standard” Structural Performance Levels



BUILDING PERFORMANCE LEVELS FEMA 303/NEHRP1997

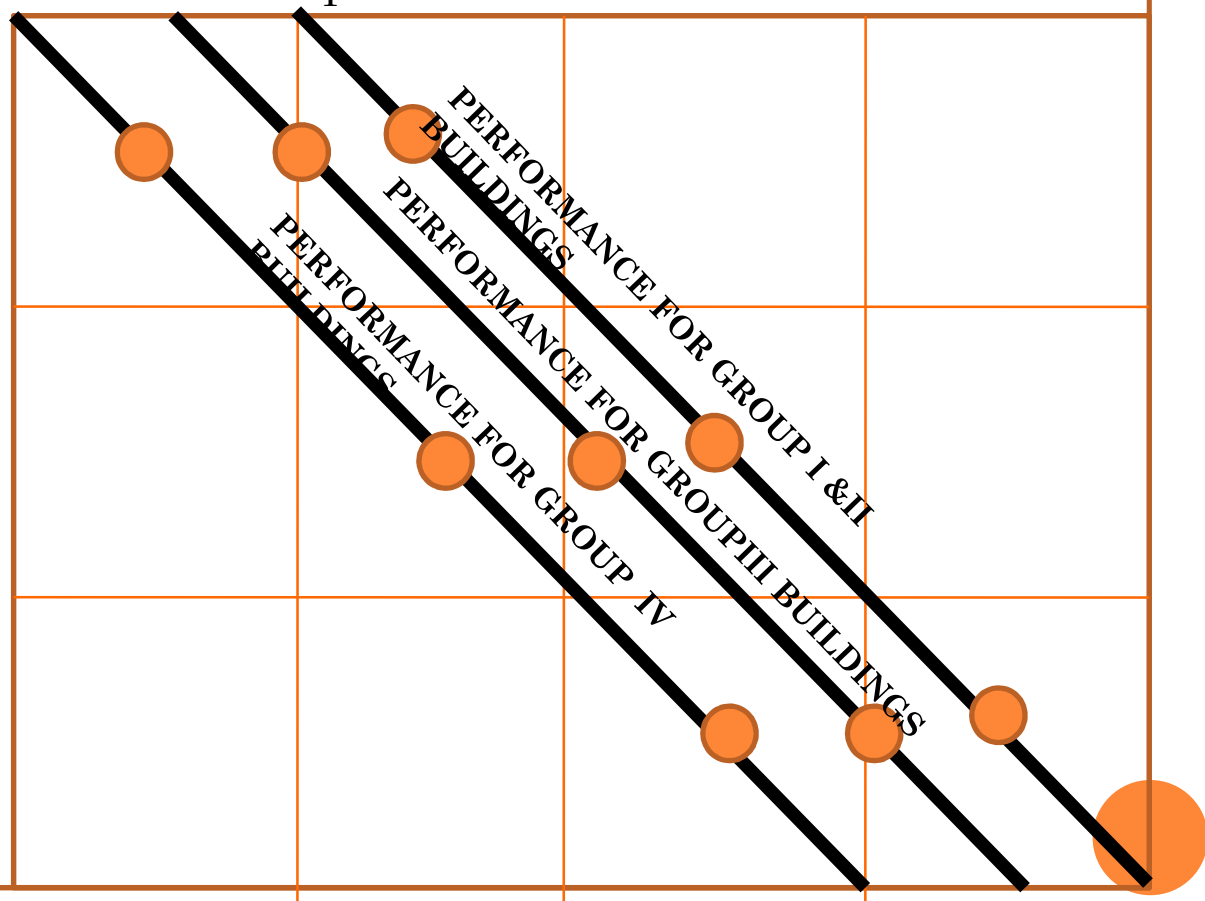
GROUND MOTION LEVELS

FREQUENT E/Q
(50%-50 YEARS);
T=72.0 YEARS)

DESIGN E/Q
(2/3 OF
MCE)
T=500
YEARS

MCE (2% - 50
YEARS);
T=2500 YEARS

OPERATIONAL
IMMEDIATE OCCUPANCY
LIFE SAFE
NEAR COLLAPSE



Tabel 1 Kategori risiko bangunan gedung dan struktur lainnya untuk beban gempa

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
<p>Gedung dan struktur lainnya yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none">- Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan- Fasilitas sementara- Gudang penyimpanan- Rumah jaga dan struktur kecil lainnya	I



Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
<p>Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none">- Perumahan- Rumah toko dan rumah kantor- Pasar- Gedung perkantoran- Gedung apartemen/ Rumah susun- Pusat perbelanjaan/ Mall- Bangunan industri- Fasilitas manufaktur- Pabrik	II

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
<p>Gedung dan struktur lainnya yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bioskop - Gedung pertemuan - Stadion - Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas penitipan anak - Penjara - Bangunan untuk orang jompo <p>Gedung dan struktur lainnya, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pusat pembangkit listrik biasa - Fasilitas penanganan air - Fasilitas penanganan limbah - Pusat telekomunikasi <p>Gedung dan struktur lainnya yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.</p>	<p style="text-align: center;">III</p>

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
<p>Gedung dan struktur lainnya yang ditunjukkan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none">- Bangunan-bangunan monumental- Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan- Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat- Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat- Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya- Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat- Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat- Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat <p>Gedung dan struktur lainnya yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV.</p>	IV

2. Tentukan Faktor Keutamaan Gempa

Tabel 2 Faktor keutamaan gempa

Kategori Risiko	Faktor Keutamaan Gempa, I_e
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50



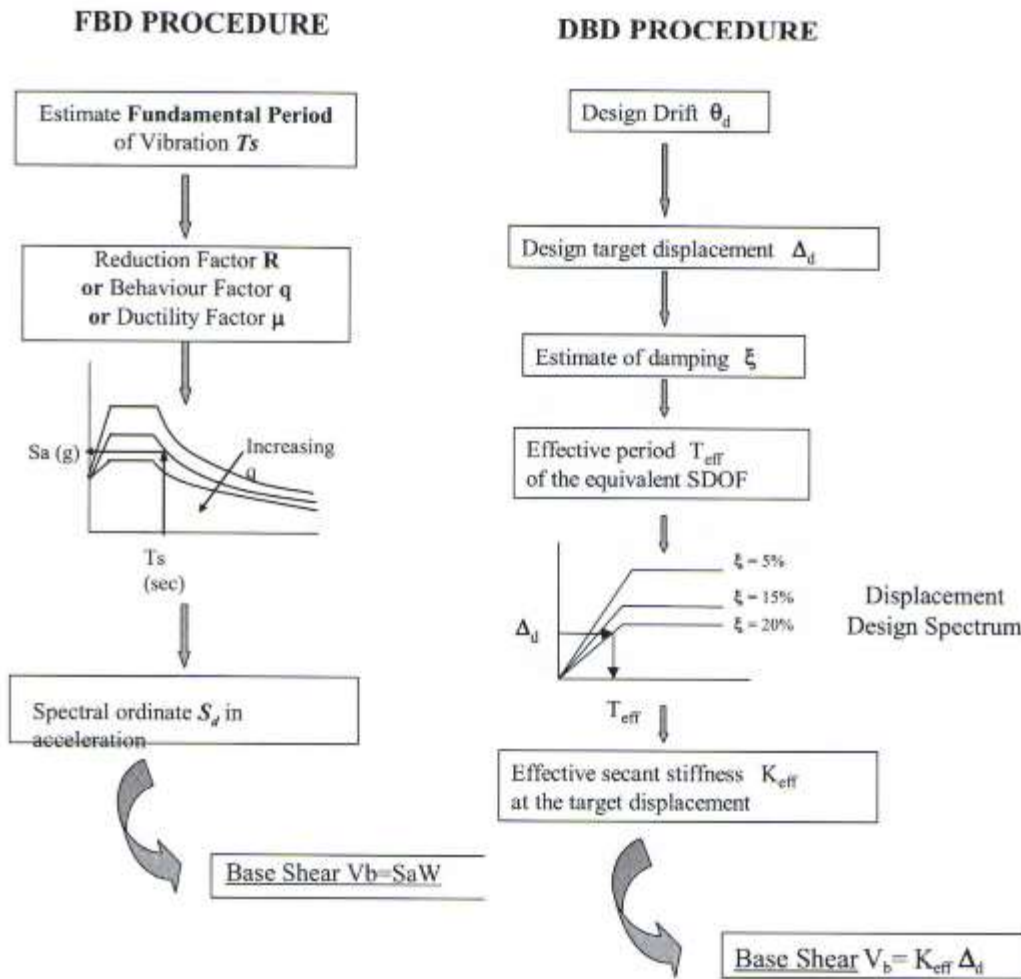
3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

- Mendorong ke struktur 'khusus' yang pelaksanaannya membutuhkan detail yang lebih rumit, sehingga lebih sulit dilaksanakan, dan perlu pengawasan yang lebih ketat



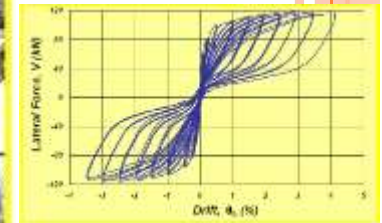
3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

- Alternatif Perencanaan

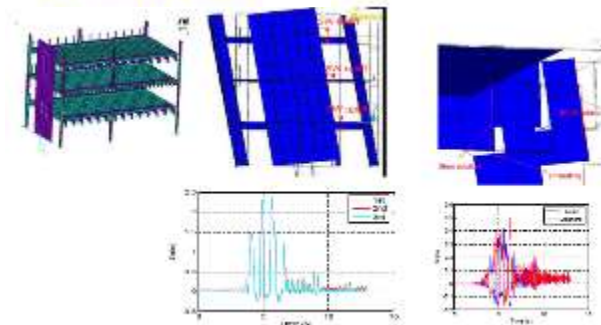


$$\xi_{HYBRID} = 5\% + 30 \cdot \left(\frac{1 - \frac{1}{\sqrt{\mu}}}{1 + \lambda} \right) \%$$

Perencanaan Berbasis Kinerja dengan kombinasi data pengujian dan analisis riwayat waktu



Overall View at 3% Roof Drift Ratio



3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

- Penggunaan base isolation di Indonesia. Bahan impor dari Jepang dan seharga “1 innova”



3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

- Penggunaan base isolation dan damper di Chili. Material di R & D di dalam negeri



3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

- Penggunaan base isolation dan damper di Chili. Material di R & D di dalam negeri



3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

- Konsep Desain Bangunan Tahan Gempa Modern
 - Penelitian alternatif sistem pracetak tahan gempa kinerja tinggi PRESSS Program 1994-2002 →(ACI 318-02)
 - mDiterapkan secara luas di California, Amerika Tengah dan Amerika Latin



Figure 25 Five-Storey PRESSS Building tested at University of California, San Diego [13]

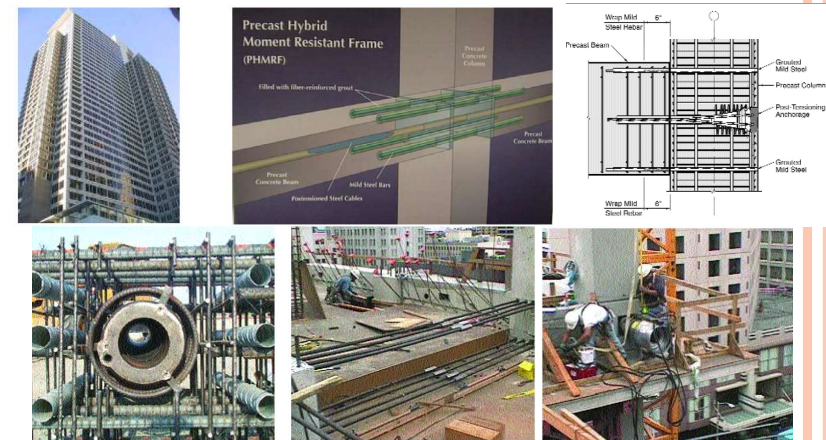


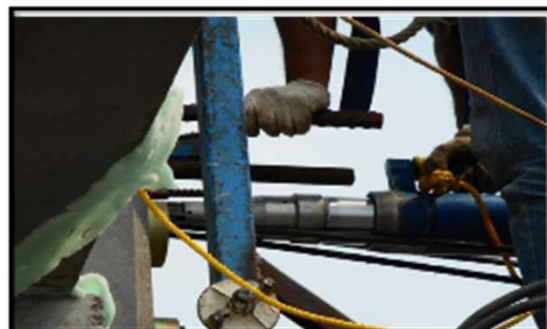
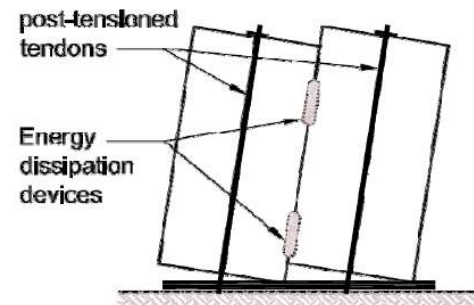
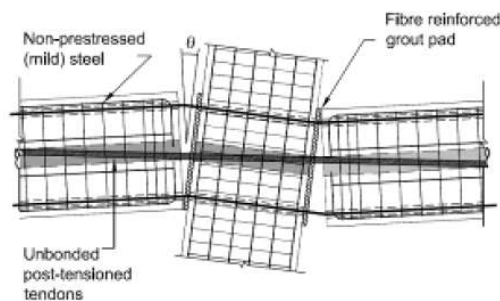
Figure 30 Paramount Building, 39-storey building, San Francisco [3,13]



3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

A revolutionary alternative technological solution capable of achieving high-performance (low-damage) at low cost. (Stefano Pampanin, penulis buku PRESSS Design Handbook (2011))

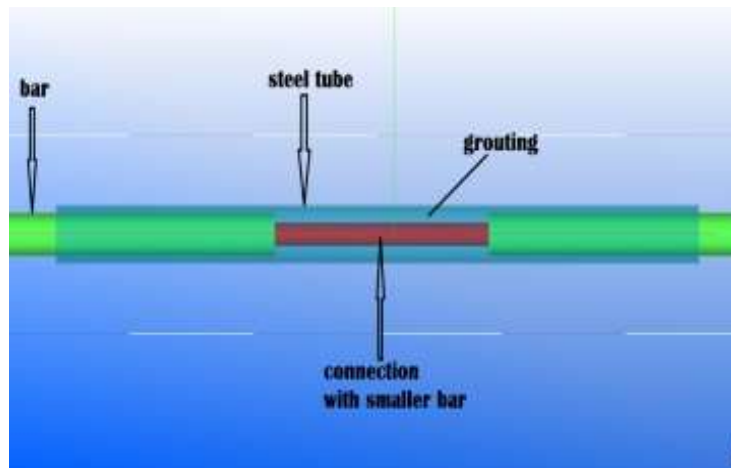
Sambungan prategang paska tarik unbonded yang memberi perilaku “self centering”



3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

A revolutionary alternative technological solution capable of achieving high-performance (low-damage) at low cost. (Stefano Pampanin, penulis buku PRESSS Design Handbook (2011))

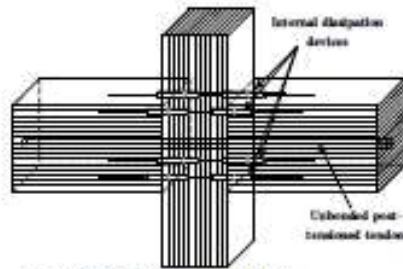
Komponen pendisipasi energi yang berfungsi sebagai “fuse”, sehingga struktur mudah diperbaiki jika terkena gempa kuat



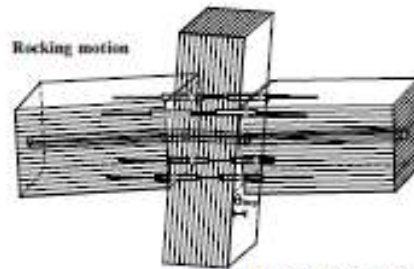
3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

- Komponen dissipater : pusat pemancar energi gempa, sehingga kerusakan tidak menjalar ke tempat lain. Jika diletakkan eskternal, maka jika komponen ini rusak, akan mudah diganti (analog fuse dalam listrik)

Figure 10.10.10.1 (a)



INTERNAL DISSIPATERS:
epoxied mild steel bars with unbonded length



EXTERNAL DISSIPATERS:
mild steel rods with epoxied encased steel tubes

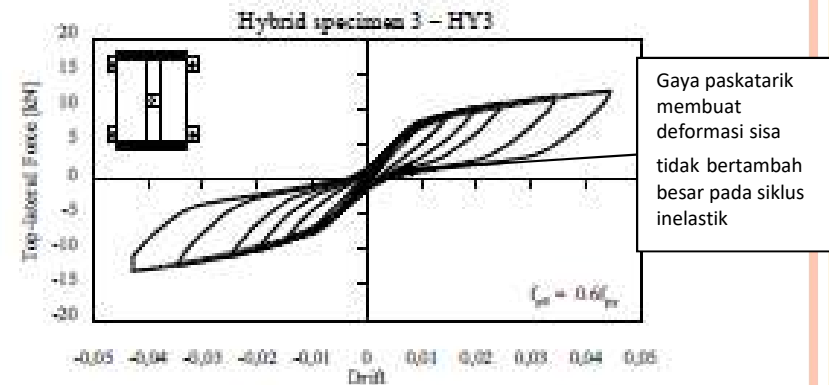
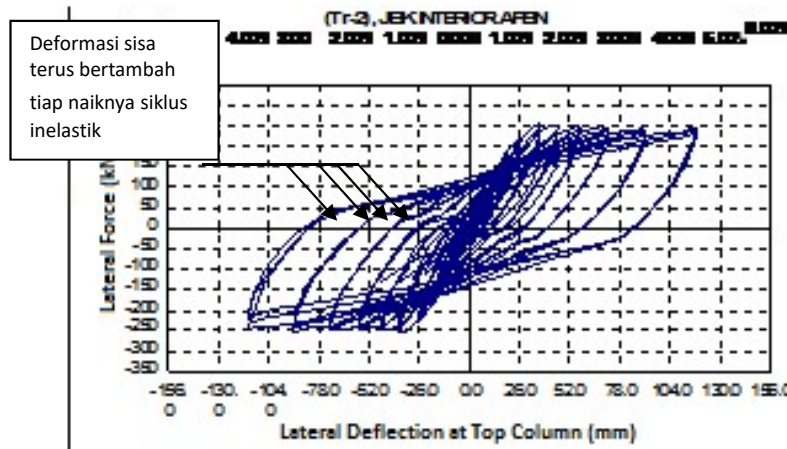


(a) Internal and external dissipaters and construction details.

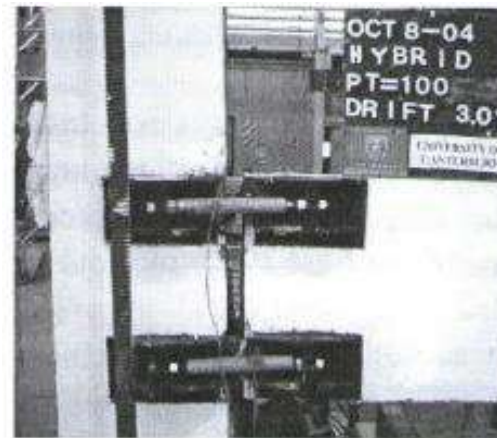


3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

- Perbandingan perilaku sistem pracetak kinerja tinggi dan desain kapasitas biasa



Kerusakan di balok (sulit diperbaiki)

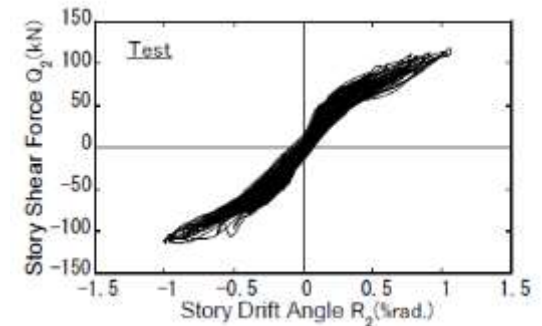


Kerusakan di alat pendisipasi energi, mudah diganti



3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

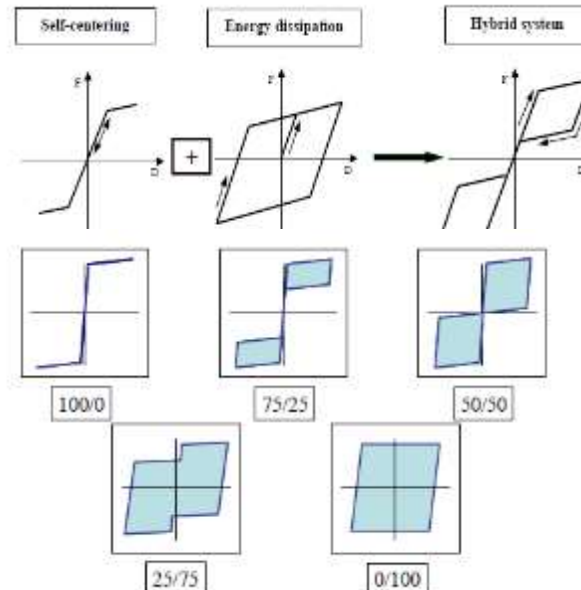
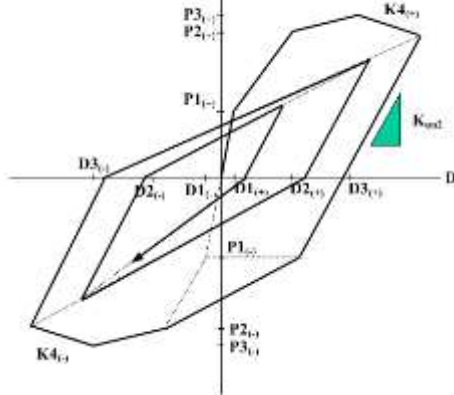
- Perbandingan perilaku sistem pracetak dengan konsep desain kapasitas dan konsep PRESSS



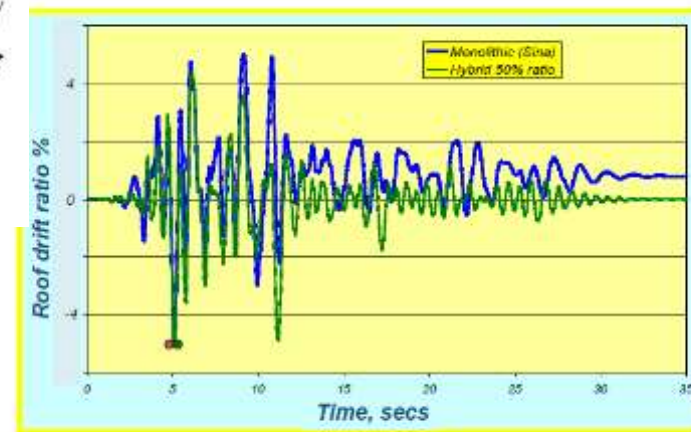
Test Shaking Table Sistem PRESSS (Maruta, Jinhua, 2012)

Kerusakan terpusat di komponen dissipator, jika eksternal mudah diganti

Model Hysteresis R/C Daktail (Takeda)



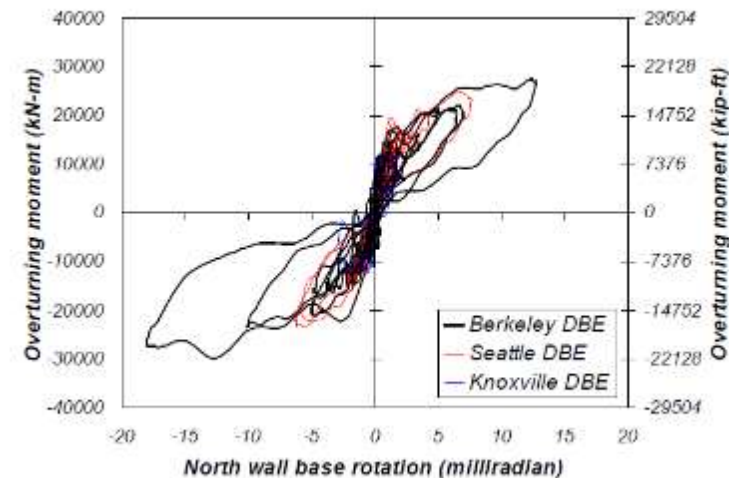
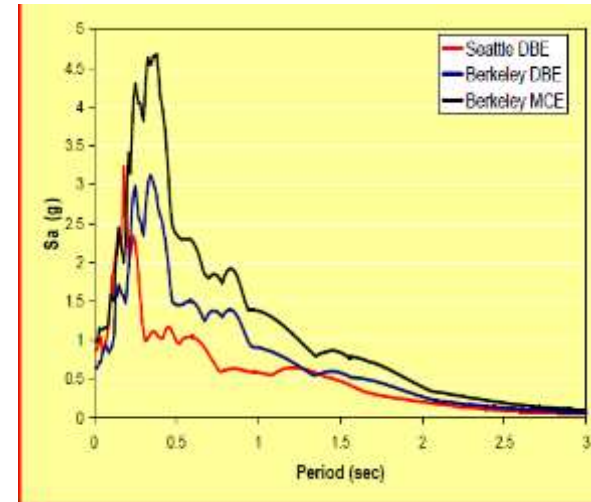
Dynamic Response at MCE



general, both systems experience similar lateral displacement demands
 onventional™ system experiences residual displacements

Model Hysteresis Hybrid

3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI



(T = 250 tahun) (T = 475 tahun)

Berkeley earthquake Maximum design earthquake (T = 475 tahun)

Berkeley maximum consider earthquake risk (MCE_R , T=2500 tahun)

3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

- Konsep Desain Bangunan Tahan Gempa Modern
 - Konsep Sistem Pracetak Tahan Gempa Kinerja Tinggi diadopsi di NZS 2006
 - Serangkaian gempa di Christchurch (2010-2011) membuktikan kinerja sistem pracetak berkinerja tinggi



3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

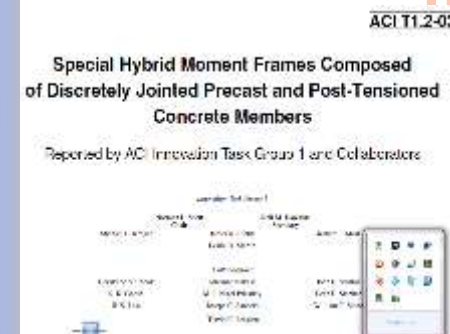
- Konsep Desain Bangunan Tahan Gempa Modern
 - Indonesia
 - PPTGIUG 83
 - SNI 03-1726-2002 dari UBC 1998
 - SNI 1726-2012 dari ASCE 7-10
 - SNI 7833-2012 dari ACI 318-08 → adopsi Sistem Pracetak Tahan Gempa Kinerja Tinggi

Dibuatkan SNI
Khusus SNI 7834:2012

7.8.4 Portal khusus yang dibuat dengan beton pracetak dan tidak memenuhi ketentuan dalam 7.8.2 atau 7.8.3 harus memenuhi persyaratan ACI 374.1 dan ketentuan (a) dan (b) berikut ini:

- (a) Detail dan bahan yang digunakan dalam spesimen uji harus mewakili dari yang digunakan dalam struktur; dan
- (b) Prosedur desain dalam mengatur spesimen uji harus mendefinisikan mekanisme bagaimana portal menahan pengaruh gravitasi dan gempa, dan harus menetapkan nilai kriteria penerimaan dalam mendukung mekanisme tersebut. Bagian dari mekanisme yang mendeviasi dari persyaratan peraturan harus dicakup dalam spesimen uji dan harus diuji untuk menentukan batas atas nilai kriteria penerimaan.

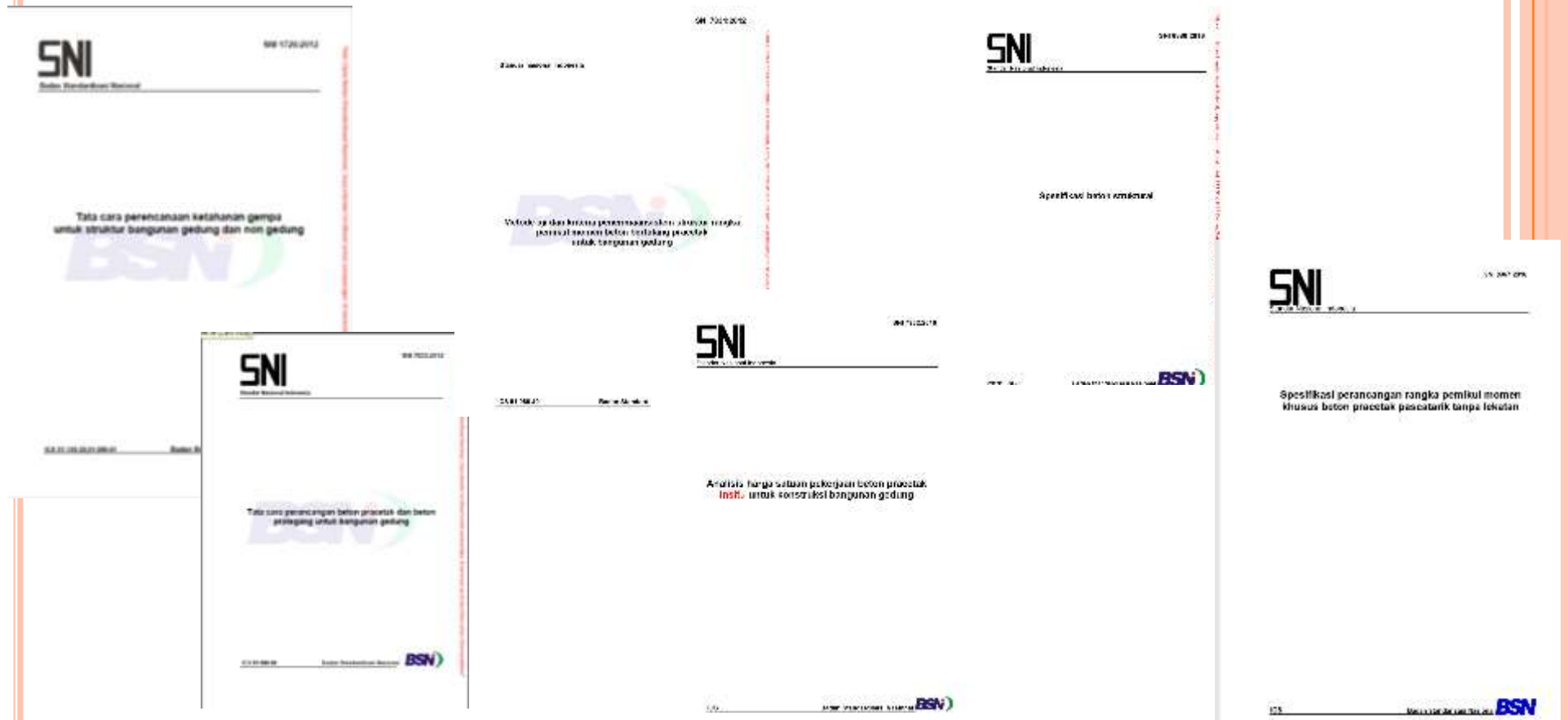
ACI ITG-1.2^{21.44} menjelaskan persyaratan desain untuk satu tipe portal momen beton pracetak khusus untuk penggunaan sesuai 7.8.4.



Akan dibuatkan SNI Khusus 2015

3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

- Konsep Perencanaan Sistem Pracetak Tahan Gempa Kinerja Tinggi :



3. CONTOH BANGUNAN TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

- Konsep Desain Bangunan Tahan Gempa Modern
 - Gabungan industri pracetak dan prategang mengembangkan Sistem Pracetak Kinerja Tinggi dengan material dan peralatan lokal Indonesia

IAPPI IKATAN AHLI PRACETAK DAN PRATEGANG INDONESIA
INDONESIAN ASSOCIATION OF PRECAST AND PRESTRESSED ENGINEERS
SEKRETARIAT : Jl. Pangeran Antasan No. 23, Cilendak Barat Jakarta Selatan
Telpone : 021 - 7666 330, Fax : 021 - 7666 333, 021 - 3243 3380
Website : www.iappi-indonesia.org, Email : iappi_ind@iapo.com

Nomor : 003/INT/KU/IAPPI/13 Jakarta, 26 Januari 2013
Lampiran : -
Revisi : Permohonan Membatalisasi SNI

Kepada Yth.
Ibu DR. Ir. Anita Firmanti, MT
Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan Kement. PU
di Tempat

Dengan hormat,
Menindaklanjuti pembicaraan beberapa waktu lalu, kami mengajukan permohonan agar Pusat/lingkaran dapat memfasilitasi pembuatan SNI atau Pedoman pada tahun 2014, namun penelitiannya akan kami mulai tahun 2013 ini. Adapun daftar SNI dan Pedoman yang kami ajukan adalah :

1. SNI Perencanaan dan Pelaksanaan Sistem Pracetak dengan Sambungan Prategang Paskatarik Unbonded untuk Bangunan Gedung.
2. Revisi SNI Indeks/Analisa Blaya Konstruksi Sistem Pracetak untuk Bangunan Gedung, dengan tambahan Item Indeks/Analisa Pemasangan komponen pracetak untuk Bangunan Tinggi.
3. Pedoman Perencanaan dan Pelaksanaan Sistem Pracetak Bangunan Gedung (Pengganti SNI Perencanaan Sistem Pracetak Bangunan Gedung jika SNI 03-2647-xr tentang Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan gedung dsinkron).

Demikian kami sampaikan. Atas perhatian dan kerjasamanya, kami ucapkan terima kasih.

DEWAN PENGURUS PUSAT
IKATAN AHLI PRACETAK DAN PRATEGANG INDONESIA

DR. Ir. Hari Nugraha N., MT
Sekretaris Umum

Ir. H.R. Sitabdi, M.PCI
Ketua Umum

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERUMAHAN
(di lingkungan (Timah) Badan, Departemen Gedung, 17-18 dan 19 Gedung 4000
Jalan 100 (Hutan) di depan - Gedung 4000 (Tinggi) - Jalan Pengurus Pusat - Hutan dan 1000 (Tinggi)
Bandung, 19 Maret 2013

Nomor : F1601-Lp/220
Lampiran : -
Perihal : Penelitian dan Penyusunan Rancangan Pedoman Teknis

Kepada Yth. :
Ketua Umum
Ikatan Ahli Pracetak dan Prategang Indonesia (IAPPI)
di
Jl. Pangeran Antasan No. 23
Cilandak Barat - Jakarta Selatan

Menanggapi Surat Ketua Umum IAPPI No. 003/INT/KU/IAPPI/13 tanggal 26 Januari 2013, perihal tersebut di atas, disampaikan dengan hormat hal-hal sebagai berikut

1. Pusat Litbang Perumahan pada khususnya mendukung IAPPI dalam penyusunan Rancangan Standar atau Pedoman Teknis. Dapat kami sampaikan bahwa Sekretariat Standar Pusat Litbang Perumahan hanya menerima Rancangan Standar atau Pedoman Teknis yang sudah final (baik itu maupun formal) dan siap dibawa ke Rapat Teknis Konsensus dan Konsultasi.
2. Terkait dengan rencana penelitian yang akan dilakukan dengan menggunakan sarana laboratorium Pusat Litbang Perumahan, akan kami agendakan untuk dibicarakan bersama para peneliti/bahan dan struktur secara detail yang meliputi jadwal maupun rancangan penelitiannya.

Demikian kami sampaikan atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih

Kepala

Prof. DR. Ir. Anita Firmanti, G.S., M.T.
NIP. 194703151987032001

Tersilahkan Kepada Yth. :
1. Kepala Badan Litbang Kementerian Pekerjaan Umum (sebagai laporan)
2. Peninggal

3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

- Sudah ditetapkan oleh Panitia Penetapan SNI Balitbang Kemen PU PR Tanggal 22 Februari 2016

SNI
Standar Nasional Indonesia

SNI 8327:2015

Spesifikasi perancangan rangka pemikul momen khusus beton pracetak pascatarik tanpa lekatan

ICS

Badan Standardisasi Nasional **BSN**



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN
J. Pothinus No. 25, Kebonkayu Baru - Jakarta Selatan 12115, Telp. (021) 725 1041 Fax. (021) 739002

MEMO DINAS

Nomor: 4 / 2016 / 2016

Kepada YB : Kepala Badan Litbang selaku Ketua Komite Teknis 01-01
Dari : Sekretaris Badan Litbang selaku Wakil Ketua Komite Teknis 01-01
Perihal : Rincian Rapat Penetapan RSM Bidang Perumahan dan Permukiman
Tanggal : 22 Februari 2016

Bersama ini kami sampaikan dengan hormat Rincian Rapat Penetapan Rancangan RSM Bidang Perumahan dan Permukiman yang telah diselenggarakan di Ruang Rapat PKPT Lt. 3 Gd. Heritage, Jakarta, hari Senin tanggal 22 Februari 2016.

Rapat dipimpin oleh Sekretaris Badan Litbang dan diorganisir oleh Kepala Pusat Litbang Perumahan dan Permukiman. Rapat dihadiri oleh Kepala Balai di lingkungan Pusat Litbang Perumahan dan Permukiman, anggota Komite Teknis yang merupakan wakil dari konsumen, pakar, produsen, pemerintah, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Direktorat Jenderal Bina Komunitas, serta para konselor dari Sub Komite Teknis Perumahan, Sarana dan Prasarana Permukiman (01-01/02) serta Sub Komite Teknis Bahan, Sani, Struktur dan Kesehatan Bangunan (01-01/04). Peserta yang hadir dalam rapat berjumlah 35 (tiga puluh lima) orang.

Materi yang dibahas terdiri sebagai berikut:

1. RSM "Spesifikasi perancangan rangka pemikul momen khusus untuk beton pracetak paska tarik tanpa lekatan yang memenuhi SNI 7834:2012"
2. RSM "Analisis harga satuan pekerjaan beton pracetak in situ untuk konstruksi bangunan gedung"
3. RSM "Tata cara perencanaan sumbu dan partisi ruangan air tujak untuk lahan perkotaan"
4. RSM "Tata cara perencanaan tangga eskap dengan pengalihan berjalan (sumbu ruangan, bidang lekatan, up flow dan down sink)"

Adapun hal penting yang menjadi kesepakatan rapat adalah sebagai berikut:

1. RSM "Spesifikasi perancangan rangka pemikul momen khusus untuk beton pracetak paska tarik tanpa lekatan yang memenuhi SNI 7834:2012" dapat dilaksanakan



3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

- Sudah ditetapkan oleh Panitia Penetapan SNI Balitbang Kemen PU PR Tanggal 22 Februari 2016



3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

Berapa Batas Ketinggian Bangunan Pracetak → Lihat SNI 1726:2012

Tabel 9-Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk sistem penahan gaya gempa (lanjutan)

Sistem penahan-gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R^d	Faktor kuat-lebih sistem, Ω_0^g	Faktor pembesaran defleksi, C_d^h	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, h_n (m) ^c				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D ^d	E ^d	F ^e
24. Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2½	2½	2½	TB	TB	10	TB	TB
25. Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	8	2½	5	TB	TB	48	48	30
26. Dinding geser pelat baja khusus	7	2	6	TB	TB	48	48	30
C. Sistem rangka pemikul momen								
1. Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	5½	TB	TB	48	30	TI
3. Rangka baja pemikul momen menengah	4½	3	4	TB	TB	10 ^b	TI ^a	TI ^a
4. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
5. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
6. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
7. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
8. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
9. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
10. Rangka baja dan beton komposit terkekang	8	3	5½	48	48	30	TI	TI

Pracetak Rangka Pemikul Momen Khusus : Tanpa batasan ketinggian untuk seluruh Katagori Desain Seismik (KDS)

SNI

Badan Standardisasi Nasional

SNI 1726:2012

Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung



3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

Berapa Batas Ketinggian Bangunan Pracetak → Lihat SNI 1726-2012

Tabel 9-Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk sistem penahan gaya gempa (lanjutan)

Sistem penahan-gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R^a	Faktor kuat-lebih sistem, Ω_0^b	Faktor pembesaran defleksi, C_d^b	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, h_x (m) ^c				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D ^d	E ^d	F ^e
D. Sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus yang mampu menahan paling sedikit 25 persen gaya gempa yang ditetapkan								
1. Rangka baja dengan bresing eksentris	8	2%	4	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka baja dengan bresing konsentris	7	2%	5%	TB	TB	TB	TB	TB
3. Dinding geser beton bertulang khusus	7	2%	5%	TB	TB	TB	TB	TB
4. Dinding geser beton bertulang biasa	8	2%	5	TB	TB	TI	TI	TI

Sistem ganda Pracetak Rangka Pemikul Momen Khusus dan dinding geser khusus : Tanpa batasan ketinggian untuk seluruh Katagori Desain Seismik (KDS)

E.Sistem ganda dengan rangka pemikul momen menengah mampu menahan paling sedikit 25 persen gaya gempayang ditetapkan								
1. Rangka baja dengan bresing konsentris	6	2%	5	TB	TB	10	TI	TI ^{hA}
2. Dinding geser beton bertulang khusus	6%	2%	5	TB	TB	48	30	30

Sistem ganda Pracetak Rangka Pemikul Momen Menengah dan dinding geser khusus : Ada batas ketinggian untuk Katagori Desain Seismik (KDS) D dan E

SNI

Badan Standardisasi Nasional

SNI 1726:2012

Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung




3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

- Sistem pracetak tahan gempa dengan konsep emulasi telah dikembangkan di Indonesia selama 1995 – 2012



3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

 **KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM**
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERMUKIMAN
Jln. Panyaungan - Cileunyi Wetan - Kab. Bandung 40393 - PO Box: 812 - Bandung 40008
Telp. 022 - 7798393 (4 saluran); Fax. 022 - 7798392; Website: <http://puskim.go.id>

SERTIFIKAT PENGUJIAN
No. _____

Berdasarkan hasil pengujian terhadap model uji struktur pracetak *joint* balok kolom _____ SYSTEM dari P.T. _____ di Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan, Kementerian Pekerjaan Umum, maka dengan ini dinyatakan bahwa:

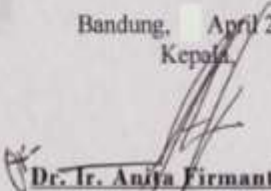
SYSTEM

Telah diuji berdasarkan ACI 374.1-05. Berdasarkan hasil evaluasi, sistem tersebut termasuk kategori Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) beton bertulang serta dapat diterapkan pada bangunan gedung bertingkat hingga 10 lantai dan dalam perancangannya harus mengikuti ketentuan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) sesuai dengan standar - standar perencanaan terkait.

Sertifikat ini hanya berlaku jika pelaksanaannya sesuai dengan spesifikasi model uji yang diuji di laboratorium seperti yang tertuang dalam "Laporan Akhir Pengujian Struktur Pracetak *Joint* Balok Kolom _____

“Tanggung jawab pemegang paten”

- Implementasi di lapangan
- Tindak lanjut terhadap penyimpangan

Bandung, April 2011
Kepala,

Dr. Ir. Anifa Firmanti., M.T.
NIP. 19600615 198703 2 001

3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

- Prototype Rusun Sewa Perumnas
 - Precast (1974), Cortina
 - Single loaded corridor, Tipe 21 5 lantai 96 unit/blok, lantai dasar kosong : bisa diadopsi oleh beberapa sistem pracetak secara sukses, terutama dengan sistem waffle crete



3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI(1995-2012)



Otorita Batam



Penjara



Pemda
DKI



Rusun Jamscatek Batu Ampar, Batam, 2001



Pelindo

3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI(1995-2012)



Surabaya



Yogyakarta



Gresik

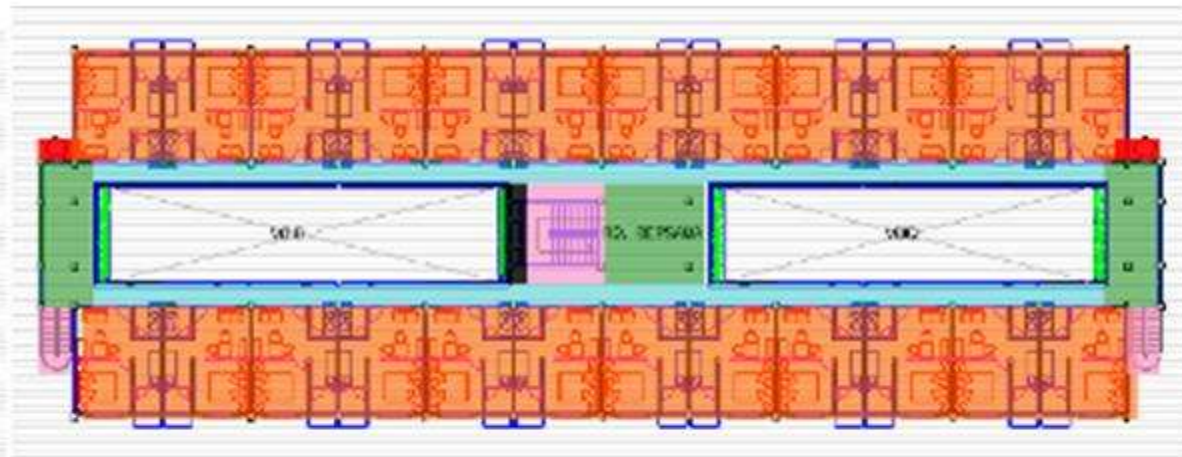
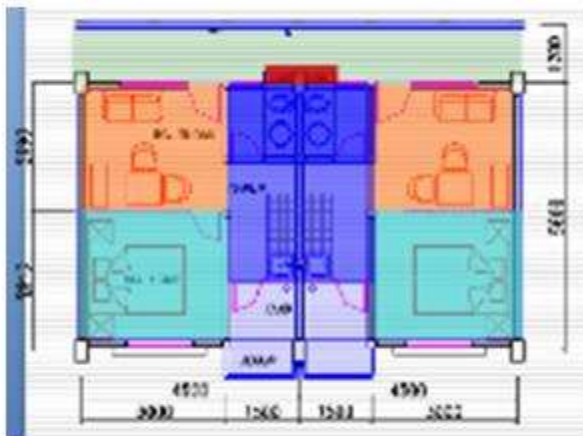


Surakarta



Batam

3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI



Prototype Rusunawa Umum T24 5 lantai Kementerian Pekerjaan Umum

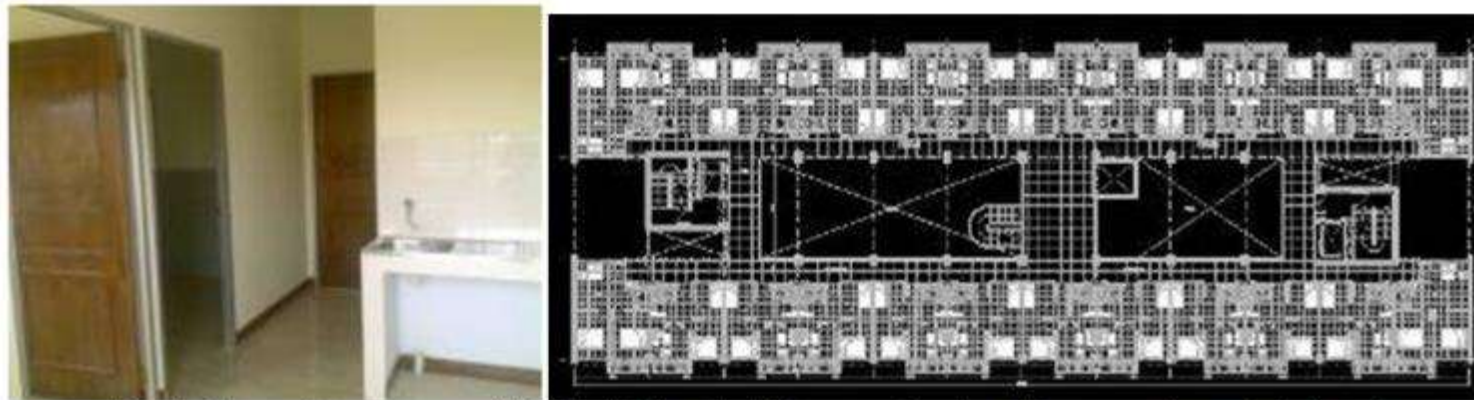


Surakarta

Batam



3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI



Prototype Rusunami T30 16 lantai Kementerian Perumahan Rakyat



Rusunami Pulogebang 16 lantai dengan sistem struktur pracetak

3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI



Surakarta

Tower Crane kapasitas 100 – 150 ton mBatam

3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI



Rusun Jatinegara 16 lantai
Hasil Sayembara Ditjen Cipta
Karya, IAI, Pemda DKI 2013



Rusun Rancacili 8 lantai
Kerjasama Ditjen Cipta Karya
dan Pemko Bandung. Desain
dari Walikota Ridwan Kamil

3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

- Pengalaman kerusakan faktual lapangan pada bangunan pracetak
 - Rusun Cingised Bandung akibat Gempa 2 September 2014
 - Rusun Sleman akibat Gempa Yogyakarta 27 Mei 2006
 - Rusun Padang akibat Gempa Padang 6 Maret 2007 dan 30 September 2009
- Kerusakan aktual lebih ringan dari yang diasumsikan dari perencanaan dan uji statik



0

5

50

100

500

1000

5000

Metro
Tanjungkarang-Telukbetung

All of multistory low cost housing using precast system is in good condition

IV



Rusunawa Universitas Siliwangi Tasikmalaya



Kompleks Rusunawa Cingised Bandunfg



arta

Purwakarta

imahi

Bandung

oreang

Paseh

Tasikmalaya

Majenang

Ban



Rusunawa Universitas Negeri

IV

3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

- Sumber United States of Geological Survei (USGS)

Earthquake Details

Magnitude	7.0
Date-Time	Wednesday, September 02, 2009 at 07:55:01 UTC Wednesday, September 02, 2009 at 02:55:01 PM at epicenter Time of Earthquake in other Time Zones
Location	7.778°S, 107.328°E
Depth	50 km (31.1 miles)
Region	JAVA, INDONESIA
Distances	95 km (60 miles) SSW of Bandung, Java, Indonesia 110 km (70 miles) SSE of Sukabumi, Java, Indonesia 115 km (70 miles) WSW of Tasikmalaya, Java, Indonesia 195 km (120 miles) SSE of JAKARTA, Java, Indonesia
Location Uncertainty	horizontal +/- 6.6 km (4.1 miles); depth +/- 12.3 km (7.6 miles)

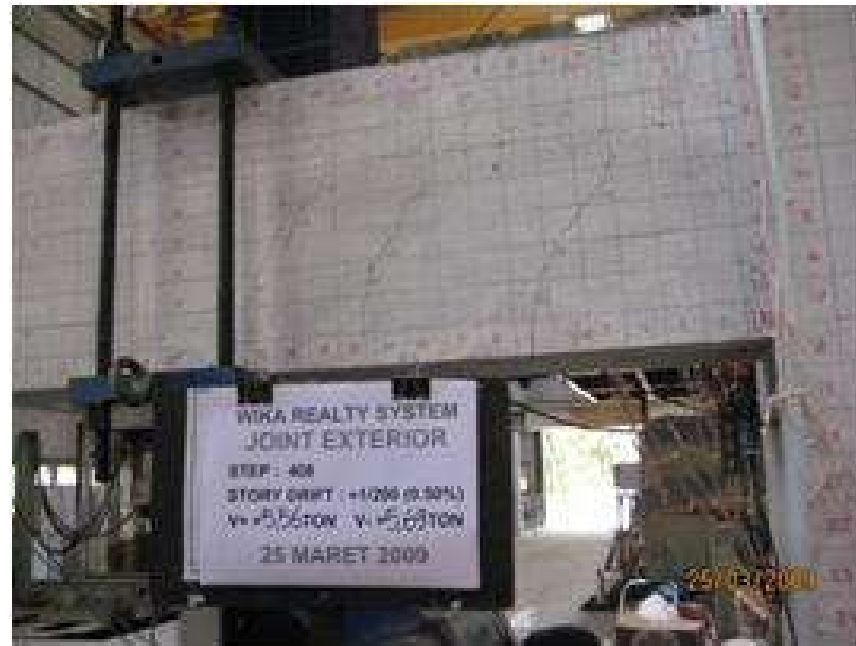


3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

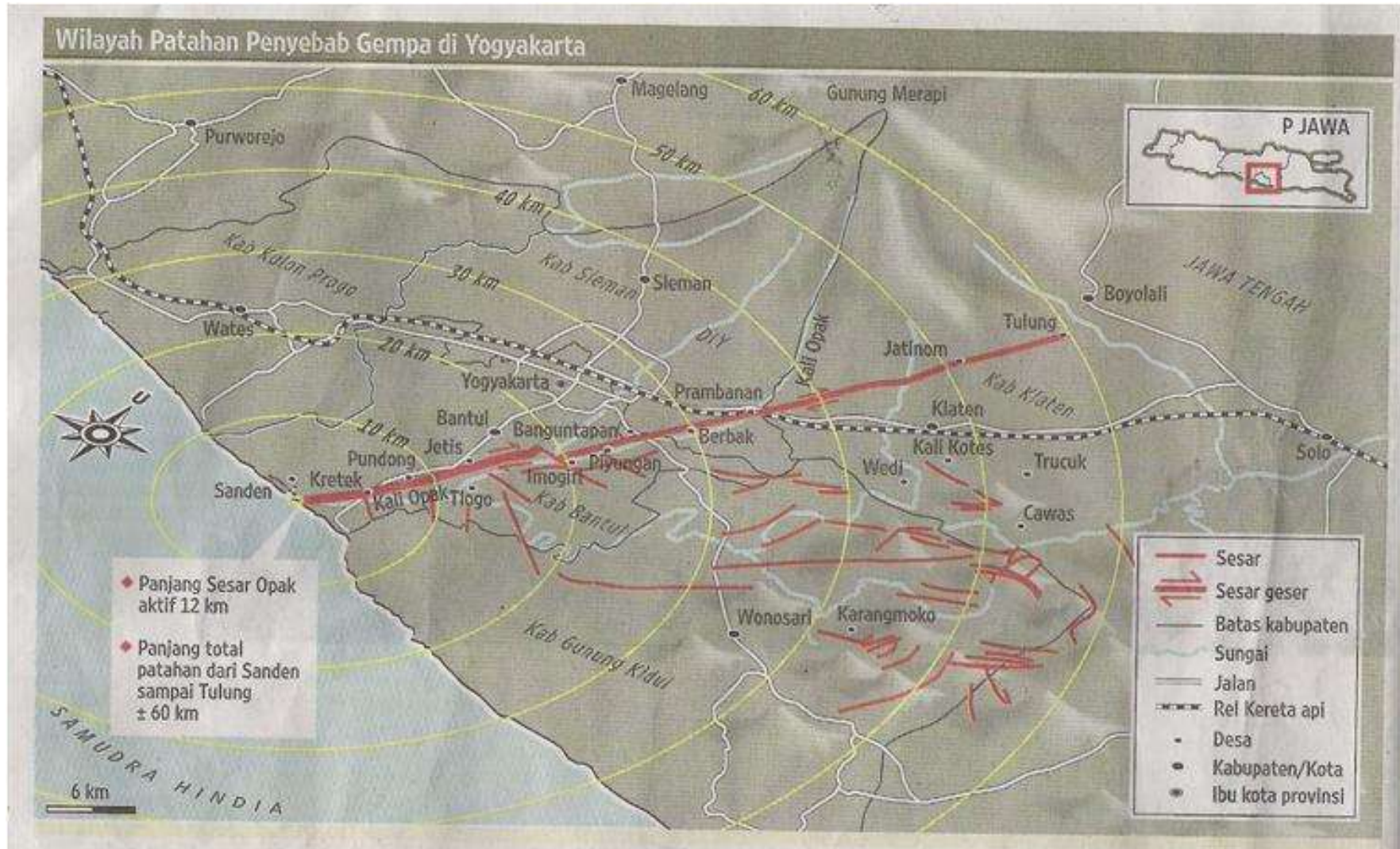
- Damage equivalent to 0.5% drift (Bandung V-VI MMI PGA = 0.09g)



This building have soft story effect (old design before 2008)



3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI



Yogyakarta May 27, 2006 M = 6.2 kill about 6000 people (The fault is not known before)

3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

- Damage equivalent to 1% drift (Yogyakarta VII MMI PGA=0.2g)



This building have soft story effect (old design before 2008)

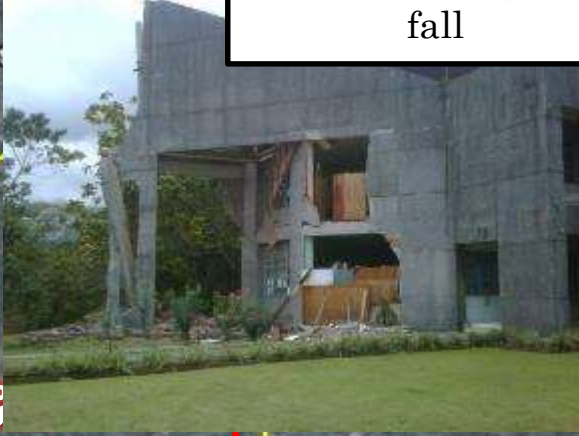
3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

Earthquake Details

<u>Magnitude</u>	7.6
<u>Date-Time</u>	<ul style="list-style-type: none">• Wednesday, September 30, 2009 at 10:16:09 UTC• Wednesday, September 30, 2009 at 05:16:09 PM at epicenter• Time of Earthquake in other Time Zones
<u>Location</u>	0.725°S, 99.856°E
<u>Depth</u>	81 km (50.3 miles) set by location program
<u>Region</u>	SOUTHERN SUMATRA, INDONESIA
<u>Distances</u>	60 km (35 miles) WNW of Padang, Sumatra, Indonesia 225 km (140 miles) SW of Pekanbaru, Sumatra, Indonesia 475 km (295 miles) SSW of KUALA LUMPUR, Malaysia 975 km (600 miles) NW of JAKARTA, Java, Indonesia
<u>Location Uncertainty</u>	horizontal +/- 4.2 km (2.6 miles); depth fixed by location program
<u>Parameters</u>	NST=405, Nph=405, Dmin=534.3 km, Rmss=0.92 sec, Gp= 18°, M-type=teleseismic moment magnitude (Mw), Version=A
<u>Source</u>	<ul style="list-style-type: none">• USGS NEIC (WDCS-D)
<u>Event ID</u>	us2009mebz



Conventional Building in Andalas University heavily damaged, and some structural component fall



The dormitory using precast system in the same area is survive



MAP OF FAILURE BUILDING IN THE COAST OF PADANG CITY

3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

- Damage equivalent to 1.5 % drift (Padang VIII MMI, PGA =0.3g)



(a) Earthquake at March 6, 2007, there is architecture damage in 1st floor, no structural cracks



(b) Earthquake at September 30, 2009, heavier architecture damage and structural cracks on 1st floor



There is no sign that the major earthquake reach 3.5% drift --- It's very conservatife test requirement. In US Code (adopted by Indonesian) the ultimate performance only limited by 2% drift.

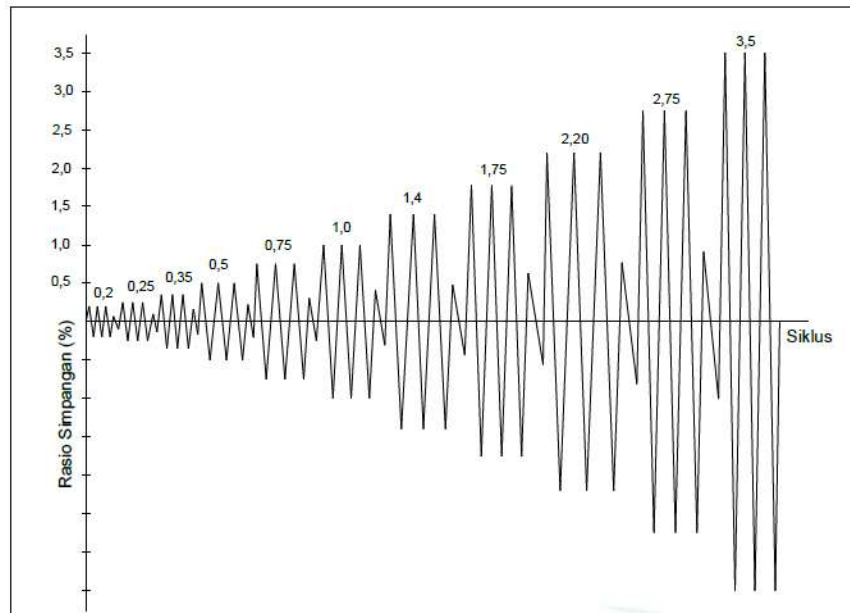
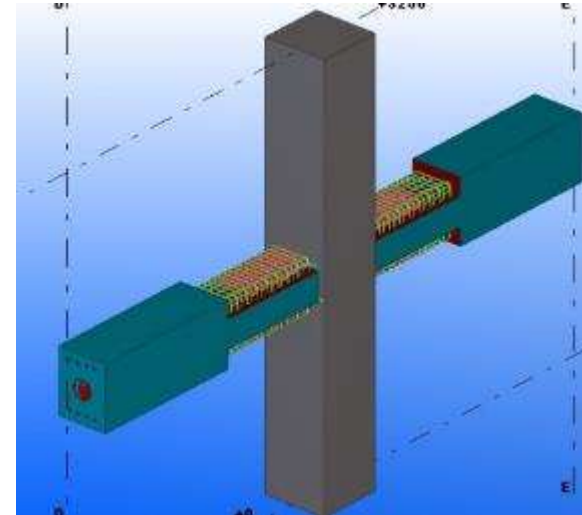
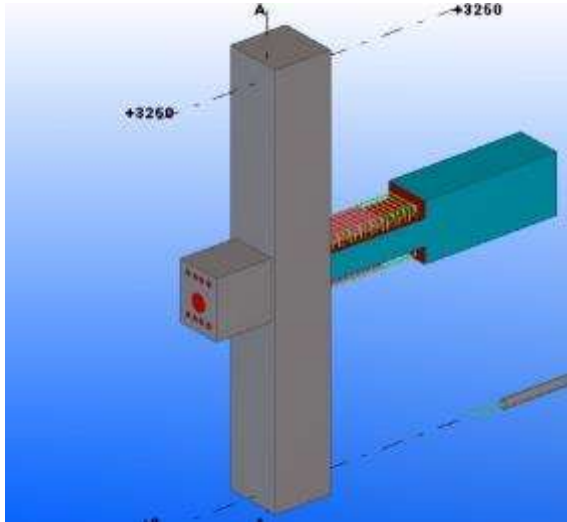
3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

- Sekalipun Sistem Pracetak Kinerja Tinggi sudah masuk dalam SNI, Program Penelitian tetap dilakukan dengan tujuan
 - Mengkonfirmasi perilaku “self centering”
 - Mendesain dan menguji alat pendisipasi energi dengan teknologi dan material lokal
 - Mengkonfirmasi kinerja Join Balok Kolom
 - Konsep Perencanaan



3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

- Pengujian join-balok kolom



Pengujian sesuai dengan SNI 7834-2012 (adopsi ACI 374.1-05), dimana sampai drift 3.5% ada 5 kriteria ketegaran yang harus dipenuhi agar dapat tergolong Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)



3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

- Pengujian join-balok kolom : pembuatan benda uji



Angkur paska tarik

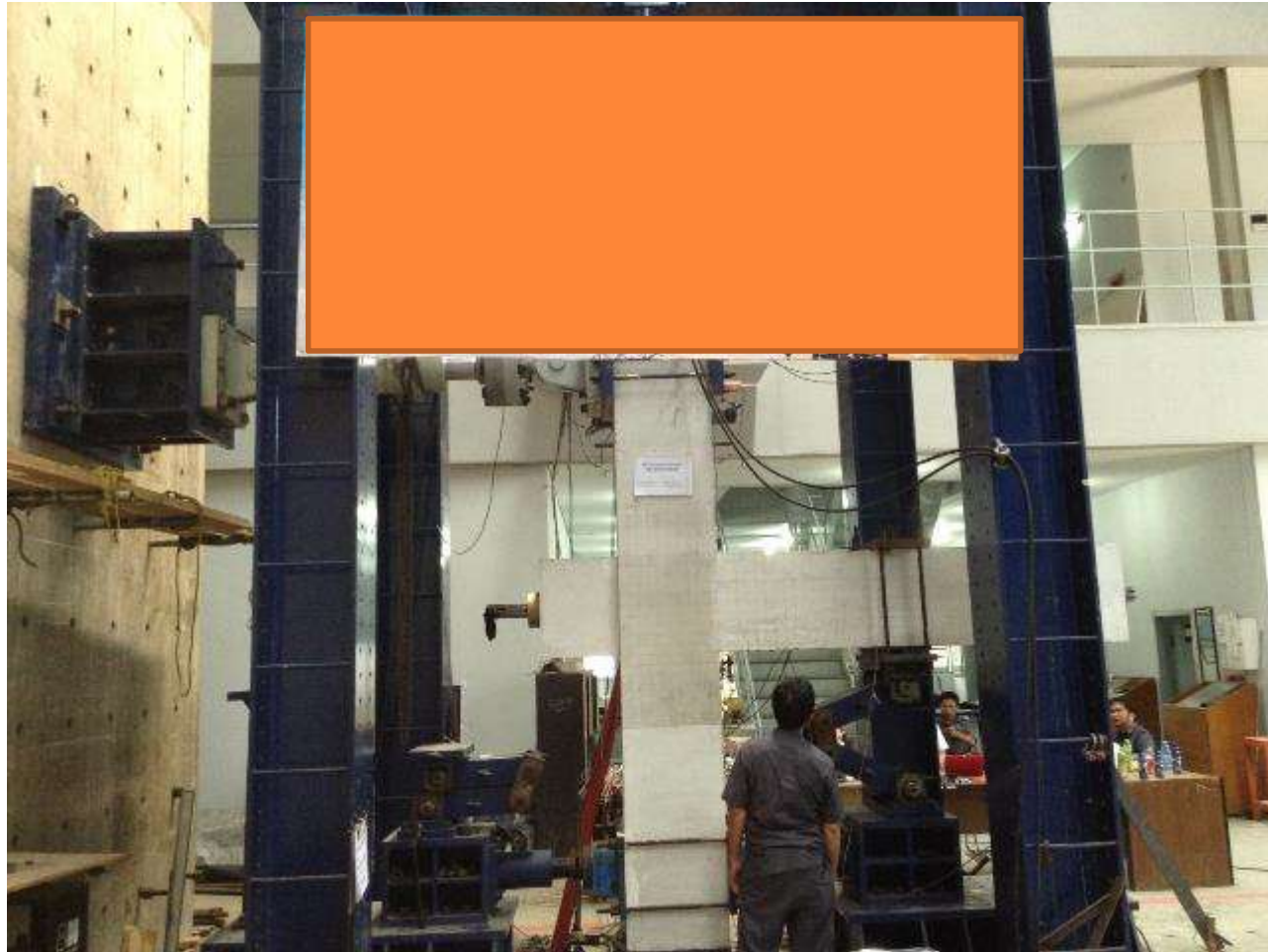


Cor dissipater



5.3 KONFIRMASI UJI BALOK-KOLOM

- Pengujian join-balok kolom eksterior



$P_n = 9.5 \text{ ton}$

$\lambda = 3$

D elastik 0.5%

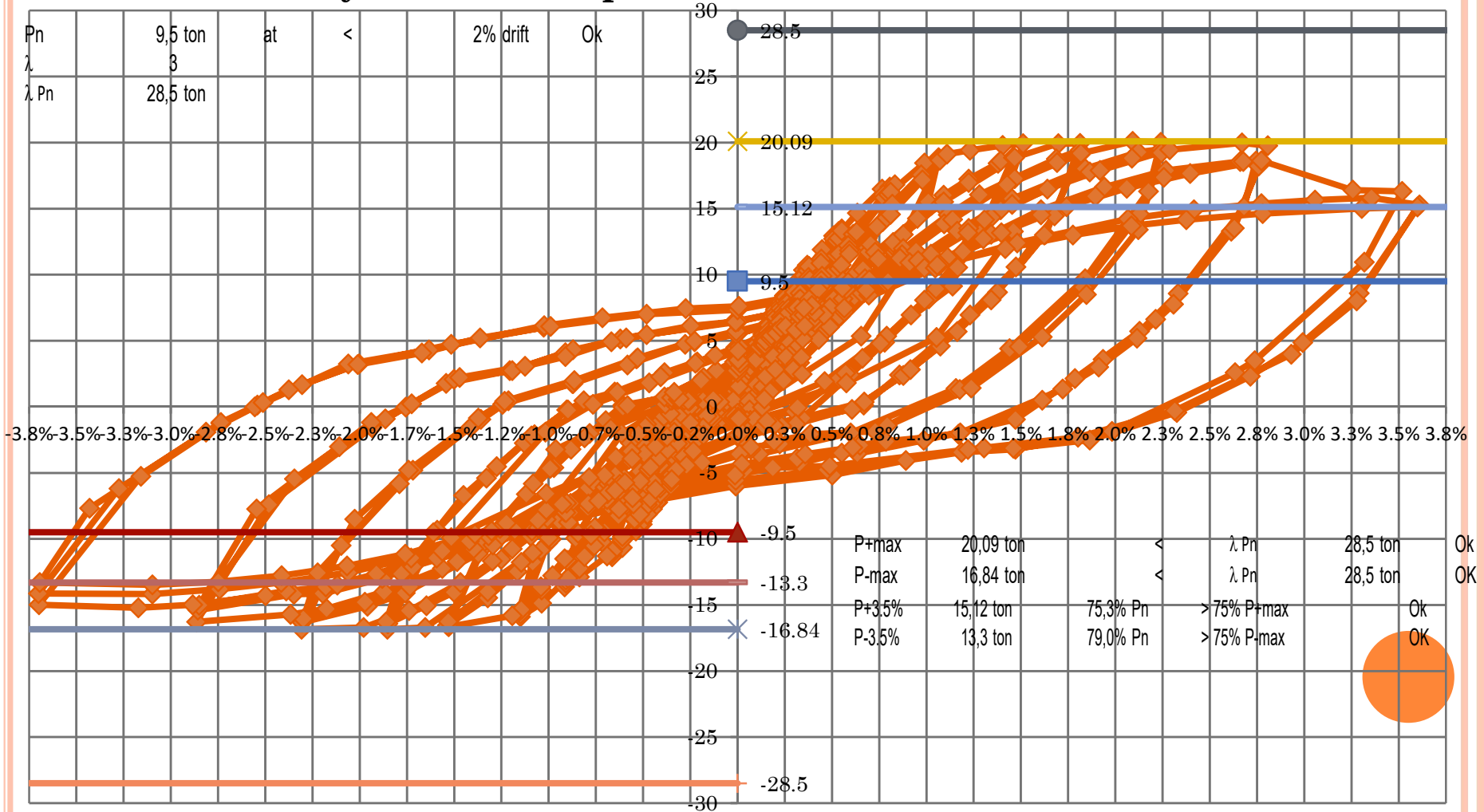
D batas 2%



3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

- Pengujian join-balok kolom eksterior

Kurva Hysteresis Loop Join Eksterior Sistem Pressindo



3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

- Pengujian join-balok kolom eksterior



Drift 0.2% $P+=7.34$ ton $P-=6.02$ ton

Drift 0.25% $P+=8.27$ ton $P-=7,24$ ton



3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

- Pengujian join-balok kolom eksterior



Drift 0.35% $P+=10.32$ ton $P-=8.97$ ton

Beban sudah melewati $P_n=9.5$ ton, kondisi benda uji masih sangat baik dan dibawah syarat $D 2\%$

Kondisi batas drift elastik. P_n masih dibawah drift elastik

Drift 0.5% $P+=12.77$ ton $P-=10.95$ ton



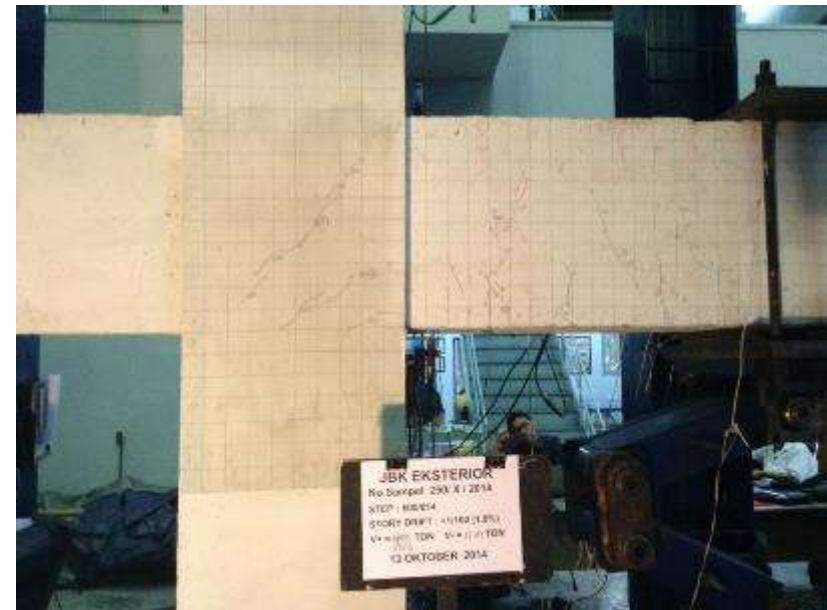
5.3 KONFIRMASI UJI BALOK-KOLOM

- Pengujian join-balok kolom eksterior



Drift 0.75% P+=16.08 ton P-=13.1 ton

Drift 1.0% P+=18.66 ton P-=15.49 ton



3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

- Pengujian join-balok kolom eksterior

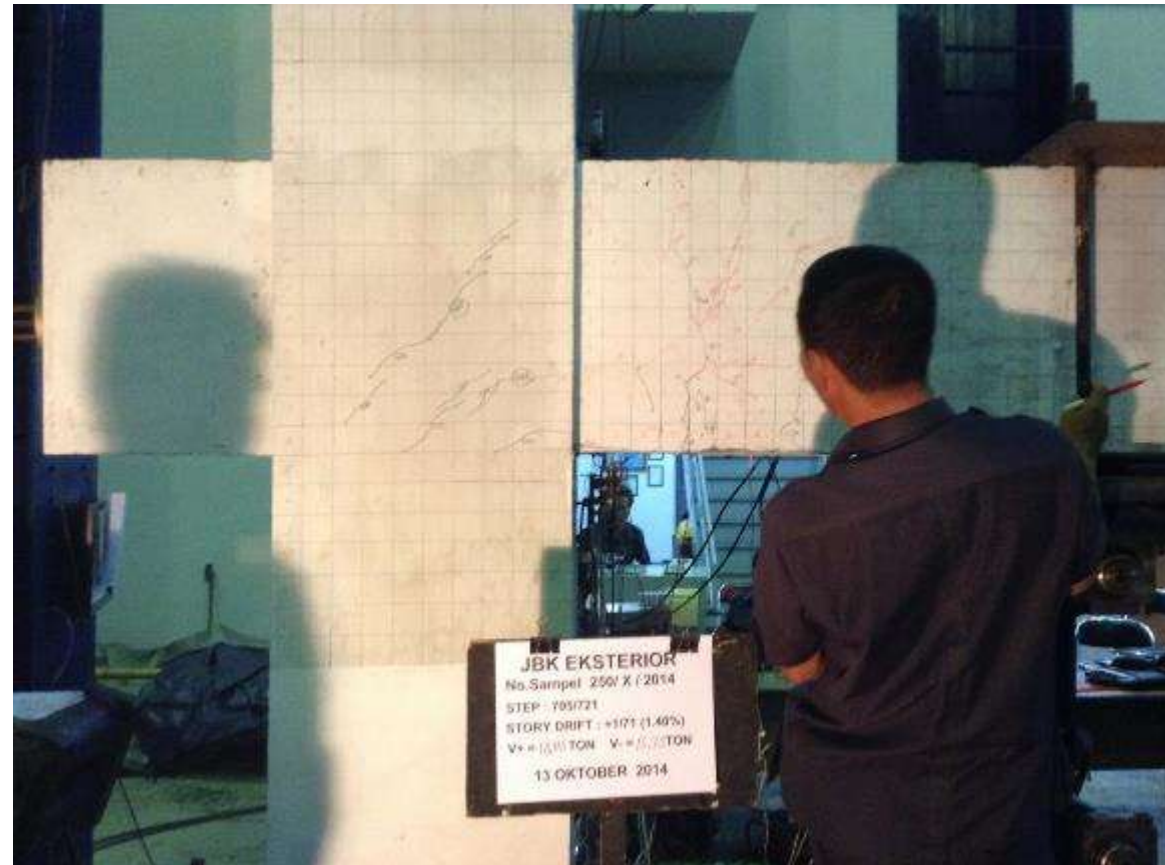


Dissipater bawah mulai membuka



Dissipater atas mulai membuka

Drift 1.4% P+=18.86 ton P-=16.25 ton



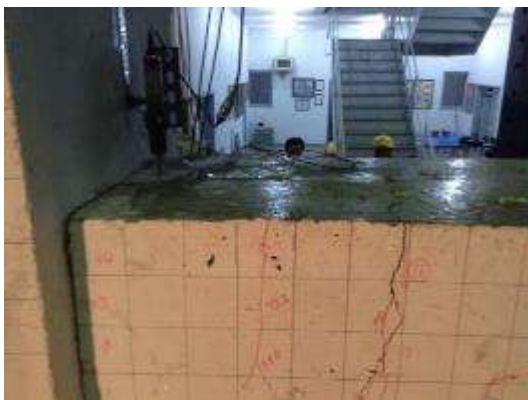
Kerusakan terkonsentrasi di dissipater. Celah dissipater membuka dan menutup selama beban bolak balik

5.3 KONFIRMASI UJI BALOK-KOLOM

- Pengujian join-balok kolom eksterior



Dissipater bawah mulai membuka



Dissipater bawah mulai membuka

Drift 1.75% P+=19.09 ton P-=16.28 ton



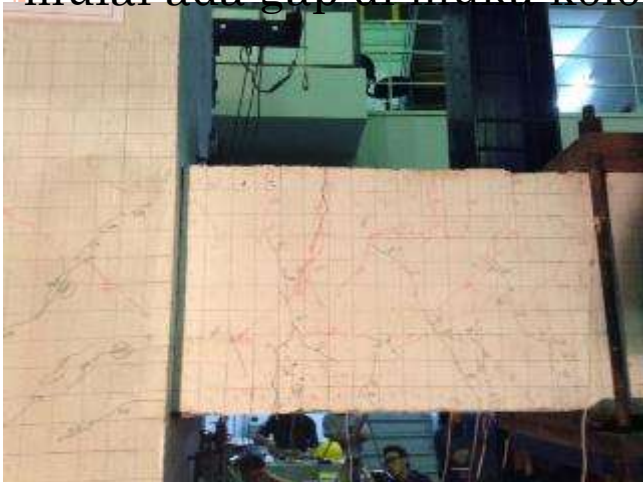
Kerusakan terkonsentrasi di dissipater. Celah dissipater membuka dan menutup selama beban bolak balik

3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

- Pengujian join-balok kolom eksterior



Dissipater bawah membuka dan mulai ada gap di muka kolom



Dissipater atas membuka dan mulai ada gap di muka kolom

Drift 2.2% P+=19.23 ton P-=16.25 ton

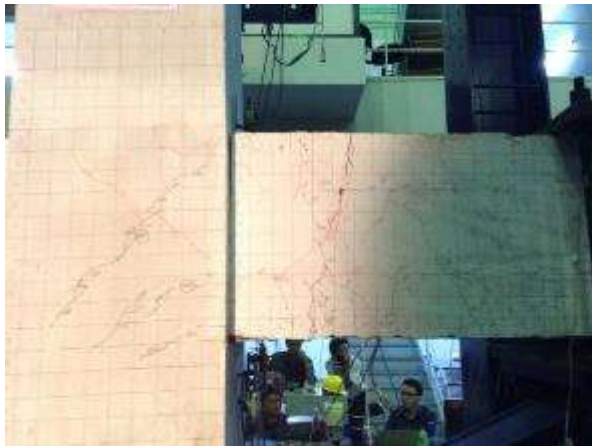


3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

- Pengujian join-balok kolom eksterior

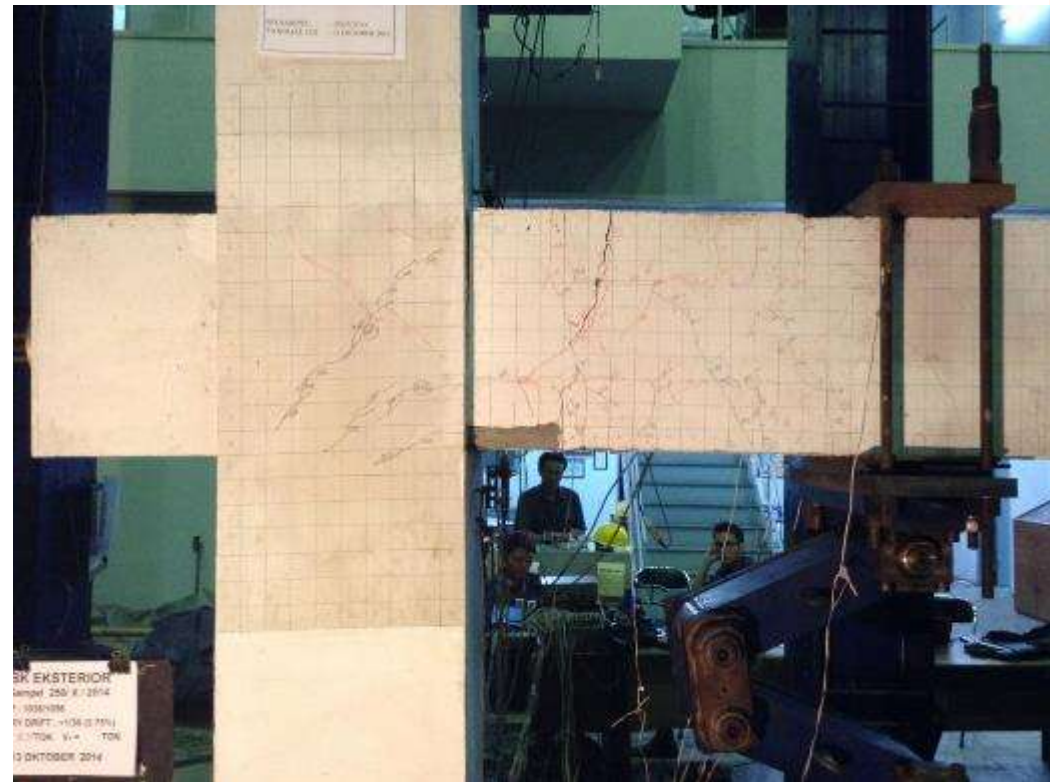


Dissipater bawah membuka dan ada gap di muka kolom



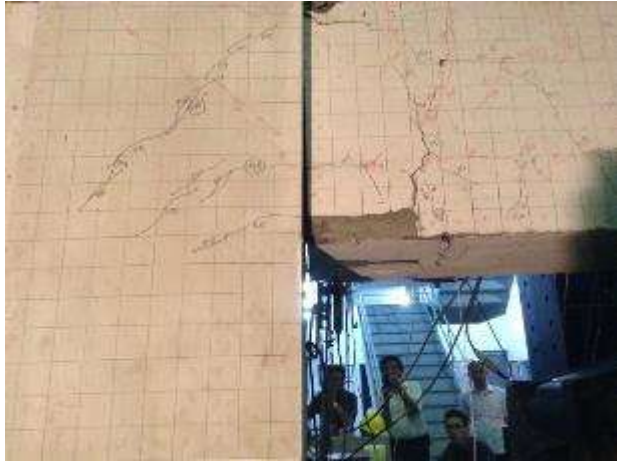
Dissipater atas membuka dan ada gap di muka kolom

Drift 2.75% P+=18.35 ton P-=15.02 ton

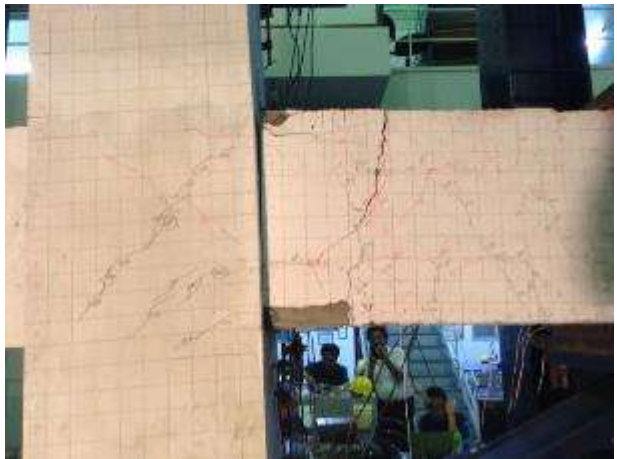


3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

- Pengujian join-balok kolom eksterior



Terjadi keruntuhan tekan di daerah tekan yang tidak terconfine



Terjadi keruntuhan tekan di daerah tekan yang tidak terconfine

Drift 3.5% P+=15.12 ton P-=13.33 ton

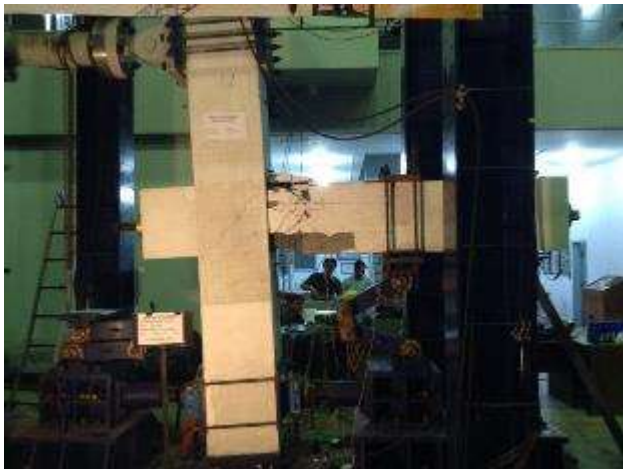


3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

- Pengujian join-balok kolom eksterior



Benda uji pada drift 3.5%

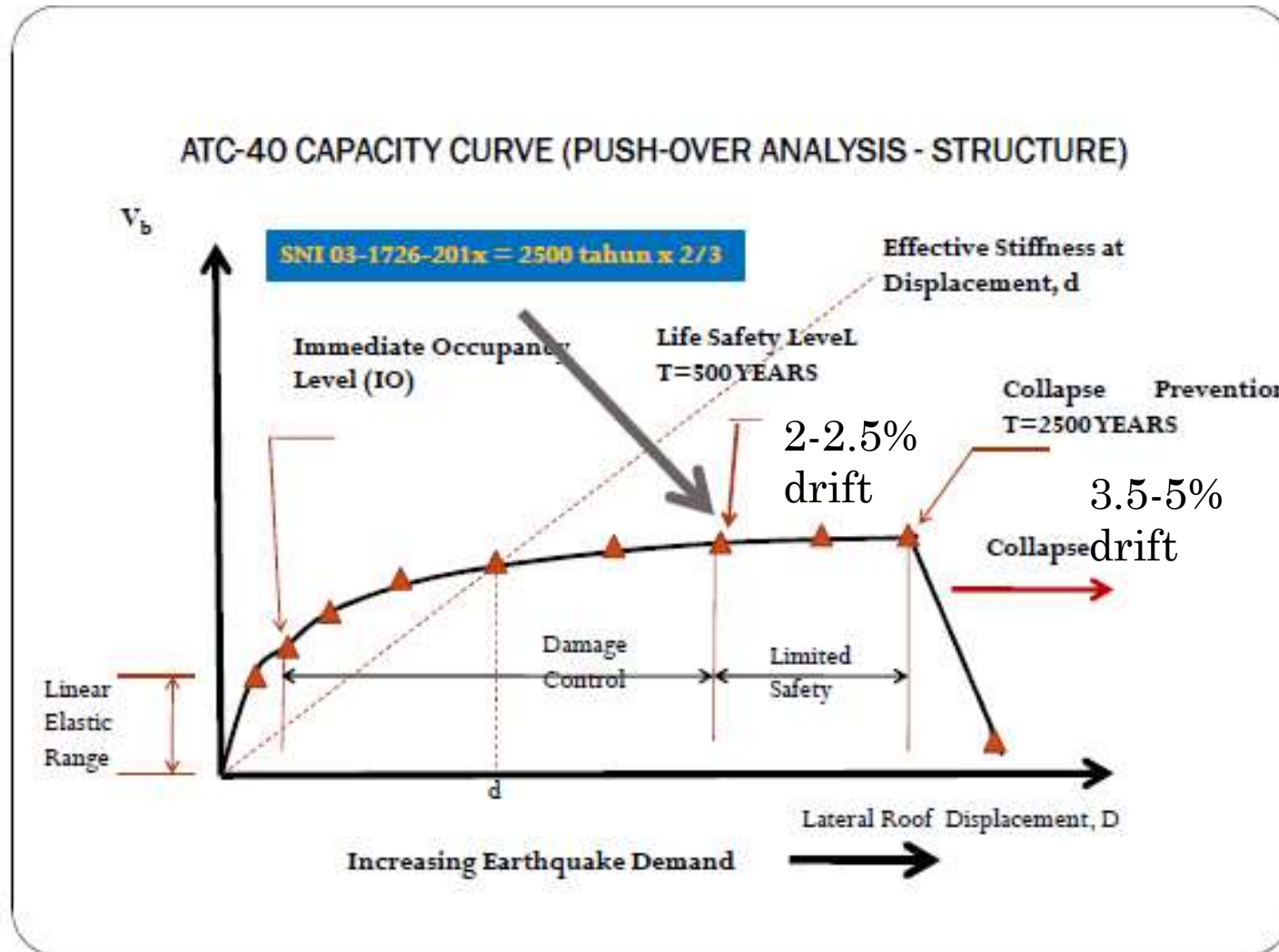


Benda uji pada drift 5%

Drift 5% P+=9.1 ton P-=8.11 ton

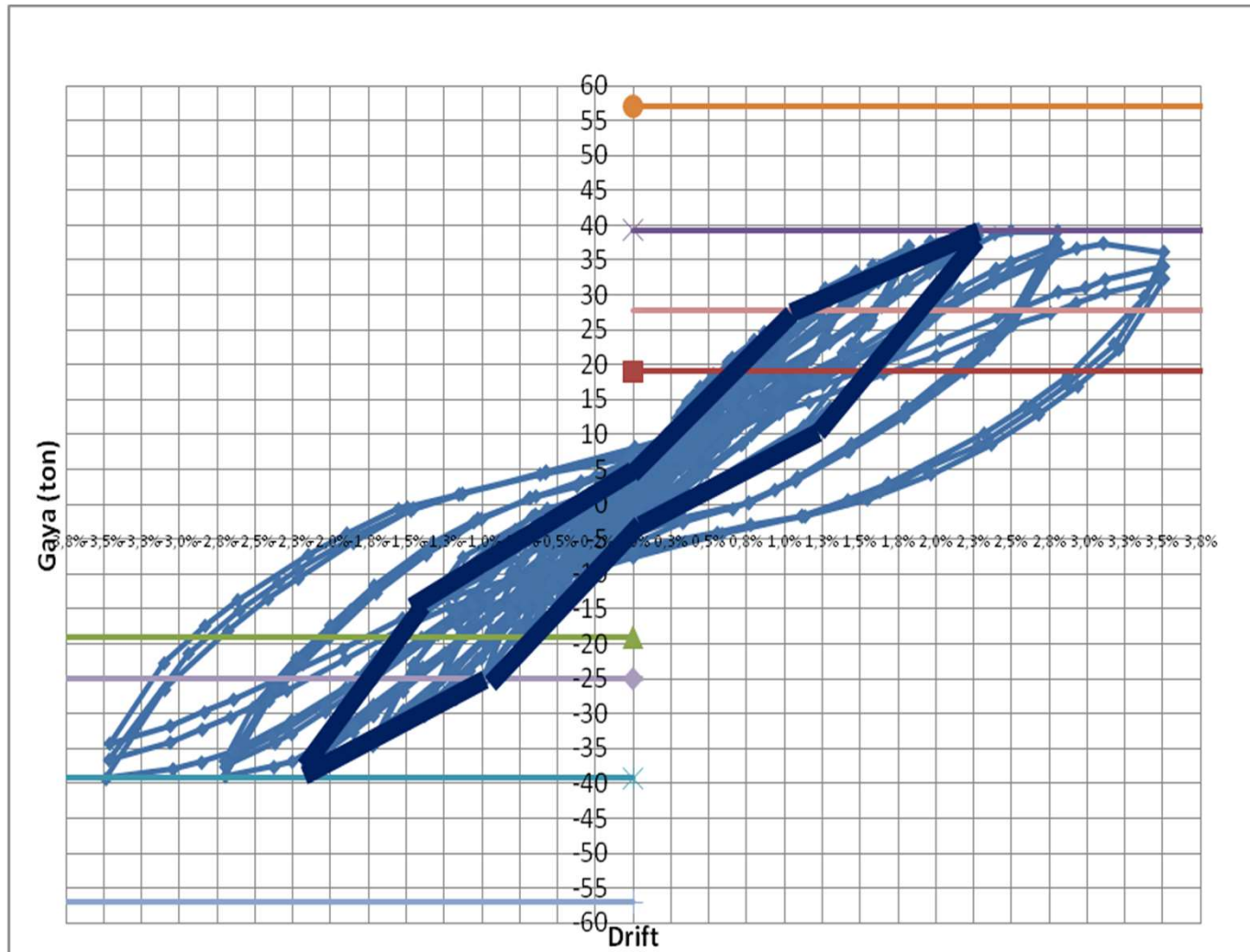


3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI



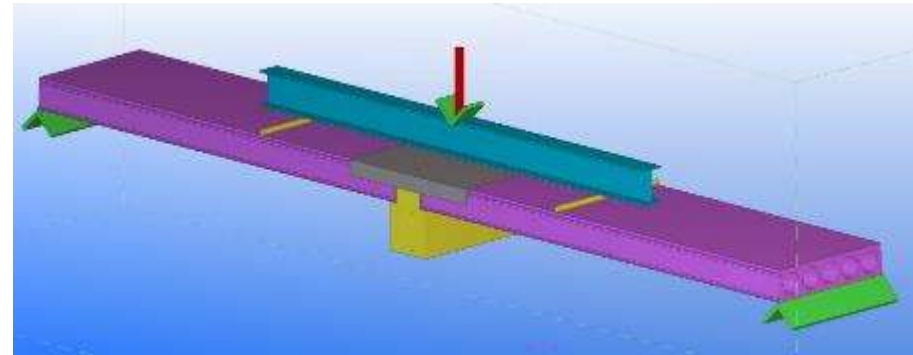
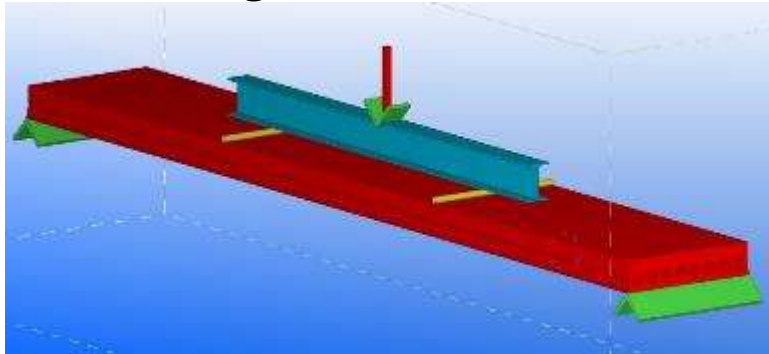
5.3 KONFIRMASI UJI BALOK-KOLOM

- Pengujian join-balok kolom interior flag shape 50:50



3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

- Pengujian hollow core dan koneksinya dengan sistem rangka



Uji sambungan tulangan negatif hollow core dan balok

3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI



Hasil test koneksi tulangan negatif hollow core



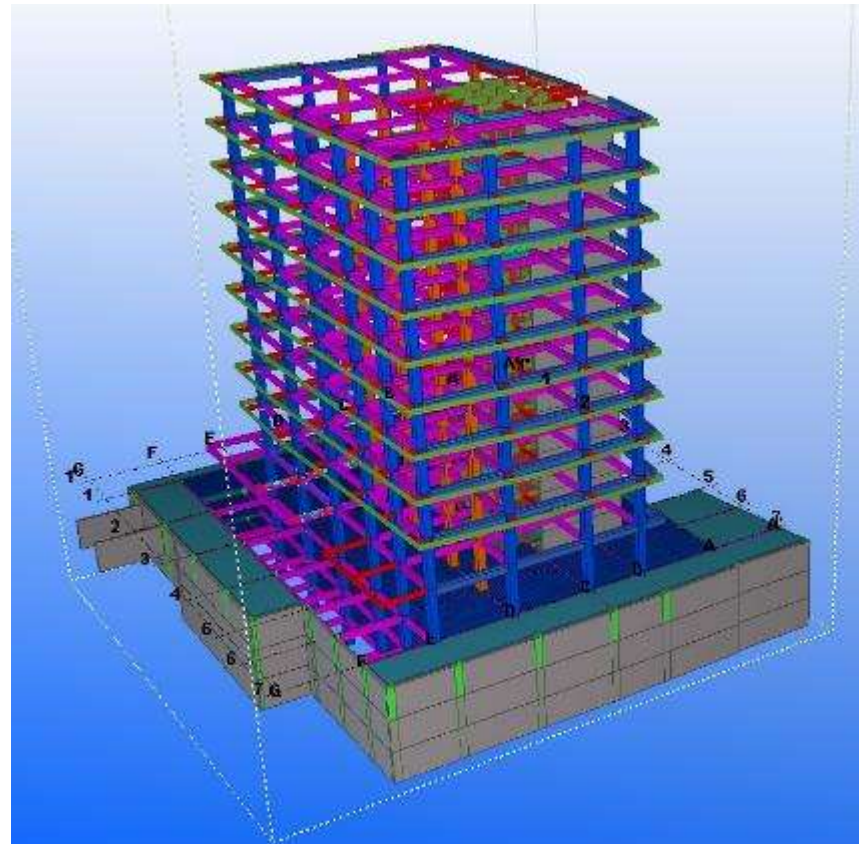
3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

- Mock up di Urban Height Serpong (2014)

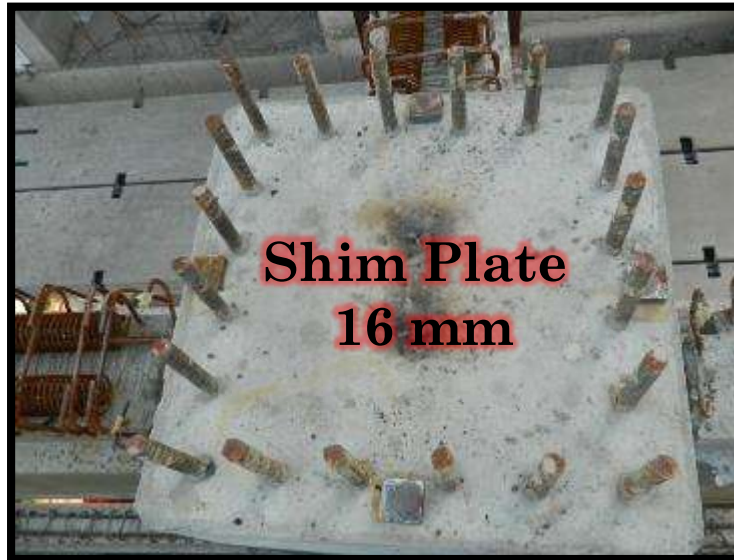


3. CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

- Pilot Project Gedung PT Wijaya Karya Kavlin 2 (2014)



2.1 JOINT KOLOM - KOLOM



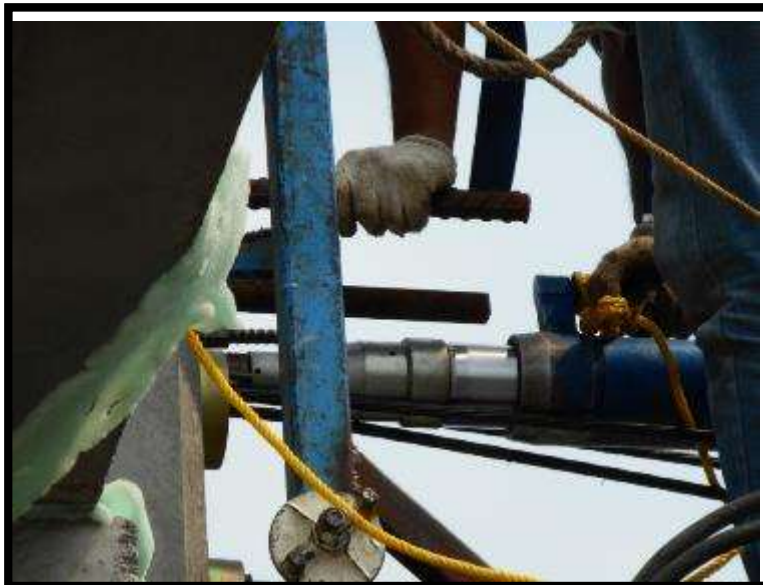
2.2 JOINT KOLOM - BALOK



2.3 JOINT HCS-BALOK-HCS



2.4 PEKERJAAN STRESSING





DESAIN RUMAH SUSUN PREFAB 2015



Penerapan pada bangunan rusun
sewa dalam waktu pelaksanaan
terbatas (157 hari) 4 blok @ 6
lantai 5500 m²

CONTOH PENERAPAN

Penerapan pada bangunan rusun sewa dalam waktu pelaksanaan terbatas : Rusun TNI Cililitan 6 lantai 2015. Fabrikasi komponen eluru



20 Oktober



26 Oktober



11 November



24 November



2 Desember



12 Desember

CONTOH PENERAPAN



Rusun PU PR TNI 2015 di Serang, Cijantung, Cipulir, Sunter, Serpong



3. Application

Hospital 2017



Carolus Hospital 2017



3. Application

Hospital 2017



3. Application

Hospital 2017



3. Application

Rusun PU PR- Polri 2016



Banyuasin, Sumatera Selatan



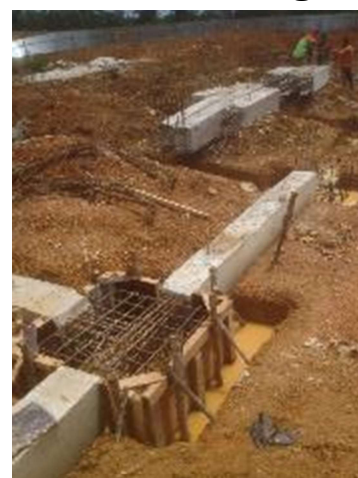
Cikeas, Bogor, Jawa Barat

3. Application

Rusun PU PR- Polri 2016



Gunung Sitoli, Nias



Natuna, Kepulauan Riau

3. Application

Rusun PU PR- Polri 2016

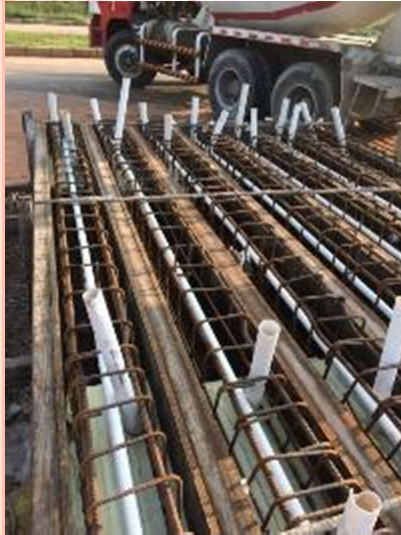


Purwakarta, Jawa Barat



Rohul, Riau

Contoh Penerapan : Ruko Cikopo 5500 m2 (2016)



Contoh Penerapan : Ruko Cikopo 5500 m² (2016)



3. Application

Ruko 2016



Cikopo, Purwakarta, Jawa Barat

PROGRAM STRATEGIS TAHUN 2015-2019

BIDANG BINA KONSTRUKSI

Peningkatan Sumber Daya Pembangunan Infrastruktur

125 BUJK

Peningkatan BUJK ke Kualifikasi Besar

50.000 Orang

Jumlah insinyur baru konstruksi bersertifikat

200.000 Orang

Jumlah teknisi bersertifikat

500.000 Orang

Jumlah tenaga terampil bersertifikat

10.000 orang

Jumlah instruktur/asesor pelatihan konstruksi

10.000 Orang

Jumlah Tenaga Ahli/Manajer Proyek Terlatih

40.000 Orang

Jumlah

40%

Pekerjaan konstruksi yang menerapkan manajemen mutu dan tertib penyelenggaraan konstruksi

30%

Penggunaan beton pracetak

Rp.15 Triliun

Ekspor jasa konstruksi ke luar negeri



PERLENGKAPAN STANDARD

- SDM yang kompeten
 - Tenaga Ahli perencana
 - Tenaga Ahli Pengawas
 - Tenaga Terampil Drafter BIM
 - Tenaga Terampil pelaksana



PERLENGKAPAN STANDARD

- Pelatihan dan Sertifikasi Tenaga Ahli (bersama Kemen PU PR)



Pelatihan sudah dimulai sejak 2007, dan saat ini sudah mencapai 15 angkatan pengawas konstruksi pracetak bangunan gedung dan 2 angkatan perencana konstruksi pracetak bangunan gedung. Peserta pelatihan adalah para pelaku pembangunan gedung, khususnya rusun sewa (pelaksana, konsultan, dan direksi teknis



PERLENGKAPAN STANDARD

- o Kegiatan Pelatihan dan Sertifikasi Tenaga Terampil (Mandor dan Tukang) bersama Kemen PU PR



Training of Trainee di Politeknik Negeri
Jakarta (2016)



PERLENGKAPAN STANDARD

- o Kegiatan Pelatihan dan Sertifikasi Tenaga Ahli Terampil (Mandor dan Tukang) bersama Kemen PU PR



Pelatihan di lapangan di rusun sewa Kemen PU PR di Cililitan (2016)



6. PENUTUP : HARAPAN DAN SARAN

- Indonesia adalah Negara yang berada di ring of fire, sehingga sebagian besar daerahnya mempunyai resiko gempa menengah sampai tinggi. Untuk itu per perhatian khusus pada bangunan gedung, agar direncanakan sebagai bangunan tahan gempa
- Saat ini peta gempa Indonesia terus diupdate, dan rencana akan segera direncanakan keluar peta mutakhir di tahun 2017.
- Konsep perencanaan juga berkembang, dimana saat ini berbasis Perencanaan Berbasis Kinerja dimana bangunan harus tetap fungsional sesuai klasifikasinya.
- Perencanaan berbasis kinerja membutuhkan analisis non linier yang rumit, sehingga dibuat penyederhaan dalam bentuk code praktis, namun konsekuensinya untuk teknologi konvensional. menjadi lebih boros, pemasangan yang lebih rumit dan butuh pengawasan ketat



6. PENUTUP : HARAPAN DAN SARAN

- Teknologi base isolation dan peredam adalah salah satu teknologi modern yang cukup umum diterapkan. Harga sistem ini masih cukup mahal, dan belum dikembangkan didalam negeri.
- Teknologi yang sudah bisa dikembangkan di Indonesia adalah Sistem Pracetak dan Prategang tahan Gempa Kinerja Tinggi mampu menjawab tuntutan masyarakat akan teknologi bangunan tahan gempa yang berkinerja tinggi : mudah dilaksanakan dengan kontrol yang baik, tidak rusak signifikan sekalipun terkena gempa kuat, dengan biaya investasi awal yang ekonomis, mudah diperbaiki, dengan peralatan pendukung dan material yang dapat diproduksi lokal
- Kementerian PU PR sudah memprogramkan industri pracetak dan prategang mempunyai pangsa pasar 30% pada tahun 2019 untuk mendukung percepatan infrastruktur, MEA, dan persiapan Pasar Global



Terima Kasih

