



IKATAN AHLI PRACETAK DAN PRATEGANG INDONESIA
INDONESIAN ASSOCIATION OF PRECAST AND PRESTRESSED ENGINEERS

www.iappi-indonesia.org, twiter @iappi_indonesia, fb iappi

Penelitian, Pengembangan dan Penerapan Sistem Pracetak Tahan Gempa Berkinerja Tinggi Bangunan di Indonesia

Hari Nugraha Nurjaman
Sekretaris Umum Ikatan Ahli Pracetak dan Prategang Indonesia

SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI PRECAST

HIMTES UNIV BINA NUSANTARA

Jakarta, 2 Juli 2015

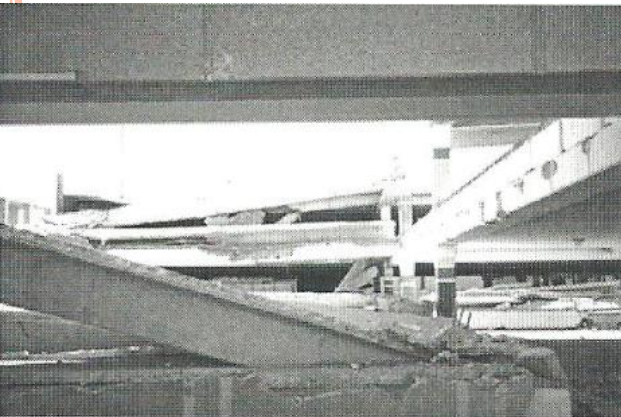
DAFTAR ISI

1. Pendahuluan
2. Penerapan Teknologi PRESSS dengan Kondisi Lokal Indonesia
3. Program Penelitian, Pengembangan, Penerapan
4. Progress Penerapan
5. Kesimpulan



1. PENDAHULUAN

- Ada pergeseran filosofi pada peraturan gempa di dunia
 - Filosofi strong column weak beam/desain kapasitas (Jika terkena gempa kuat, bangunan boleh rusak ; tapi tidak boleh roboh)
 - Pengalaman gempa Loma Prieta (1989) dan Northridge (1994) di Amerika Serikat dan Selandia Baru tahun 2010-2011 banyak pengguna bangunan protes akan performa bangunan yang terkena gempa kuat
 - Indonesia : Highrise Tamansari Lagoon Manado (2014)
 - Respon Engineer -> Sustainable Concept
 - Performance Base Design : **bangunan harus direncanakan tetap fungsional sekalipun terkena beban gempa kuat selama masa layan**, sesuai dengan katagori resiko bangunan tersebut.
 - Detail perhitungan :
 - elastik non linier -> rumit
 - Disederhanakan -> code -> konservatif



1. PENDAHULUAN

- Teknologi bangunan tahan gempa
 - Salah satu alternatif untuk antisipasi konsep gempa baru : “menghindarkan” gaya gempa masuk ke struktur , selama masa layannya.
 - Produk industri
 - Analisis rumit

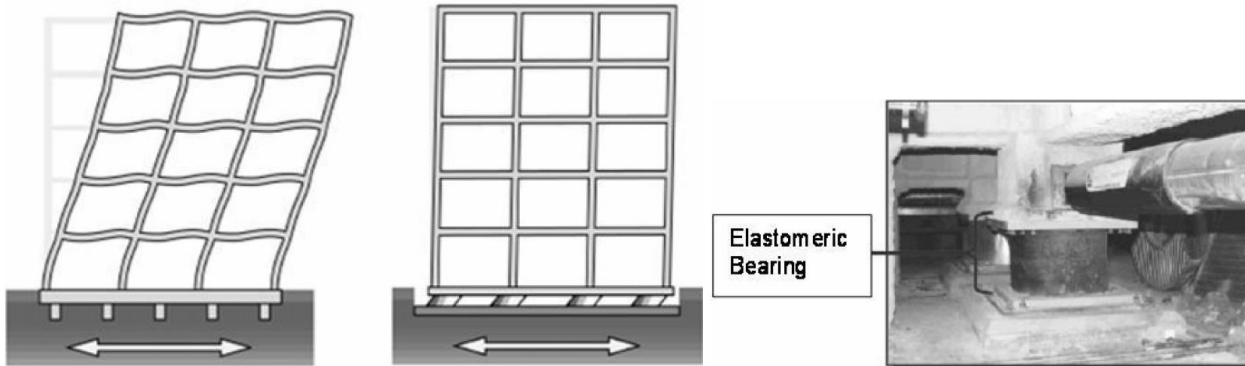


Figure 20 Base insulation concept [7]



Damper



Tune Mass Damper



1. PENDAHULUAN

- Amerika Serikat dan Jepang memelopori penelitian multiyears untuk mencari konsep bangunan tahan gempa yang memenuhi ekspektasi masyarakat awam, namun dengan harga yang ekonomis
- Dipimpin Prof Priestley,
- Teknologi yang ekonomis adalah berbasis precast
- PRESSS (Precast Seismic Structural System) Program 1994 – 2002.
- Pendanaan :
 - NSF (National Science Foundation)
 - PCI (Precast/Prestressed Institute)
 - PCMAC (Precast Concrete Manufacturer Association of California)
- Dimasukkan dalam di ACI sejak ACI 318-2002,



1. PENDAHULUAN

- Penelitian final : full scale test 5 lantai di UCSD



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

- Diterapkan pada bangunan 39 lantai di San Francisco dengan harga struktur yang ekonomis (Rp 1.4 jt/m²)

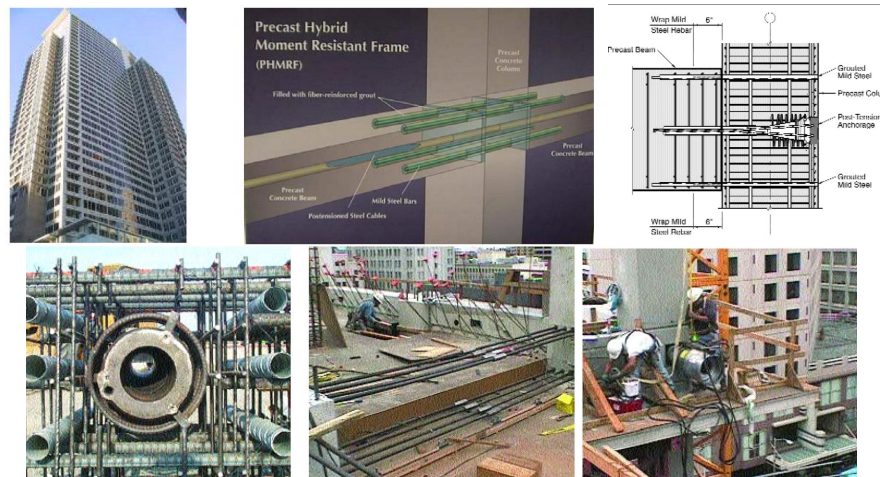


Figure 30 Paramount Building, 39-storey building, San Francisco [3,13]



1. PENDAHULUAN

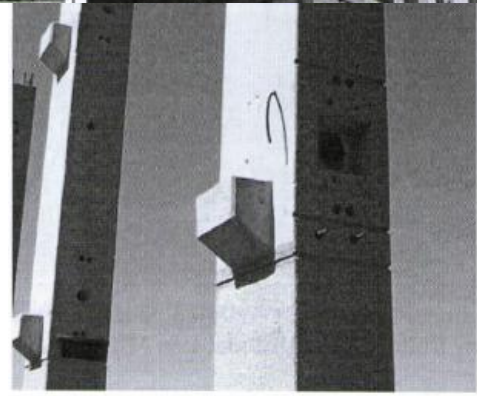
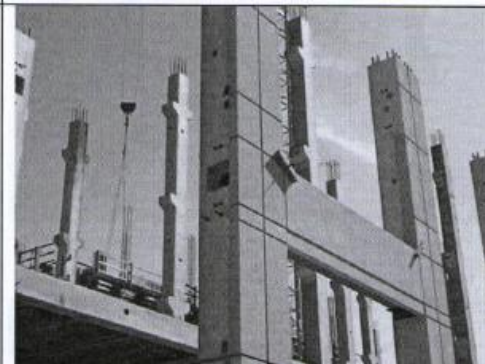
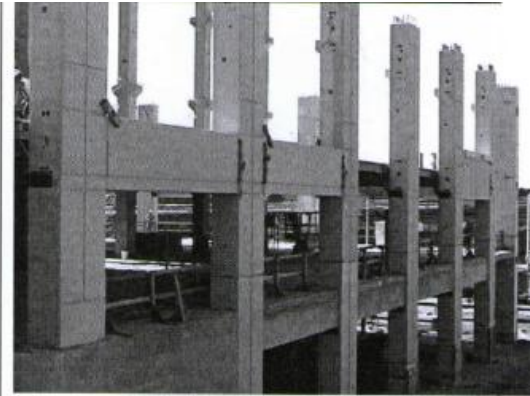


Figure 10.2 - On site applications in U.S.. Pacific Plaza, Daly City, CA (photos courtesy of Len McSaveney).

1. PENDAHULUAN

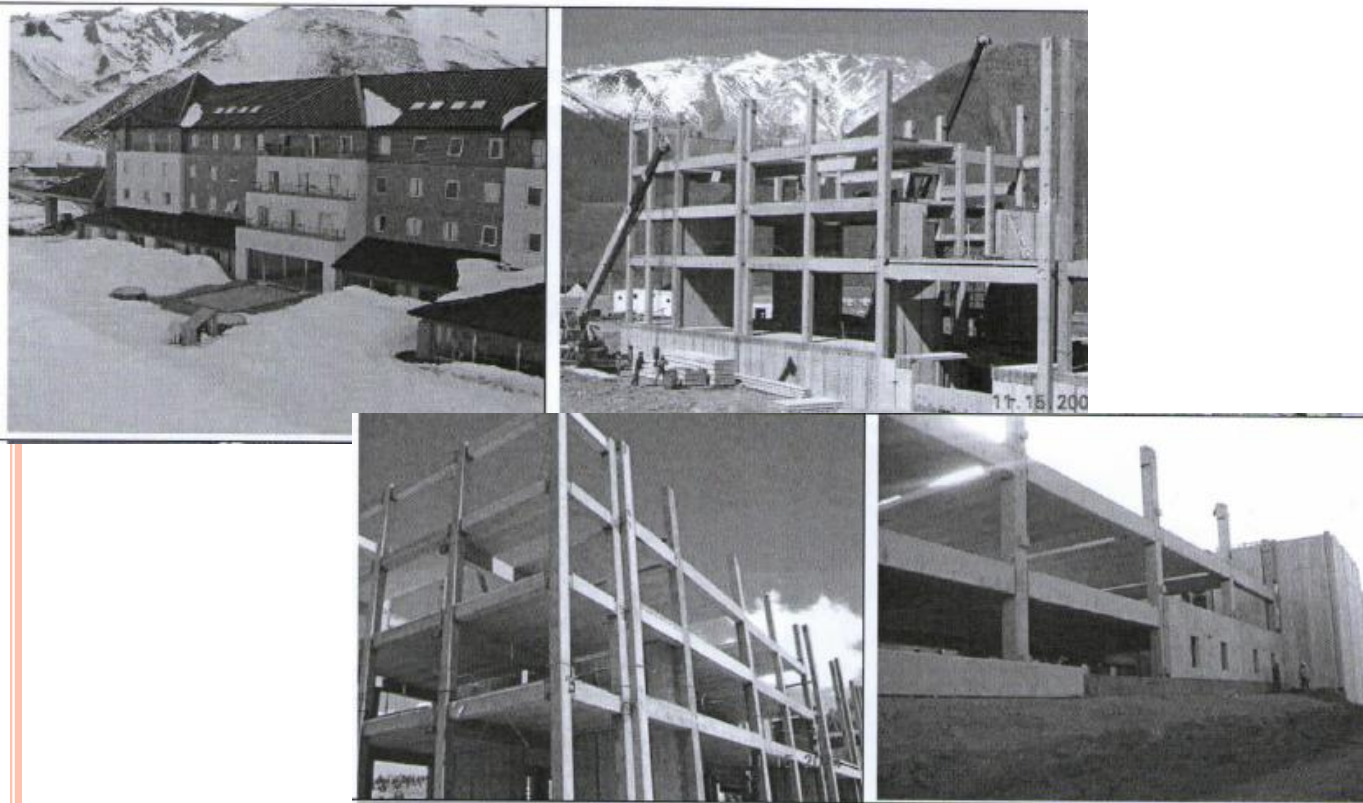


Figure 10.4 – On site applications in Argentina: Top and Centre-left: Hotel Virgo, 5 floors, 5000m²/floor (2005); Centre-right and Bottom r: Hotel Cilix, 3 floors, 2800 m²/floor (2004), Valle de las leñas, Malargüe, Mendoza, Argentina (photo courtesy of Prear Pretensados, Argentinos S.A.)



1. PENDAHULUAN

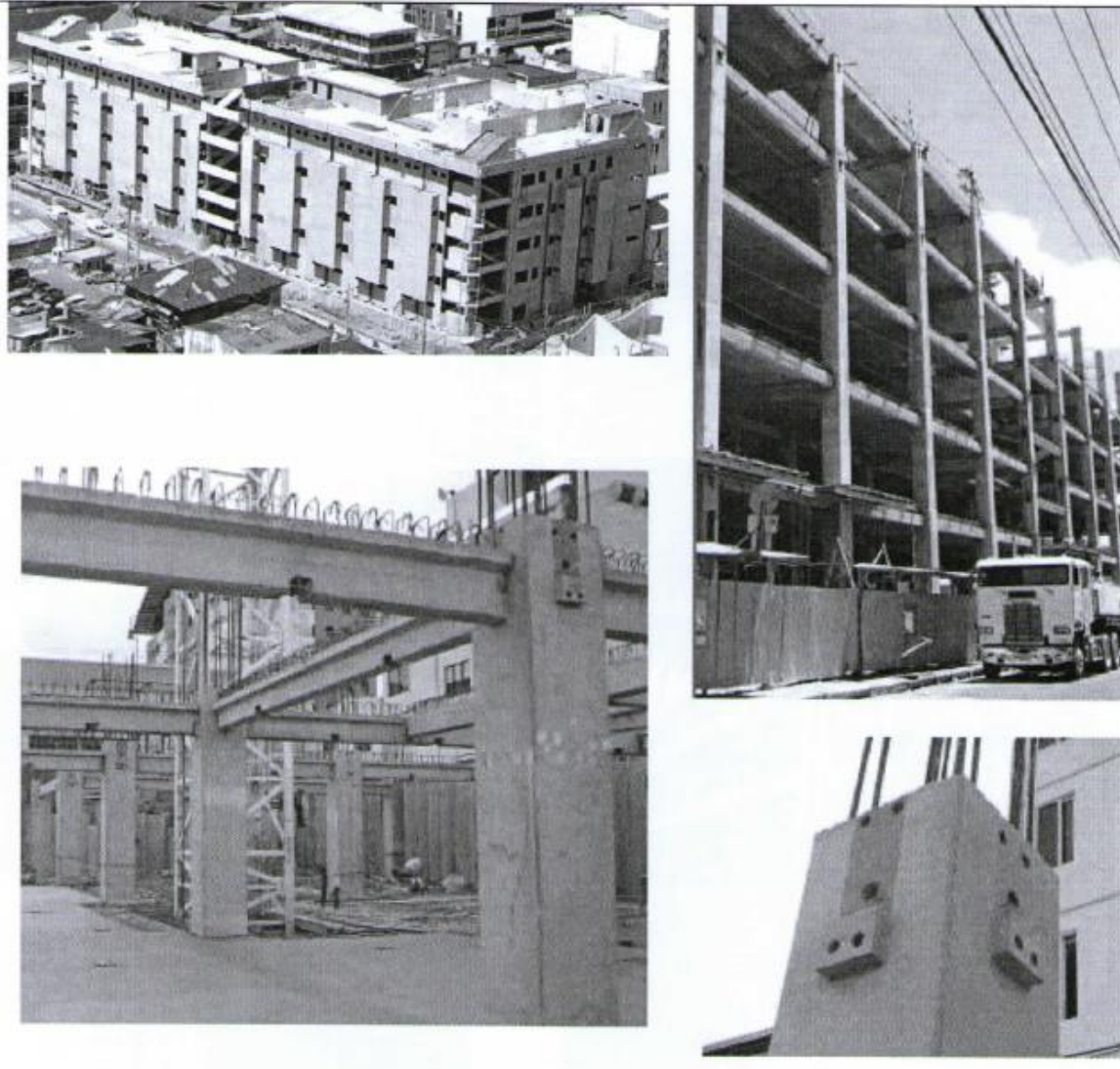
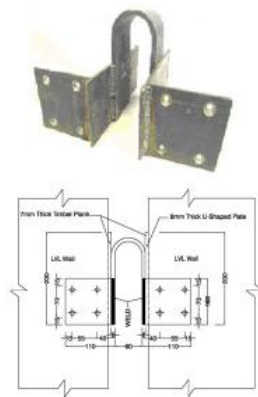


Figure 10.5 - Clínica Bíblica Hospital, downtown San José, Costa Rica. Two underground stories and Five stories above the ground. Designed to remain operative after an extreme earthquake event (photo courtesy of Productos de Concreto, Holcim Costa Rica)



1. PENDAHULUAN

- 2005 : Stefano Pampanin direkrut kembali oleh Prof Park dari Amerika ke Selandia Baru untuk mengembangkan lebih lanjut Teknologi PRESSS dan mensosialisasikan ke masyarakat. Dimasukkan ke NZS 3101:2006

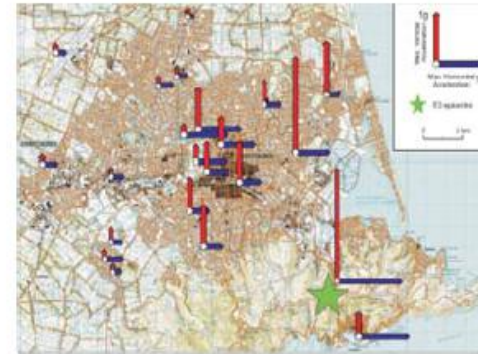
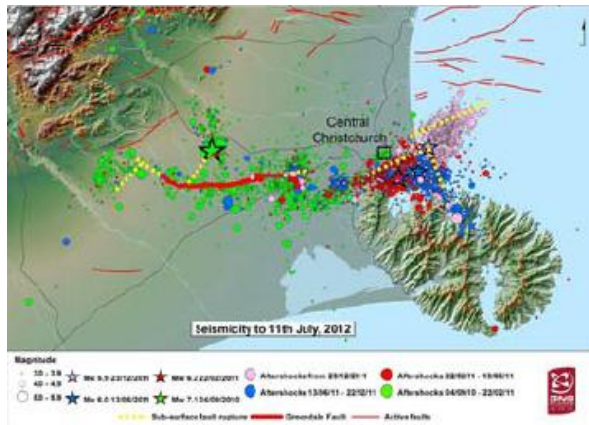


- Kesaksian Stefano: tetap sulit meyakinkan masyarakat akan konsep baru. Dengan bekal penelitian dan contoh penerapan yang sudah nyata pun, hanya berhasil meyakinkan 5 pemilik gedung dalam kurun waktu 2005 - 2010



1. PENDAHULUAN

- 2010 – 2011 : Terjadi serangkaian gempa kuat di kota-kota penting di Selandia Baru, yang diakibatkan sesar dangkal



- Baru pada tahun itulah masyarakat Selandia Baru merasakan performa gedung dengan konsep desain kapasitas terhadap gempa kuat, 50 tahun setelah dicetuskannya oleh Prof Paulay



1. PENDAHULUAN

- 2010 – 2011 : Bangunan dengan Teknologi PRESSS tidak mengalami kerusakan.....



1. PENDAHULUAN

- Indonesia menerapkan pada SNI 7833-2012 (yang diadopsi dari ACI 318-08), yang otomatis mengadopsi juga Sistem berbasis PRESSS
- Untuk Portal Khusus Beton Pracetak (SRPMK/SMRF)
- Desain sendiri -→ diuji sesuai dengan SNI 7834:2012 (yang diadopsi dari ACI 374.1-05)

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.

1. PENDAHULUAN

Sudah ada 62 sistem yang sudah diuji dan diterapkan sejak 1995 - 2014

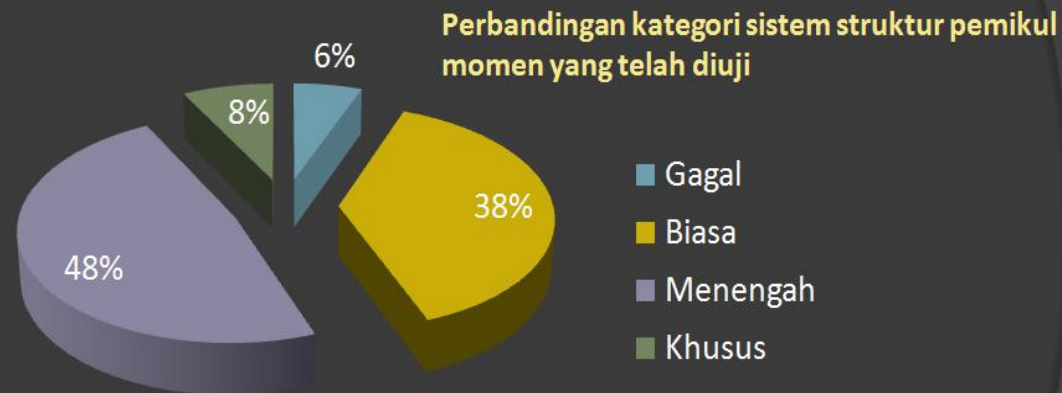


Saa
stek




1. PENDAHULUAN

Dari sekian banyak pengujian, **baru 4 sistem** yang memenuhi **Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)**.....



Peluang menghasilkan sistem struktur pracetak yang memenuhi **SRPMK** masih sangat luas...

1. PENDAHULUAN

 **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. [REDACTED]

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

SYSTEM

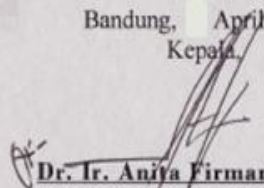
[REDACTED]

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 [REDACTED]"

“Tanggung jawab pemegang paten”

- Implementasi di lapangan
- Tindak lanjut terhadap penyimpangan

Bandung, [REDACTED] April 2011
Kepala,

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

1. PENDAHULUAN

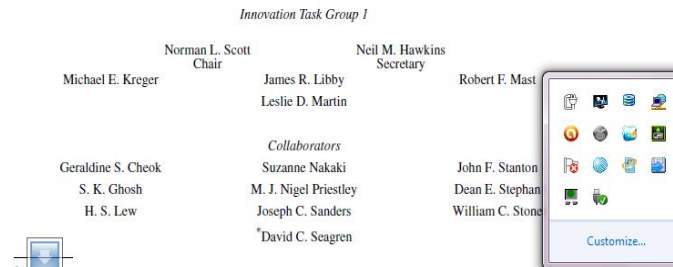
Sistem pracetak dengan sambungan paskatarik unbonded hybrid sudah langsung masuk dalam SNI 7833:2012, tinggal diimplementasikan

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

ACI T1.2-03

Special Hybrid Moment Frames Composed of Discretely Jointed Precast and Post-Tensioned Concrete Members

Reported by ACI Innovation Task Group 1 and Collaborators



Dengan sudah banyaknya pelaku industri pracetak yang berpengalaman selama ini, maka Industri pracetak Indonesia sudah mempunyai cukup bekal untuk mengadopsi sistem ini.

2. KONSEP TEKNOLOGI PRESSS

Teknologi PRESSS (PRecast Seismic Structural System) merupakan terobosan, karena memenuhi filosofi baru, bahan bisa diproduksi lokal, harga ekonomis, serta lebih cepat pelaksanaannya karena joint kering, teknologi dapat diterapkan dari bangunan sederhana 1 lantai hingga bangunan super tinggi.

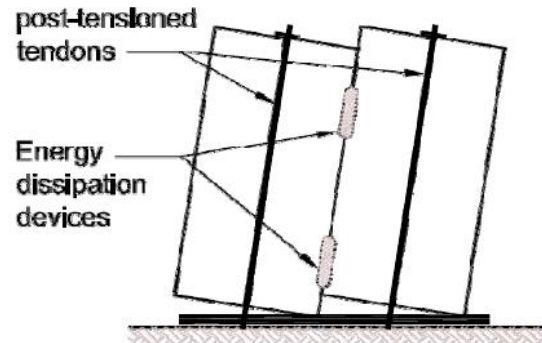
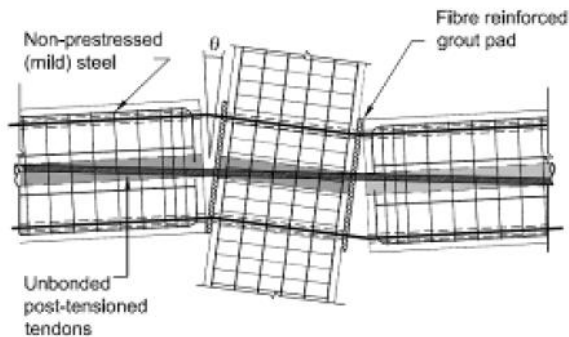
A revolutionary alternative technological solution capable of achieving high-performance (low-damage) at low cost. (Stefano Pampanin, penulis buku PRESSS Design Handbook (2011))

**FILOSOFI BARU :
BANGUNAN TIDAK BOLEH RUSAK MESKIPUN
TERKENA GEMPA KUAT.**

PRECAST BECAME ONE STOP SOLUTION ☺

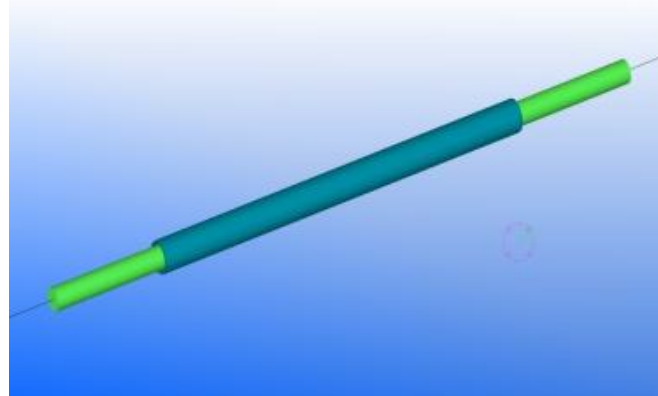
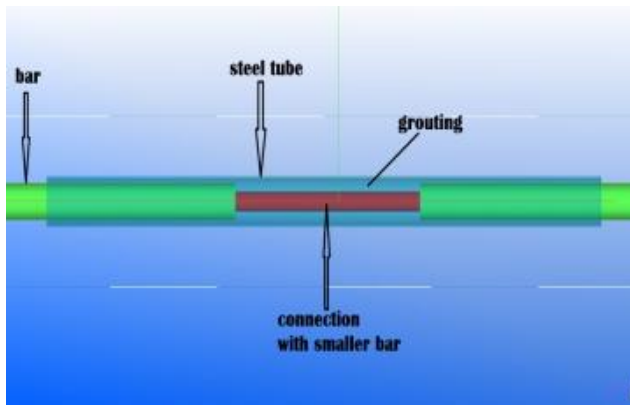
3. KONSEP TEKNOLOGI PRESSSS

- Satu-satunya alternatif teknologi yang ekonomis adalah precast yang disambung dengan prategang paska-tarik unbonded yang mempunyai kemampuan “self centering”, sehingga dapat mencegah kerusakan komponen sekunder
- Teknologi prategang sudah cukup familiar di Indonesia

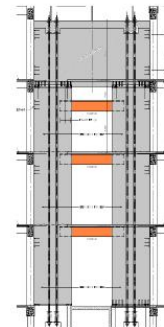


2. KONSEP TEKNOLOGI PRESSSS

- Kombinasi dengan baja tulangan lunak pemancar energi gempamenghasilkan sistem hibrid (direkomendasikan komponen prategang maks 60%). Komponen ini dikenal dengan nama 'Dissipater'



Konfigurasi umum adalah tulangan yang lebih kecil digunakan untuk menyambung tulangan, dan dikembang oleh suatu selubung yang diisi grouting tidak susut



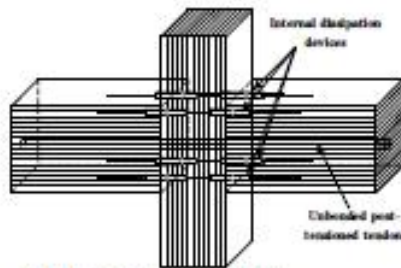
Berbagai varian bentuk dissipater



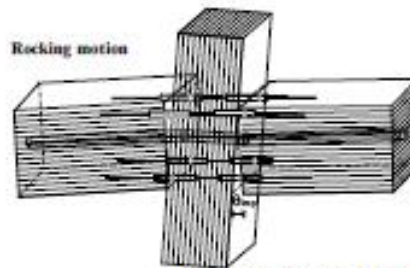
2. KONSEP TEKNOLOGI PRESSSS

- 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)

ASAPAS MASS STRUCY (A. Ag. 2007)



INTERNAL DISSIPATERS:
epoxied mild steel bars with unbonded length



EXTERNAL DISSIPATERS:
mild steel rods with epoxied encased steel tubes

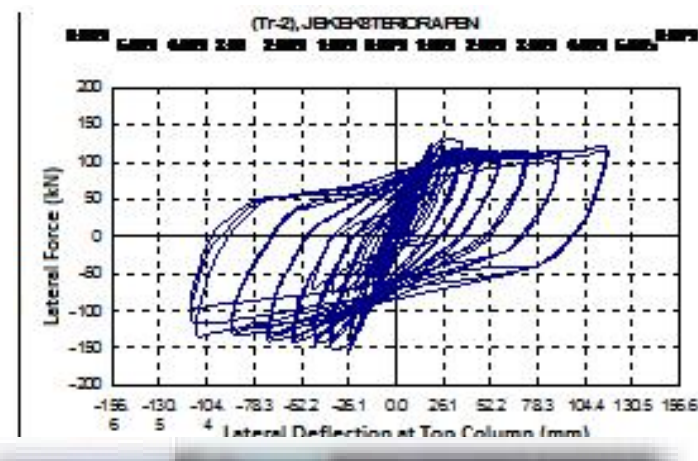
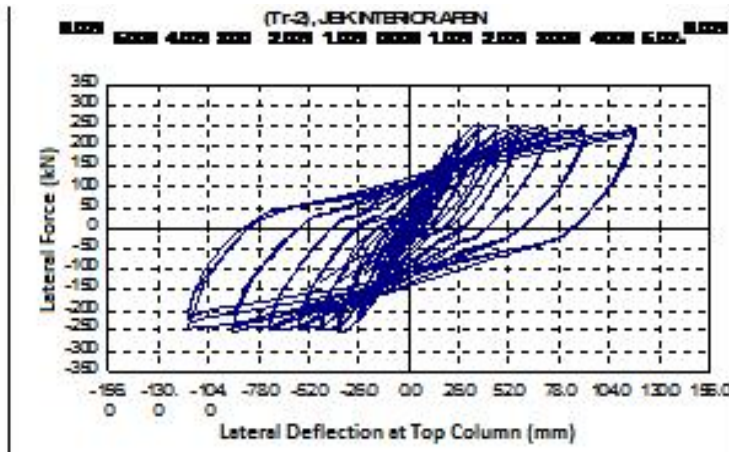


(a) Internal and external dissipaters and construction details.



2. KONSEP TEKNOLOGI PRESSS

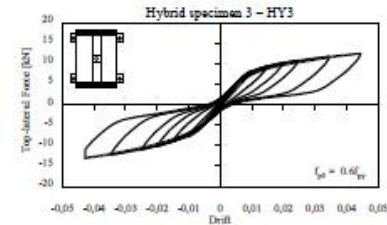
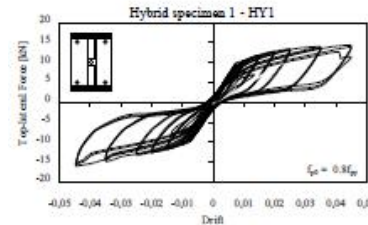
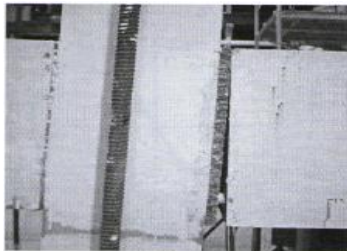
- Perbandingan perilaku sistem pracetak dengan konsep desain kapasitas dan konsep PRESSS



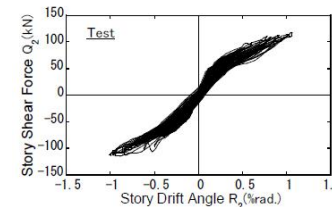
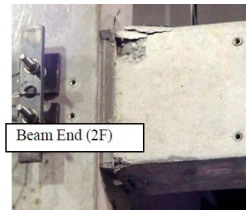
Sistem Pracetak dengan Konsep Desain Kapasitas Klasik : Hysteresis Loop 'Gemuk', kerusakan di balok (sulit diperbaiki karena konsepnya "boleh rusak" asal "tidak rubuh")

2. KONSEP TEKNOLOGI PRESSS

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

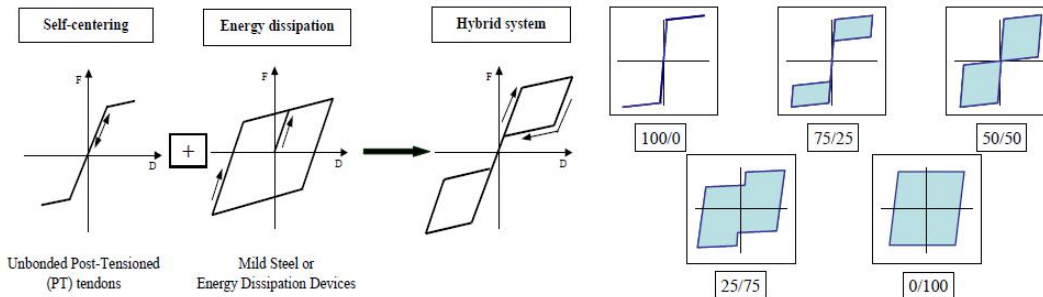


Test Pseudodynamic Sistem PRESSS dengan dissipater internal dan eksternal (Pampanin,2010)



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

Kerusakan terpusat di komponen dissipater, jika eksternal mudah diganti

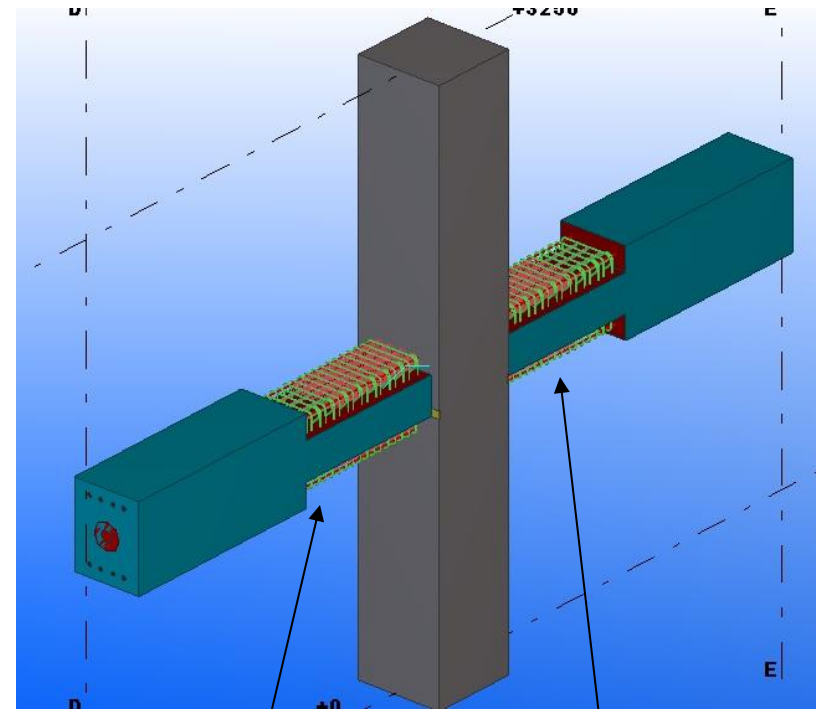
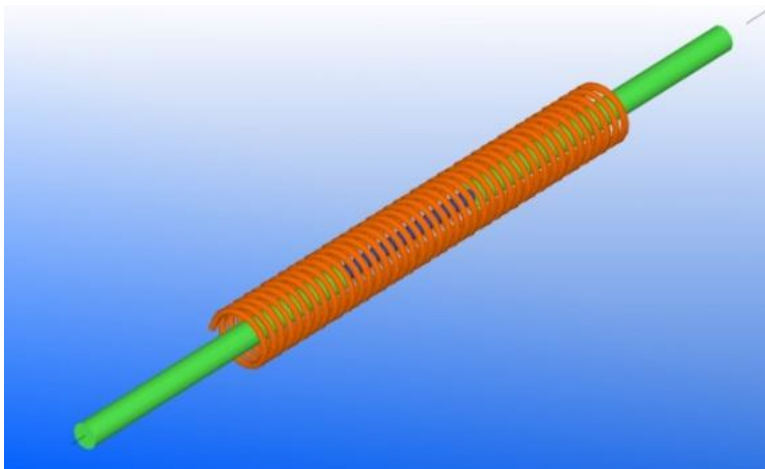
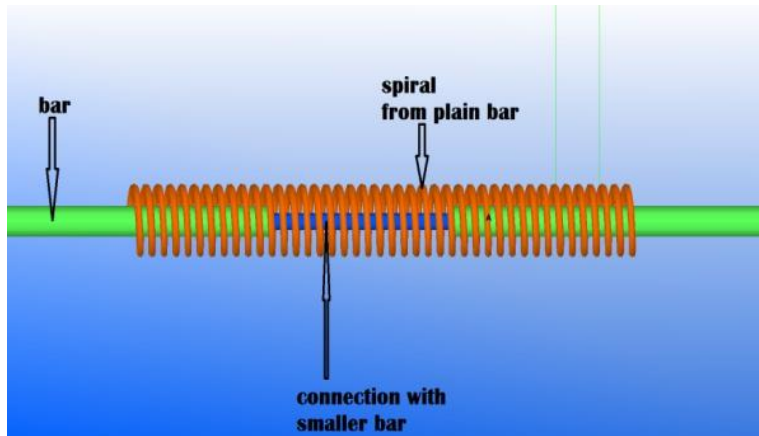


Hysteresis loop unik Sistem PRESSS kombinasi elastik linier dari paskatarik unbonded + efek Bauschinger dari baja tulangan



2. KONSEP TEKNOLOGI PRESSSS

- Salah satu penemu Indonesia telah mendesain suatu bentuk dissipater yang menggunakan spiral (SpirDissipater,2014), sebagai substitusi metal sleeve



Alat ini dapat dipasang pada balok di muka kolom, sedemikian sehingga mudah diganti jika terjadi kerusakan akibat beban gempa kuat, namun tidak mengganggu estetika arsitektur.

3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN



IKATAN AHLI PRACETAK DAN PRATEGANG INDONESIA
INDONESIAN ASSOCIATION OF PRECAST AND PRESTRESSED ENGINEERS
SEKRETARIAT : Jl. Pangeran Antasari No. 23, Cilandak Barat Jakarta Selatan
Telepon : 021 - 7666 530, Fax : 021 - 7666 533, 021 - 8248 3380
Website : www.iappi-indonesia.org E-mail : iappi_ind@yahoo.com

Nomor : 003/INT/KU/IAPPI/W13 Jakarta, 25 Januari 2013
Lampiran : -
Perihal : Permohonan Memfasilitasi SNI

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

Dengan hormat,
Menindaklanjuti pembicaraan beberapa waktu lalu, kami mengajukan permohonan agar Pusatlitbangkim 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 03-2847-xx tentang Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan gedung disahkan).

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. Sidjabat, MPC
Ketua Umum



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERUMAHAN**
Jl. Pangeran Cilendak Selatan - Kabupaten Bandung 4000 P O Box 812 Bandung 4008
Telepon (022) 7760351 (4 salur) - Faksimil (022) 7760352 - Email: hr@puslitbang.pu.go.id - Website: www.puslitbang.pu.go.id

Bandung, 19 Maret 2013

Nomor : IP1601-Lp/220
Lampiran :
Perihal : Penelitian dan Penyusunan Rancangan Pedoman Teknis

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

Menanggapi Surat Ketua Umum IAPPI No: 003/INT/KU/IAPPI/W13 tanggal 25 Januari 2013, perihal tersebut di atas, disampaikan dengan hormat hal-hal sebagai berikut:

1. Pusat Litbang Perumahan pada prinsipnya mendukung IAPPI dalam penyusunan Rancangan Standar atau Pedoman Teknis. Dapat kami sampaikan bahwa Sekreriat Standar Pusat Litbang Perumahan hanya menerima Rancangan Standar atau Pedoman Teknis yang sudah final (baik isi maupun format) dan siap dibawa ke Rapat Teknis Prakonsensus dan Konsensus.
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 menyangkut jadwal maupun rancangan penelitiannya.

Demikian kami sampaikan atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih

Kepala

Prof. DR. Ir. Anita Firmanti ES, M.T.
NIP. 19605151987032001

- Tembusan Kepada Yth.:
1. Kepala Badan Litbang Kementerian Pekerjaan Umum (sebagai laporan);
 2. Pertinggal

3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- 27 precaster bersatu untuk R & D for 2 years (2013-2014) untuk ‘melihat dengan mata sendiri’ kemampuan teknologi ini, dimana PT Wijaya Karya Beton sebagai kontribusi terbesar.
 - 1. Konfirmasi perilaku self-centering dari unbonded post-tension system
 - 2. Konfirmasi perilaku daktail hybrid system
 - 3. Perencanaan dan pengujian produk dissipater lokal, uji konfirmasi perilaku join balok-kolom.
 - 4. Pengujian sambungan hollow core slab ke rangka.



3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Pengujian konfirmasi self centering

Beam Testing : for task (1) and (2)

The load cycle was conform to ASTM D1143



(a) R/C Beam



(b) Full
posttension
shear

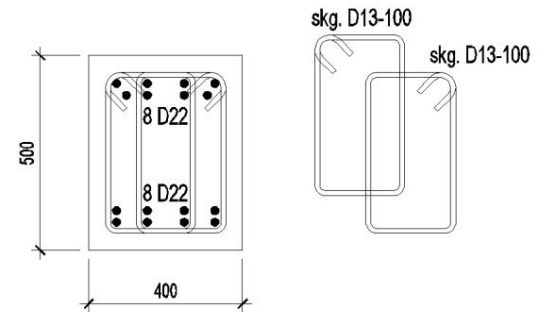
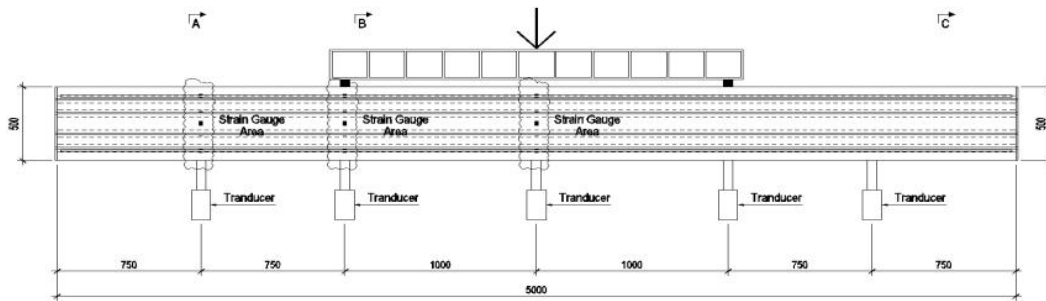


(c) Hybrid
system
50:50

(d) Segmental
Precast Hybrid
system 50:50

3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Pengujian konfirmasi self centering



Load, P (ton)- Deflection Tr1 (mm)

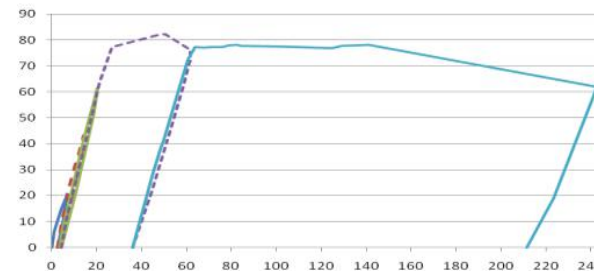


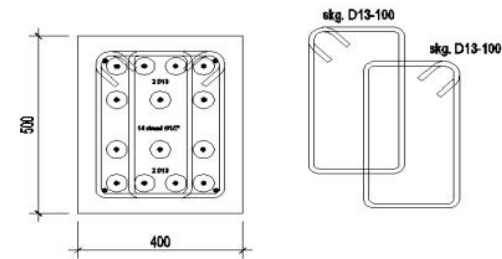
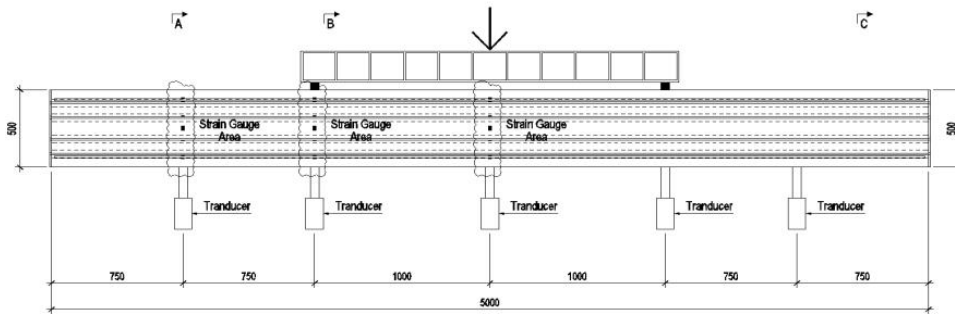
Table 1. Test analysis of reinforce concrete beam specimen ($M_o = 615 \text{ kN m}$, $P_o = 410 \text{ kN}$)

Moment	Δ (mm)	P (kN)
Crack	1.19	62.2
Yield	14.19	415
Maximum	50.59	823.1
Ultimate	242.77	619.4
$\Omega = 2.01$		
$f_2 = 1.98$		
$\mu = 17.11$		



3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Pengujian konfirmasi self centering



Load, P (ton)-Deflection Tr1 (mm)

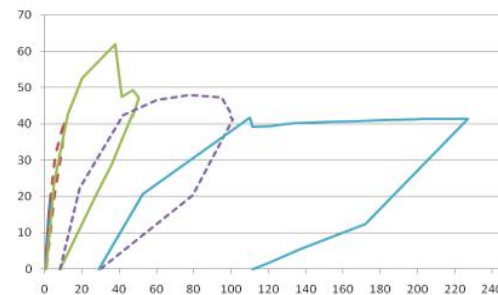


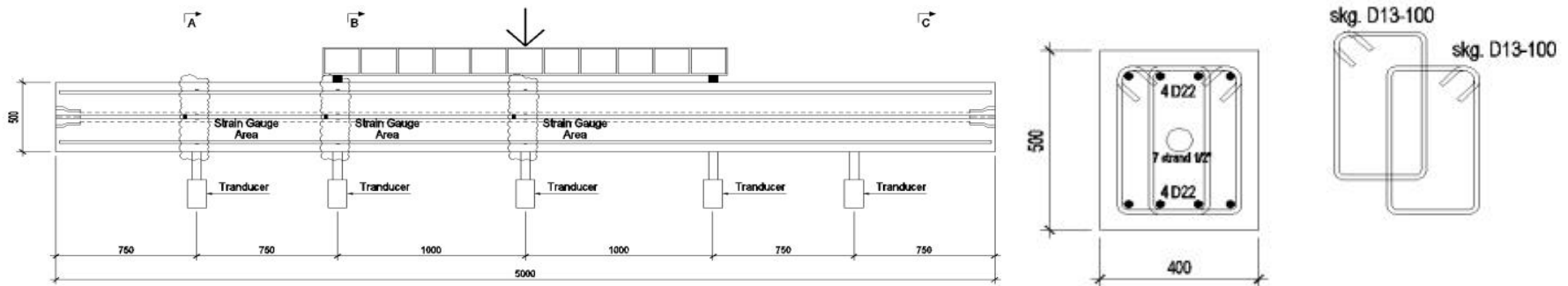
Table 2. Test analysis of post-tension unbonded beam specimen ($M_o = 615 \text{ kN m}$, $P_o = 410 \text{ kN}$)

Moment	Δ (mm)	P (kN)
Crack	5.79	315.7
Yield	20.29	526.7
Maximum	37.39	620.3
Ultimate	227.07	413.5
$\Omega = 1.51$		
$f_2 = 1.18$		
$\mu = 11.19$		

Momen retak balok prategang murni 5 x momen retak balok beton bertulang (kehandalan jauh lebih baik), namun daktilitasnya kurang (65%),

3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Pengujian konfirmasi self centering



Load, P (ton)-Deflection Tr1 (mm)

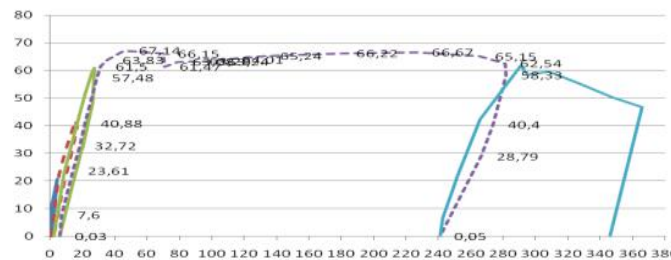


Table 3. Test analysis of hybrid beam specimen ($M_o = 615 \text{ kN m}$, $P_o = 410 \text{ kN}$)

Moment	Δ (mm)	P (kN)
Crack	4.19	207.9
Yield	15.59	418.8
Maximum	226.37	666.7
Ultimate	366.06	468.1
$\Omega = 1.64$		
$f_2 = 1.59$		
$\mu = 23.48$		

Pada sistem hybrid (50% paska tarik, 50% tulangan), Momen retak balok sistem hybrid 3.3 x momen retak balok beton bertulang (kehandalan jauh lebih baik), dan daktilitasnya pun lebih baik (137%). Hasil yang setara juga diperoleh pada balok sistem hybrid yang dibuat segmental.



3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Pengujian konfirmasi self centering

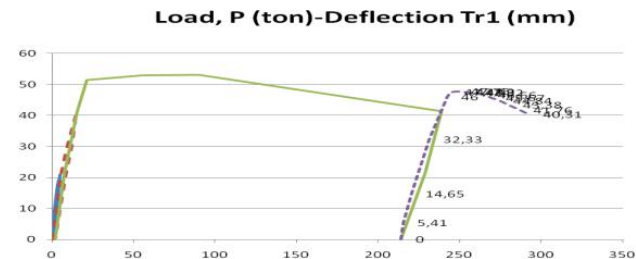
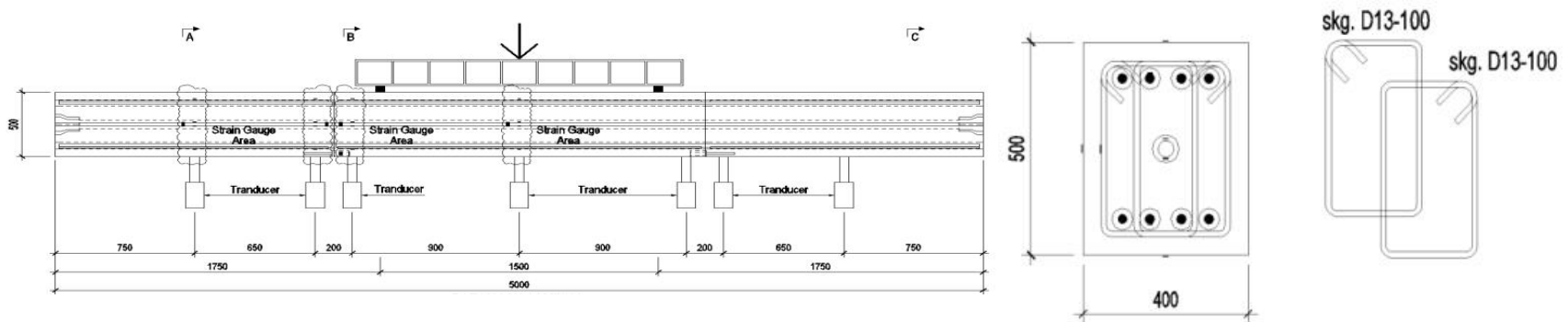


Table 4. Test analysis of segmental hybrid beam specimen ($M_o = 615 \text{ kN m}$, $P_o = 351 \text{ kN}$)

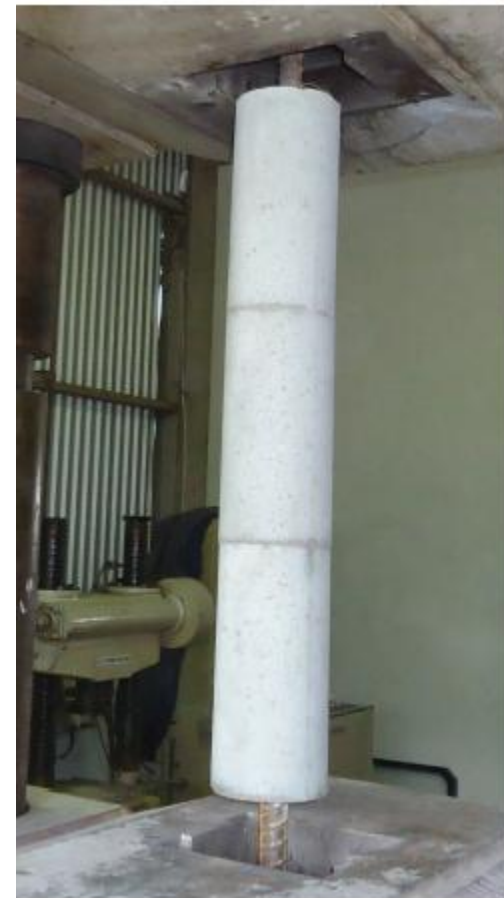
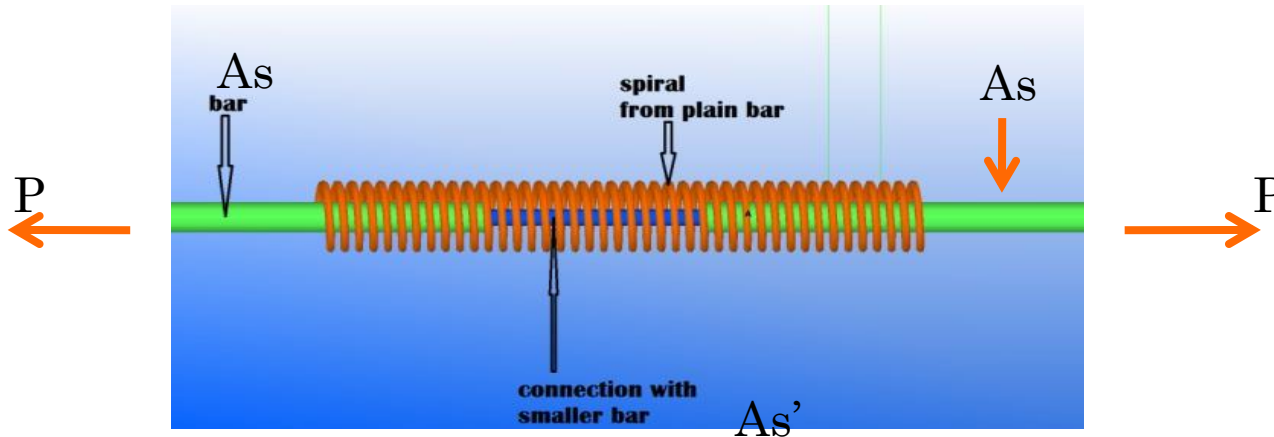
Moment	Δ (mm)	P (kN)
Crack	3.59	177.6
Yield	12.19	307.8
Maximum	89.99	531.5
Ultimate	292.67	403.1
$\Omega = 1.51$		
$f_2 = 1.73$		
$\mu = 24.01$		

Hasil yang setara juga diperoleh pada balok sistem hybrid yang dibuat segmental.



3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Dissipater Test : Tension test ASTM E8

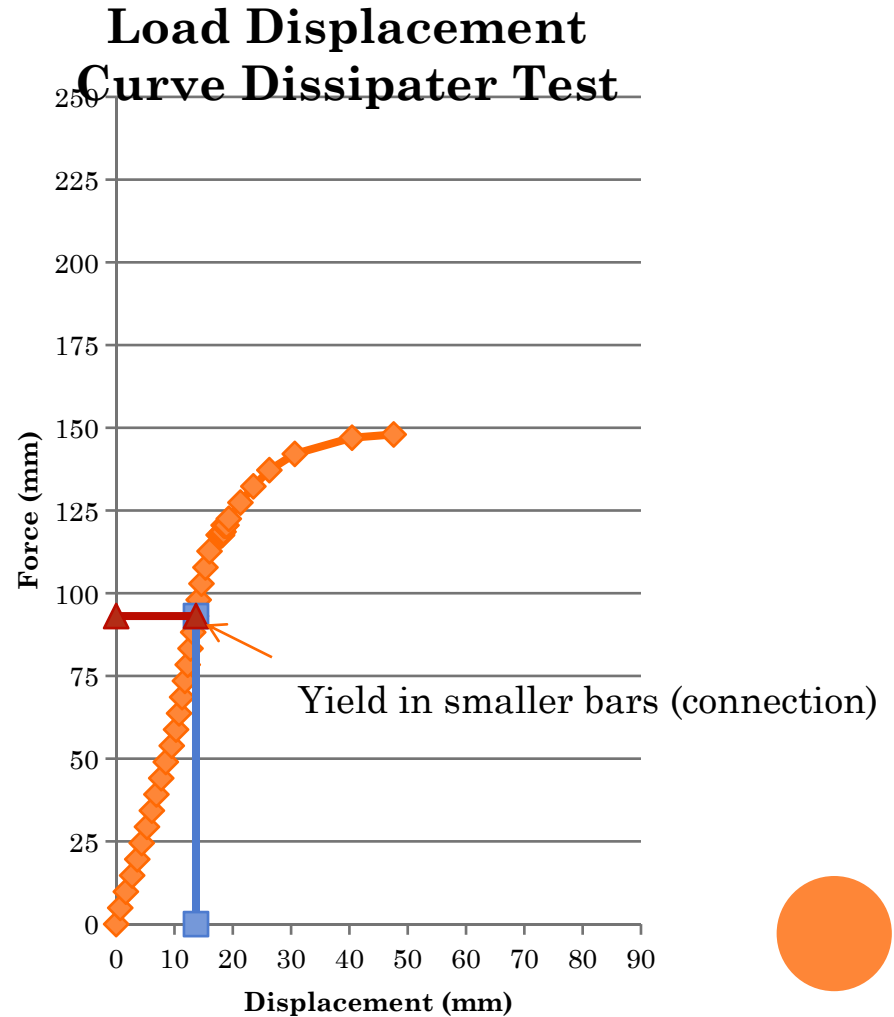
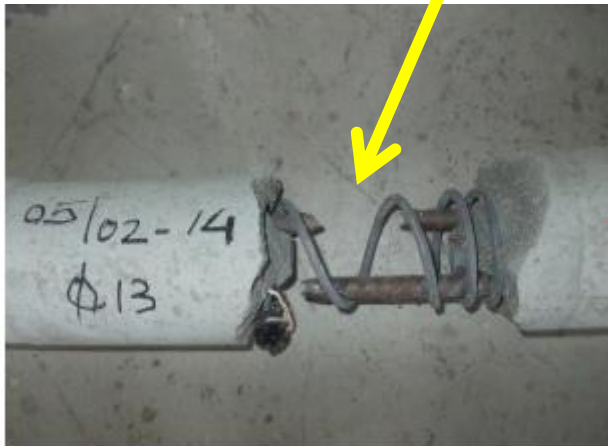


Sample	Bars Area A_s (mm ²)	Connecting Area A_s' (mm ²)	Type	
1	380	264	Dissipater (A_s/A_s')	1,44
2	380	333	Dissipater (A_s/A_s')	1,14
3	380	402	Strong Connection (A_s'/A_s)	1,06

ACI T.1-02 recommendation $1 < A_s/A_s' < 1.25$

3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Sample #1 Dissipater $A_s/A_s' = 1.44$

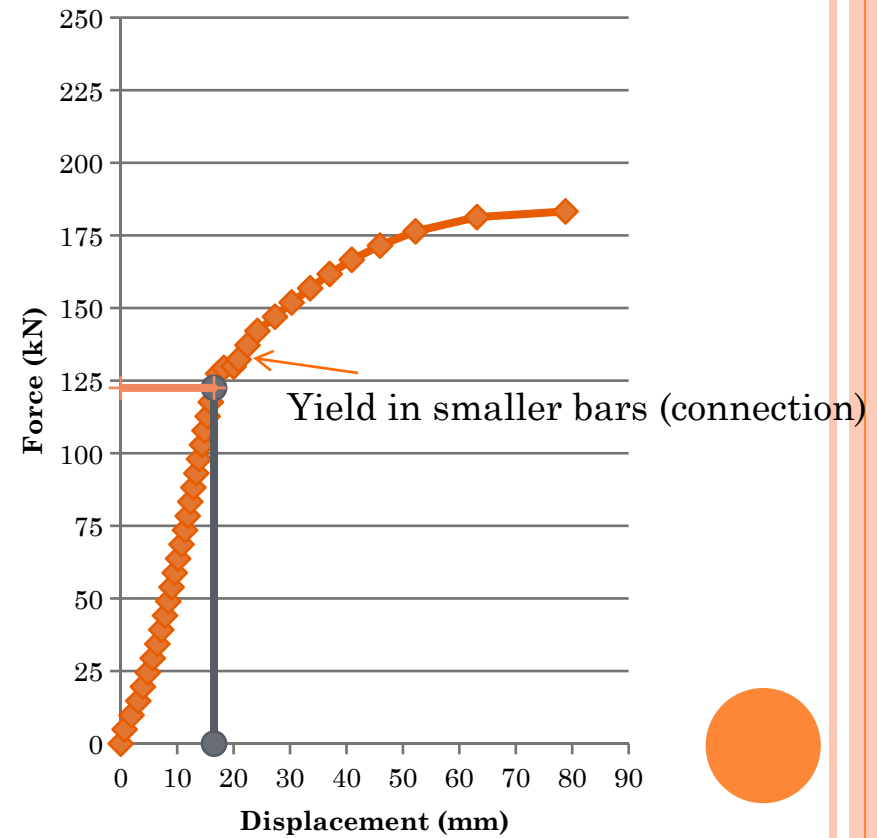


3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Sample #2 Dissipater $A_s/A_s' = 1.14$



Load Displacement Curve Dissipater Test

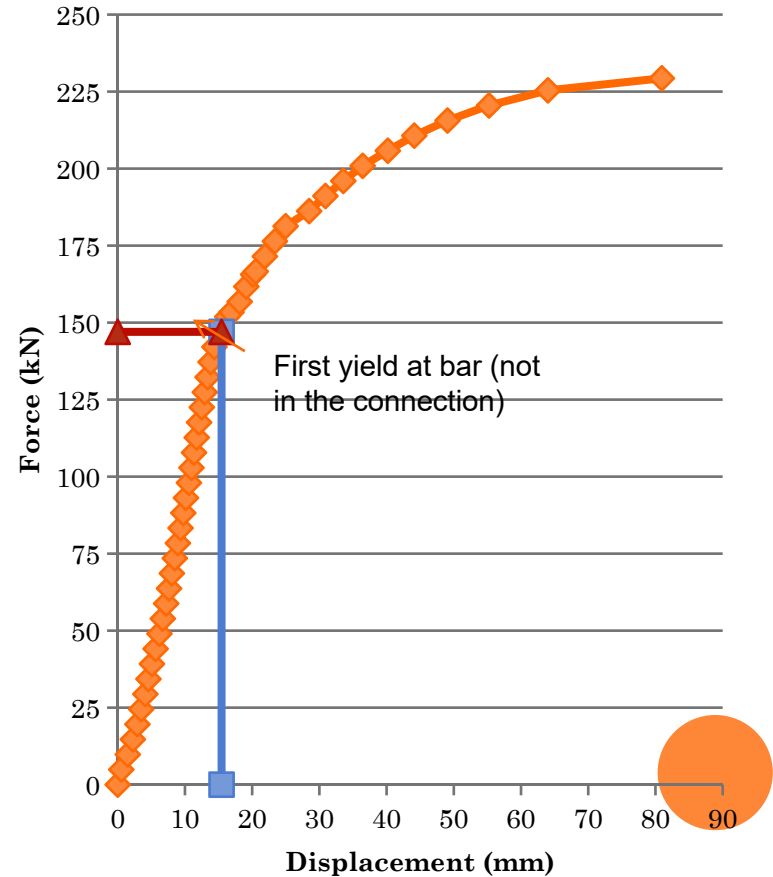


3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Sample #3 Strong Connection $A_s'/A_s = 1.05$



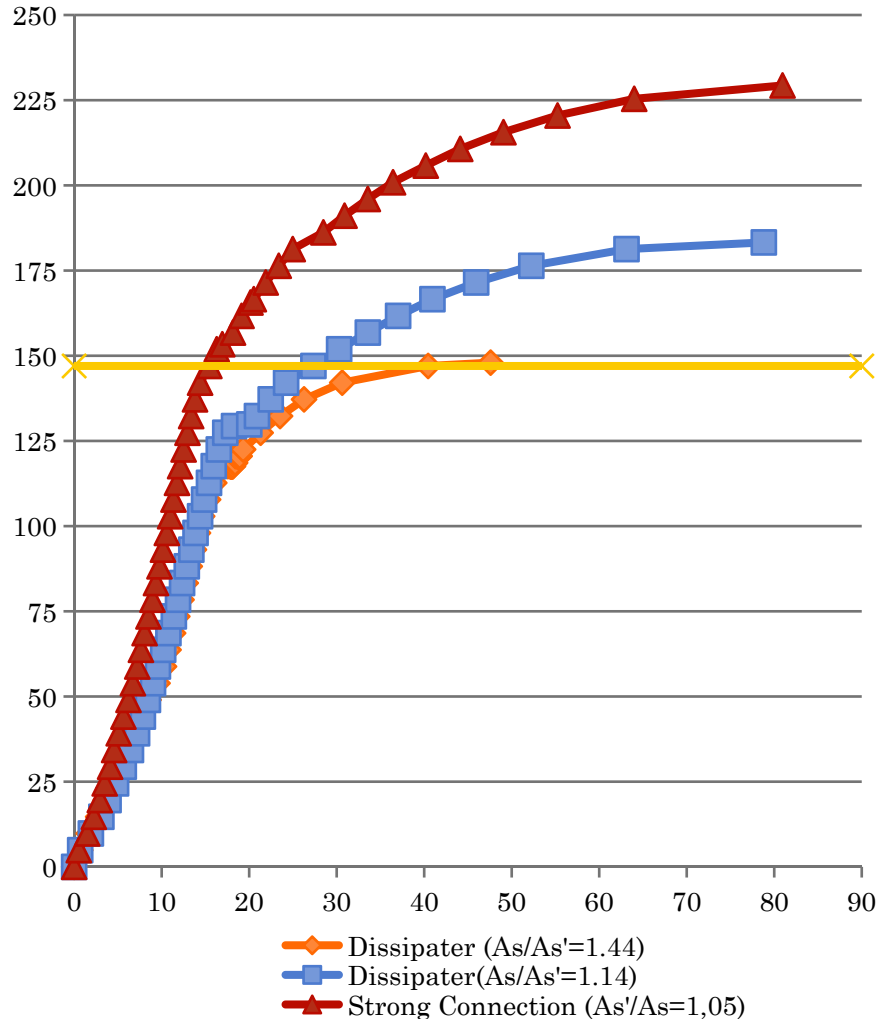
Load Displacement Curve
Strong Connection Test



3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Dissipater Test (for task (3)) : Tension test ASTM E8

Load Displacement Curve Test



3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Dissipater Test (for task (3)) : Tension test ASTM E8

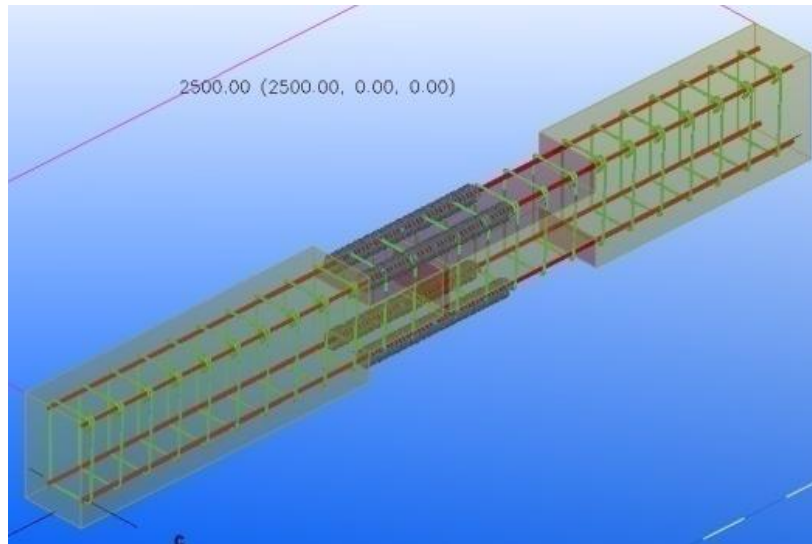
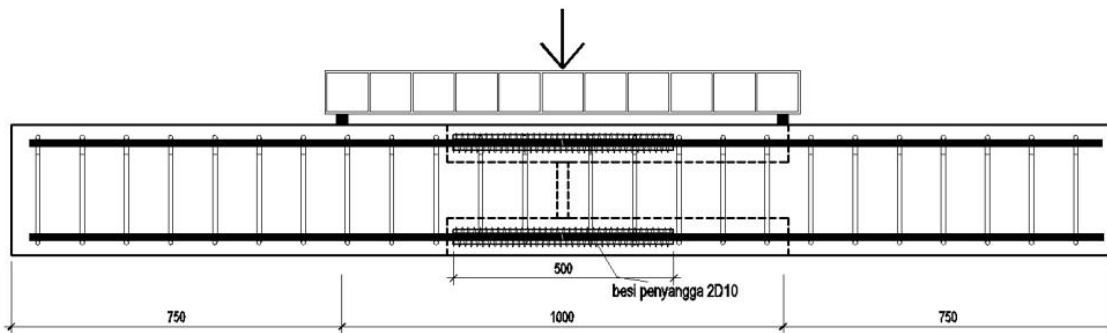
Sample	Bars Area A_s (mm ²)	Connecting Area A_s' (mm ²)	Type		Yield (kN)		Ultimate (kN)		P_u/P_y
					Theoritic	Actual	Theoritic	Actual	
1	380	264	Dissipater (A_s/A_s')	1,44	106	93	153	148	1,01
2	380	333	Dissipater (A_s/A_s')	1,14	133	123	193	183	1,25
3	380	402	Strong Connection (A_s'/A_s)	1,06	152	147	220	229	1,56

- Strength design base on main bars (A_s)
- Dissipater connection $1 < A_s/A_s' < 1.25$
- Overstrength less than in classical capacity design.



3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Segmental precast hybrid with dissipater connection (for task (1),(2),(3))

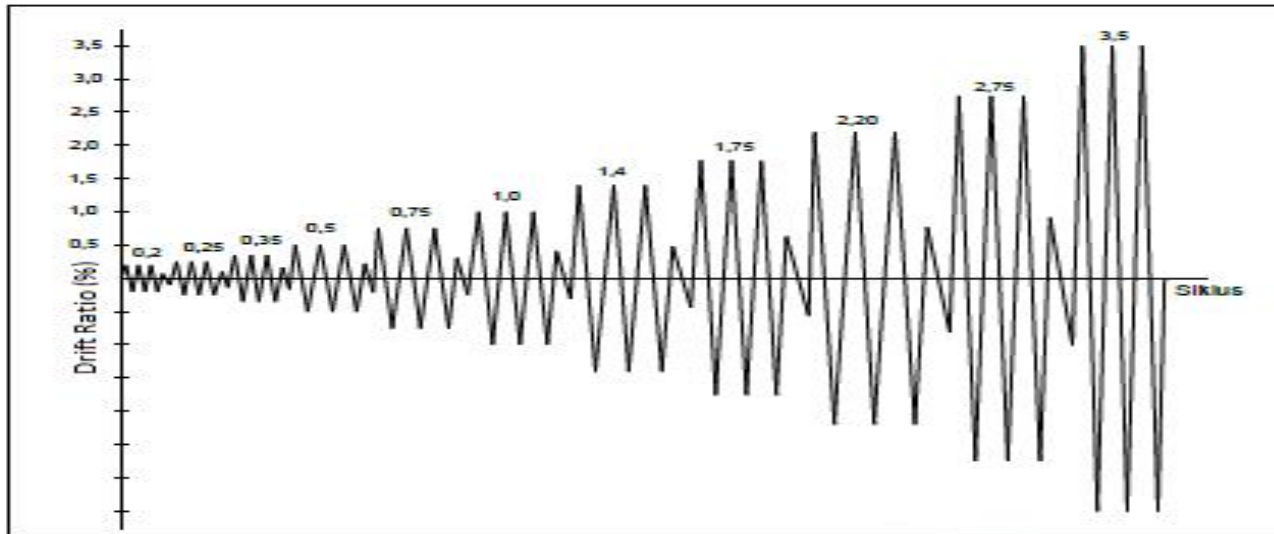


1. Dissipater $A_s/A_s' = 1.44$
2. Repaired, then replaced
3. Dissipater $A_s/A_s' = 1.14$

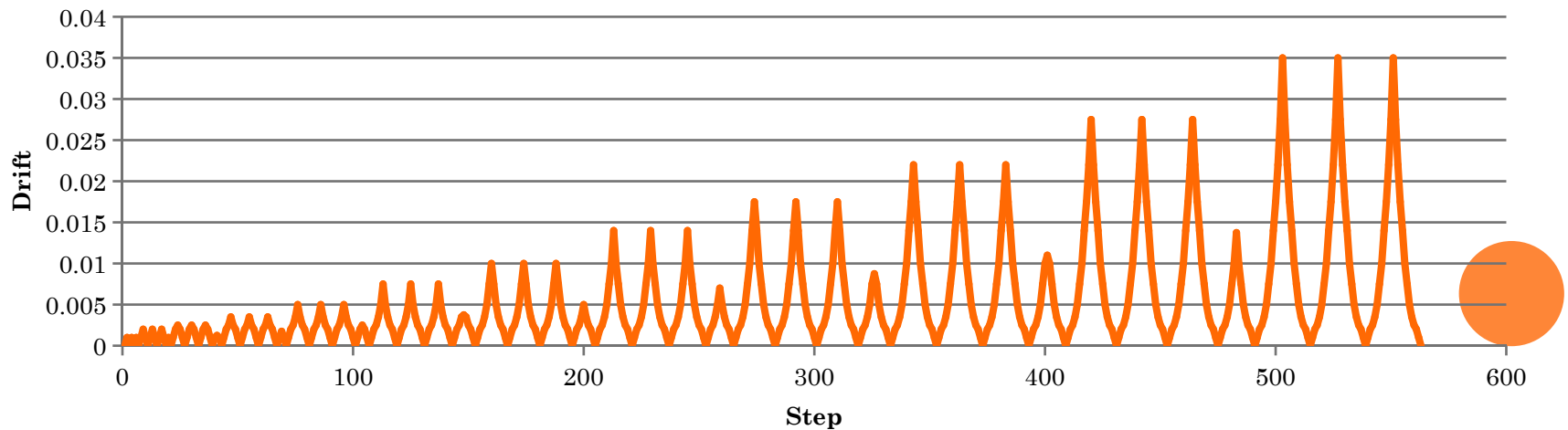


3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Loading schedule base on half ACI 374.1-05



Loading Schedule



3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN



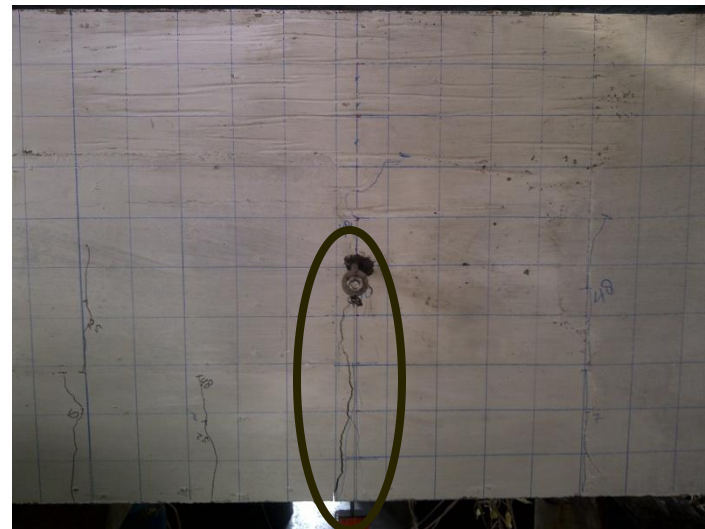
0,1%



0,2%



0,35% - Dissipater take action



3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN



0,5%



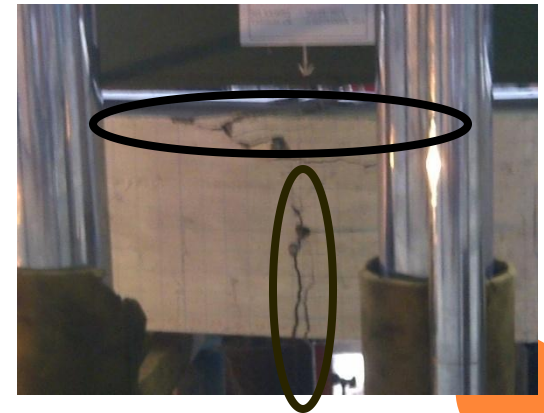
0,75%



1% - Tension Gap at Dissipater and compression failure



1.4% - Tension gap widening at Dissipater and compression failure



3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

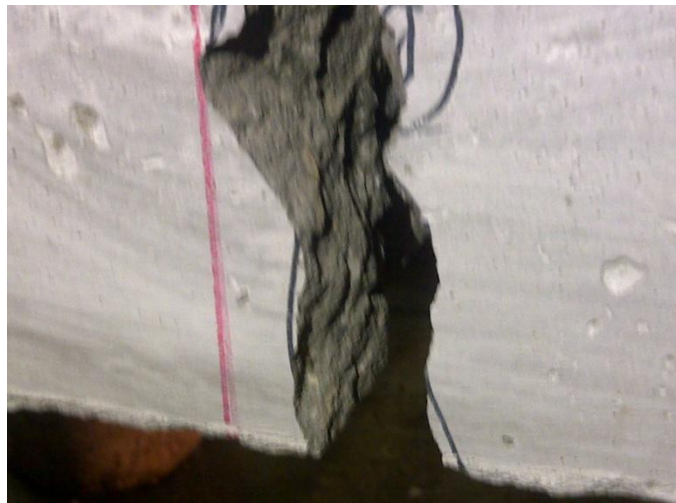
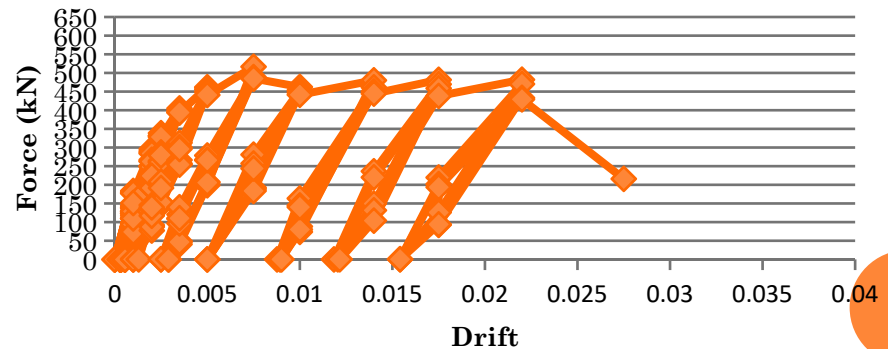


1,75%



2.2%

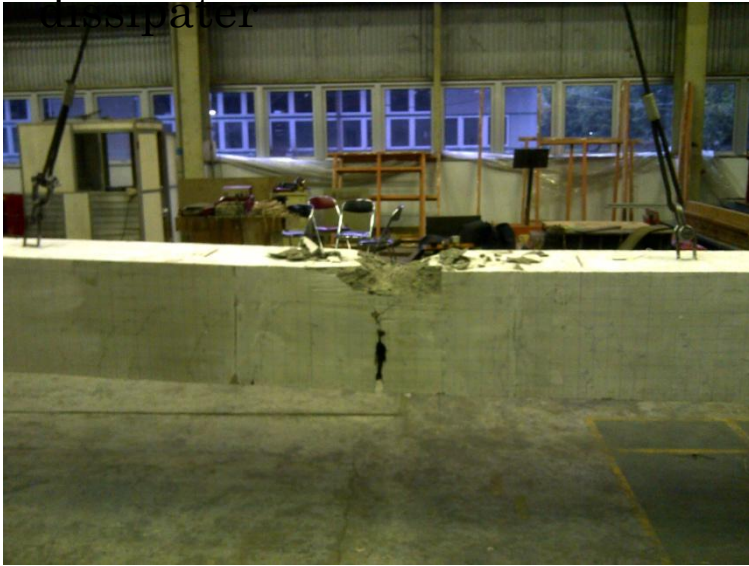
Load Displacement Curve Precast Hybrid Beam with Dissipater Connection $A_s/A_s' = 1.44$



2.7% - Tension Gap at Dissipater tension failure of dissipater connection

3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

Repairing the specimen : the component almost not damage outside dissipater



4. RESEARCH DEVELOPMENT AND APPLICATION IN INDONESIA

Test of Repairing Speciment



0,5%



0,75% -



1% dissipater take



1.4% - Dissipater take action



1.7% - 2 crack line in dissipater dan



3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

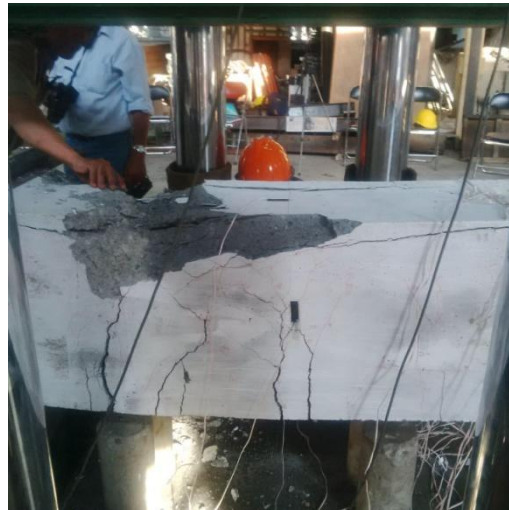
Test of Repairing Speciment



2.2% several tension crack occur – As enter strain hardening phase



2.75%



3.5% - speciment still sustain, more and more tension crack and

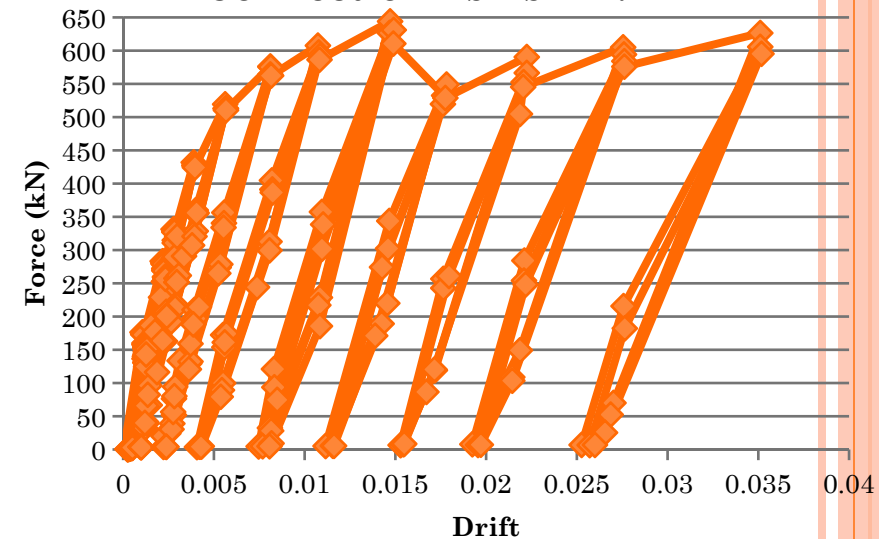


3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

Test of Repairing Speciment



Load Displacement Curve Precast Hybrid Beam with Dissipater Connection $A_s/A_s' = 1.14$

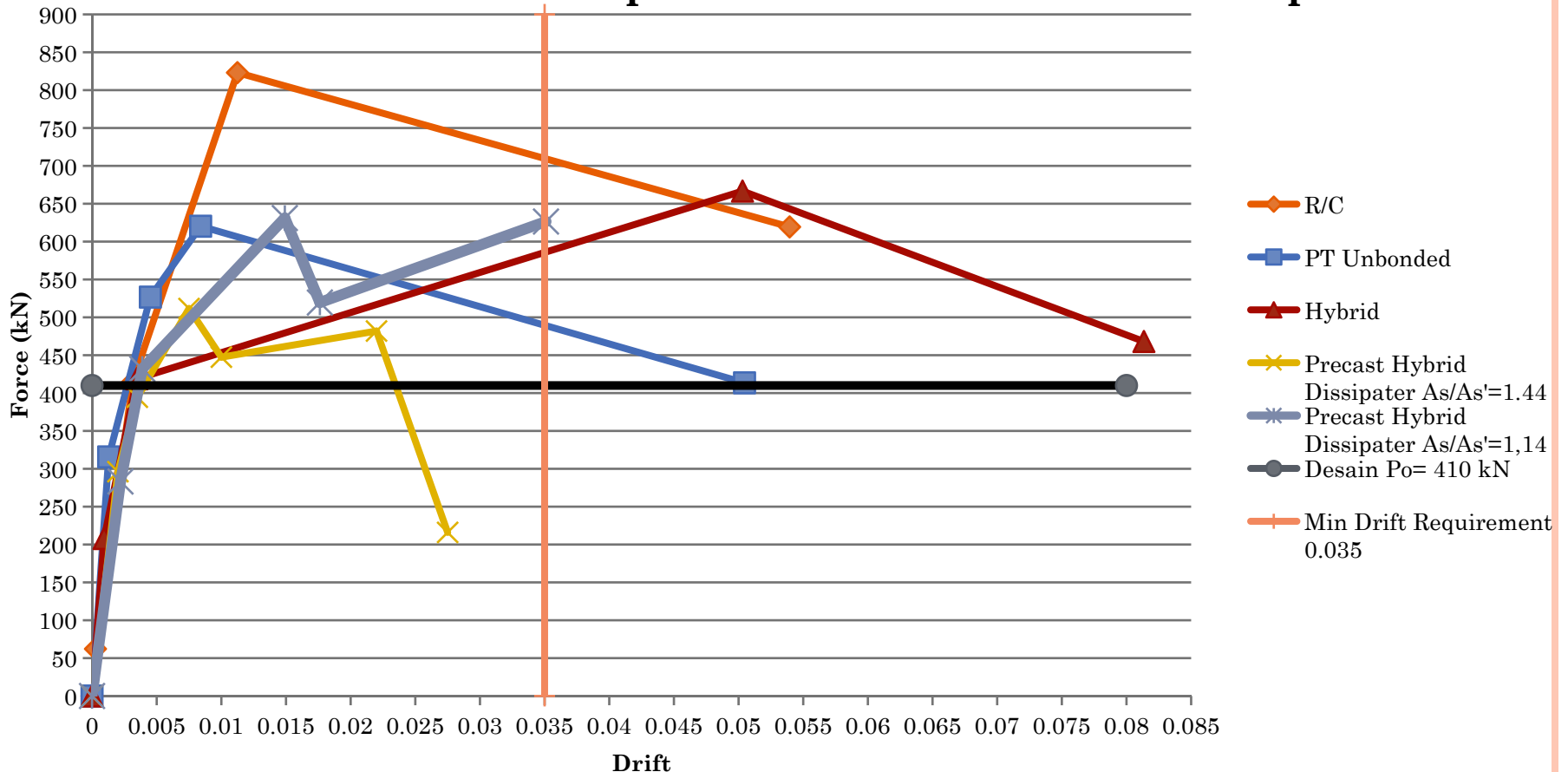


3.5% - speciment still sustain, game between compression confined concrete at dissipater and tension of steel



3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

Backbone Load Displacement Curve of Beam Samples



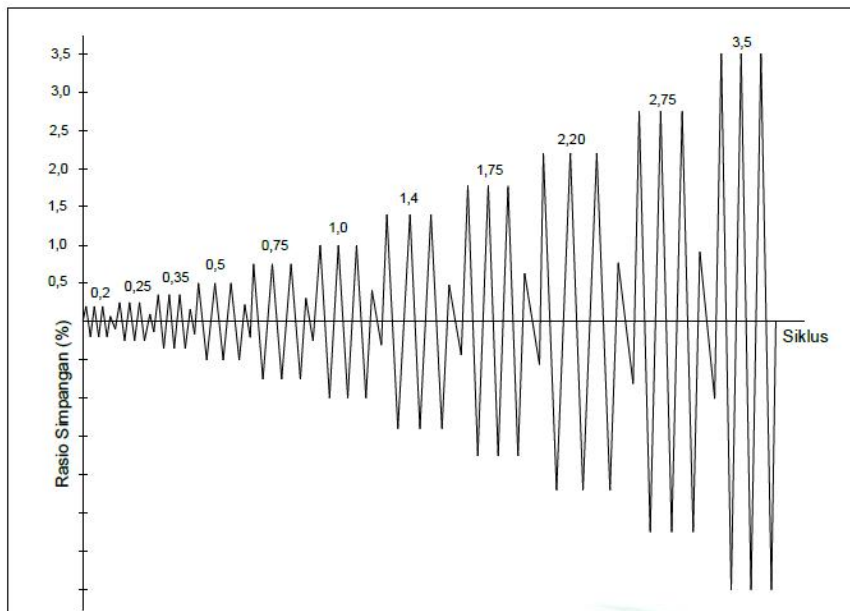
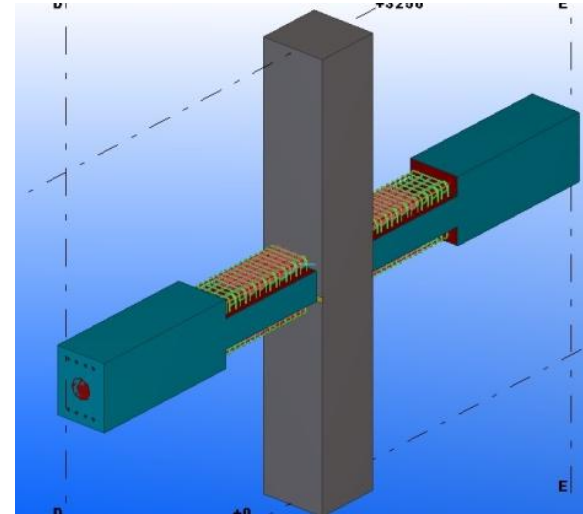
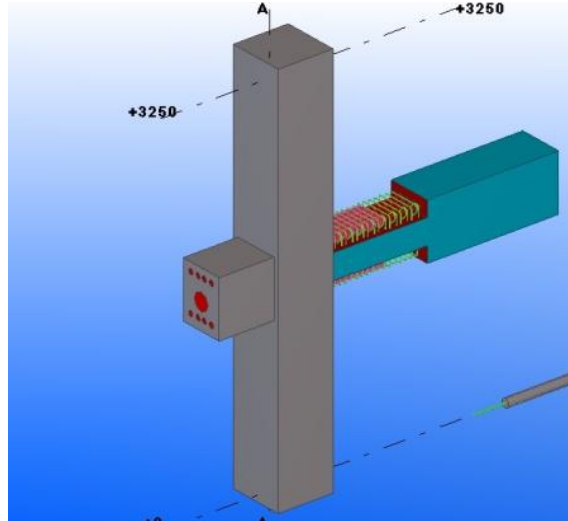
Hybrid system give enough strength and less overstrength
Area (A_s') of Connection Bars of Dissipater $1 < A_s' < 1,25$

Strength Section still can calculated based on Main Bar



3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- 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. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Pengujian join-balok kolom : Pembuatan Benda Uji



Perakitan tulangan



Perakitan bekisting



Perakitan tulangan dalam bekisting



Pemasangan ducting unbonded



3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Pengujian join-balok kolom: pembuatan benda uji



Pemasangan ducting unbonded



Pemasangan ducting unbonded



Setting up Join interior



Setting up Join eksterior



3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Pengujian join-balok kolom : pembuatan benda uji



Angkur paska tarik



Cor dissipater



3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Pengujian join-balok kolom eksterior



$P_n = 9.5 \text{ ton}$

$\lambda = 3$

D elastik 0.5%

D batas 2%



3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- 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. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- 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



3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- 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. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Pengujian join-balok kolom eksterior



Dissipater bawah mulai membuka



Dissipater atas mulai membuka

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



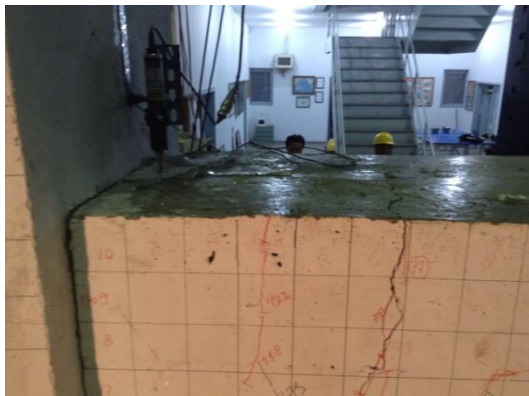
Kerusakan terkonsentrasi di dissipater. Celah dissipater membuka dan menutup selama beban bolak balik

3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- 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. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Pengujian join-balok kolom eksterior



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

Dissipater bawah membuka dan mulai ada gap di muka kolom



Dissipater atas membuka dan mulai ada gap di muka kolom



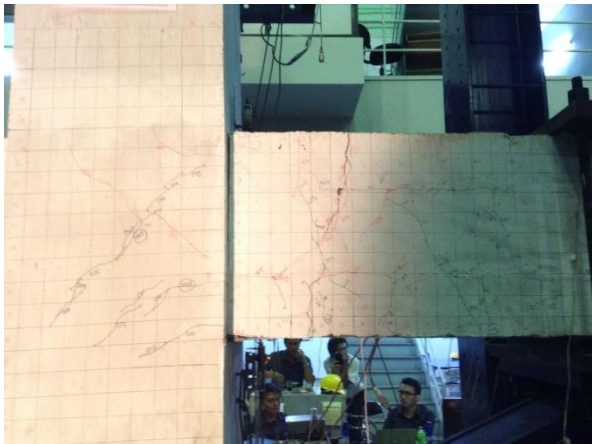
3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Pengujian join-balok kolom eksterior

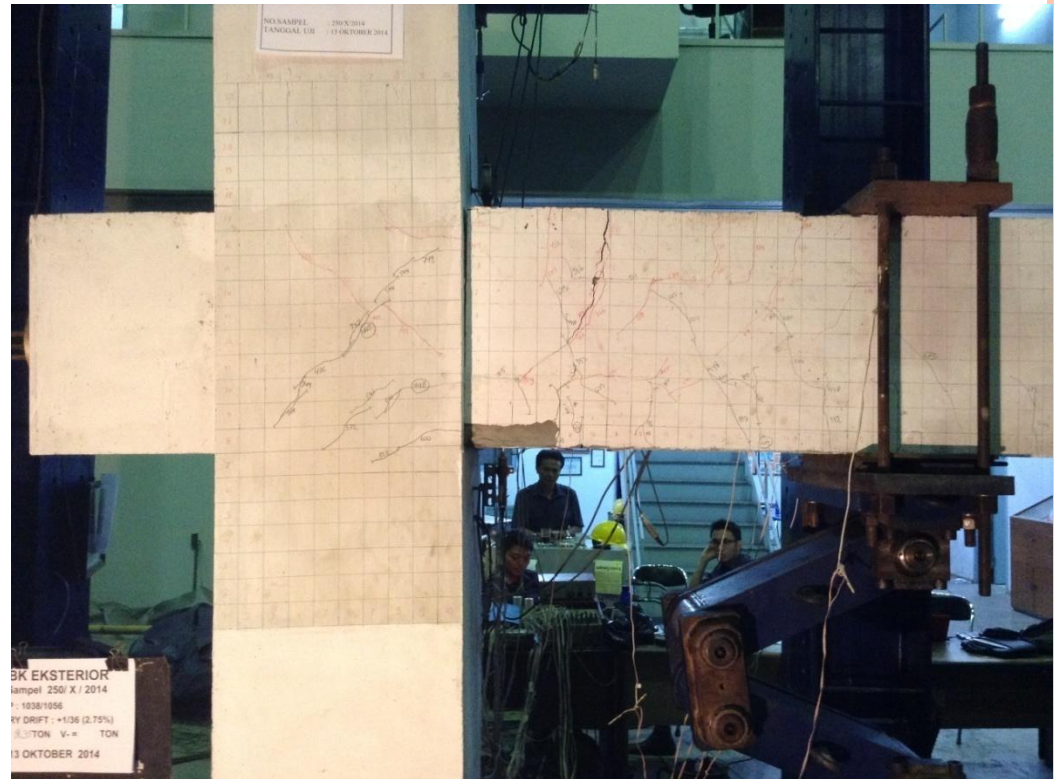


Drift 2.75% P+=18.35 ton P-=15.02 ton

Dissipater bawah membuka dan ada gap di muka kolom

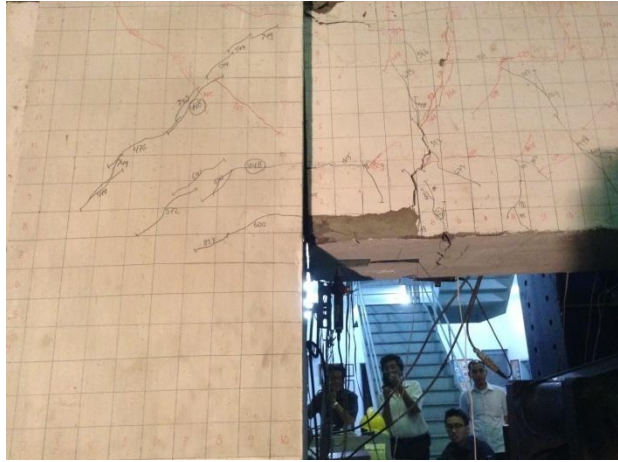


Dissipater atas membuka dan ada gap di muka kolom



3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Pengujian join-balok kolom eksterior



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

Terjadi keruntuhan tekan di daerah tekan yang tidak terconfine

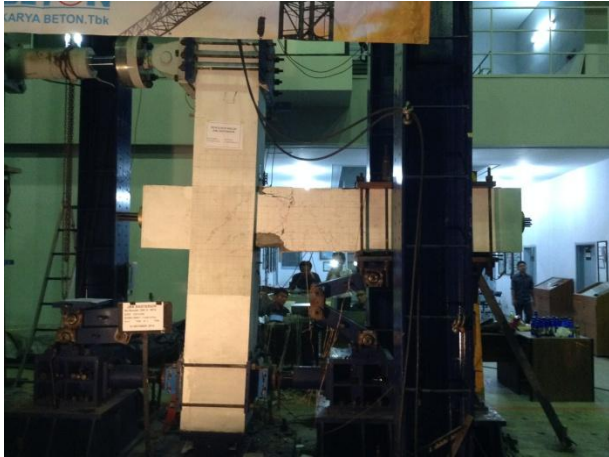


Terjadi keruntuhan tekan di daerah tekan yang tidak terconfine



3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- 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. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Pengujian join-balok kolom eksterior : Kriteria Uji yang “sangat berat” karena beban dinamik dimodelkan menjadi pseudo dynamic, sehingga “sangat konservatif”

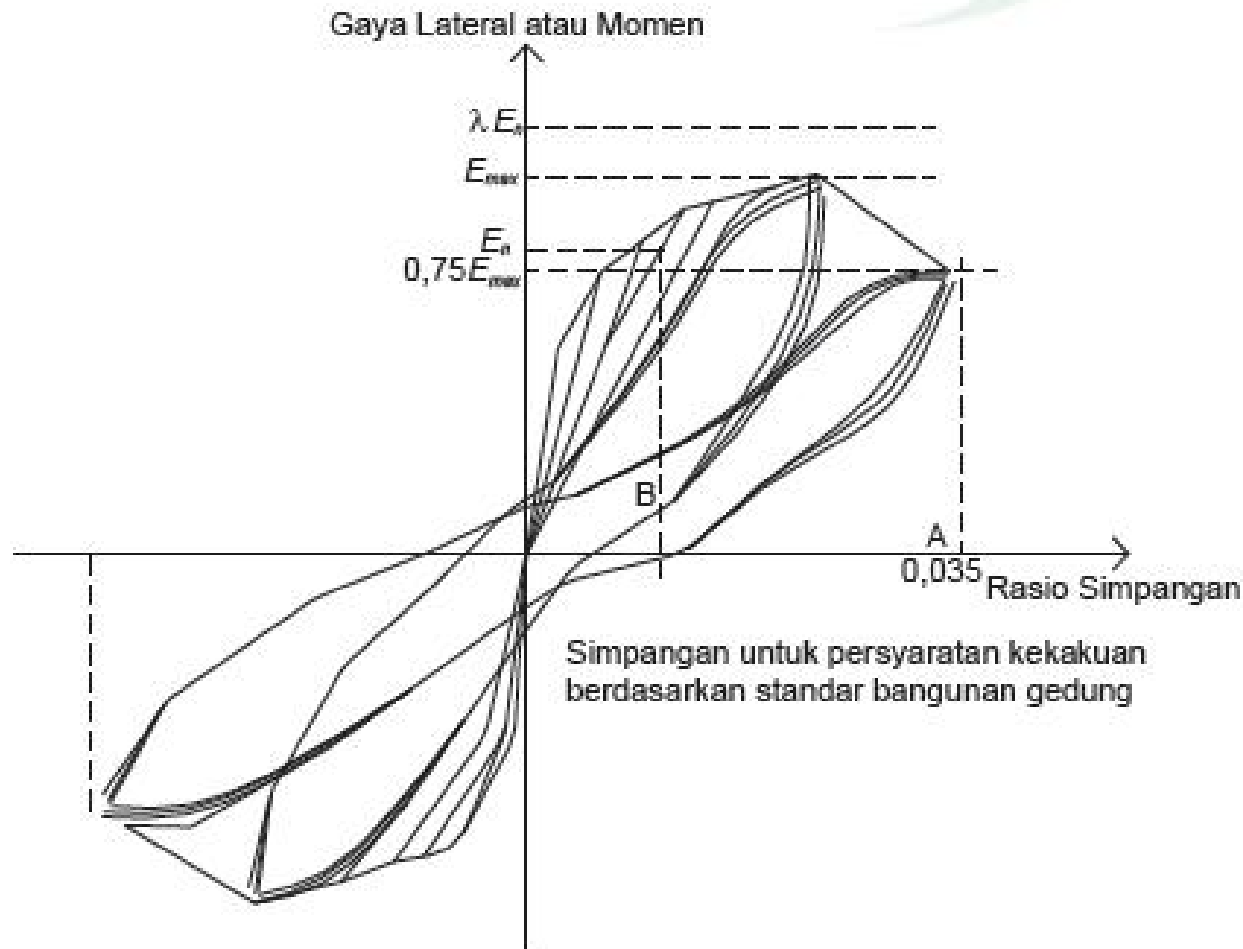
9 Kriteria penerimaan

- a) Benda uji dikatakan berkinerja memuaskan bilamana semua kriteria berikut ini dipenuhi di kedua arah responnya:
 - 1) Benda uji harus mencapai tahanan lateral minimum sebesar E_n sebelum rasio simpangannya 2% melebihi nilai yang konsisten dengan batasan rasio simpangan yang diijinkan peraturan gempa yang berlaku (lihat Gambar 5);
 - 2) Tahanan lateral maksimum $E_{maksimum}$ yang tercatat pada pengujian tidak boleh melebihi nilai λE_n , dimana λ adalah faktor kuat-lebih kolom uji yang disyaratkan;
 - 3) Untuk beban siklik pada level simpangan maksimum yang harus dicapai sebagai acuan untuk penerimaan hasil uji, dimanainilainya tidak boleh kurang dari 0,035, karakteristik siklus penuh ketiga pada level simpangan tersebut harus memenuhi (a), (b), dan (c):
 - (a) Gaya puncak pada arah beban yang diberikan tidak boleh kurang daripada $0,75 E_{maksimum}$ pada arah beban yang sama (lihat Gambar 5);
 - (b) Disipasi energi relatif tidak boleh kurang daripada 1/8 (lihat Gambar 6);
 - (c) Kekakuan sekan garis yang menghubungkan titik rasio simpangan $-0,0035$ ke rasio simpangan $+0,0035$ harus tidak kurang dari 0,05 kali kekakuan awal;
 - 4) Benda uji yang memenuhi kriteria pada Pasal 9a)1) sampai dengan Pasal 9 a)3) dapat digunakan pada sistem struktur rangka pemikul momen beton bertulang pracetak dengan Kategori Disain Seismik (KDS) D, E, atau F;



3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Pengujian join-balok kolom eksterior



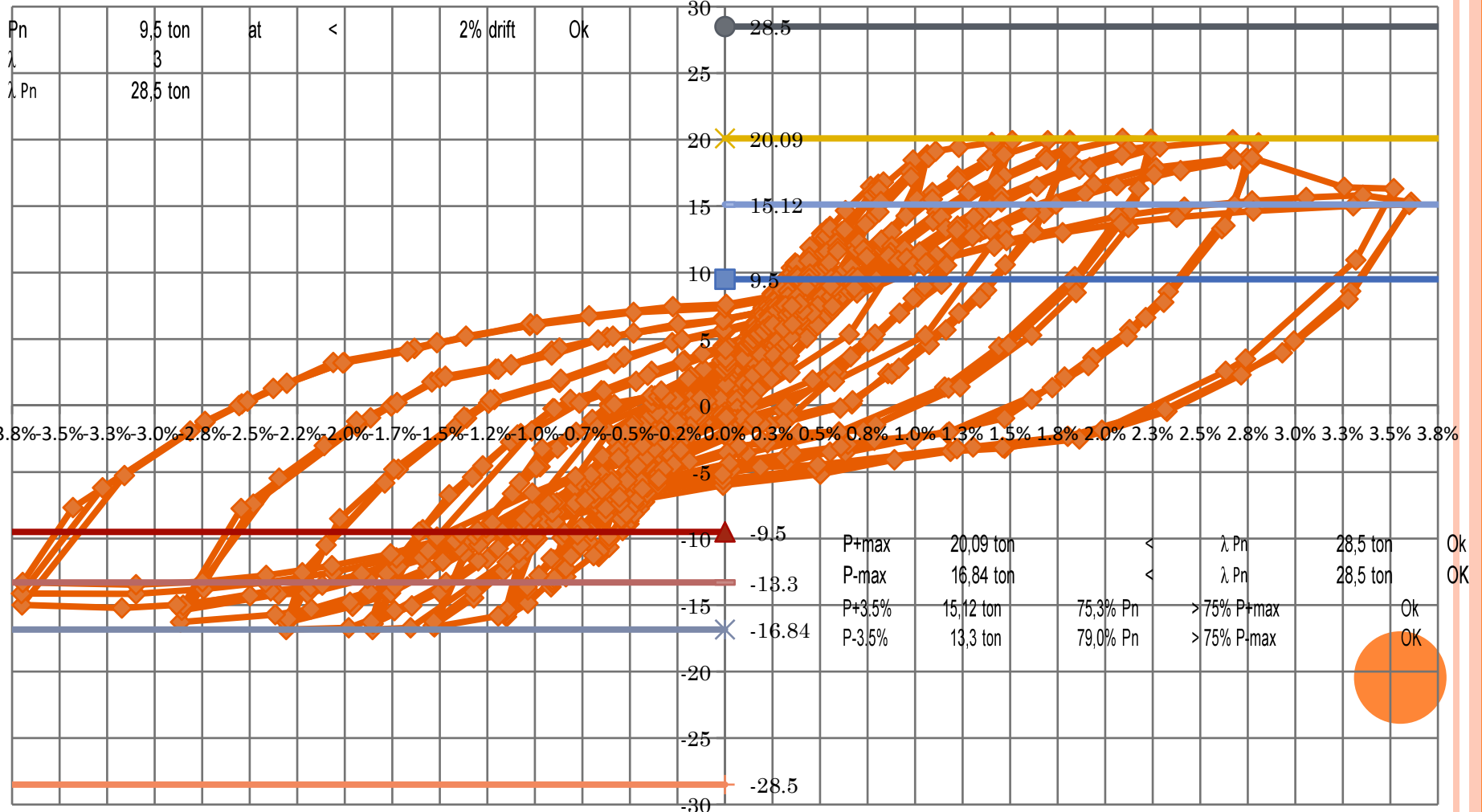
Gambar 5- Besaran untuk evaluasi kriteria penerimaan



3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

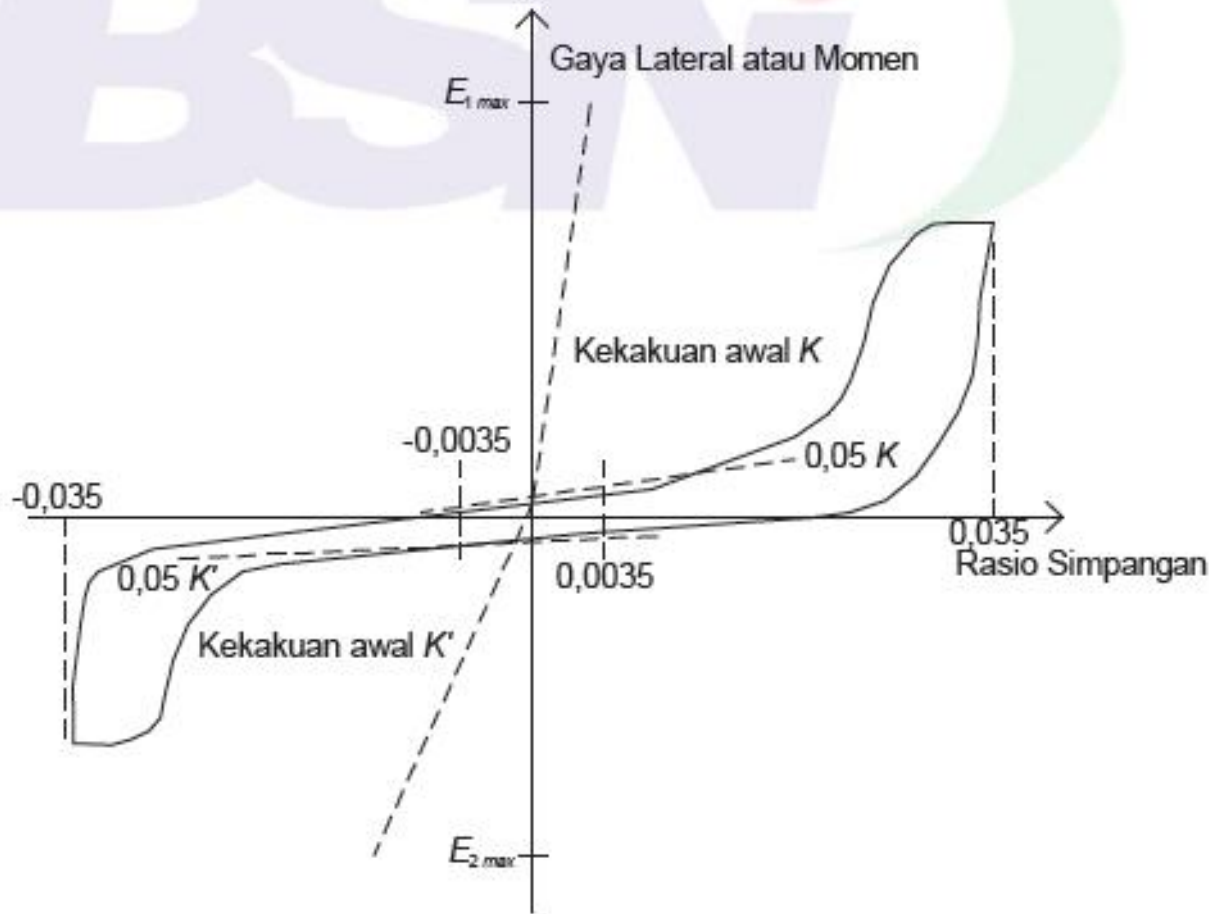
- Pengujian join-balok kolom eksterior

Kurva Hysteresis Loop Join Eksterior Sistem Pressindo



3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Pengujian join-balok kolom eksterior

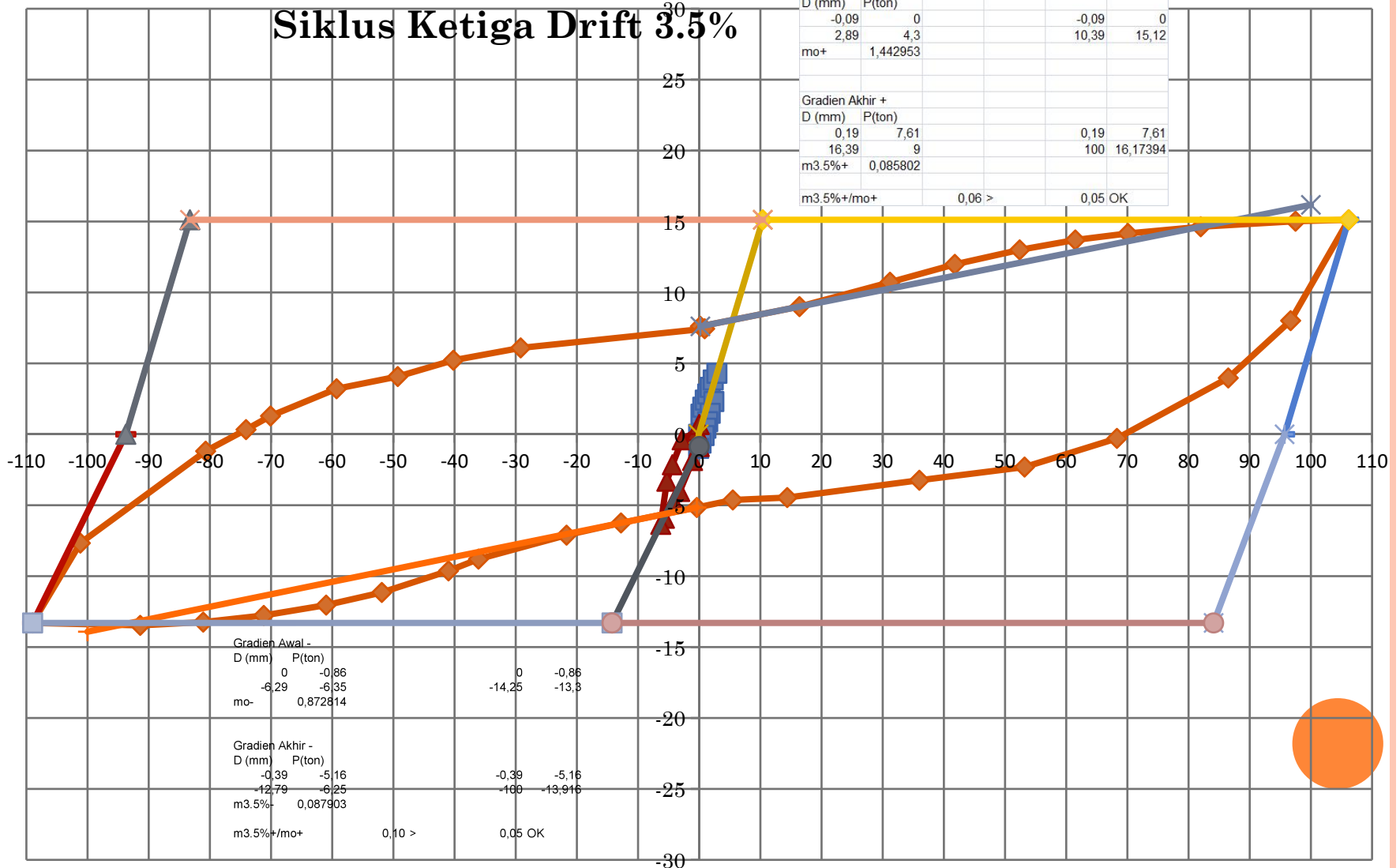


3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Pengujian join-balok kolom eksterior

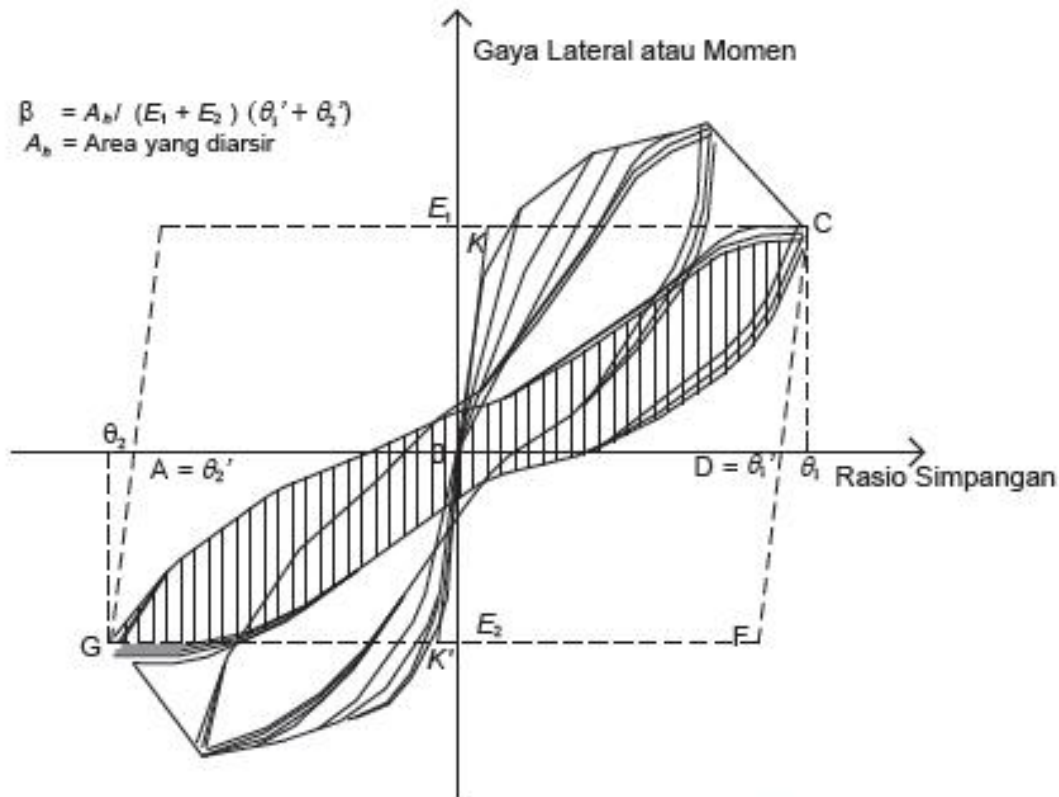
Kurva Hysteresis Loop Join Eksterior Sistem Damsa

Siklus Ketiga Drift 3.5%



3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Pengujian join-balok kolom eksterior

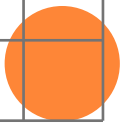
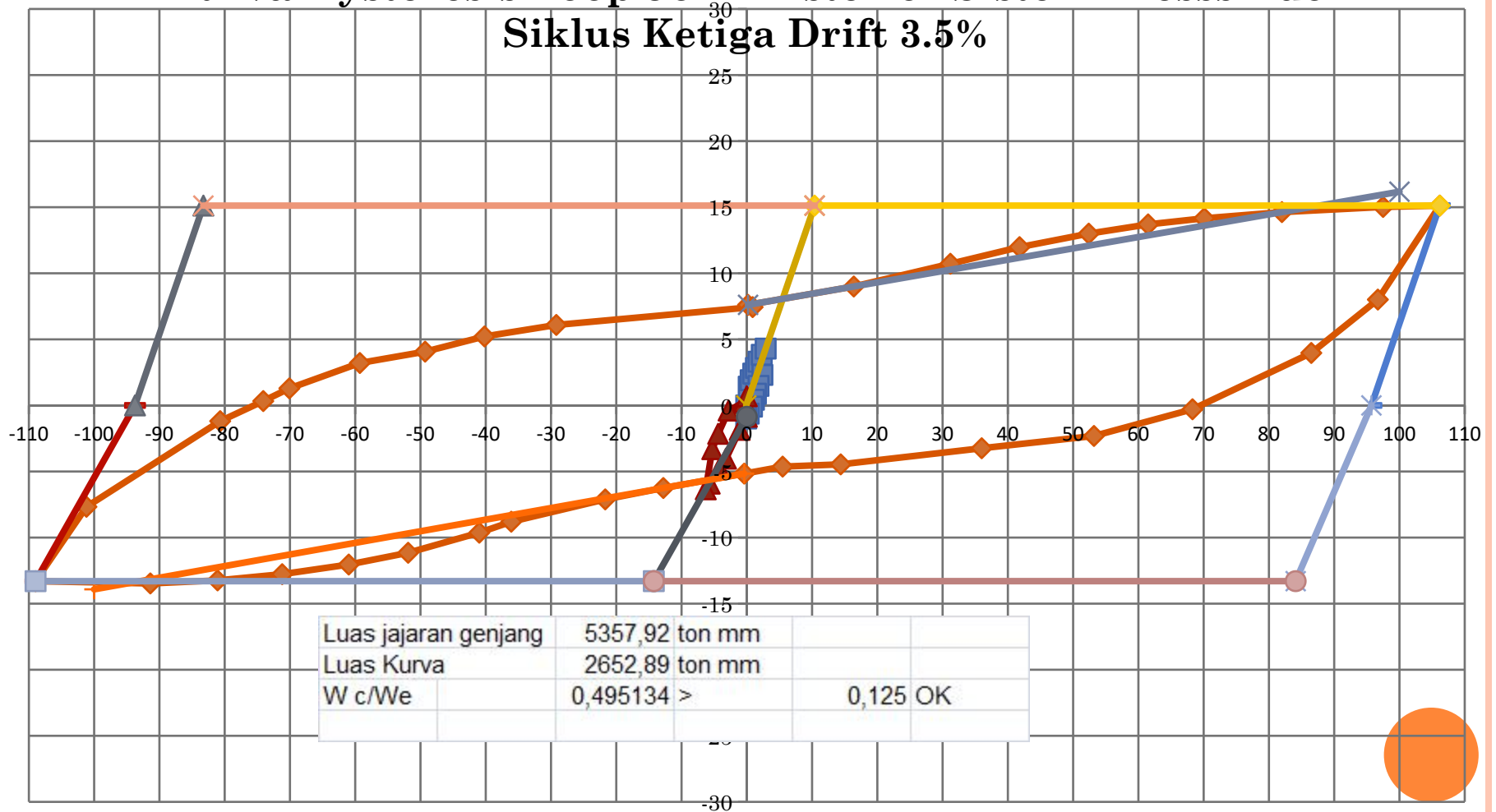


3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Pengujian join-balok kolom eksterior

Kurva Hysteresis Loop Join Eksterior Sistem Pressindo

Siklus Ketiga Drift 3.5%



3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Pengujian join-balok kolom interior



$P_n = 19 \text{ ton}$

$\lambda = 3$

D elastik 0.5%

D batas 2%



3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Pengujian join-balok kolom interior



Drift 0.14% P+=5.85 ton P-=5.16 ton

Drift 0.25% P+=8.3 ton P-=6.35 ton



3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Pengujian join-balok kolom interior



Drift 0.25% P+=10.65 ton P-=8.10 ton

Drift 0.35% P+=14.39 ton P-=10.88 ton



3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Pengujian join-balok kolom interior



Drift 0.5% P+=17.8 ton P-=14.33 ton

Beban sudah melewati Pn=19 ton,
kondisi benda uji masih sangat baik
dan dibawah syarat D 2%

Pada saat Pn masih struktur masih baik

Drift 0.75% P+=23.1 ton P-=19.59 ton



3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Pengujian join-balok kolom interior



Pada saat Pn masih struktur masih baik

Drift 1.75% P+=35.94 ton P-=33.86 ton ton

Drift 1.4% P+=27.14 ton P-=24.52 ton



3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Pengujian join-balok kolom interior



Dissipater bawah mulai membuka

Drift 2.2% $P+=37.89$ ton $P-=36.87$ ton



Kerusakan terkonsentrasi di dissipater, dan terjadi diatas drift rencana batas D 2%. Celah dissipater membuka dan menutup selama beban bolak balik

3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Pengujian join-balok kolom interior



Drift 2.75% P+=36.4 ton P-=36.7 ton

Drift 3.5% P+=32.27 ton P-=34.22 ton



Kerusakan terkonsentrasi di dissipater, mulai terlihat pola diagonal crack di selimut join, mulai terjadi keruntuhan tekan di daerah balok yang tidak terconfined

3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Pengujian join-balok kolom interior

Drift 5% $P+=16.78$ ton $P-=17.19$ ton



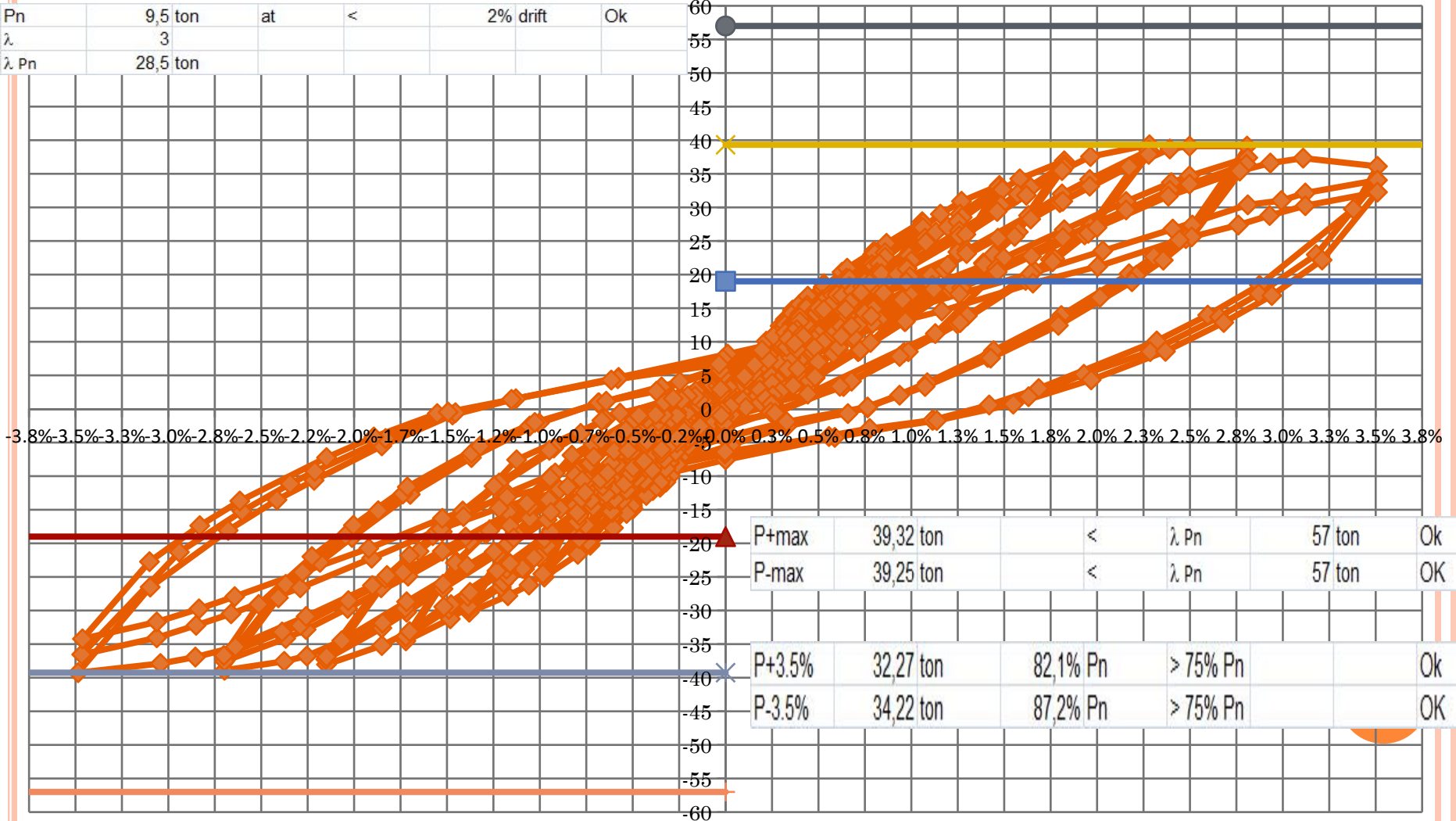
Struktur sudah terdegradasi kekuatannya



3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Pengujian join-balok kolom interior

Kurva Hysteresis Loop Join Interior Sistem Pressindo

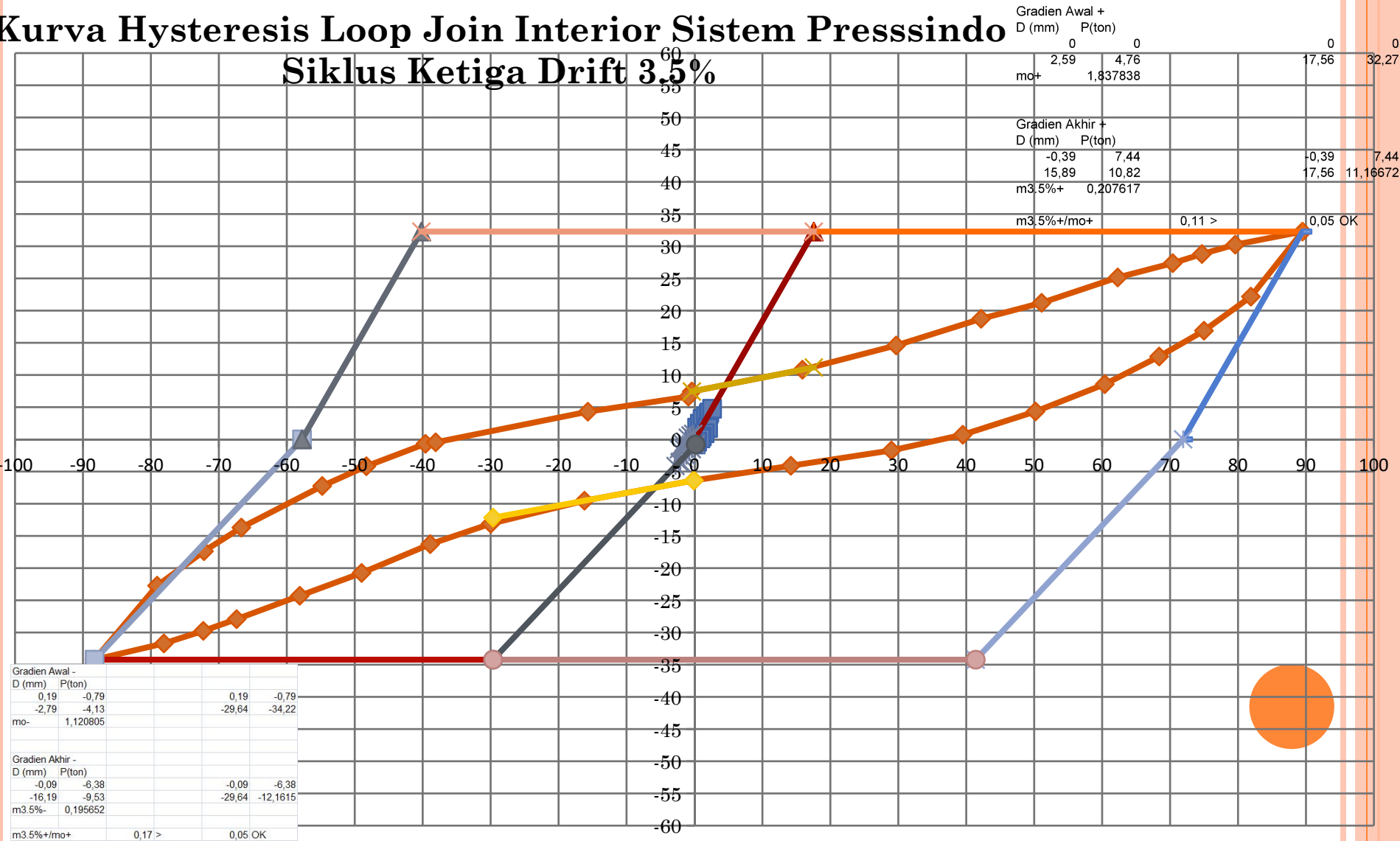


3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Pengujian join-balok kolom interior

Kurva Hysteresis Loop Join Interior Sistem Pressindo

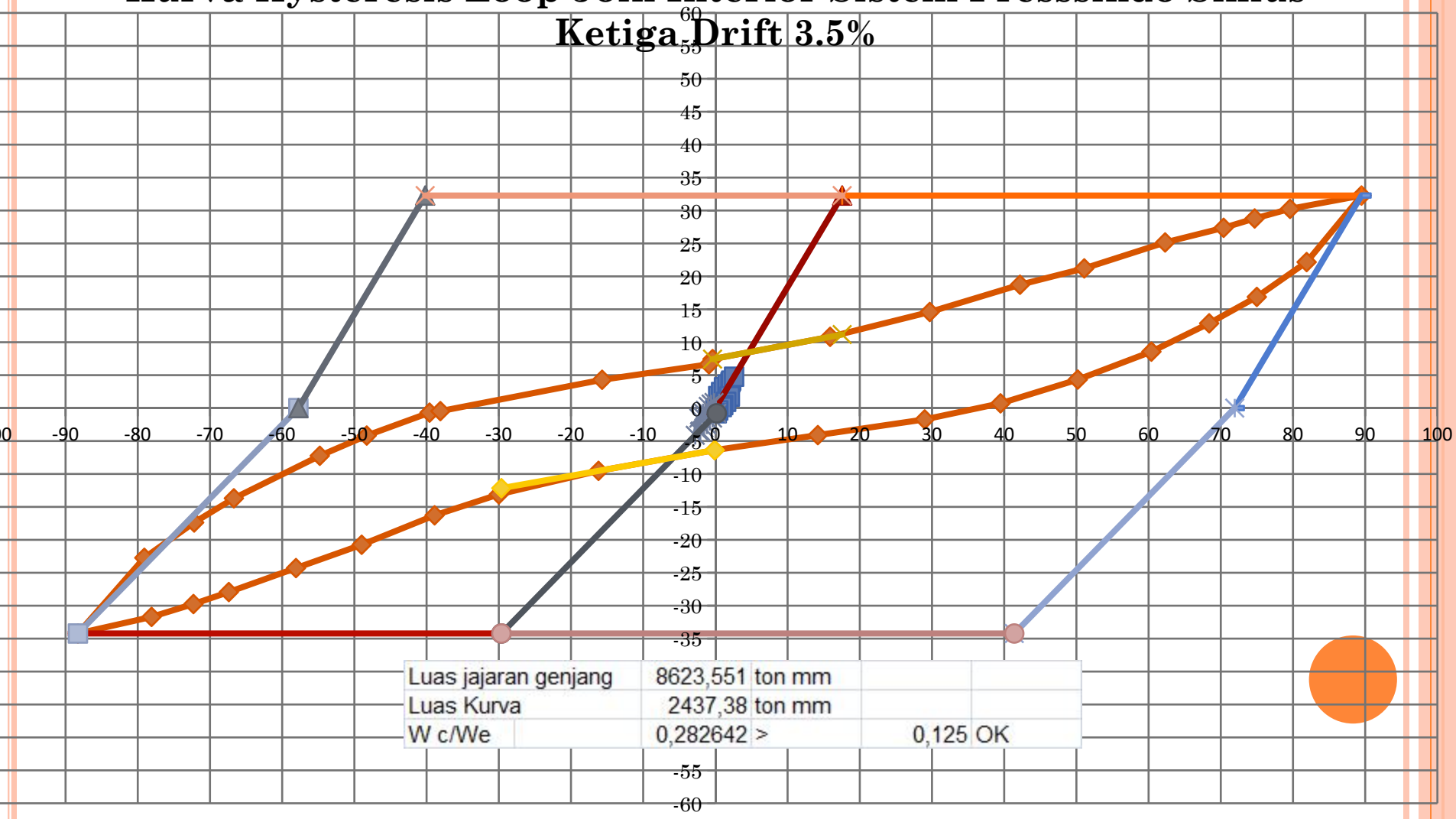
Siklus Ketiga Drift 3.5%



3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Pengujian join-balok kolom interior

Kurva Hysteresis Loop Join Interior Sistem Pressindo Siklus Ketiga Drift 3.5%



3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- 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

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



Kompleks Rusunawa Cingised Bandung



Rusunawa Universitas Siliwangi Tasikmalaya



Rusunawa Universitas Negeri

THE PERFORMANCE OF PRECAST SYSTEM UNDER SEVERE EARTHQUAKE

- 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)



THE PERFORMANCE OF PRECAST SYSTEM UNDER SEVERE EARTHQUAKE

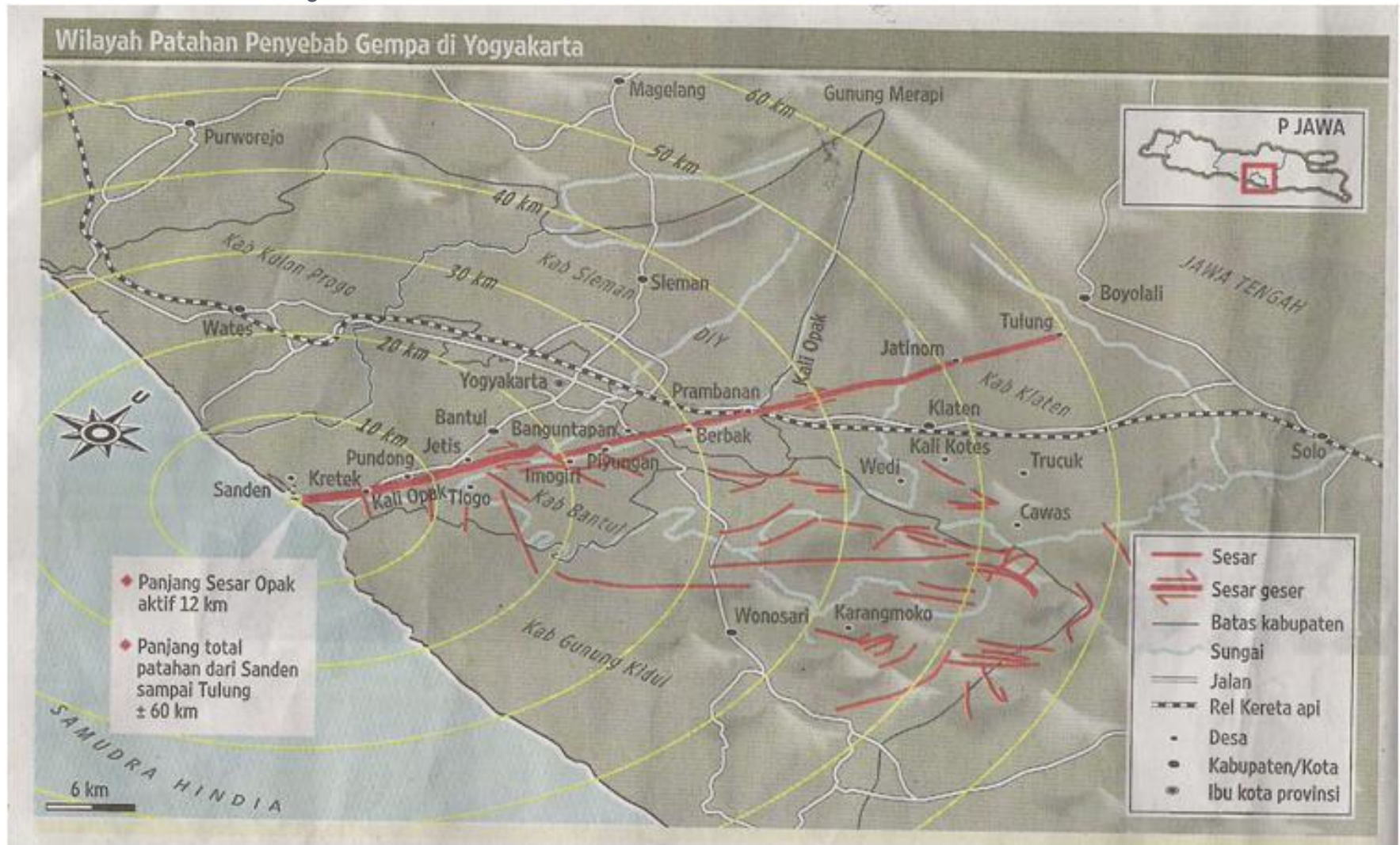
- Damage equivalent to 0.5% drift (Bandung V-VI MMI PGA = 0.09g)



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



THE PERFORMANCE OF PRECAST SYSTEM UNDER SEVERE EARTHQUAKE



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

THE PERFORMANCE OF PRECAST SYSTEM UNDER SEVERE EARTHQUAKE

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



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

THE PERFORMANCE OF PRECAST SYSTEM UNDER SEVERE EARTHQUAKE

Earthquake Details

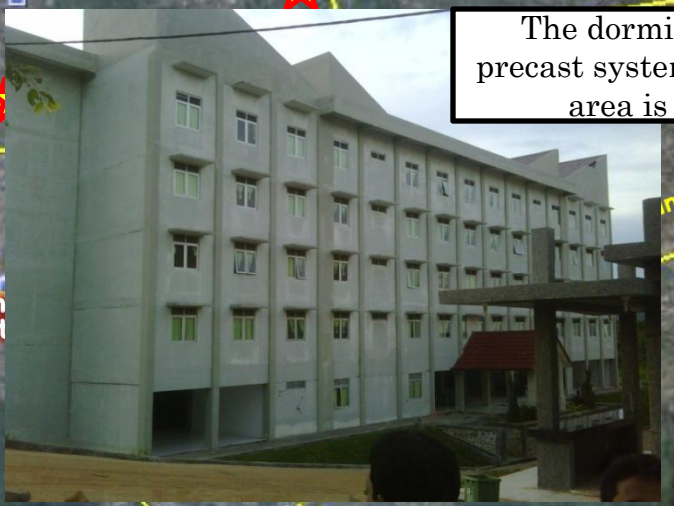
<u>Magnitude</u>	7.6
<u>Date-Time</u>	<ul style="list-style-type: none">• Wednesday, September 30, 2009 at 10:16:09 UTC• Wednesday, September 30, 2009 at 05:16:09 PM at epicenter• Time of Earthquake in other Time Zones
<u>Location</u>	0.725°S, 99.856°E
<u>Depth</u>	81 km (50.3 miles) set by location 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

THE PERFORMANCE OF PRECAST SYSTEM UNDER SEVERE EARTHQUAKE

- 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



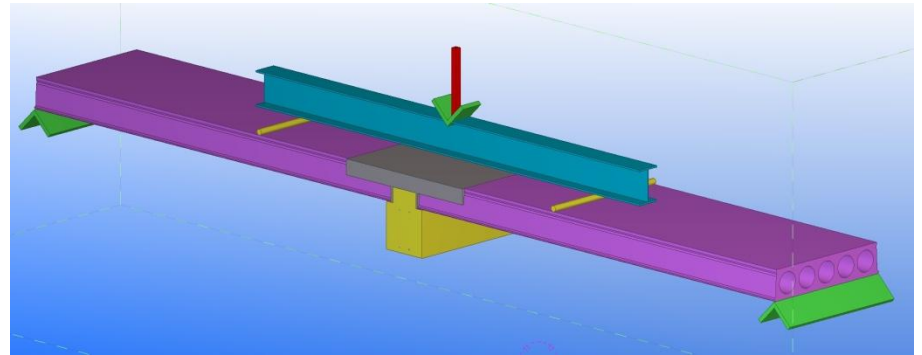
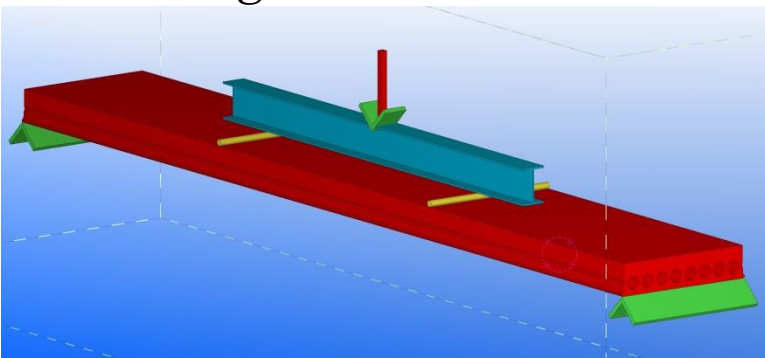
(b) Earthquake at September 30, 2009, heavier architecture damage and structural cracks on 1st floor



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. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

- Pengujian hollow core dan koneksinya dengan sistem rangka



Uji sambungan tulangan negatif hollow core dan balok

3. PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN



Hasil test koneksi tulangan negatif hollow core



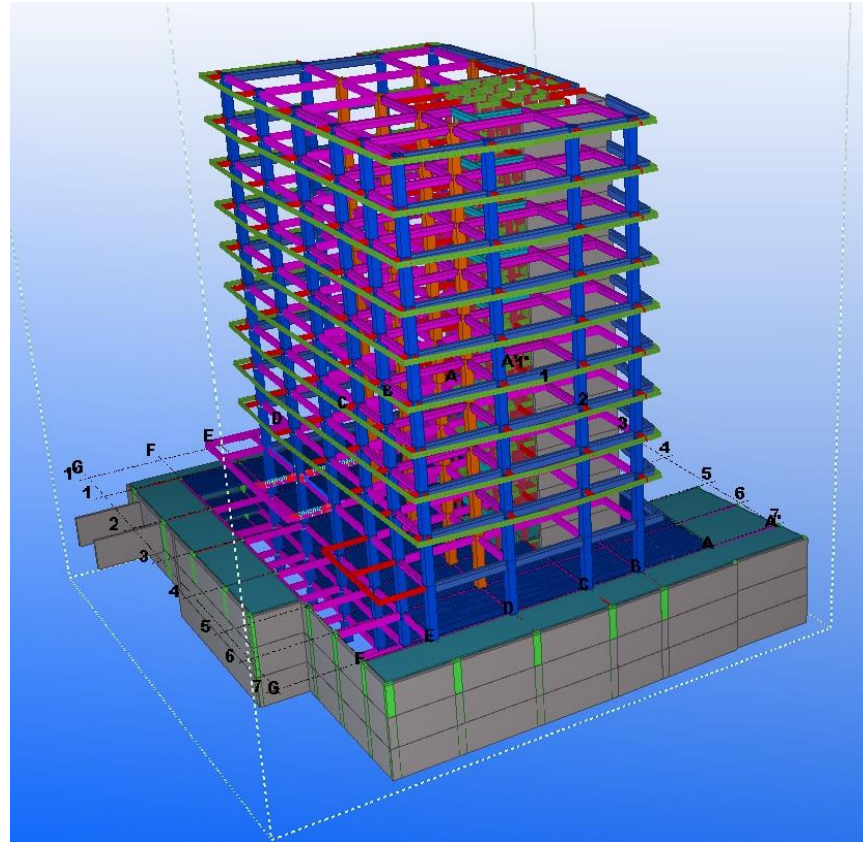
4. PENERAPAN

- Mock up di Urban Height Serpong (2014)



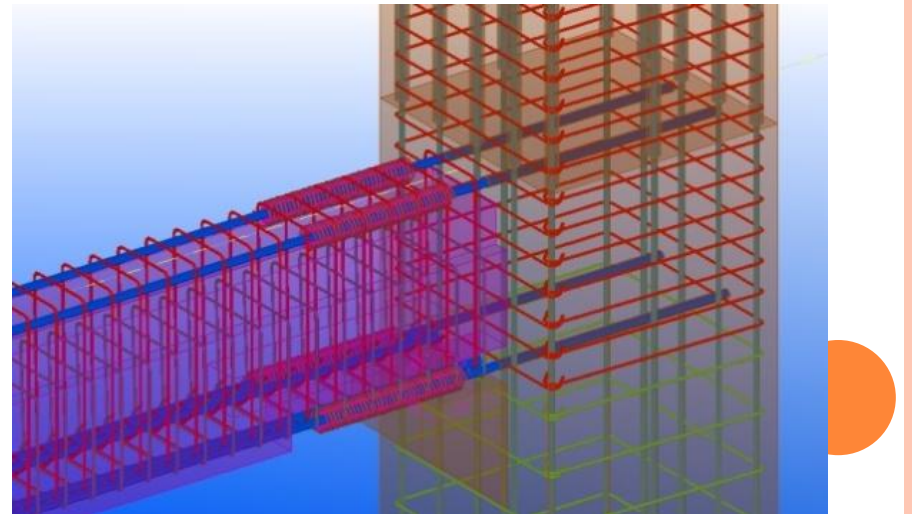
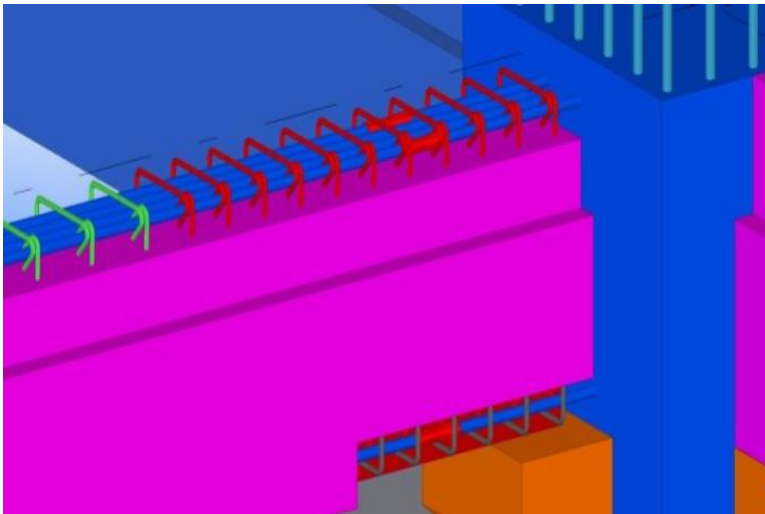
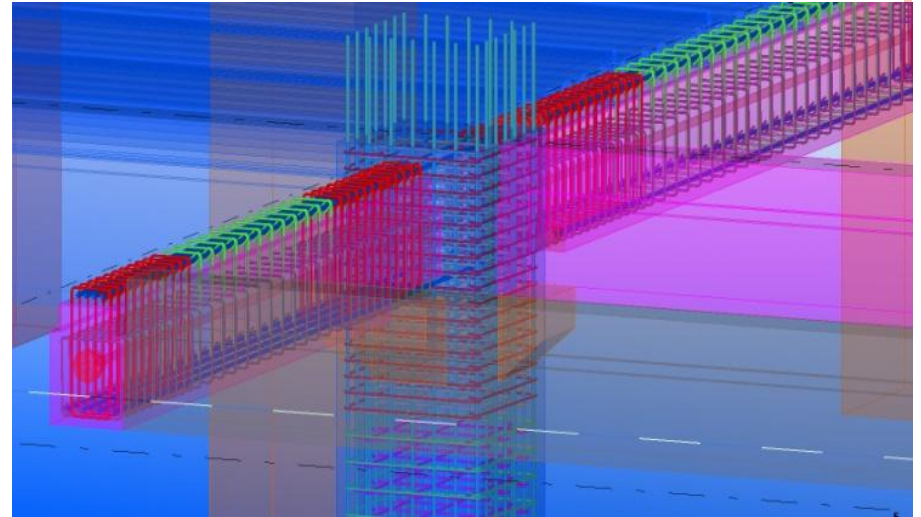
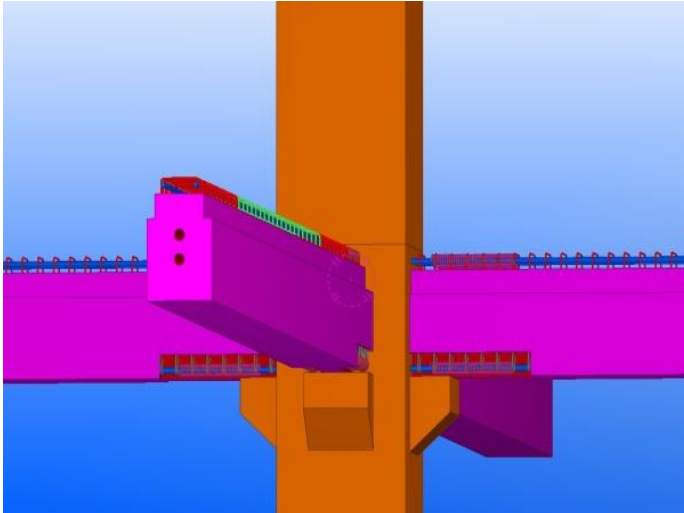
4. PENERAPAN

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



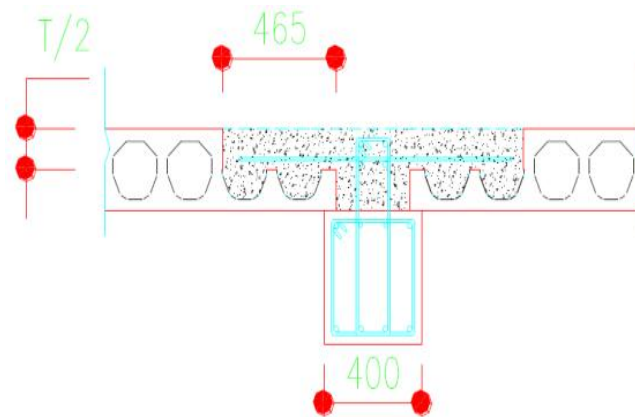
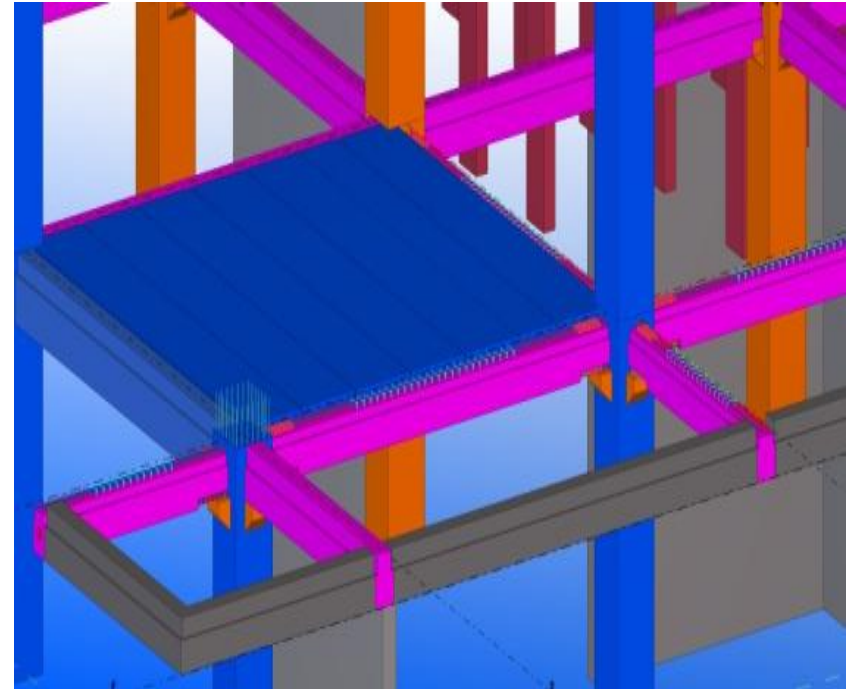
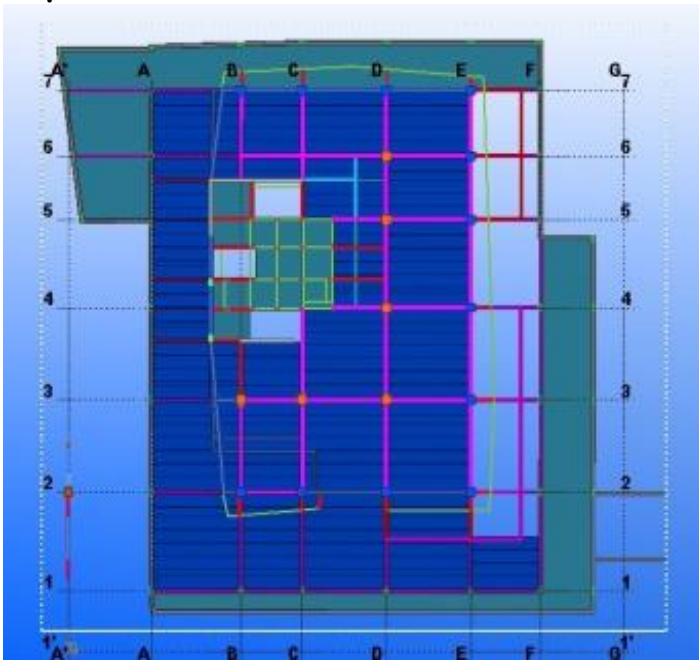
4. PENERAPAN

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



4. PENERAPAN

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



4. PENERAPAN

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

LEMBAR PENILAIAN DOKUMEN TEKNIS DESAIN STRUKTUR ATAS KE 1

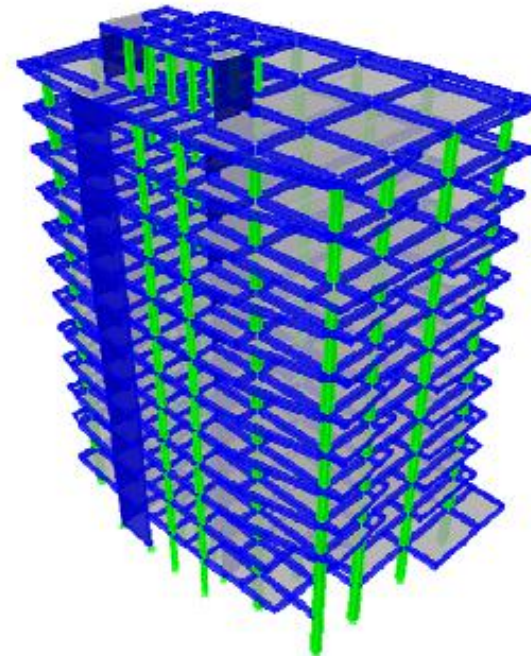
1. DATA BANGUNAN

- a. Nama Proyek : Gedung Kav 2 Office Di Panjaitan
 b. Jenis Bangunan : Beton Bertulang dan Pracetak
 c. Lokasi Bangunan : Jl. Di Panjaitan Kav 2 Kec. Jatinegara, Jakarta Timur
 d. Jumlah Lantai : 12 lantai + 3 Basement
 e. Perencana Struktur : Ir Taufik Hidayat Unggardjaja, MT
 SPTB No : 1048/P/G-A/DPPB/I-2012
 f. Struktur atas : Pemenksaan ke 1
 g. Tanggal : 12 November 2014

2. HASIL PEMERIKSAAN

Jenis Evaluasi	Ket.
I. Perhitungan Pelat Diafragma	
Berhubung pelat diganti pracetak HCS maka harus dilakukan analisis ultimate pelat sebagai lantai diafragma tidak kaku untuk memperoleh:	
i. tulangan lentur pelat di sekeliling balok sesuai dengan UBC 1997 ii. tulangan momen lentur negatif sambungan pelat dan balok akibat beban hidup dan gempa saja	
II. Detail penulangan:	
1) Pada Gambar ST-IV-07 semua Gambar dilengkapi dengan ukuran dimensi dalam mm	
2) Pada Gambar ST-IV-07 sambungan tulangan dari pelat HCS ke shear wall sepanjang $l_d=230$ mm harus dicek dengan panjang penyaluran sesuai dengan SNI 2847-2002 Pasal 14.2 dikalikan 1,3	
3) Pada Gambar ST-IV-07 Section A daerah hollow yang di cor beton harus dilengkapi dengan spesifikasi teknik apakah dengan mortar grouting atau beton lengkap dengan mutunya	
4) Pada Gambar Balok terdapat Balok Prestress dengan tulangan dan Balok dengan tulangan saja. Lokasi Balok-balok ini tidak terdapat pada denah lantai. Kami mohon pada denah lantai dilengkapi notasi yang menunjukkan letak balok-balok tersebut.	
5) Pada Gambar ST-II-23 semua Gambar dilengkapi dengan ukuran dimensi dalam mm dan Gambar Detail Anchorage Block serta notasi Gambar seperti adanya sleeves untuk apa dan penjelasan detailnya (Gambar sangat tidak komunikatif)	
6) Gambar Shear Key antar Pelat HCS harus dilengkapi dengan ukuran penampang dan detail gambar kerjanya serta spesifikasinya, bagaimana grouting pada lubang HCS dimana terdapat shear key serta spesifikasi teknisnya	
7) Shear Key harus juga harus diletakkan antara pelat HCS dan balok disekeliling Pelat	
Jakarta, 12 November 2014	
Pemeriksa TPKB	

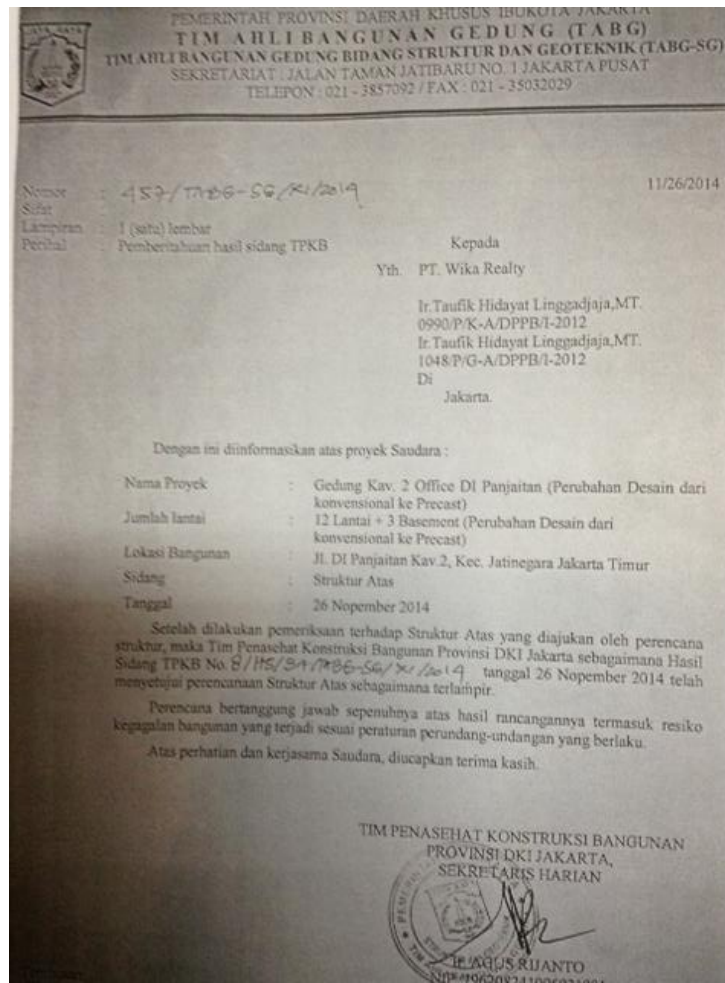
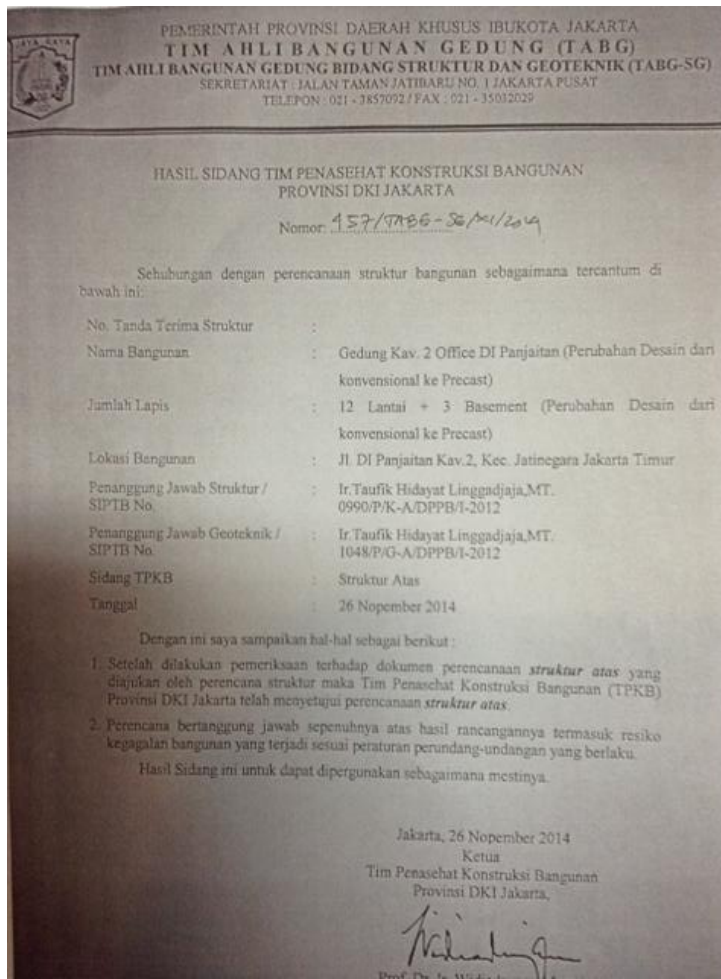
Jawaban Pertanyaan TPKB Ke-1 Perhitungan Struktur Atas GEDUNG KAVLING 2, JAKARTA



November 2014

4. PENERAPAN

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



7. PENUTUP

- Teknologi PRESSS merupakan teknologi alternatif untuk mengikuti perkembangan dalam perencanaan bangunan tahan gempa yang baik beban gempa maupun filosofi perencanaannya sudah berkembang akibat dari kejadian-kejadian gempa kuat dalam 20 tahun terakhir ini. Konsep baru ini dikenal sebagai konsep pembangunan berkelanjutan (*Sustainability Development Concept*)
- Teknologi ini mampu menjawab tuntutan masyarakat akan teknologi bangunan tahan gempa yang berkinerja tinggi : yaitu tidak rusak signifikan sekalipun terkena gempa kuat, dengan biaya investasi awal yang ekonomis, mudah diperbaiki, dengan peralatan pendukung dan material yang dapat diproduksi lokal
- Saat ini para perusahaan precaster telah melakukan penelitian dan pengembangan gabungan yang direncanakan dalam 2 tahun (2013 – 2014), pembuatan mock up (2014), dan pembuatan pilot project (2015), sehingga sudah dapat dimanfaatkan oleh seluruh pihak dalam mendukung pembangunan di Indonesia.



Terima Kasih

