Standar Beton Prategang

KULIAH UMUM

MAGISTER TEKNIK SIPIL

TEKNOLOGI SAINS DAN STANDAR BETON PRATEGANG

DR.Ir. Hari Nugraha Nurjaman, MT

KETUA UMUM IAPPI

24 SEPTEMBER 2021

IAPPI
IKATAN AHLI PRACETAK DAN PRATEGANG INDONESIA

INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG 1920

Daftar Isi

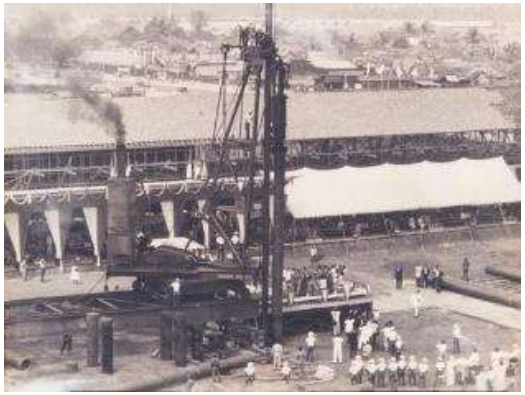
- Pendahuluan
- Definisi Konstruksi Pracetak dan Prategang dalam SNI 2847:2019: Stress Control
- Sejarah Konstruksi Pracetak dan Prategang
- Perhitungan Struktur pada Tahap Konstruksi
- Standar Komplementer : Sistem Sambungan Pracetak Prategang Tahan Gempa Kinerja Tinggi
- Penutup

01-PENDAHULUAN

I. Pendahuluan

- Industri pracetak dan prategang adalah industri konstruksi berbasis manufaktur yang dari sejak masa awal pembangunan Indonesia sudah menunjukkan perannya dalam menghasilkan kualitas pekerjaan infrastruktur yang baik, cepat, ekonomis dan berkelanjutan
- Industri ini mempunyai karakter untuk yang cocok pada pada kebutuhan pelaksanaan konstruksi di masa pandemi serta masa adaptasi kebiasaan baru.
- Perencanaan dan pelaksanaan sistem pracetak dan prategang harus dilakukan secara integratif → Standar harus dipahami dengan baik baik Standar Utama maupun Komplementer

I. Pendahuluan



Tiang Pancang Pracetak pada Gedung Sarinah 1962

Struktur Prategang pada Jembatan Semanggi 1962

Struktur Prategang pada Gedung Parlemen 1965

Struktur Prategang Metoda Kantilever pada Jembatan Rajamandala 1979

Tiang Pancang, Girder, Sosrobahu Jalan Layang Cawang-Priuk 1985

Flyover Grogol 1989

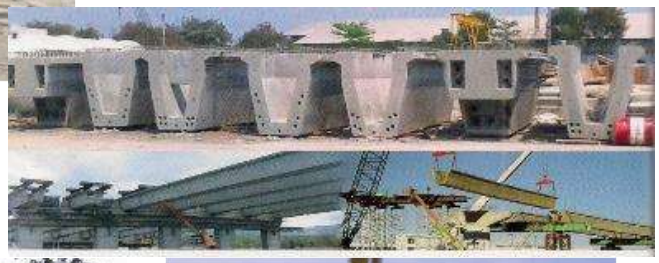
I. Pendahuluan

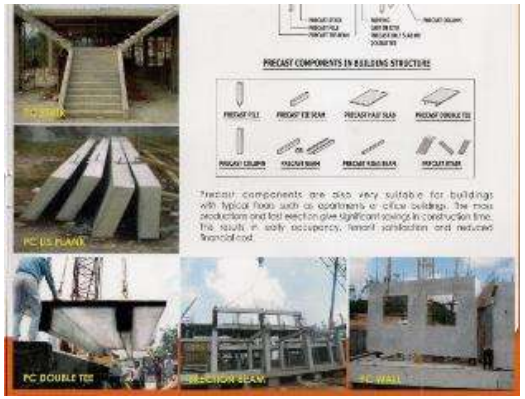
Piles

Sheet Pile

Industri Beton Pracetak dan Prategang Start in 1974 with Precast Government Company

Bridge





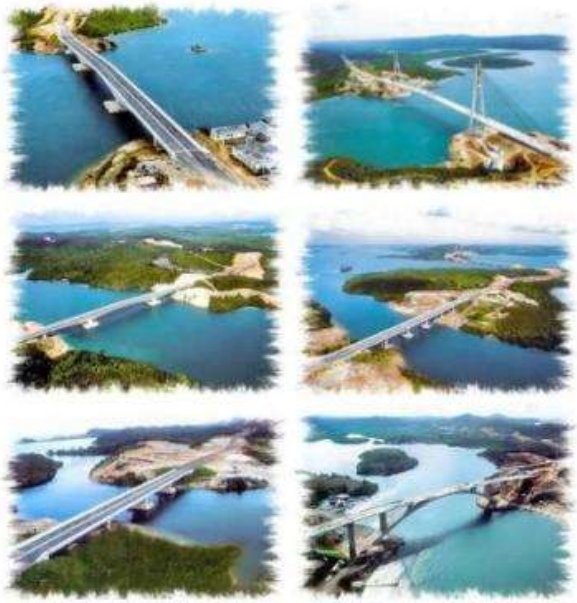
Building

Housing

Precast Rigid Pavement

I. Pendahuluan

- Bridge Structures
  - Long span bridge : prestress technology and engineering (Euro comparison study) in Barelang Bridge (1995)



6 long span bridge in Riau Islands

Pasupati Bridge,Bandung (2005)

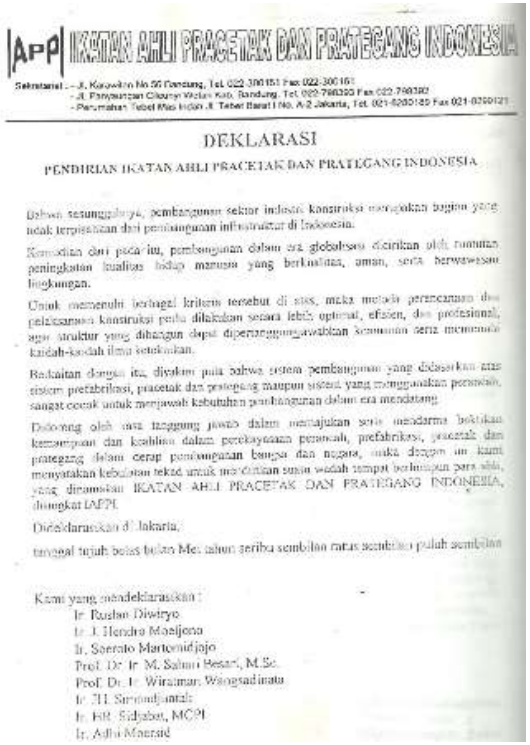
Suramadu Bridge,Surabaya (2009)

Soekarno Bridge,Manado (2015)

Merah Putih Bridge,Ambon (2015)

I. Pendahuluan

- Pada tanggal 17 Mei 1999, dibentuk Ikatan Ahli Pracetak dan Prategang Indonesia (IAPPI), yang merupakan asosiasi profesi + (wadah berhimpunnya seluruh stakeholder : Pemerhati, Peminat, Ahli, dan Pelaku Individual Maupun Badan/Perusahaan yang Bergerak dalam Teknik Pracetak, Perancah dan Prategang) yang dikukuhkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum



IAPPI IKATAN AHLI PRACETAK DAN PRATEGANG INDONESIA

Sekretariat : - Jl. Karawitan No 56 Bandung, Tel. 022-300151 Fax 022-300161
- Jl. Panyawangan Cileunyi Wetan Kab. Bandung, Tel. 022-7863293 Fax 022-7863302
- Perumahan Tebet Mas Indah Jl. Tebet Barat I No. A-2 Jakarta, Tel. 021-8290189 Fax 021-8290121

DEKLARASI

PENDIRIAN IKATAN AHLI PRACETAK DAN PRATEGANG INDONESIA

Dalam setunggalanya, pembangunan sektor industri konstruksi merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari pembangunan infrastruktur di Indonesia.

Kemudian dari pada itu, pembangunan dalam era globalisasi dicirikan oleh tuntutan peningkatan kualitas hidup manusia yang berkualitas, aman, serta berwawasan lingkungan.

Untuk memenuhi berbagai kriteria tersebut di atas, maka metode perencanaan dan pelaksanaan konstruksi perlu dilakukan secara lebih optimal, efisien, dan profesional, agar struktur yang dibangun dapat dipertanggungjawabkan keamanan serta memenuhi kaidah-kaidah ilmu setekniknya.

Bakaitan dengan itu, diyakini pula bahwa sistem pembangunan yang didasarkan atas sistem prefabrikasi, pracetak dan prategang maupun sistem yang menggunakan perancah, sangat cocok untuk menjawab kebutuhan pembangunan dalam era mendatang.

Didorong oleh asas tanggung jawab dalam mengajukan serta mendarma baktikan kemampuan dan keahlian dalam penerapannya perancah, prefabrikasi, pracetak dan prategang dalam cerap pembangunan bangsa dan negara, maka dengan ini kami menyatakan kebulatan tekad untuk mendirikan suatu wadah tempat berhimpun para ahli, yang diberi nama IKATAN AHLI PRACETAK DAN PRATEGANG INDONESIA, disingkat IAPPI.

Dideklarasikan di Jakarta,

tanggal tujuh belas bulan Mei tahun seribu sembilan ratus sembilan puluh sembilan

Kami yang mendeklarasikan :

Ir. Ruslan Diwiryo
Ir. I. Hendra Moeljono
Ir. Soerato Martosudjojo
Prof. Dr. Ir. M. Salmo Besari, M.Sc.
Prof. Dr. Ir. Wiraman Wangsadinata
Ir. JH. Sarundajang
Ir. HR. Sidjabat, MCPI
Ir. Adhi Maesal

IAPPI IKATAN AHLI PRACETAK DAN PRATEGANG INDONESIA

Dr. Ir. Bintar Hananda, M.Eng.
Ir. Sjafei Amri, Dipl. E. Eng.
Ir. Sumaryono
Ir. Nurahma Tiesan
Ir. Edison Hutapea
Ir. Ivan Wibowo
Ir. Sylvia Francisca, MT
Ir. Budi Yuliantoro
Ir. Iyo Salimpurse, MSc, DIC
Ir. Bernard
Ir. Edna Djoko Wiratamo
Ir. Hennie Tjarokusuma
Ir. Irfan Hamdi
Ir. Tri Joko Waluyo, M.Sc.
Drs. Ina Paul Tondhirana
Ir. Antonius Budiono, M.Sc.
Ir. Rahadi
Ir. Han Nugraha Nurjaman, MT
Ir. Lutfi Faisal
Dr. Ir. Hendrik
Ir. David M. Nalanan
Ir. Achjat Dwiatno
Ir. Agus Widodo, MBA
Ir. Arief Sahnandar
Ir. Tony Sulistyo
Dr. Ir. Iswandi Imran
Ir. Yuni Istanto
Ir. Aminudi
Ir. Andreas Wibowo, MT

Dikukuhkan oleh,

Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia,

Ir. Rachmat Bambang Sumadilaga

I. Pendahuluan

- Telah berhasil mendorong penggunaan sistem pracetak pada bangunan pemerintah dan swasta, regulasi khusus untuk sistem pracetak, dan pelatihan serta sertifikasi tenaga kerja konstruksi

Alih Teknologi

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERMUKIMAN

Pengembangan Teknologi

Pembuatan Standar Teknis dan Standar Kompetensi Kerja

SNI
Standar Nasional Indonesia

Tata cara perancangan beton pracetak dan beton prategang untuk bangunan gedung

Badan Standardisasi Nasional BSN

RSKKNI

AHLI MUDA PERENCANA STRUKTUR BETON PRACETAK BANGUNAN GEDUNG

DRAFT - 6 OKT 2010

DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM

Pelatihan/Bimbingan Teknis/Pembinaan Profesi Berkelanjutan (PPB) dan Sertifikasi Tenaga Ahli dan Terampil

I. Pendahuluan

- Studi Banding, Publikasi Seminar, Jurnal dan Pameran Internasional

Beijing 2008

Muenchen 2010

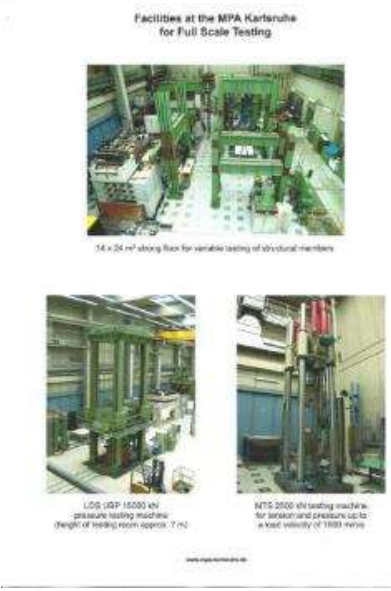
Netherland 2010

Lisbon, Finland 2012

Bauma Germany 2013

I. Pendahuluan

- Studi Banding, Publikasi Seminar, Jurnal dan Pameran Internasional



Kalsruhe Germany 2013

USA Tour 2015

Santiago 2017

International Journal 2017

VSL Academy Bangkok 2018

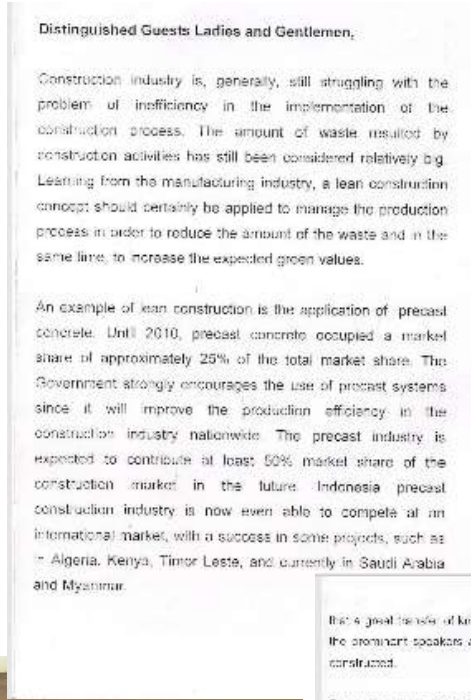
I. Pendahuluan

- Pada waktu berdirinya anggota perusahaan dan industri pracetak dan prategang termasuk dalam IAPPI
- Pada Acara CECAR-6 20 Agustus 2013 Kementerian PU mendeklarasikan arah industri konstruksi nasional menuju minimal 50% berbasis industri manufaktur pracetak dan prategang.
- Untuk mendukung arah tersebut, atas arahan Menteri PU, anggota perusahaan diminta membuat asosiasi perusahaan yang terpisah dari IAPPI, agar dapat dilakukan pembinaan secara lebih terarah. Pada tanggal 29 April 2014 dideklarasikan Asosiasi Perusahaan Pracetak dan Prategang Indonesia (AP3I) -→ ada 40 perusahaan industri
- IAPPI kemudian murni menjadi asosiasi profesi yang anggotanya adalah anggota individu, dan berkonsentrasi penuh pada urusan piranti lunak, yang salah satunya pembinaan sumber daya manusia konstruksi.

MINISTER FOR PUBLIC WORKS
REPUBLIC OF INDONESIA

KEYNOTE SPEECH
"Toward Sustainable Development in Indonesia Construction Industry"
in
The 6th Civil Engineering Conference in Asia Region (CECAR-6)
Promoted by:
Indonesia Structure Engineering Society (HAKI)
Jakarta, 20 – 22 August 2013

Dearest : - Gregory E. Dilorio, P.E., F.ASCE President American Society of Engineering Association;
- Dr. Dradjat Hardjanto, Chairman of Indonesia Structural Engineering Community (HAKI);



Distinguished Guests Ladies and Gentlemen,

Construction industry is, generally, still struggling with the problem of inefficiency in the implementation of the construction process. The amount of waste resulted by construction activities has still been considered relatively big. Learning from the manufacturing industry, a lean construction concept should certainly be applied to manage the production process in order to reduce the amount of the waste and in the same time, to increase the expected green values.

An example of lean construction is the application of precast concrete. Until 2010, precast concrete occupied a market share of approximately 25% of the total market share. The Government strongly encourages the use of precast systems since it will improve the production efficiency in the construction industry nationwide. The precast industry is expected to contribute at least 50% market share of the construction market in the future. Indonesia precast construction industry is now even able to compete at an international market, with a success in some projects, such as - Algeria, Kenya, Timor Leste, and currently in Saudi Arabia and Myanmar.

that a great transfer of knowledge would be promoted by all of the prominent speakers and a wider networks would also be constructed.

Finally, by saying Bismillahirrahmanirrahim, in the name of the God almighty and merciful, I officially open the conference.

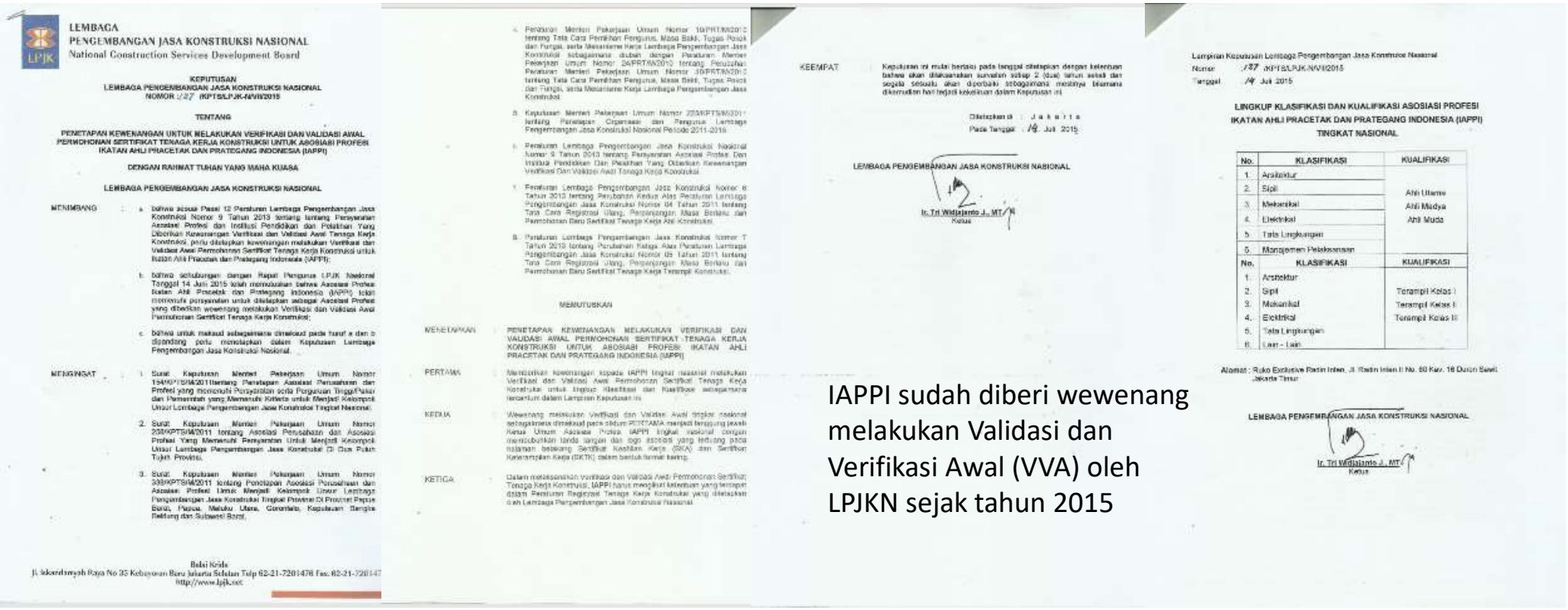
Thank you for your kind attention.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Minister for Public Works of the Republic of Indonesia

Djoko Kirmanto

I. Pendahuluan



LEMBAGA
PENGEMBANGAN JASA KONSTRUKSI NASIONAL
National Construction Services Development Board

KEPUTUSAN
LEMBAGA PENGEMBANGAN JASA KONSTRUKSI NASIONAL
NOMOR : /27 /KPTS/LPJK-N/VII/2015

TENTANG

PENETAPAN KEWENANGAN UNTUK MELAKUKAN VERIFIKASI DAN VALIDASI AWAL PERMOHONAN SERTIFIKAT TENAGA KERJA KONSTRUKSI UNTUK ASOSIASI PROFESI IKATAN AHLI PRACETAK DAN PRATEGANG INDONESIA (IAPPI)

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA KUASA

LEMBAGA PENGEMBANGAN JASA KONSTRUKSI NASIONAL

MENIMBANG : a. bahwa sesuai Pasal 12 Peraturan Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi Nomor 9 Tahun 2013 tentang tentang Persyaratan Asosiasi Profesi dan Institusi Pendidikan dan Pelatihan Yang Diberikan Kewenangan Verifikasi dan Validasi Awal Tenaga Kerja Konstruksi, perlu ditetapkan kewenangan melakukan Verifikasi dan Validasi Awal Permohonan Sertifikat Tenaga Kerja Konstruksi untuk Ikatan Ahli Pracetak dan Prateganga Indonesia (IAPPI);

b. bahwa sehubungan dengan Rapat Pengurus LPJK Nasional Tanggal 14 Juni 2015 telah memutuskan bahwa Asosiasi Profesi Ikatan Ahli Pracetak dan Prateganga Indonesia (IAPPI) telah memenuhi persyaratan untuk ditetapkan sebagai Asosiasi Profesi yang diberikan wewenang melakukan Verifikasi dan Validasi Awal Permohonan Sertifikat Tenaga Kerja Konstruksi;

c. bahwa untuk maksud sebagaimana dimaksud pada huruf a dan b dipandang perlu menetapkan dalam Keputusan Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi Nasional.

MENGINGAT : 1. Surat Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 154/KPTS/M/2011tentang Penetapan Asosiasi Perusahaan dan Profesi yang memenuhi Persyaratan serta Perguruan Tinggi/Pakar dan Pemerintah yang Memenuhi Kriteria untuk Menjadi Kelompok Unsur Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi Tingkat Nasional;

2. Surat Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 238/KPTS/M/2011 tentang Asosiasi Perusahaan dan Asosiasi Profesi Yang Memenuhi Persyaratan Untuk Menjadi Kelompok Unsur Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi Di Dua Puluh Tujuh Provinsi.

3. Surat Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 339/KPTS/M/2011 tentang Penetapan Asosiasi Perusahaan dan Asosiasi Profesi Untuk Menjadi Kelompok Unsur Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi Tingkat Provinsi Di Provinsi Papua Barat, Papua, Maluku Utara, Gorontalo, Kepulauan Bangka Belitung dan Sulawesi Barat.

Balai Kridi
Jl. Iskandarsyah Raya No 33 Kebayoran Baru Jakarta Selatan Telp 62-21-7201478 Fax. 62-21-7201147
http://www.lpjk.net

4. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 10/PRT/M/2012 tentang Tata Cara Pemilihan Pengurus, Masa Bakti, Tugas Pokok dan Fungsi, serta Mekanisme Kerja Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi sebagaimana diubah dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 24/PRT/M/2012 tentang Perubahan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 10/PRT/M/2012 tentang Tata Cara Pemilihan Pengurus, Masa Bakti, Tugas Pokok dan Fungsi, serta Mekanisme Kerja Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi.

5. Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 223/KPTS/M/2011 tentang Penetapan Organisasi dan Pengurus Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi Nasional Periode 2011-2016.

6. Peraturan Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi Nasional Nomor 9 Tahun 2013 tentang Persyaratan Asosiasi Profesi Dan Institusi Pendidikan Dan Pelatihan Yang Diberikan Kewenangan Verifikasi Dan Validasi Awal Tenaga Kerja Konstruksi.

7. Peraturan Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi Nomor 8 Tahun 2013 tentang Perubahan Kedua Atas Peraturan Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi Nomor 04 Tahun 2011 tentang Tata Cara Registrasi Ulang, Perpanjangan Masa Berlaku dan Permohonan Baru Sertifikat Tenaga Kerja Ahli Konstruksi.

8. Peraturan Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi Nomor 7 Tahun 2013 tentang Perubahan Ketiga Atas Peraturan Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi Nomor 05 Tahun 2011 tentang Tata Cara Registrasi Ulang, Perpanjangan Masa Berlaku dan Permohonan Baru Sertifikat Tenaga Kerja Terampil Konstruksi.

MEMUTUSKAN

MENETAPKAN : PENETAPAN KEWENANGAN MELAKUKAN VERIFIKASI DAN VALIDASI AWAL PERMOHONAN SERTIFIKAT TENAGA KERJA KONSTRUKSI UNTUK ASOSIASI PROFESI IKATAN AHLI PRACETAK DAN PRATEGANG INDONESIA (IAPPI)

PERTAMA : Memberikan kewenangan kepada IAPPI tingkat nasional melakukan Verifikasi dan Validasi Awal Permohonan Sertifikat Tenaga Kerja Konstruksi untuk tingkat Klasifikasi dan Kualifikasi sebagaimana tercantum dalam Lampiran Keputusan ini.

KEDUA : Wewenang melakukan Verifikasi dan Validasi Awal tingkat nasional sebagaimana dimaksud pada diktum PERTAMA menjadi tanggung jawab Ketua Umum Asosiasi Profesi IAPPI tingkat nasional dengan membubuhkan tanda tangan dan logo asosiasi yang tertulis pada halaman belakang Sertifikat Keahlian Kerja (SKK) dan Sertifikat Keterampilan Kerja (SKTK) dalam bentuk format baring.

KETIGA : Dalam melaksanakan Verifikasi dan Validasi Awal Permohonan Sertifikat Tenaga Kerja Konstruksi, IAPPI harus mengikuti ketentuan yang tertuang dalam Peraturan Registrasi Tenaga Kerja Konstruksi yang ditetapkan oleh Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi Nasional.

KEEMPAT : Keputusan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan dengan ketentuan bahwa akan dilakukanlah survailan setiap 2 (dua) tahun sekali dan segala sesuatu akan diperbaiki sebagaimana mestinya bilamana dikemudian hari terjadi kekeliruan dalam Keputusan ini.

Ditetapkan di : Jakarta
Pada Tanggal : 14 Juli 2015

LEMBAGA PENGEMBANGAN JASA KONSTRUKSI NASIONAL

Ir. Tri Widjajanto J., MT
Ketua

Lampiran Keputusan Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi Nasional
Nomor : /27 /KPTS/LPJK-N/VII/2015
Tanggal : 14 Juli 2015

LINGKUP KLASIFIKASI DAN KUALIFIKASI ASOSIASI PROFESI
IKATAN AHLI PRACETAK DAN PRATEGANG INDONESIA (IAPPI)
TINGKAT NASIONAL

No.	KLASIFIKASI	KUALIFIKASI
1.	Arsitektur	Ahli Utama Ahli Madya Ahli Muda
2.	Sipil	
3.	Mekanikal	
4.	Elektrikal	
5.	Tata Lingkungan	
6.	Manajemen Pelaksanaan	

No.	KLASIFIKASI	KUALIFIKASI
1.	Arsitektur	Terampil Kelas I Terampil Kelas II Terampil Kelas III
2.	Sipil	
3.	Mekanikal	
4.	Elektrikal	
5.	Tata Lingkungan	
6.	Lain - Lain	

Alamat : Ruko Exclusive Radin Inten, Jl. Radin Inten II No. 80 Kav. 18 Duren Sawit, Jakarta Timur

LEMBAGA PENGEMBANGAN JASA KONSTRUKSI NASIONAL

Ir. Tri Widjajanto J., MT
Ketua

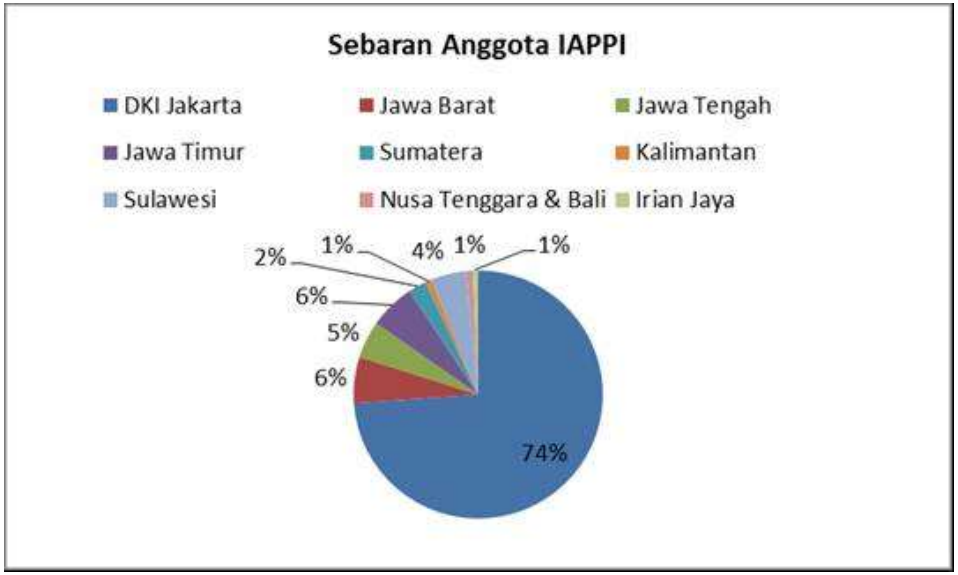
IAPPI sudah diberi wewenang melakukan Validasi dan Verifikasi Awal (VVA) oleh LPJKN sejak tahun 2015

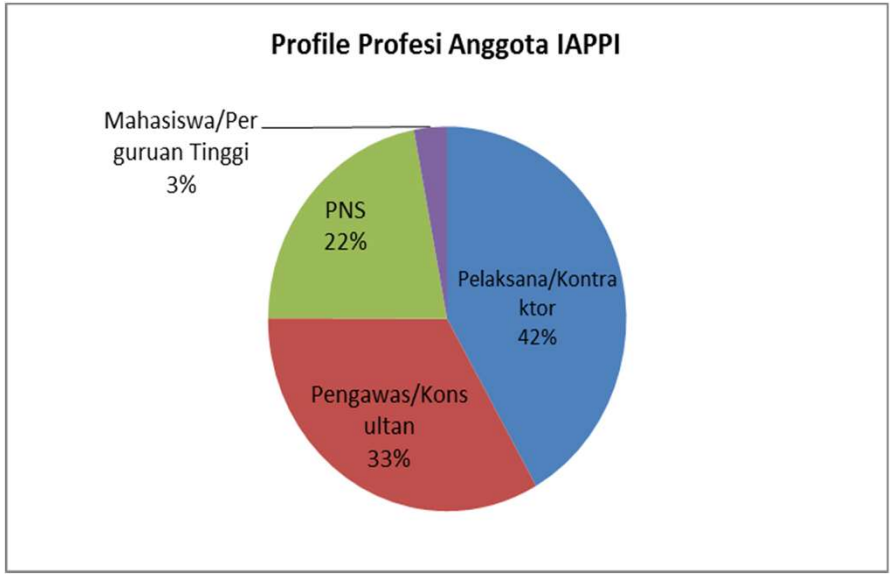
I. Pendahuluan

- Sertifikat Tenaga Ahli Pracetak dan Prategang dari IAPPI
  - Kalau sudah punya SKA dari Asosiasi Lain (yang tidak spesialis di bidang pracetak dan prategang, jika level sama, bisa diterbit SKA Pendamping setelah mengikuti pelatihan)
  - Jika ingin naik grade, bisa langsung diterbitkan setelah mengikuti pelatihan/bimbingan teknis/PPB dan uji kompetensi

I. Pendahuluan

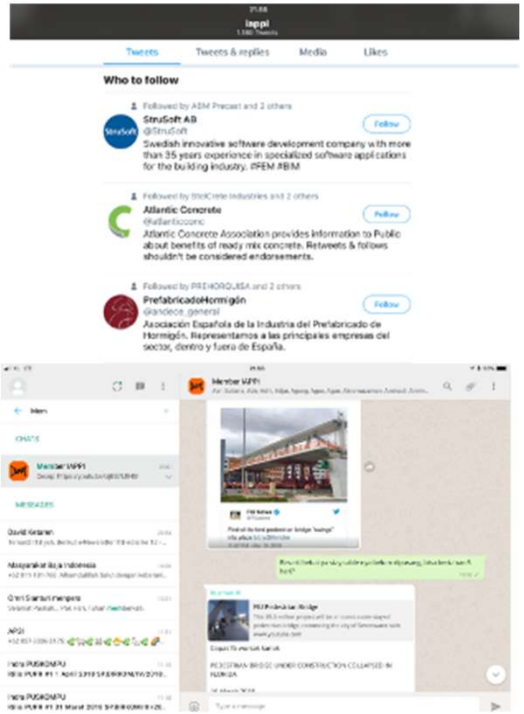
- **Saat ini jumlah anggota IAPPI berjumlah 2700 orang yang sudah lewat proses pelatihan/bimbingan teknis/PPB dan sertifikasi dengan profil sebagai berikut :**





I. Pendahuluan

- **IAPPI juga aktif di Sosmed dengan total anggota sekitar 4960 orang (facebook, twiter, web site, WA group) yang sangat aktif untuk melakukan komunikasi dan sharing :**



02-SNI 2847:2019 STANDAR UTAMA BETON PRATEGANG – KONSEP STRESS CONTROL

II. Definisi Konstruksi Pracetak dan Prategang

SNI

Standar Nasional Indonesia

SNI 2847:2019

Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan

(ACI 318M-14 dan ACI 318RM-14, MOD)

ICS 91.080.40

BSN BADAN STANDARDISASI NASIONAL

Beton pracetak (*Precast concrete*) — Elemen beton struktur yang dicetak di tempat lain dari posisi akhirnya dalam struktur.

Beton prategang (*Prestressed concrete*) — Beton bertulang dimana tegangan dalam diberikan untuk mereduksi tegangan tarik potensial dalam beton yang dihasilkan dari beban, dan untuk pelat dua arah menggunakan dengan sekurang-kurangnya tulangan minimum prategang.

Beton prategang (*Prestressed concrete*) — Kelas elemen lentur prategang didefinisikan dalam 24.5.2.1. pelat prategang dua arah mensyaratkan level minimum tegangan tekan beton akibat prategang efektif sesuai dengan 8.6.2.1. Meskipun perilaku elemen dengan tendon prategang tanpa lekatan dapat bervariasi dari elemen dengan tulangan prategang terlekat menerus, beton prategang terlekat dan tidak terlekat digabungkan dengan beton non prategang dalam istilah generik "beton bertulang." Ketentuan umum untuk kedua beton prategang dan nonprategang terintegrasi untuk menghindari tumpang tindih dan ketentuan yang saling bertentangan.

Sub KT 91-01-S4 Bahan, Sain, Struktur & Konstruksi Bang

II. Definisi Konstruksi Pracetak dan Prategang

Benang Merah Konstruksi Pracetak dan Prategang adalah “Stress Control”

Cukup sering konstruksi Pracetak juga adalah konstruksi Prategang

4.12.1 *Sistem beton pracetak*

4.12.1.1 Perencaan komponen beton pracetak dan sambungannya harus memperhitungkan beban dan kondisi kekangan, mulai dari saat pabrikasi hingga kondisi akhir di dalam bangunan, termasuk saat pembukaan cetakan, penyimpanan, transportasi, dan ereksi.

4.12.1.2 Desain, pabrikasi, dan konstruksi dari komponen pracetak dan sambungannya harus mempertimbangkan pengaruh yang ditimbulkan dari toleransi yang disediakan.

4.12.1.3 Saat komponen pracetak digabungkan ke dalam sistem struktur, gaya-gaya dan deformasi yang ditimbulkan di sambungan dan pada bagian komponen yang dekat dengan sambungan tersebut, harus diperhitungkan di dalam desain.

4.12.1.4 Jika perilaku sistem membutuhkan beban sebidang untuk ditransfer antara komponen dari pelat lantai pracetak dan dinding, maka harus memenuhi a) dan b):

a) Lintasan beban (*load path*) yang sebidang tidak boleh terputus antara sambungan (*connections*) dan komponen.
b) Jika terjadi beban tarik, lintasan beban (*load path*) harus menggunakan baja atau tulangan baja, baik dengan sambungan (*splices*) maupun tidak.

4.12.1.5 Distribusi gaya yang bekerja dalam arah tegak lurus terhadap bidang komponen pracetak harus ditentukan melalui analisis atau uji coba.

4.12.2 *Sistem beton prategang*

4.12.2.1 Desain sistem dan komponen prategang hasil didasarkan pada kekuatan dan perilaku pada saat kondisi layan di semua tahapan yang kritis, mulai saat gaya prategang diaplikasikan hingga selama masa layan bangunan.

4.12.2.2 Pengaruh yang ditimbulkan akibat prategang, seperti terjadinya deformasi elastik maupun plastik, defleksi, perubahan panjang, serta rotasi, harus dipertimbangkan. Pengaruh dari perubahan temperatur, kekangan dari komponen struktur yang terhubung, penurunan fondasi, rangkak, dan susut juga harus dipertimbangkan.

4.12.2.3 Konsentrasi tegangan (*stress concentration*) akibat prategang harus dipertimbangkan dalam desain.

4.12.2.4 Pengaruh berkurangnya luas penampang karena adanya selongsong (*ducts*) harus diperhitungkan di dalam perhitungan properti penampang sebelum *grout* di dalam selongsong pascatarik (*posttensioning ducts*) memiliki kekuatan sesuai perhitungan desain.

4.12.2.5 Tendon pascatarik (*posttensioning*) diperbolehkan untuk dipasang pada bagian eksternal dari penampang komponen struktur. Persyaratan kekuatan dan kemampuan layan dalam standar ini berlaku untuk mengevaluasi pengaruh gaya tendon eksternal terhadap bangunan.

SNI 2847:2019

24.5 - Tegangan izin dalam komponen struktur lentur prategang

24.5.1 *Umum*

24.5.1.1 Tegangan beton pada komponen struktur lentur prategang harus dibatasi sesuai 24.5.2 hingga 24.5.4 kecuali hasil pengujian atau analisis membuktikan bahwa kinerja tidak mengalami penurunan.

STANDAR

24.5.1.2 Untuk perhitungan tegangan saat transfer prategang pada beban layan dan beban retak, teori elastisitas harus digunakan dengan asumsi-asumsi a) dan b):

a) regangan berubah secara linier sebagai fungsi jarak terhadap garis netral sesuai dengan 22.2.1.
b) pada daerah retak, beton tidak dapat menahan tarik.

24.5.2 *Klasifikasi komponen struktur lentur prategang*

24.5.2.1 Komponen struktur lentur prategang dikelompokan sebagai kelas U, T atau C sesuai Tabel 24.5.2.1 berdasarkan tegangan tarik f_t pada serat terjauh di daerah tarik pratekanan akibat beban layan dengan menganggap penampang utuh.

Tabel 24.5.2.1 – Klasifikasi komponen lentur prategang berdasarkan f_t

Perilaku penampang	Kelas	Batasan f_t
Tidak retak	U[1]	$f_t \le 0.62\sqrt{f'_c}$
Peralihan antara tak retak dan retak	T	$0.62\sqrt{f'_c} < f_t \le 1.0\sqrt{f'_c}$
Retak	C	$f_t > 1.0\sqrt{f'_c}$

[1] Pelat dua arah prategang direncanakan sebagai kelas U dengan $f_t \le 0.50\sqrt{f'_c}$

SNI 2847:2019

PENJELASAN

desain terhadap kasus khusus di luar standar ini harus merujuk 1.10 standar ini.

R24.5.2 *Klasifikasi komponen struktur lentur prategang*

R24.5.2.1 Perilaku komponen struktur lentur prategang dikelompokkan menjadi 3 kelas. Komponen struktur Kelas U dianggap tidak mengalami retak. Komponen struktur Kelas C dianggap mengalami retak. Perilaku Kelas T adalah transisi antara retak dan tak retak. Persyaratan kemampuan layan untuk setiap kelas dirangkum dalam Tabel R24.5.2.1. Sebagai perbandingan tabel ini juga menampilkan persyaratan komponen struktur nonprategang.

Kelas tersebut berlaku untuk tendon terlekat dan tanpa lekatan, tapi sistem pelat dua arah prategang harus direncanakan sebagai kelas U dengan $f_t \le 0.50\sqrt{f'_c}$

Daerah tarik pratekanan didefinisikan sebagai bagian penampang yang menderita tarik lentur yang dihitung menggunakan properti penampang bruto yang terjadi akibat beban hidup dan mati

II. KONSEP STRESS CONTROL

1) *Tahap Transfer.*

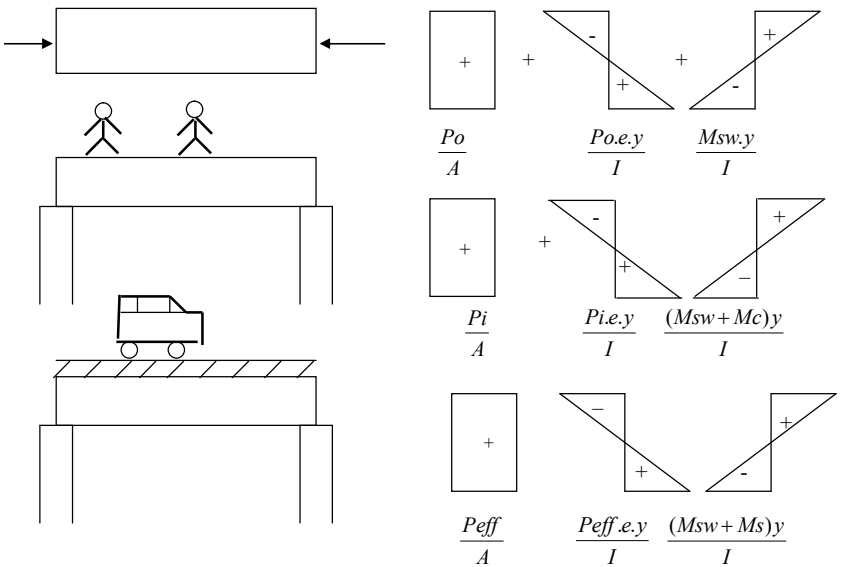
   Pada tahap ini gaya prategang bekerja penuh, beban yang bekerja adalah berat sendiri, dan kekuatan beton belum termobilisasi penuh.

2) *Tahap Pemasangan*

   Pada tahap ini gaya prategang telah mengalami kehilangan yang bersifat seketika, beban yang bekerja adalah berat sendiri dan beban konstruksi dan kekuatan beton telah termobilisasi penuh.

3) *Tahap layan*

   Pada tahap ini gaya prategang telah mengalami seluruh komponen kehilangannya, beban yang bekerja adalah berat sendiri dan beban hidup, serta kekuatan beton telah termobilisasi penuh.



Stress Control Minimal : 3 Tahap

II. KONSEP STRESS CONTROL

Komponen Tiang Pancang Pratarik

1.Penulangan

2. Stressing

3. Demoulding

4. Stocking

5. Pemancangan

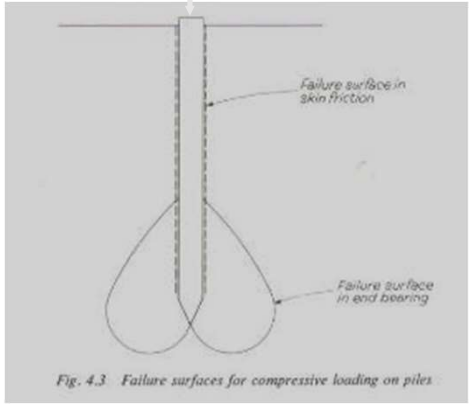


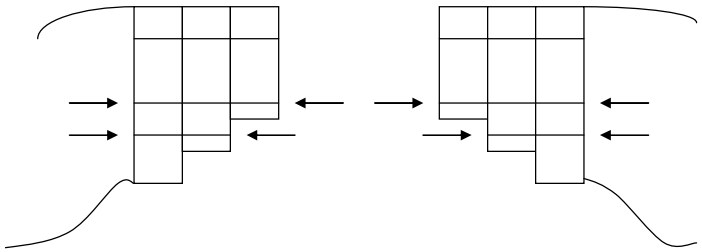
Fig. 4.3 Failure surfaces for compressive loading on piles

6. Masa Layan

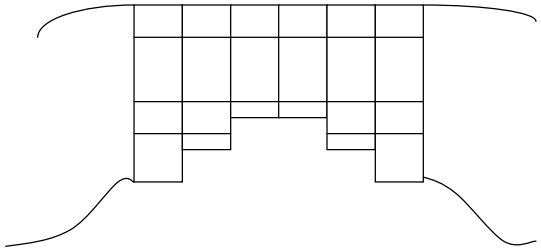
II. KONSEP STRESS CONTROL

Komponen Box Girder Segmental Kantilever
Yang Multi-Stage Stress Control

(I) Stressing tiap elemen (kondisi balok dua perletakan)



(II) kontrol tegangan tiap ada pemasangan segmen baru (kondisi kantilever)



(III) Masa layan (kondisi jepit-jepit)

II. KONSEP STRESS CONTROL

Komponen Box Girder dan Cable Stayed Bridge

1.Penulangan

2. Pengecoran

3. Stocking

4 .Transportasi

5.Erection - Stressing

6. Masa Layan

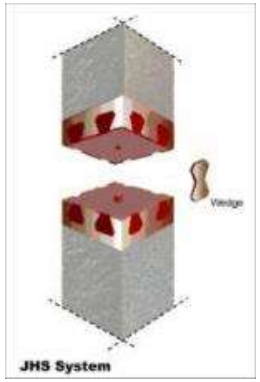
III. Sejarah Konstruksi Pracetak dan Prategang

Diinisiasi oleh tokoh-tokoh konstruksi yang cemerlang, berdedikasi kompeten, berintegritas dan berwibawa :

Prof Rooseno menggagas tiang pancang beton pracetak dengan sambungan soket di Pembangunan Gedung Sarinah 1962

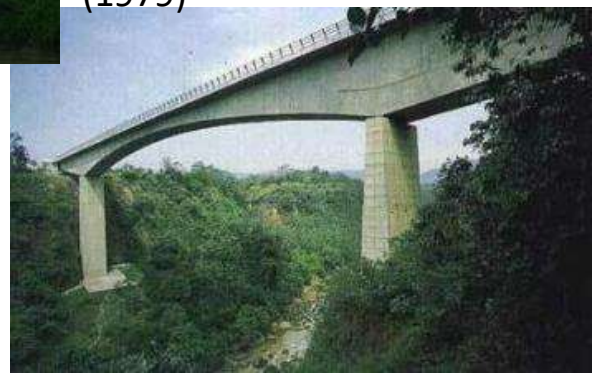
Ir. Sutami menggagas konstruksi prategang pada Jembatan Semanggi (1962)

III. Sejarah Konstruksi Pracetak dan Prategang



Ir. JH Simanjuntak penemu sambungan baji untuk tiang pancang beton pracetak (1982) → mensubsitusi tiang pancang baja

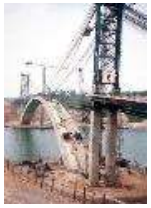
Jembatan Rajamandala dengan Box Kantilever Prategang Karya Ir. Kusnadi (1979)

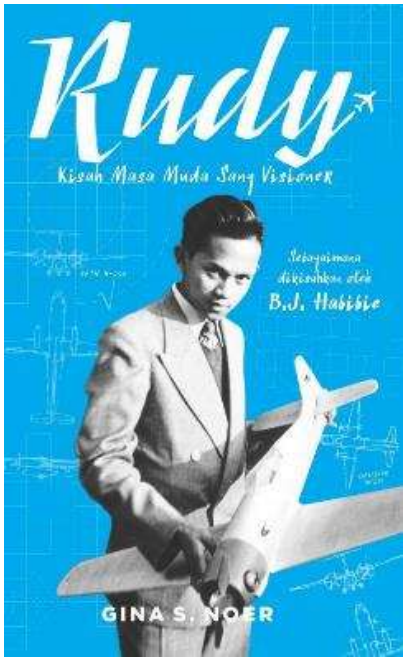


III. Sejarah Konstruksi Pracetak dan Prategang

Bpk Tjokorda Raka Sukawati, penemu Sistem Landas Putar Bebas Hambatan (LPBH) Sosrobahu : Penerapan di Jalan Layang Cawang Priok (1985), dengan didukung penggunaan I girder pracetak paskatarik dan tiang pancang beton pratarik secara massal → menjadi milestone utama perkembangan industri pracetak dan prategang di Indonesia

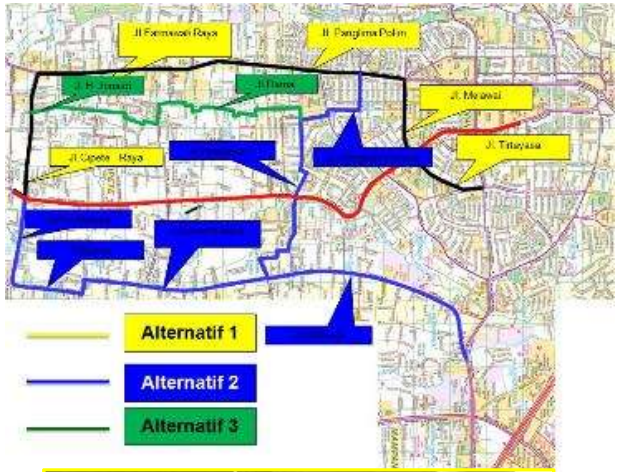
III. Sejarah Konstruksi Pracetak dan Prategang Indonesia





Jembatan Bentang Panjang Barelang (1995) : 6 jembatan dengan berbagai jenis tipe, dikerjakan oleh perencana,pelaksana dan pengawas dalam negeri, dengan sebelumnya melakukan studi banding dan alih teknologi : Para Alumninya menjadi ‘core’ konstruksi Jembatan dan Jalan Layang sampai sekarang

III. Sejarah Konstruksi Pracetak dan Prategang Indonesia



Beton kinerja tinggi

Sistem produksi Match Cast

Produksi massal di plant

Alat erection Lifter

Alat erection Launcher

Closure

Konstruksi Jalan Layang Non Tol DKI Jakarta (2010) : Menjadi satu milestone penting, karena box girder mulai masuk dalam skala industri fix plant, dengan teknologi ‘state of the art’ baik secara alih teknologi maupun pengembangan internal. Sejak itu penggunaan sistem ini menjadi trend

III. Percepatan Pembangunan Infrastruktur 2014-2019

Pertemuan 4 K/L/D/I Provider Infrastruktur dan stakeholder konstruksi 23 Desember 2014

Pengarahan Menteri PUPR

- Dilakukan bersama Kemenhub, Kemen ESDM, dan PLN, sebagai K/I yang kuasai 80% anggaran infrastruktur
- Pemerintah komit untuk meningkatkan dana infrastruktur yang berasal dari pengalihan subsidi BBM
  - Delivery harus berhasil
  - Kualitas harus lebih baik dari "yang diseberang'
  - Jangan banting2 harga

Pengarahan Menteri PUPR

- IAPPI – APPPI menyampaikan
  - kapasitas produksi pracetak dari studi katalog yang berkisar 16 juta ton
  - Mohon agar 'demand' didefinisikan untuk 2015-2019 untuk rencana investasi industri pracetak dan prategang yang sustain
  - Penekanan khusus pada produk jalan pracetak dan rumah pracetak yang pasarnya besar dan 'kualitasnya' sangat dibutuhkan masyarakat

Tanggapan Bpk Menteri PUPR : ditindaklanjuti via BP Konstruksi, untuk masalah perumahan industri pracetak dan prategang diminta support penuh

Pengarahan Menteri PUPR

- Beberapa aspirasi dari stakeholder lain
  - Asosiasi Alat berat : agar bisnis konstruksi diatur supaya lebih sustain, tidak naik turun secara drastis seperti selama ini agar perencanaan investasi bisa lebih baik
  - INKINDO : diusulkan batas billing rate minimum agar tenaga ahli lebih mendapat penghargaan yang baik dan konsultan tidak banting2an harga
  - IPJK : Proyek-proyek dipersiapkan dengan baik sebelum ditender (lahan bebas dan siap bangun, administrasi perijinan beres), agar tidak terjadi keterlambatan, yang mengarah ke kriminalisasi

PROGRAM STRATEGIS TAHUN 2015-2019

BIDANG BINA KONSTRUKSI

Peningkatan Sumber Daya Pembangunan Infrastruktur

125 BUJK

Peningkatan BUJK ke Kualifikasi Besar

10.000 Orang

Jumlah Tenaga Ahli/Manajer Proyek Terlatih

40.000 Orang

Jumlah

30%

Penggunaan beton pracetak

50.000 Orang

Jumlah insinyur baru konstruksi bersertifikat

200.000 Orang

Jumlah teknisi bersertifikat

500.000 Orang

Jumlah tenaga terampil bersertifikat

40%

Pekerjaan konstruksi yang menerapkan manajemen mutu dan tertib penyelenggaran konstruksi

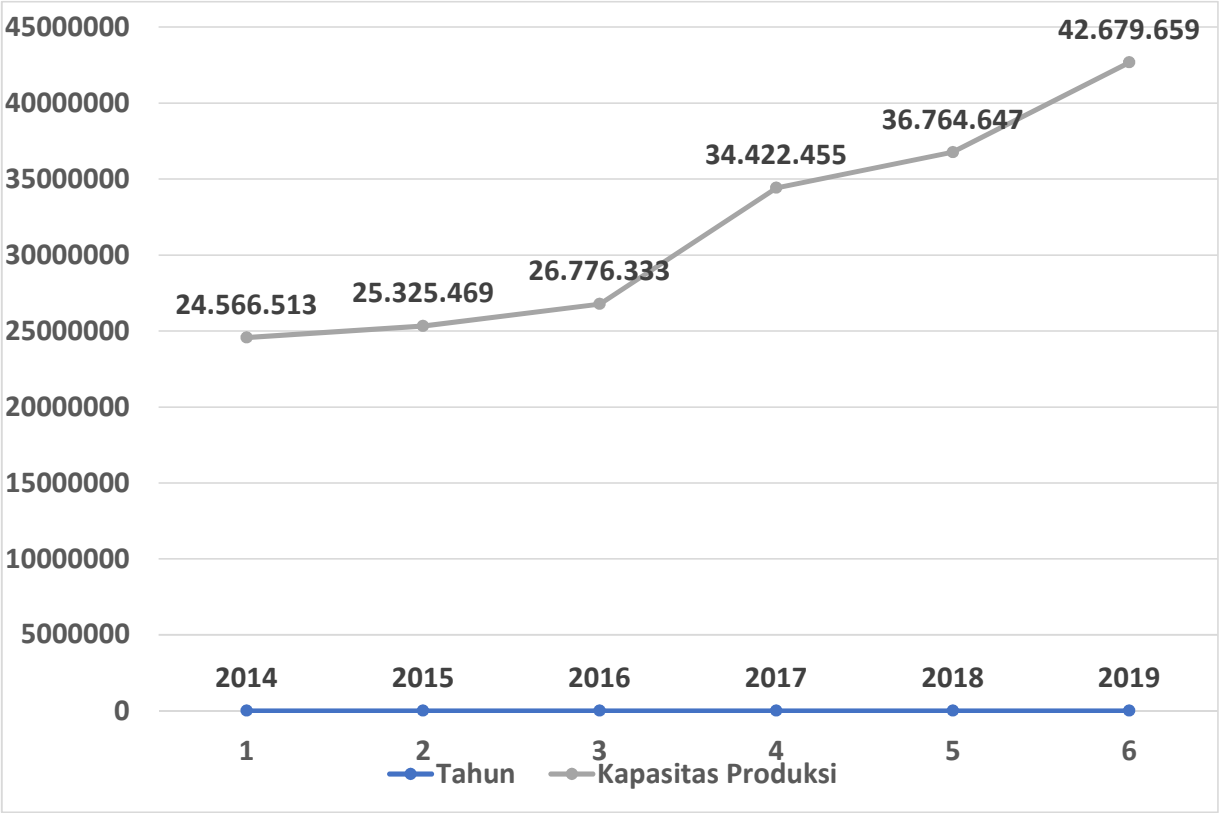
10.000 orang

Jumlah instruktur/asesor pelatihan konstruksi

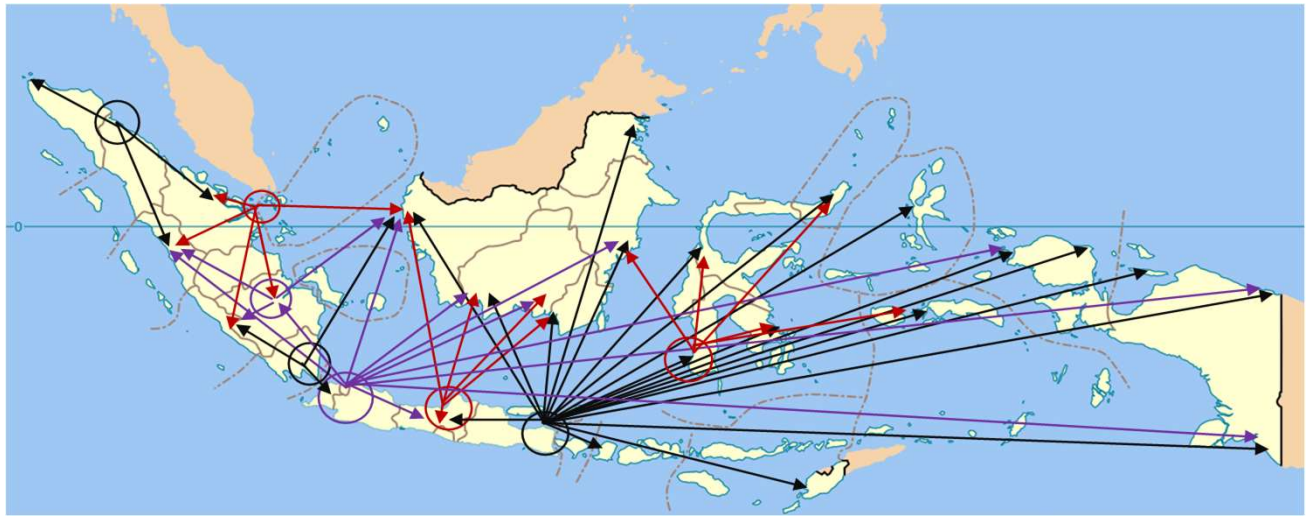
Rp.15 Triliun

Ekspor jasa konstruksi ke luar negeri

Kapasitas Produksi AP3I 2014-2019



Peta Produksi dan Distribusi Produk Beton Pracetak



1. Sumatera Utara (3 Pabrik KP 1.420.141 Ton/Th)
2. R i a u (2 Pabrik KP 865.359 Ton/Th)
   Sumatera Barat (1 Pabrik KP 95.545 Ton/Th)
3. Sumatera Selatan (3 Pabrik KP 1.165.266 Ton/Th)
4. Lampung (3 Pabrik KP 1.209.572 Ton/Th)
5. Banten (9 Pabrik KP 4.058.691 Ton/Th)
   DKI akarta (3 Pabrik KP 1.781.671 Ton/Th)
   Jawa Barat (30 Pabrik KP 16.006.751 Ton/Th)
6. Jawa Tengah (5 Pabrik KP 1.316.056 Ton/Th)
   DI Yogyakarta (1 pabrik KP 782.105 Ton/Th)
7. Jawa Timur (13 Pabrik KP 6.239.722 Ton/Th)
   B a l i (1 Pabrik KP 36.772 Ton/Th)
   Nusatenggara Barat (2 Pabrik KP 31.412 Ton/Th)
8. Sulawesi Utara (1 Pabrik KP 108.720 Ton/Th)
   Sulawesi Selatan (1 Pabrik KP 439.925 Ton/Th)
   Sulawesi Tenggara (1 Pabrik KP 73.725 Ton/Th)

MRT Tunnel

Pembuatan terowongan dengan Tunnel Boring Machine dan dilapisi dengan precast panel -→ lebih bagus dari MRT Singapura

MRT : Precast Tunneling & Elevated Construction

LRT : Elevated Construction

LRT Kelapa Gading - Velodrome

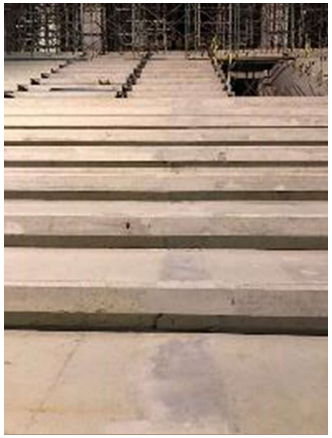
LRT PALEMBANG

LRT Jakabaring - Airport

RUSUN WISMA ATLIT KEMAYORAN

10 blok rumah susun tingkat tinggi 18 – 32 lantai diselesaikan dalam waktu 17 bulan

Stadion Papua Bangkit



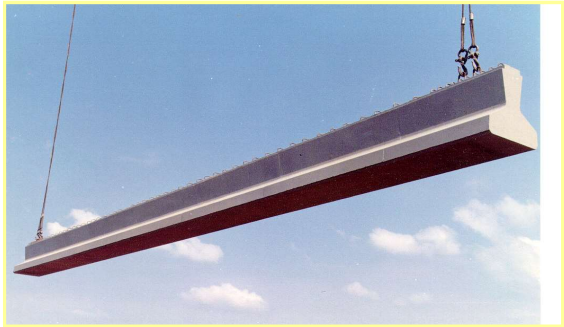
Dibangun dengan precast untuk tribun

Risha

04-PERHITUNGAN STRUKTUR PADA REKAYASA TAHAP KONSTRUKSI

III. Perhitungan Struktur pada Rekayasa Tahap Konstruksi

- I Girder Bentang Panjang



IV. Perhitungan Struktur pada Rekayasa Tahap Konstruksi

- I Girder Bentang Panjang

Eriksson

Stability of Precast/Prestressed Concrete Bridge Girders

Roy L. Eriksson, P.E. - Eriksson Technologies, Inc.
PCEF Committee - August 20, 2015, Raleigh, NC

1

Lateral Stability

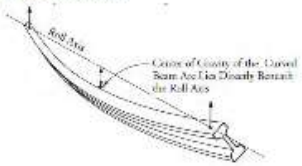
- Two basic cases:
  - Hanging beams
  - Supported beams
- This presentation deals with hanging beams
- *Lateral Stability of Long Prestressed Concrete Beams* (Mast 1989)
  - Lateral bending stability of beams
  - *Not* lateral-torsional buckling, as with steel beams

Lateral Stability

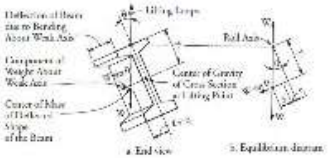
- Torsional stiffness of prestressed concrete beams >> steel beams
- Therefore, assume P/S beams are torsionally rigid
- Lateral ***bending*** stability of beams
- For P/S beams, we are mainly concerned with:
  - Statical equilibrium of the system
  - Ability of the beam to resist lateral bending
    - Cracking
    - Flexural strength

Roll Axis

- Between Lift Points
- CG Under Roll Axis



Roll Equilibrium



Factors of Safety

$$FS = \frac{M_r}{M_a}$$

- FS against cracking: 1.0
- FS against failure: 1.5

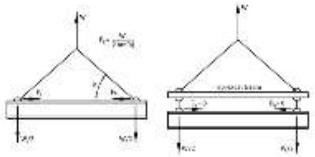
Strand Lifters

Raise Roll Axis

- Raise roll axis above the top of the girder
- Requires special hardware

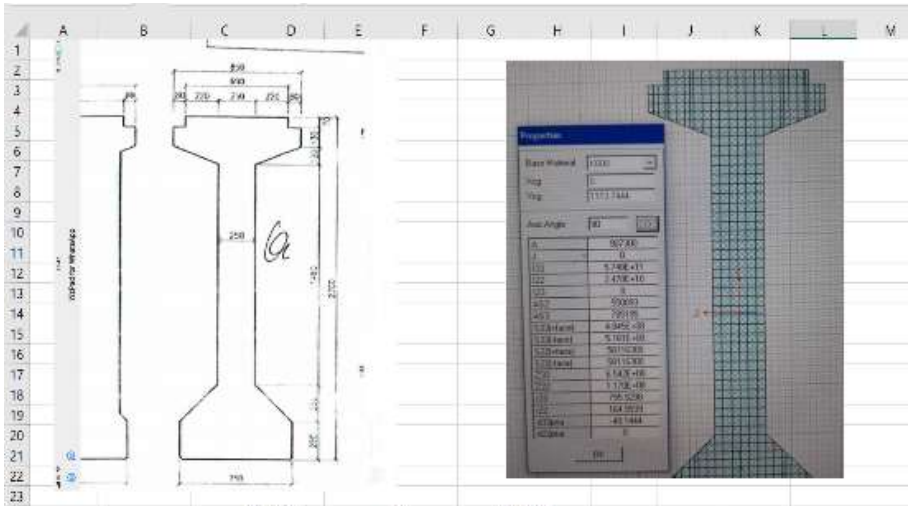
Rigging

- Single-crane pick
- Two-crane pick



IV. Perhitungan Struktur pada Rekayasa Tahap Konstruksi

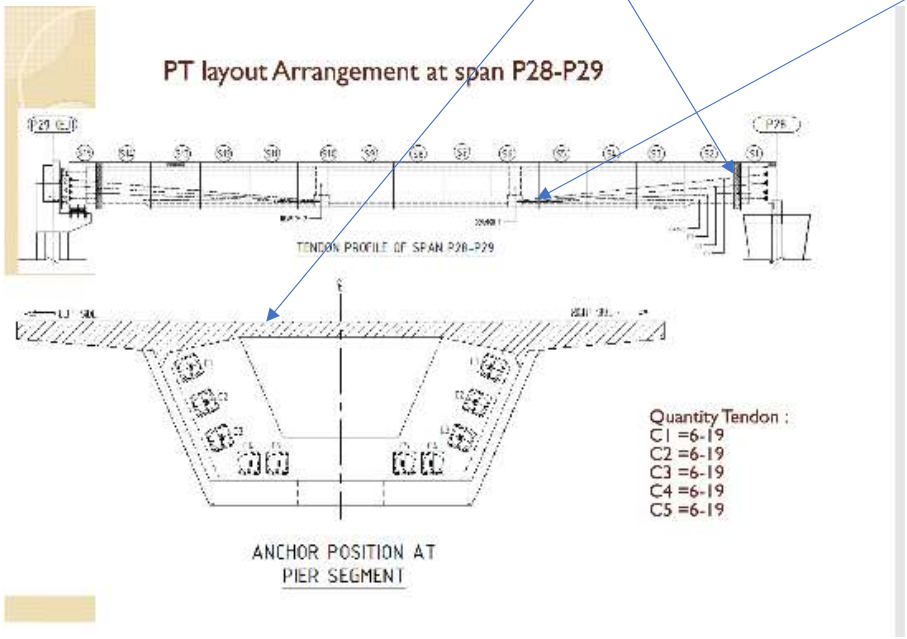
- I Girder Bentang Panjang



γ	24 kN/m3		fc'	66.4 MPa		
A	907300 mm2		Ec = 4730 sqrt (fc')	38542.97 MPa		
q = g A	21.7752 kN/m'		fcr klp = 0.66 E/λm	13.8252 MPa		
L	50 m					
Wsw	1088.76 kN					
h	2300 mm		850	2300	0.369565	
b	250 mm		0.108696	0.125		
ts	250 mm			0.533333		
Lam = L h/(b ts)	1840	Kelangsingan yang LUAR BIASA BESAR				
I	5.75E+11 mm4					
Yt	1187 mm					
Wt	4.84E+08 mm3					
Msw maks	6804.75 kN m	ANGKA KEAMANAN TERHADAP TORSI MENDEKATI 1 AKIBAT BERAT SENDIRI				
Mcr klp = fcr klp Wt	6894.796 kN m	GIRDER MUDAH MENGALAMI GULING				

IV. Perhitungan Struktur pada Rekayasa Tahap Konstruksi

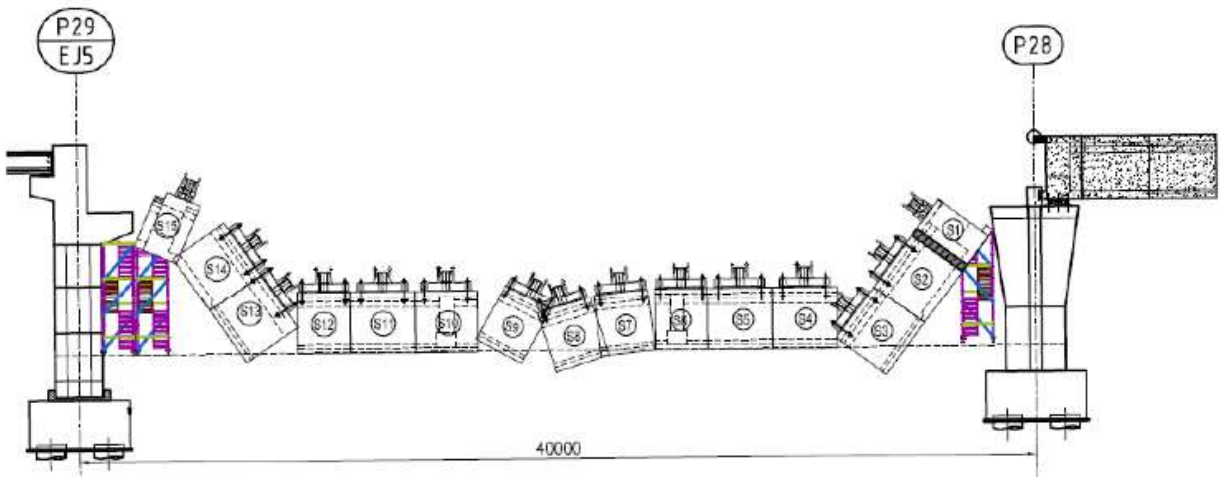
- Komponen konstruksi : Precast Box Girder, Sistem Prategang eksternal dengan deviator, wet joint, Sistem Pengangkat komponen.



IV. Perhitungan Struktur pada Rekayasa Tahap Konstruksi

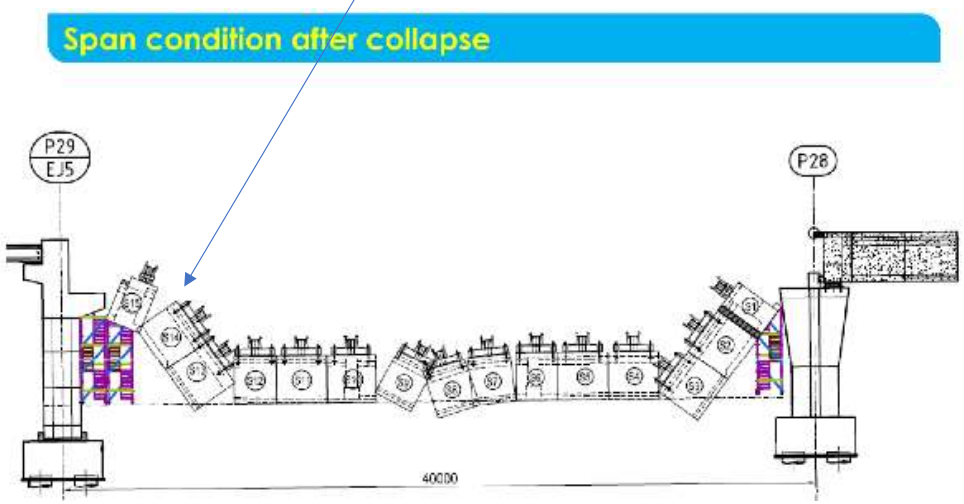
- Laporan saksi mengatakan girder telah sepenuhnya distressing, telah diletakkan di pier, kemudian terjadi suara keras, dan segera konstruksi runtuh.

Span condition after collapse



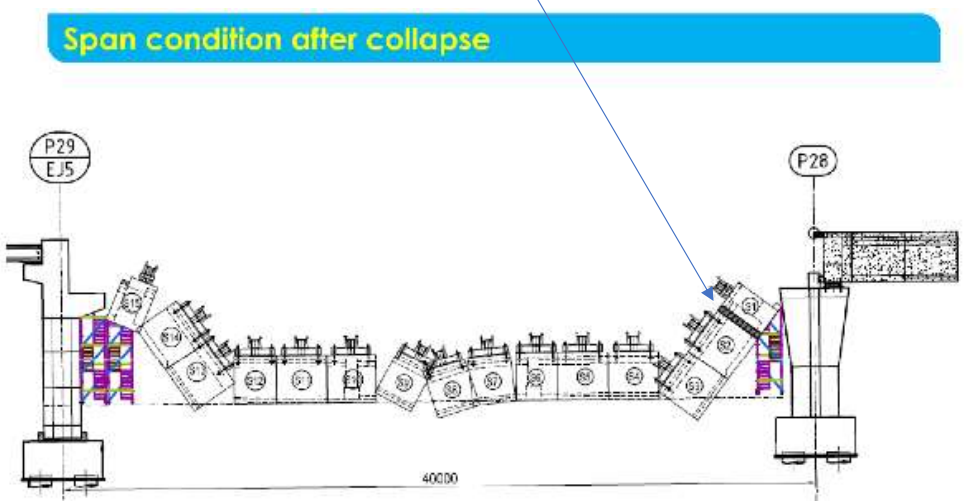
IV. Perhitungan Struktur pada Rekayasa Tahap Konstruksi

- Overstress : Bisa karena tegangan lebih tinggi dari yang terbaca atau akibat material yang belum mencapai kekuatan -→ menjadi titik lemah dibanding komponen lain yang sudah cukup umur. Di lapangan wet join di sisi yang berbatasan dengan I girder terlihat pecah. Jika wet join pecah, maka kabel akan mengalami kehilangan tegangan secara mendadak, dan akan terjadi keruntuhan mendadak



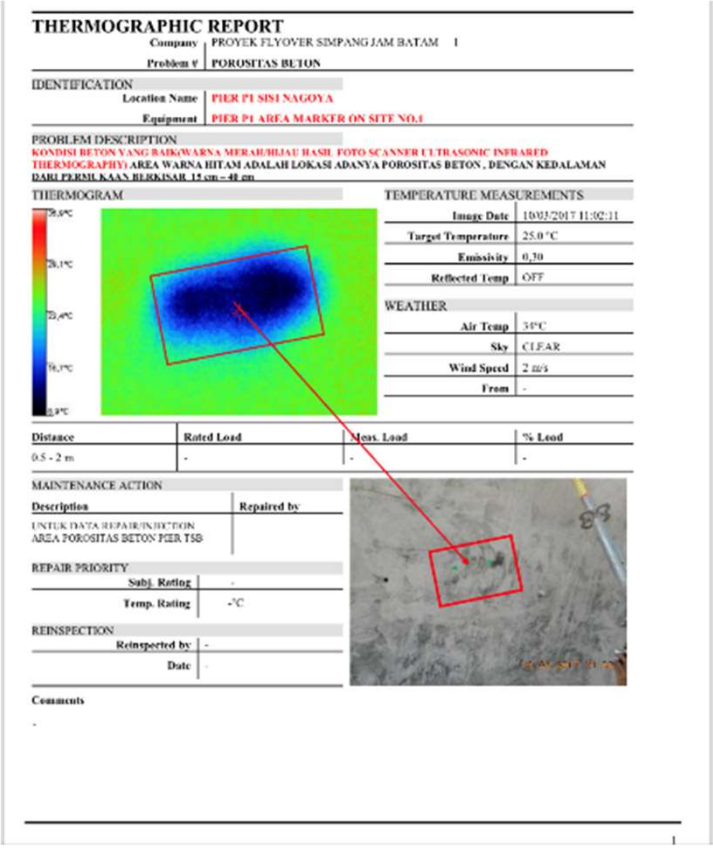
IV. Perhitungan Struktur pada Rekayasa Tahap Konstruksi

- Pada sisi pier box girder menerus, wet joint masih utuh. Segment tertarik keruntuhan progresif



IV. Perhitungan Struktur pada Rekayasa Tahap Konstruksi

- Wet Join LRT Kelapa Gading



THERMOGRAPHIC REPORT

Company: PROYEK FLYOVER SIMPANG JAM BATAM 1
Problem #: POROSITAS BETON

IDENTIFICATION
Location Name: PIER P1 SISI NAGOYA
Equipment: PIER P1 AREA MARKER ON SITE NO.1

PROBLEM DESCRIPTION
KONDISI BETON YANG BAIK/WARNA MERAH/HIJAU HASIL FOTO SCANNER ULTRASONIC INFRARED THERMOGRAPHY: AREA WARNA HITAM ADALAH LOKASI ADANYA POROSITAS BETON , DENGAN KEDALAMAN DARI PERMUKAAN BERKISAR 15 cm – 40 cm

THERMOGRAM

TEMPERATURE MEASUREMENTS
Image Date: 10/03/2017 11:02:11
Target Temperature: 25.0 °C
Emissivity: 0,30
Reflected Temp: OFF

WEATHER
Air Temp: 35°C
Sky: CLEAR
Wind Speed: 2 m/s
From: -

Distance	Rated Load	Meas. Load	% Load
0.5 - 2 m	-	-	-

MAINTENANCE ACTION
Description: UNTUK DATA REPAIR/INJECTION AREA POROSITAS BETON PIER T5B
Repaired by:

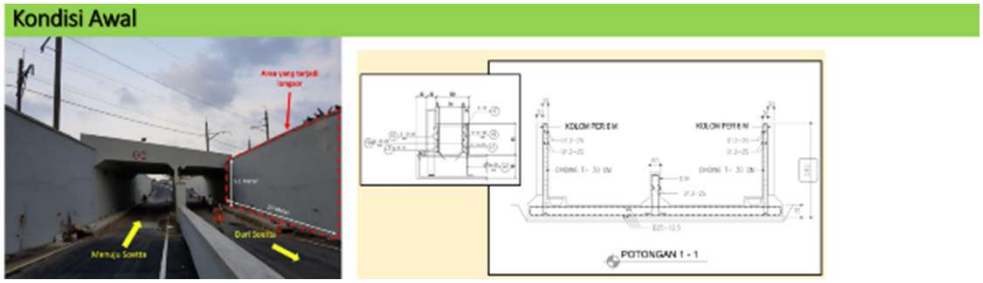
REPAIR PRIORITY
Subj. Rating: -
Temp. Rating: -°C

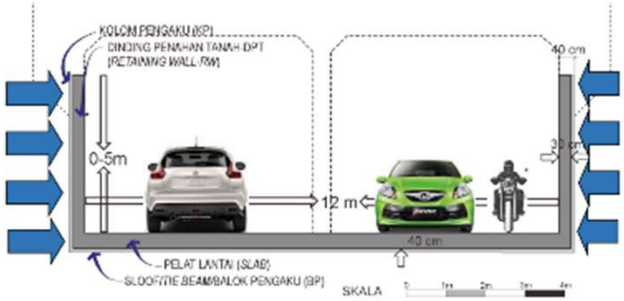
REINSPECTION
Reinspected by: -
Date: -

Comments
-

IV. Perhitungan Struktur pada Rekayasa Tahap Konstruksi

- Underpass Perimeter Selatan Bandara Soekarno Hatta Km 8+6/7





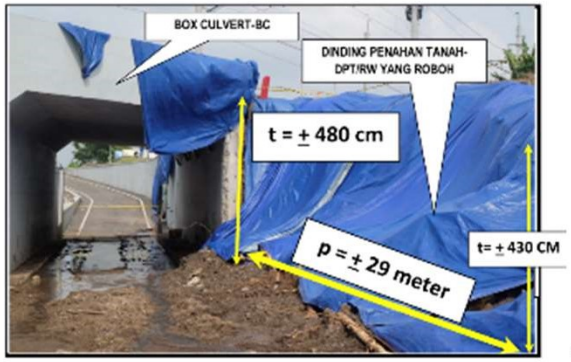


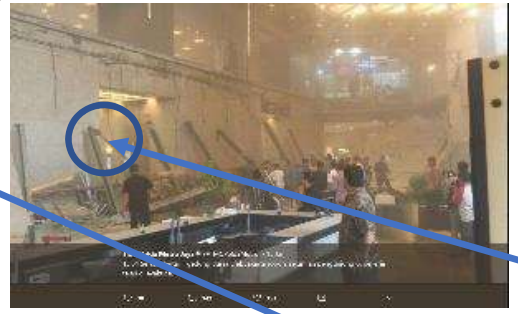
Foto 1. Kondisi Dinding Penahan Tanah (*Retaining Wall-RW*) Pasca Kejadian Keruntuhan, dilihat dari arah Barat ke Timur.

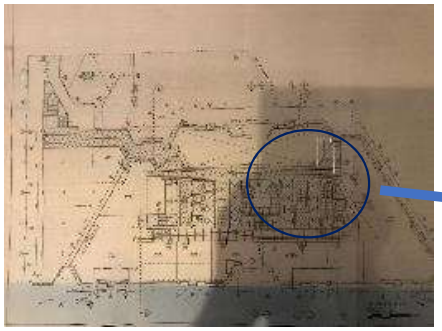
Foto 6. Kondisi cekungan permukaan tanah (*top soil*) pada belakang dinding/ panel beton RW

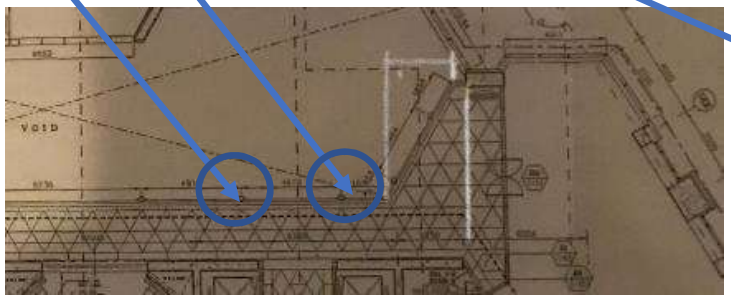
Perencanaan dinding penahan tanah yang serupa dengan box, serta ada cold joint pada pelaksanaan

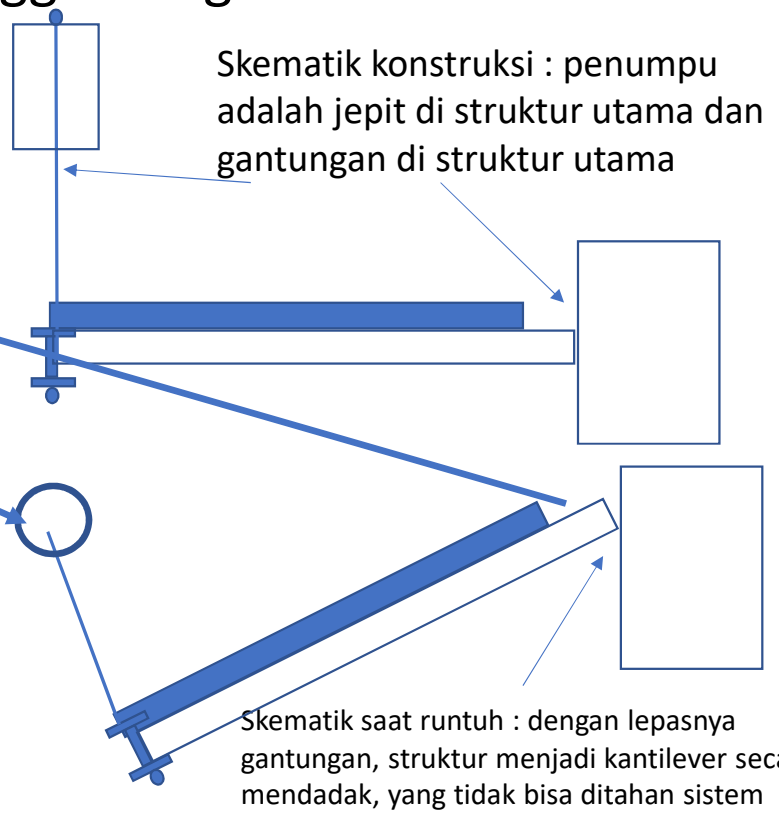
IV. Perhitungan Struktur pada Rekayasa Tahap Konstruksi

- Penggunaan Material Prategang : Kabel penggantung Jembatan Koridor Penghubung Bursa Efek Indonesia







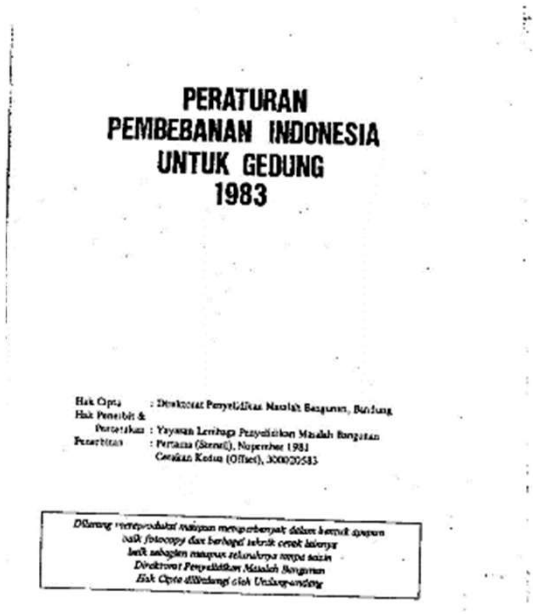


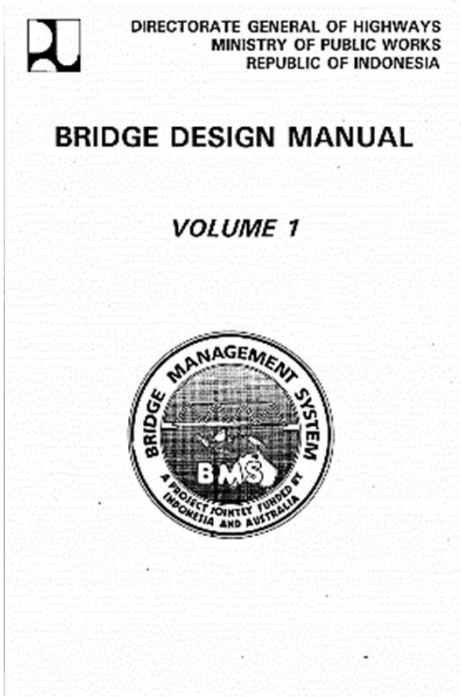
IV. Perhitungan Struktur pada Rekayasa Tahap Konstruksi

- Penggunaan Material Prategang : Kabel penggantung Jembatan Koridor Penghubung Bursa Efek Indonesia

STUDI PUSTAKA

- Peraturan Perencanaan di tahun 1996 - 1997

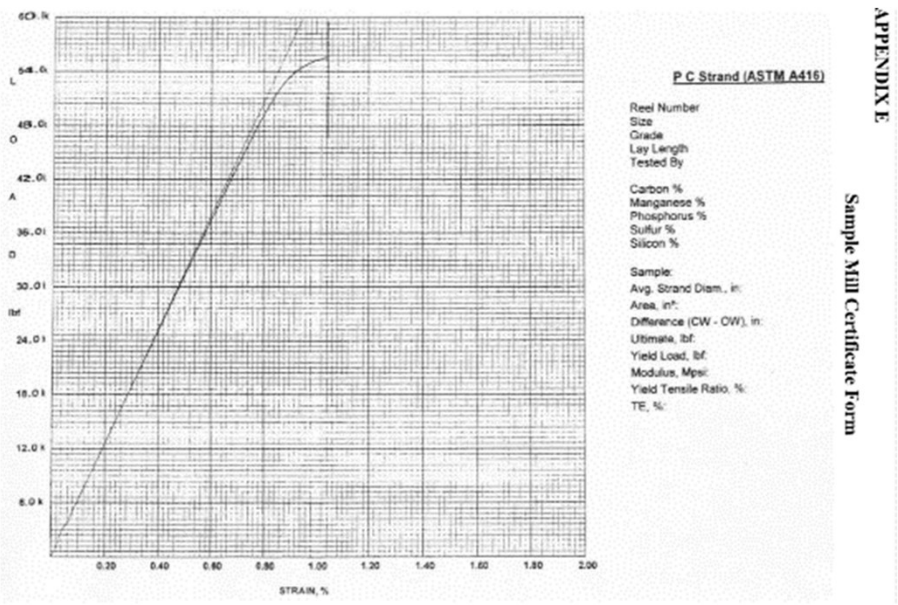


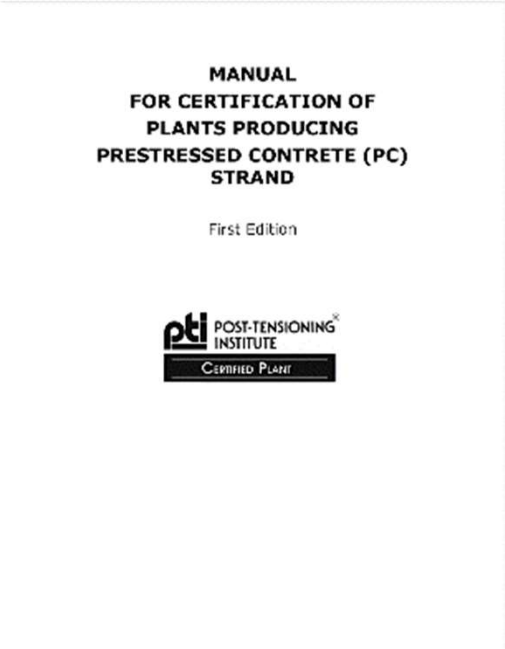


Konsep Perencanaan Umumnya Elastik dengan Angka Keamanan Total SF = 1.5 terhadap tegangan leleh

STUDI PUSTAKA

- Peraturan Perencanaan di tahun 1996 - 1997





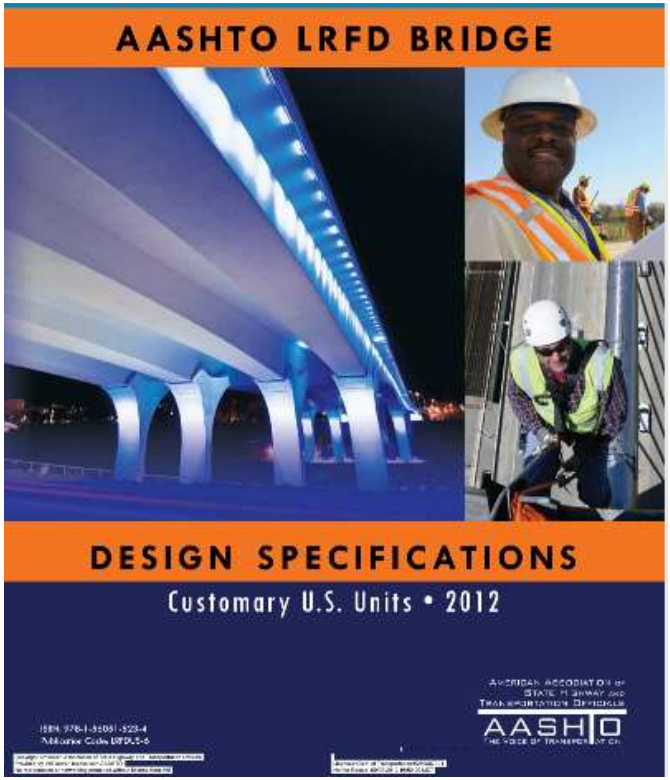
Kekuatan strand diuji dan diterbitkan dalam mill certificate

Material Prategang : Strand dan Sistem Pengangkuran : Sangat kuat hampir 4 x lebih kuat dari tulangan biasa, digunakan umumnya untuk menahan beban “Tarik” yang besar.

STUDI PUSTAKA

- Perilaku sistem prategang dengan strand pada tegangan rendah

Pada AAHSTO 2012, sudah ‘petunjuk’ tentang hal ini : Bahwa pada tegangan rendah ada potensi ‘slip’, namun dalam mill certificate pun yang dipublish adalah yang sudah terkoreksi



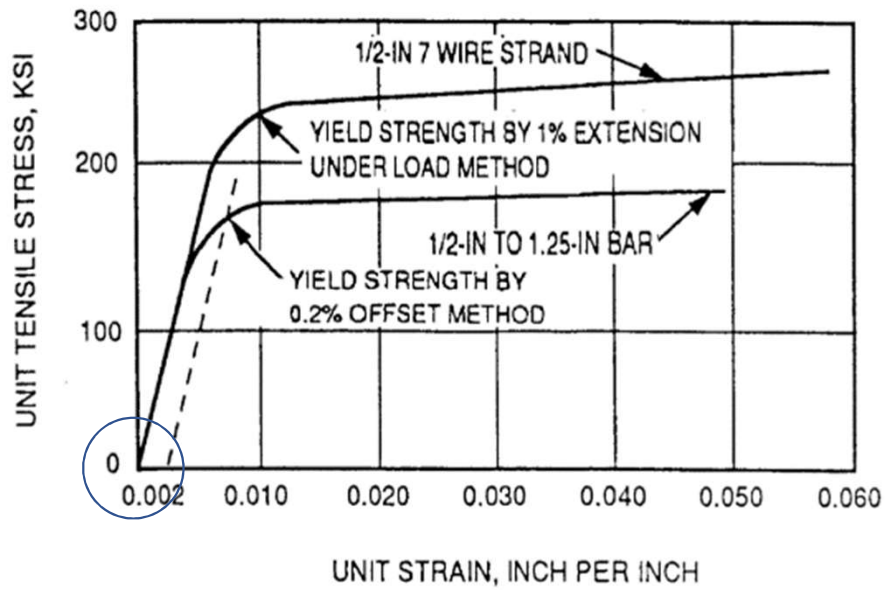
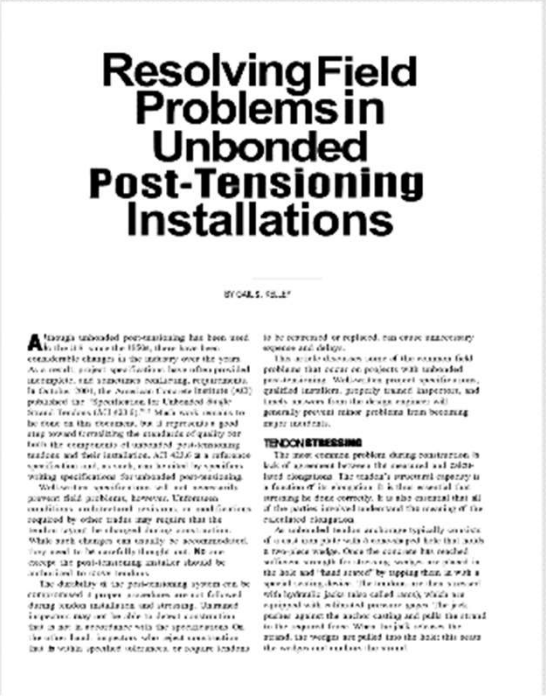


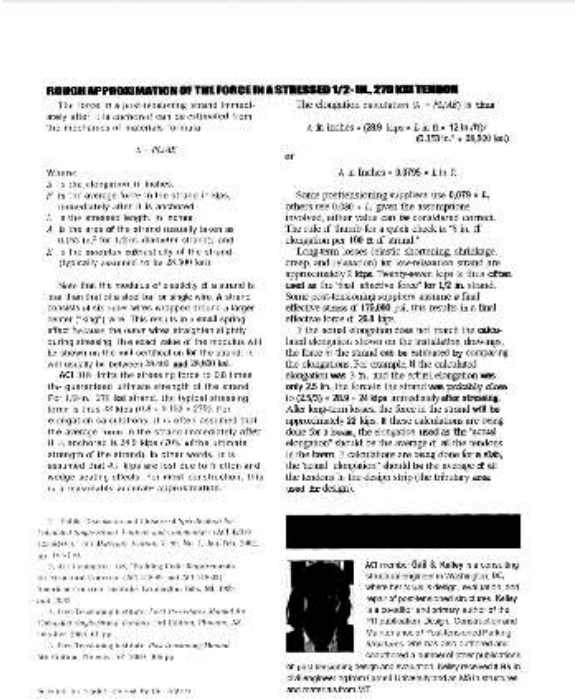
Figure C5.4.4.2-1—Typical Stress-Strain Curve for Prestressing Steels

STUDI PUSTAKA

- Ada perkembangan perlakuan sistem pengangkuran dari grouting ke pemakaian grease untuk antisipasi slip



Resolving Field Problems in Unbonded Post-Tensioning Installations



Penelitian ACI sejak 2001, membuat di lapangan sekarang angkur tidak di grout tapi diberi grease

- Menjamin angkur tetap dalam kondisi ideal sehingga menghindari slip
- Konsekuensinya harus ada perawatan berkala untuk mencek kondisi barrel dan wedges

HIPOTESIS

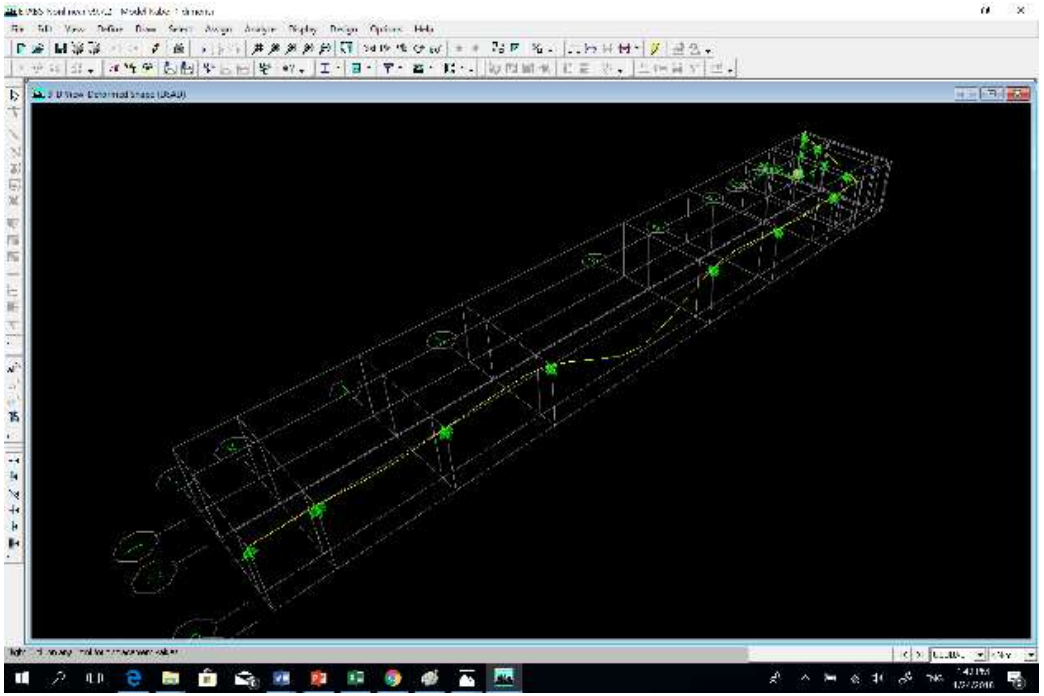
- Lepasnya kabel penggantung disebabkan kondisi beban rendah yang dikombinasi dengan kondisi beban yang terjadi pada saat kejadian

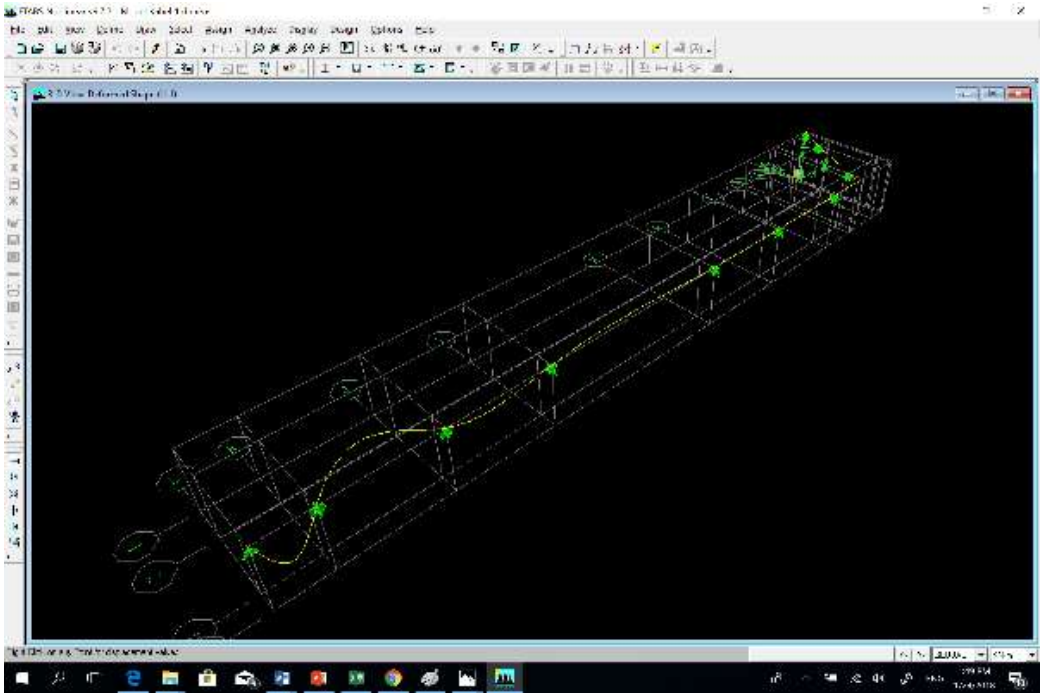
Baji digrouting di barrel

Strand yang lolos di baji

HIPOTESIS

- Model Awal : Struktur kabel diwakili oleh tumpuan-tumpuan yang mengalami beban setengah walk way





HIPOTESIS

- Model Awal : Struktur kabel diwakili oleh tumpuan-tumpuan yang mengalami beban setengah walk way

	Per tendon		Per strand	UTS	Rasio Stress	
F	16.74	kN	5.58	184	3.03%	DL
F	12.4	kN	4.133333	184	2.25%	
F	30.7	kN	10.23333	184	5.56%	
F	16.74	kN	5.58	184	3.03%	DL + LL1
F	12.4	kN	4.133333	184	2.25%	
F	30.71	kN	10.23667	184	5.56%	
F	16.78	kN	5.593333	184	3.04%	DL + LL2
F	12.54	kN	4.18	184	2.27%	
F	30.64	kN	10.21333	184	5.55%	
F	16.65	kN	5.55	184	3.02%	DL + LL3
F	13.49	kN	4.496667	184	2.44%	
F	38.22	kN	12.74	184	6.92%	
F	18.5	kN	6.166667	184	3.35%	DL + LL4
F	6.84	kN	2.28	184	1.24%	
F	50.44	kN	16.81333	184	9.14%	

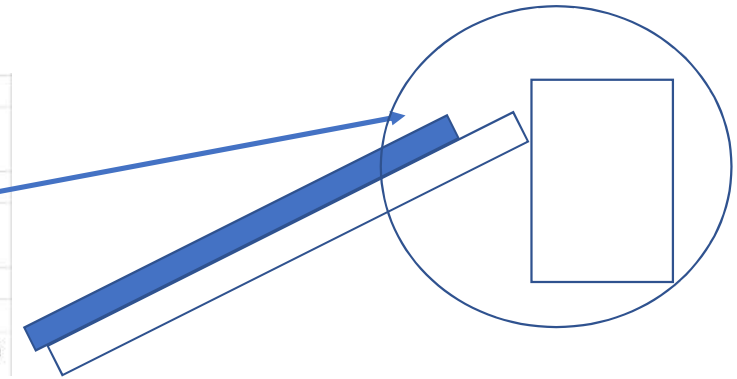
F	15.18	kN	5.06	184	2.75%	DL + LL5
F	21.14	kN	7.046667	184	3.83%	
F	38.25	kN	12.75	184	6.93%	
F	26.23	kN	8.743333	184	4.75%	DL + LL6
F	21.54	kN	7.18	184	3.90%	
F	30.82	kN	10.27333	184	5.58%	
F	21.28	kN	7.093333	184	3.86%	DL + LL7
F	12.51	kN	4.17	184	2.27%	
F	30.8	kN	10.26667	184	5.58%	
F	30.9	kN	10.3	184	5.60%	DL + LL
F	23.52	kN	7.84	184	4.26%	
F	56.61	kN	18.87	184	10.26%	

Stress rasio sangat rendah, pada kasus 15 Januari 2015, ada yang hanya 1.24%. Strand bisa lepas pada saat rombongan mendekati BCA, dan pada saat di posisi ujung,konstruksi menjadi kantilever yang tidak sanggup menahan beban

HIPOTESIS

- Model Awal : Struktur kabel diwakili oleh tumpuan-tumpuan yang mengalami beban setengah walk way

92	B	2300	mm				
93	L	2800	mm				
94	P wf400	1.687795	kN	M	4.725827	kN m	
95	q wf200	0.242736	kN/m'		0.951525	kN m	
96	P L80	5.155275	kN		14.43477	kN m	
97	q slab	5.52	kN/m'		21.6384	kN m	
98				M total	41.75052	kN m	
99				σ	237	MPa	>> tegangan ijin 160 Mpa
100							Sudah hampir sama tegangan leleh 240 Mpa

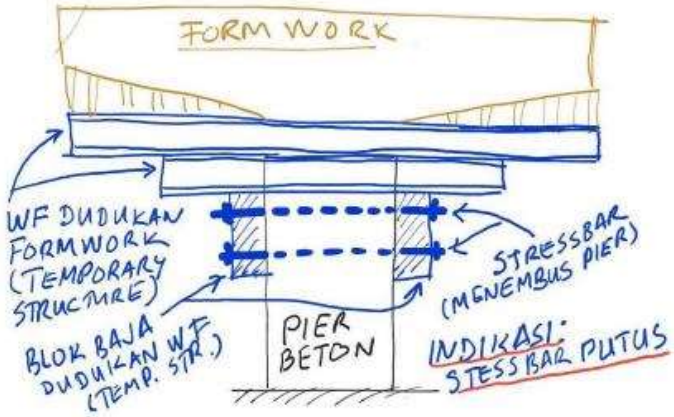


Struktur mengalami perubahan mendadak

IV. Perhitungan Struktur pada Rekayasa Tahap Konstruksi

- Penggunaan Material Prategang : Batang penumpu pengecoran Pier Becakayu

Ini yg di samping pierhead roboh



Spy jelas, di tunjukkan juga kalo gaya vertical di tahan tumpuan bracket di atas pier

09:11

Dan di ingatkan

Stress bar adalah batang tarik, TIDAK di disain untuk menahan gaya geser atau momen. 😄

09:12

IV. Perhitungan Struktur pada Rekayasa Tahap Konstruksi

- Penggunaan Material Prategang : Batang penumpu pengecoran Pier Becakayu

Pier bracket utk aktifasi tumpuan launching gantry saat erection pier segment.

Pier bracket menumpu di atas pier (alternatifnya menumpu di shear key di muka pier) utk menahan beban dari tumpuan gantry (gaya vertical / shear).

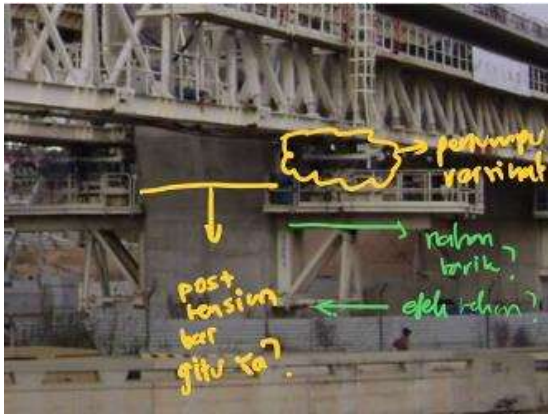
Momen guling dijadikan gaya couple,
gaya tarik di bagian atas ditahan stress bar yg diprestrèss dgn jacking force = SF x gaya tarik,
gaya tekan di bagian bawah ditahan langsung oleh pier (bearing stress).

Konsep pier bracket ini sama dgn yg seharusnya digunakan utk tumpuan sistem formwork pierhead.

08:42

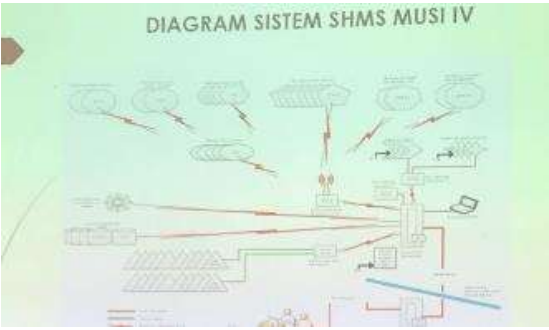
III. Perhitungan Struktur pada Rekayasa Tahap Konstruksi

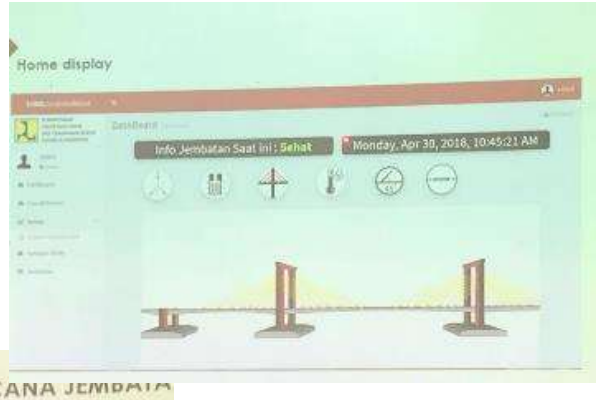
- Penggunaan Material Prategang : Batang penumpu pengecoran Pier Becakayu

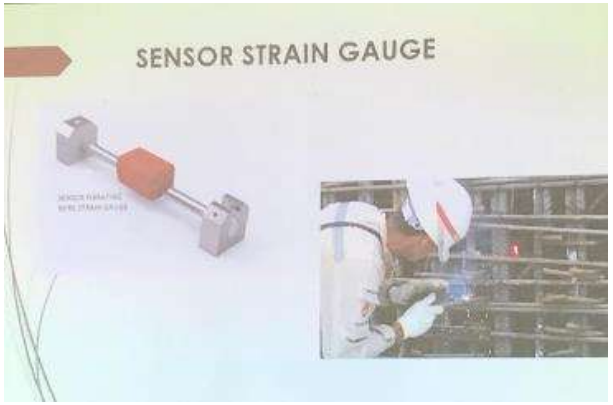


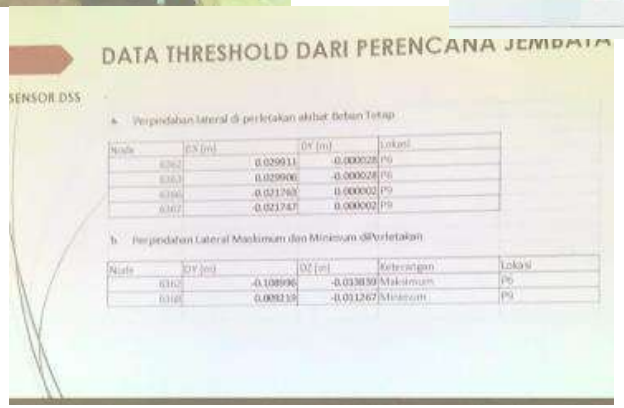
IV. Perhitungan Struktur pada Rekayasa Tahap Konstruksi

- Instrumentasi SHMS pada tahap pelaksanaan dan pemanfaatan









05-STANDAR KOMPLEMENTER

Sistem Sambungan Pracetak Prategang Tahan Gempa Kinerja Tinggi

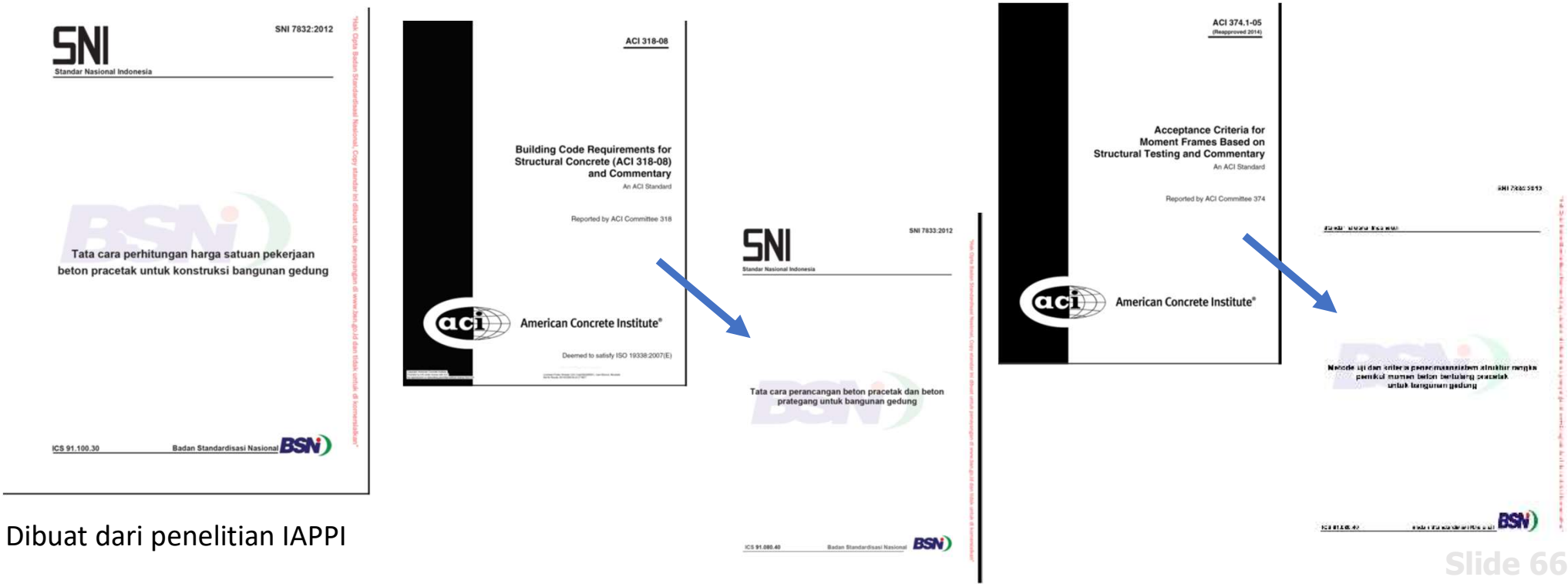
V. Standar Komplementer

- Struktur beton pracetak dan prategang sudah terakomodasi dengan baik dalam SNI 1726:2019 dan SNI 2847:2019 beserta penjelasannya
- Sesuai dengan rujukan aslinya ACI 318-14, ada beberapa ACI komplementer yang membahas hal-hal khusus yang tidak terpisahkan terhadap regulasi induknya, sehingga dirasakan perlu untuk juga membuat SNI komplementer untuk melengkapi SNI 2847:2019
- Pada kesempatan ini akan disajikan beberapa SNI komplementer, baik sudah disahkan BSN, yang disudah dikonsensuskan (RSNI3), maupun yang akan dikonsensuskan (RSNI2)
- Pembahasan khusus pada Sistem Sambungan Pracetak Prategang Tahan Gempa Kinerja Tinggi

V. Standar Komplementer

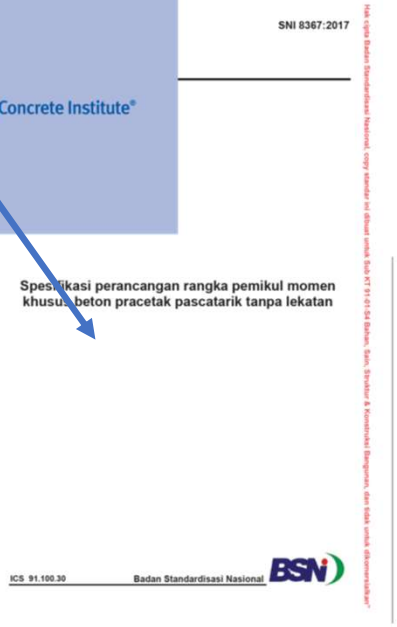
Perkembangan dalam SNI Beton

5. Pada tahun 2012 dikeluarkan 3 SNI khusus pracetak SNI 7832-2012, SNI 7833-2012, dan SNI 7834:2012



Dibuat dari penelitian IAPPI

Sejarah Regulasi



6.19 Ereksi 1 buah komponen untuk pelat pracetak

Tabel 15 – Ereksi 1 buah komponen untuk pelat pracetak

	Kebutuhan	Satuan	Indeks
Bahan	Solar	L	6,676
Alat	Sewa *crane*	unit hari	0,067
	Sewa *pipe support*	buah hari	1,100
Tenaga Kerja	Operator *crane*	OH	0,067
	Pembantu operator *crane*	OH	0,067
	Pekerja	OH	0,067
	Tukang batu	OH	0,067
	Tukang ereksi	OH	0,134

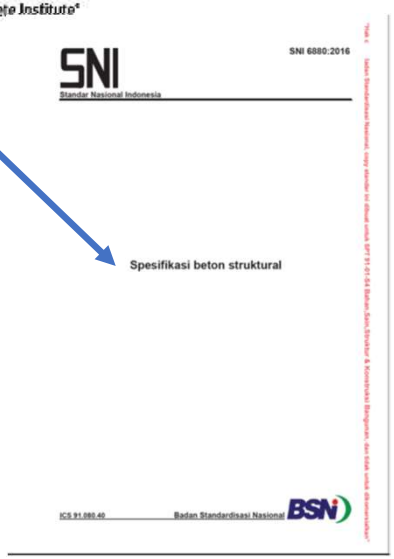
6.20 Indeks kenaikan lantai ereksi komponen untuk pelat pracetak

Tabel 16 – Indeks kenaikan lantai ereksi komponen untuk pelat pracetak

Lantai	Indeks kenaikan lantai ereksi pelat
1	1,000
2	1,000
3	1,000
4	1,000
5	1,000
6	1,000
7	1,000
8	1,018
9	1,037
10	1,055
11	1,075
12	1,094
13	1,114
14	1,134
15	1,155
16	1,176
17	1,197
18	1,219
19	1,241
20	1,264
21	1,287
22	1,310
23	1,334
24	1,358

ICS 91.100.30 Badan Standardisasi Nasional

Penelitian tambahan 2014 - 2017 untuk mendapatkan indeks ereksi bangunan tinggi



Usulan SNI Pracetak dan Prategang Komplementer SNI 2847:2019

NO	ACI CODE	TITLE
1	ACI 533R-11	Guide for Precast Concrete Wall Panels
2	ACI 523.2R-96	Guide for Precast Cellular Concrete Floor, Roof and Wall Unit
3	ACI 533.1R-02	Design Responsibility for Architectural Precast Concrete Projects
4	ACI 550.1R-09	Guide for Emulating Cast-in- Place Detailing for Seismic Design of Precast Concrete Structures
5	ACI 550.2R-13	Design Guide for Connections in Precats Jointed System
6	ACI ITG-7M-09	Specification for Tolerances for Precast Concrete

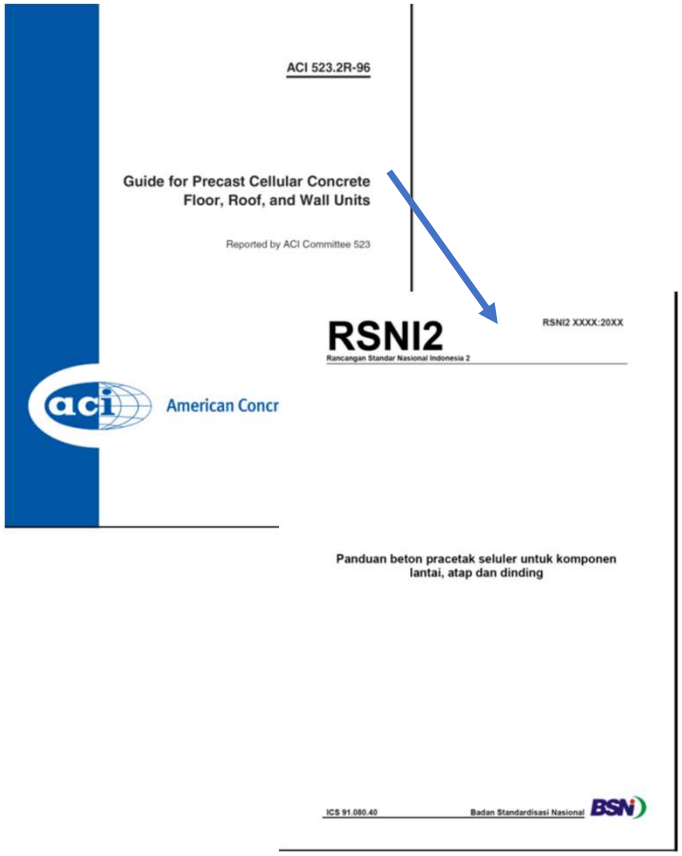
Usulan SNI Pracetak dan Prategang Komplementer SNI 2847:2019

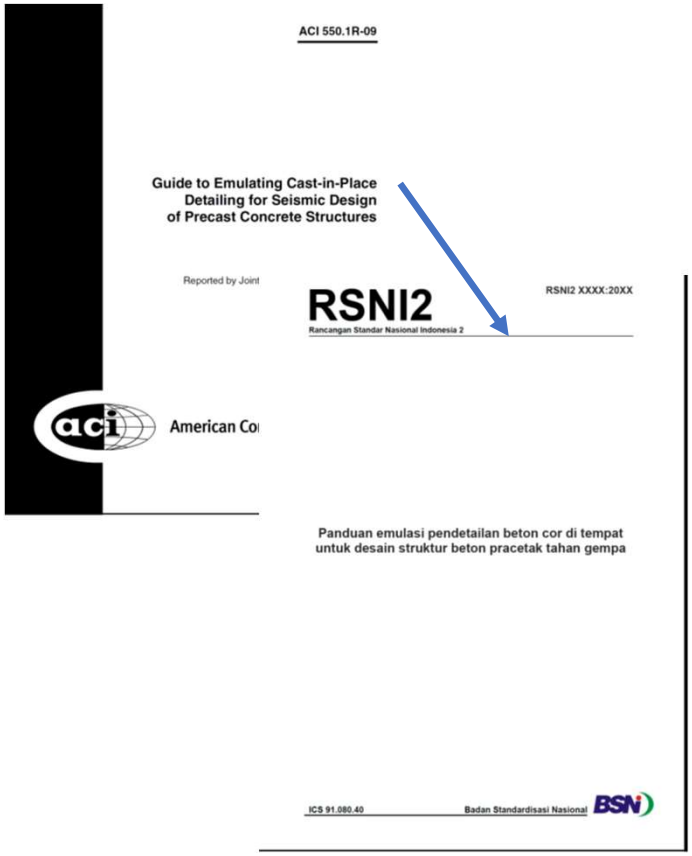
NO	ACI CODE	ISI
1	ACI 533R-11	Design dinding panel, toleransi, material, pabrikasi dan pengangkutan, instalasi,persyaratan kualitas dan pengujian
2	ACI 523.2R-96	Material, perencanaan,manufaktur, pengujian, pengangkutan, anti kebakaran lantai, atap dan dinding
3	ACI 533.1R-02	Tugas dan tanggung jawab masing-masing pihak, format kontrak
4	ACI 550.1R-09	Prosedur design, sistem komponen, sambungan, pabrikasi, transportasi, ereksi, inspeksi, dan emulasi
5	ACI 550.2R-13	Panduan perencanaan, lantai beton pracetak, sistem pemikul beban lateral, sambungan, konsiderasi pengangkatan, pengelasan dan grouting
6	ACI ITG-7M-09	Toleransi produk struktural, toleransi produk arsitektural non-struktural, toleransi ereksi produk arsitektural non-struktural

Usulan SNI Pracetak dan Prategang Komplementer SNI 2847:2019 yang sudah dikonsensuskan pada tahun 2019 RSNI3

No	Judul	Referensi ACI
1	Panduan Desain untuk komponen penyambung sistem pracetak	ACI 550.2R-13 Design Guide for Connection in Precast Jointed System
2	Panduan emulasi pendetailan beton cor di tempat untuk desain	ACI 550.1R-09 Guide to Emulating Cast-in Place Detailing for Seismic
	struktur beton pracetak tahan gempa	Design of Precast Concrete Structure
3	Panduan beton pracetak seluler untuk komponen lantai,atap, dan dinding	ACI 523.2R-96 Guide for Precast Celluar Concrete Floor, Roof and Wall units
4	Tanggungjawab perencanaan untuk proyek beton pracetak arsitektural	ACI 533.1R-02 Design Responsibility for Architectural Precast Concrete Projects

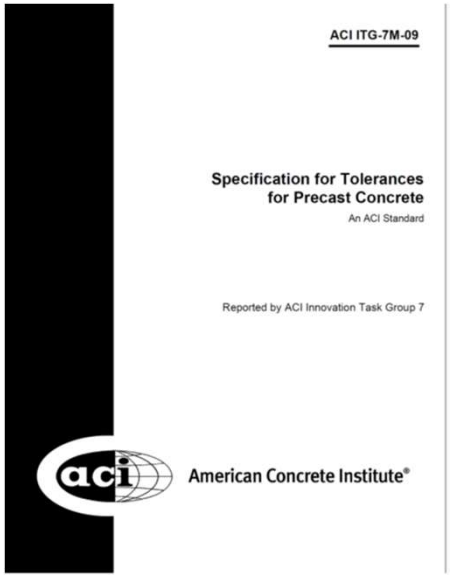
Sejarah Regulasi

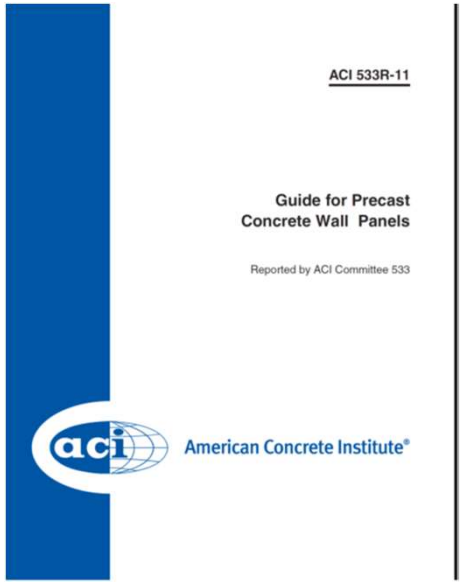




Sudah dikonsensuskan 9 Desember 2019

V. Standar Komplementer





Rencana dikonsensuskan 2020

Sudah dikonsensuskan 9 Desember 2019

V. Standar Komplementer

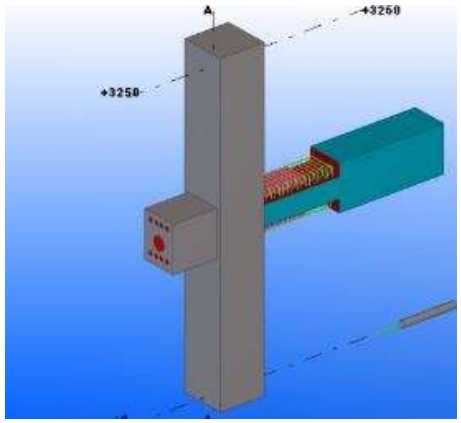
Standar Desain dan Pengujian Sistem Dinding Pemikul Rencana dikonsensuskan tahun 2020

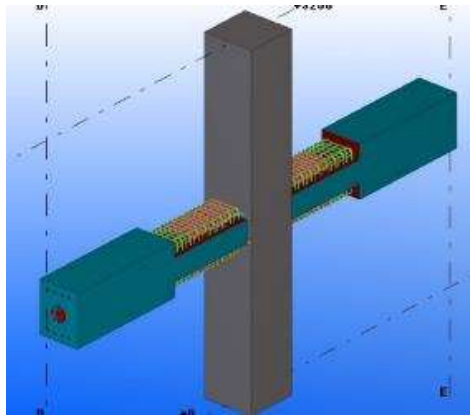
05-SNI 7834:2012

- Konsep SNI 7834:2012 Metoda Uji dan Kriteria Penerimaan Sistem Struktur Rangka Pemikul Momen Beton Bertulang Pracetak untuk Bangunan Gedung
- Contoh Penerapan : SPRMK, SPRMM dan SPRMB
- Kinerja aktual sistem terhadap beberapa gempa kuat yang terjadi di Indonesia (2004-2019)

SNI 7834 : 2012 : Konsep

- Pengujian join-balok kolom



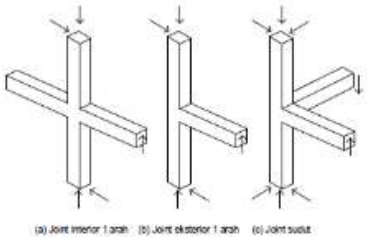


18.2.1.7 Sistem struktur beton bertulang yang tidak memenuhi ketentuan pasal ini diizinkan jika dapat diperlihatkan melalui bukti eksperimental dan analisis bahwa sistem yang diusulkan tersebut memiliki kekuatan dan ketegaran (*toughness*) yang minimal sama dengan yang dimiliki struktur beton bertulang monolit setara yang memenuhi ketentuan pasal ini.

pengujian, atau analisis. Kriteria penerimaan untuk rangka pemikul momen yang ditetapkan dalam SNI 7834 atau ACI 374.1 dapat digunakan bersamaan dengan Pasal 18 untuk menunjukkan bahwa kekuatan, kapasitas disipasi energi, dan kapasitas deformasi sistem rangka yang diusulkan paling tidak sama atau melebihi kinerja sistem beton monolit setara.

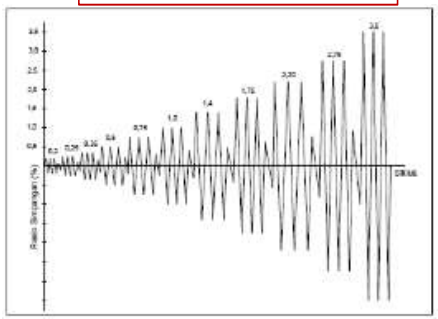
Pengujian sesuai dengan SNI 7834-2012 (adopsi ACI 374.1-05), dimana sampai drift 3.5% ada 5 kriteria ketegaran yang harus dipenuhi agar dapat tergolong Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

Benda Uji



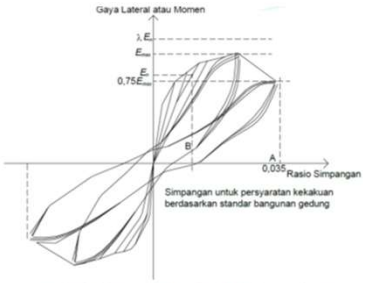
Gambar3- Konfigurasi joint

Siklus pembebanan



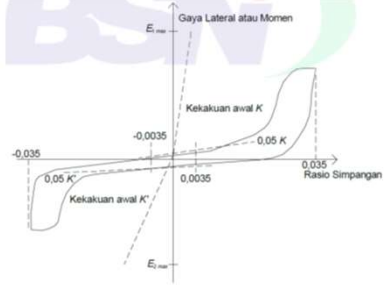
Gambar 4- Program pembebanan

Kriteria penerimaan gaya puncak



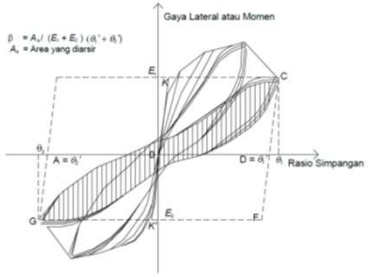
Gambar 5- Besaran untuk evaluasi kriteria penerimaan

Kriteria penerimaan kekakuan



Gambar 7- Perilaku histeretik yang tidak dapat diterima

Kriteria penerimaan Dissipasi energi



Gambar 6- Disipasi energi relatif

SNI 7834 : 2012 : Konsep

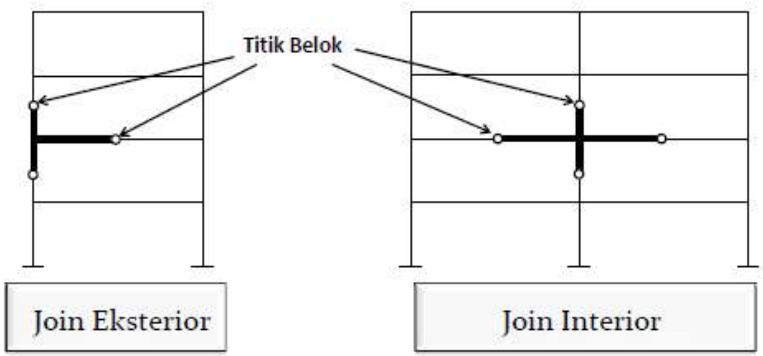
- Pengujian join-balok kolom

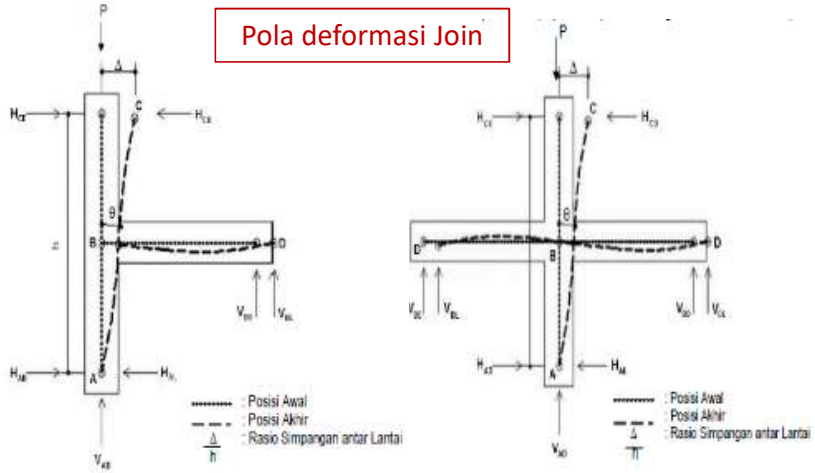
Desain Benda Uji :

- ❑ Prosedur desain sudah harus dikembangkan untuk struktur portal pracetak prototipe
- ❑ Prosedur desain yang sama harus digunakan untuk merancang benda uji
- ❑ Nilai faktor kuat lebih yang digunakan untuk mendesain kolom portal prototipe ≥ dari yang ditetapkan pada SNI 2847

Benda Uji :

- ❑ Jumlah benda uji sekurang-kurangnya dua buah (satu unit join interior dan satu unit join eksterior)
- ❑ Skala benda uji harus sekurang-kurangnya satu per tiga skala penuh
- ❑ Panjang benda uji pada masing-masing sisi join, haruslah merupakan jarak titik belok terdekat dengan lokasi join





SNI 7834 : 2012 : Konsep

- Pengujian join-balok kolom

Kriteria Penerimaan :

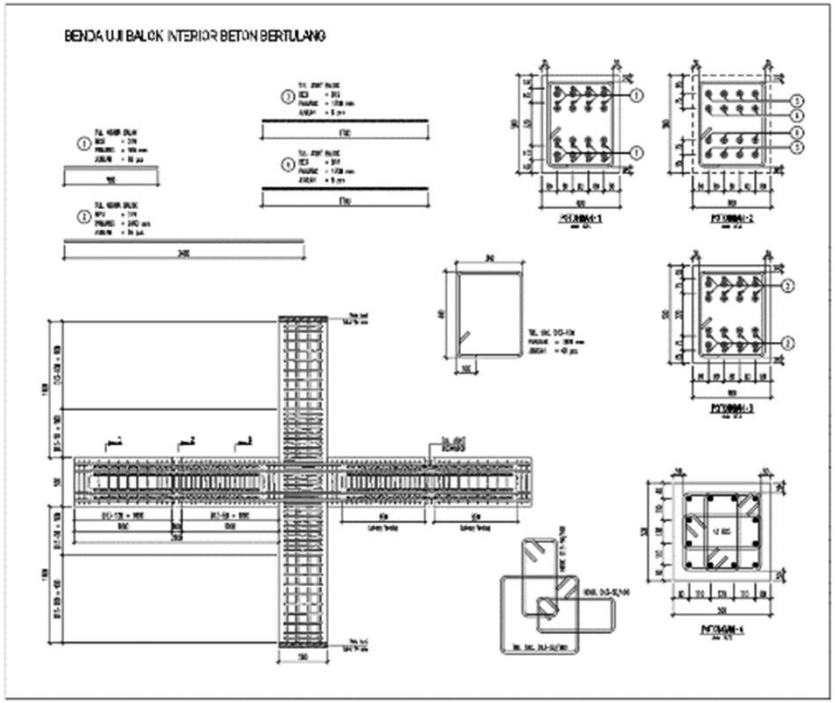
- Benda uji memiliki kriteria penerimaan memuaskan bila :
  - Benda uji harus memiliki tahan lateral sama atau lebih kecil dari En sebelum drift rasionya melebihi nilai yang konsisten dengan Batasan story drift ijin berdasarkan peraturan yang relevan
  - Tahanan lateral maksimum Emax yang tercatat dari pengujian tidak boleh melebihi λEn dimana λ adalah faktor kuat lebih untuk desain kolom
- Untuk pembebanan pada level drift dimana kinerja dicari, tetapi tidak kurang dari rasio drift 0.035 karakteristik siklus ke tiga harus memenuhi :
  - Gaya puncak untuk masing-masing arah beban tidak boleh kurang dari 0.75 Emax
  - Rasio disipasi energi relative tidak boleh kurang dari 1/8
  - Kekakuan sekan dari rasio drift -0.035 ke rasio drift +0.035 harus tidak kurang dari 0.05 kali kekakuan awal
- Bila kriteria di atas terpenuhi, sistem struktur dimaksud dapat digunakan pada sistem struktur rangka pemikul momen beton bertulang pracetak dengan KDS D, E, F
- Bila salah satu dari kriteria di atas tidak dipenuhi, sistem struktur hanya dapat digunakan untuk KDS A, B, C, selama dapat dibuktikan dengan metode eksperimental dan analisis yang dapat dipertanggungjawabkan

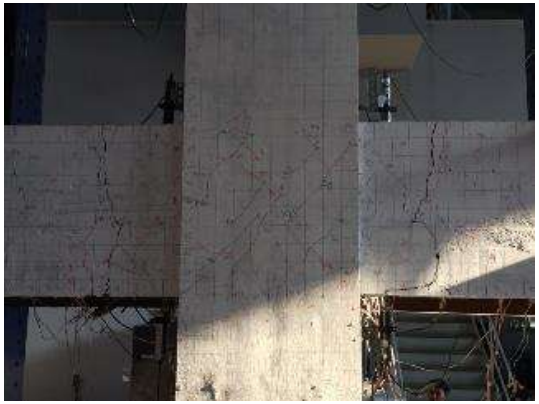
SNI 7834:2012 : Konsep

- Skema ini sudah dilakukan di Puslitbang Permukiman sejak tahun 1995 berdasarkan ACI yang berlaku saat tersebut. Skema ini tidak berubah lagi sejak ACI 374.1-05, dan akhirnya dijadikan dasar SNI 7834:2012

SNI 7834:2012 : Contoh Penerapan

- Contoh SPRMK (lulus 3.5%)

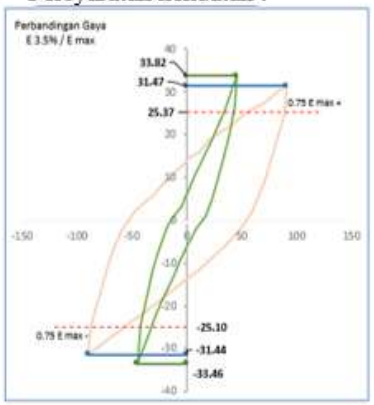




SNI 7834:2012 : Contoh Penerapan

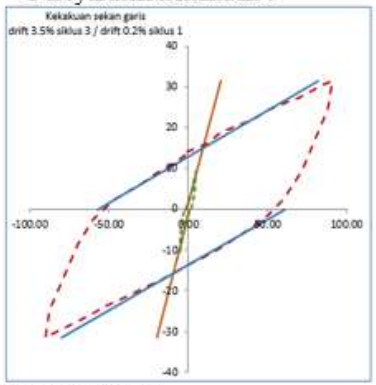
- Contoh SPRMK (lulus 3.5%)

- Persyaratan kekuatan :



E maks (+)	=	33.82 ton	
E drift 3.5% (+)	=	31.47 ton	
$\frac{\text{E drift 3.5\% (+)}}{\text{E maks (+)}}$	=	0.93	> 0.75
E maks (-)	=	33.46 ton	
E drift 3.5% (-)	=	31.44 ton	
$\frac{\text{E drift 3.5\% (-)}}{\text{E maks (-)}}$	=	0.94	> 0.75

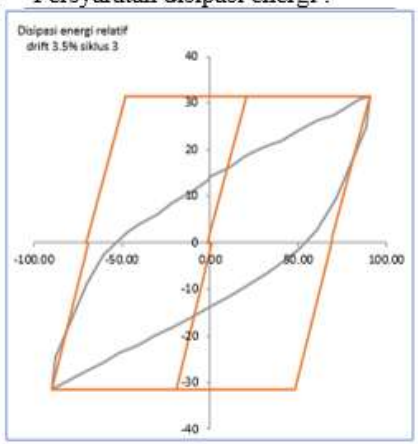
- Persyaratan kekakuan :



$$\text{Dorong (+)} = \frac{0.23}{1.43} = 0.16 > 0.05$$

$$\text{Tarik (-)} = \frac{0.22}{1.54} = 0.15 > 0.05$$

- Persyaratan disipasi energi :



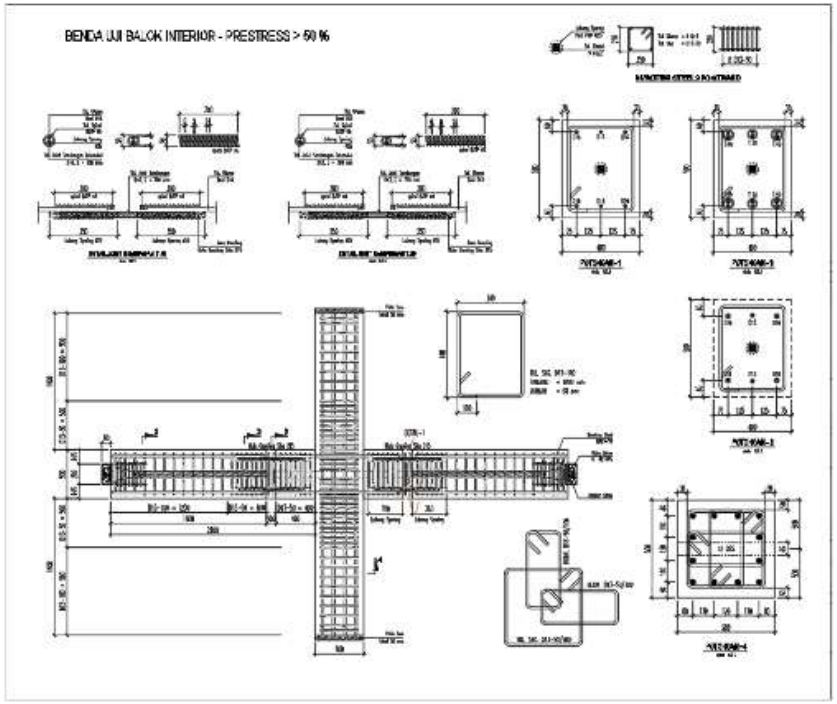
Disipasi energi relatif : $\beta = Ah/(E_1+E_2)\ (\theta_1'+\theta_2')$

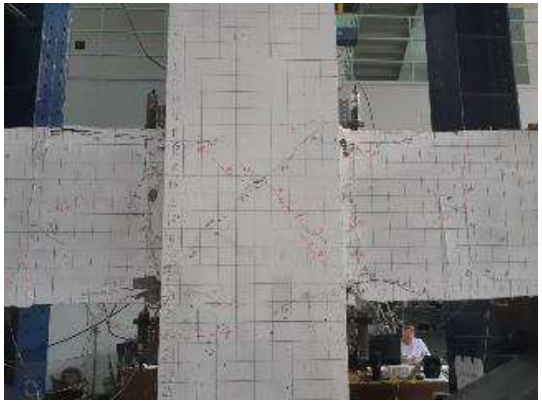
Ah =	4056.82
$(E_1+E_2)\ (\theta_1'+\theta_2')$ =	8741.047

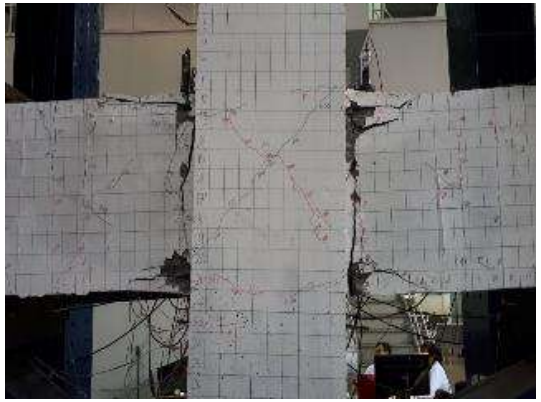
β = 0.46 > 0.125

SNI 7834:2012 : Contoh Penerapan

- Contoh SPRMM (lulus 2.2% – 2.75%)



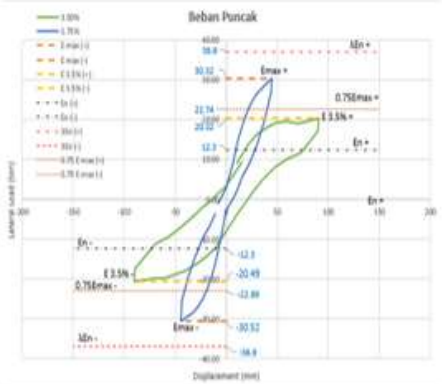




SNI 7834:2012 : Contoh Penerapan

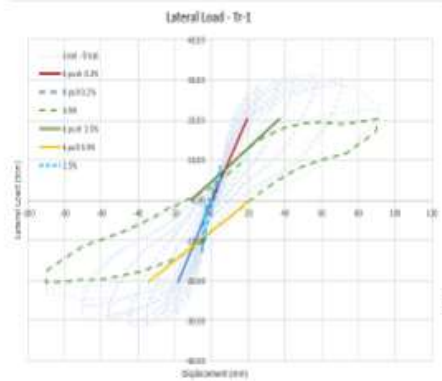
- Contoh SPRMM (lulus 2.2% – 2.75%)

- Persyaratan kekuatan :



E maks (+)	=	30.32 ton	
E drift 3.5% (+)	=	20.32 ton	
E drift 2.75% (+)	=	29.43 ton	
E drift 3.5% (+) / E maks (+)	=	0.67	< 0.75
E maks (-)	=	-30.52 ton	
E drift 3.5% (-)	=	-20.49 ton	
E drift 2.75% (-)	=	-26.22 ton	
E drift 3.5% (-) / E maks (-)	=	0.67	< 0.75

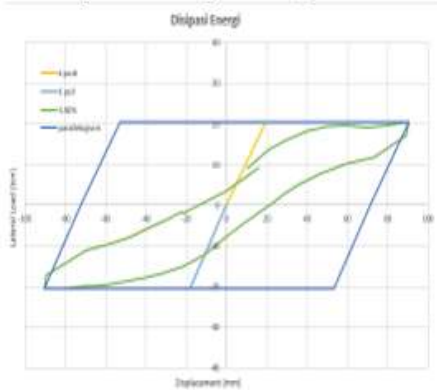
- Persyaratan kekakuan :



$$\text{Dorong}(+) = \frac{0.42}{0.96} = 0.44 > 0.05$$

$$\text{Tarik}(-) = \frac{0.37}{0.88} = 0.42 > 0.05$$

- Persyaratan disipasi energi :



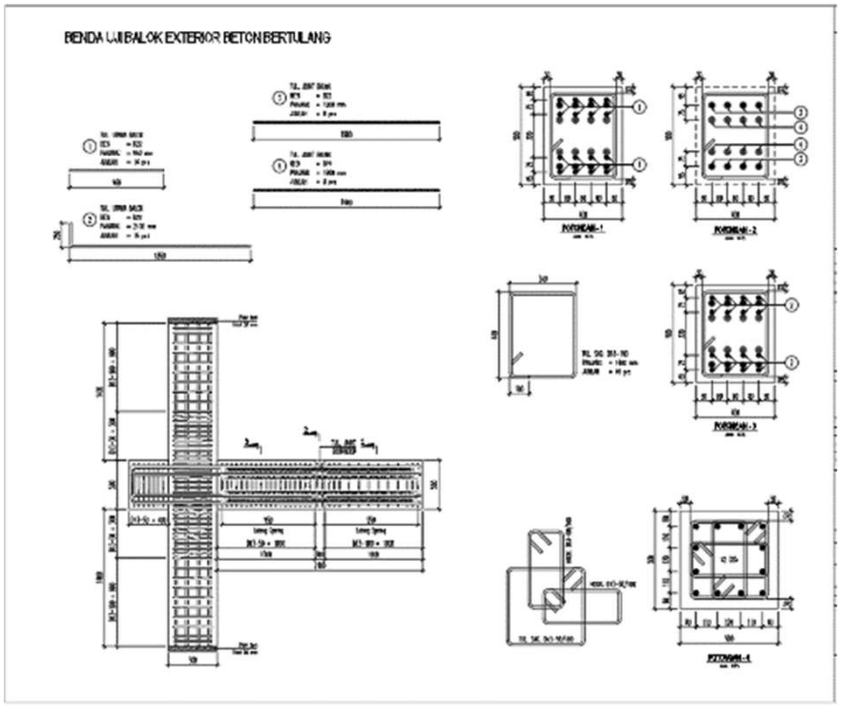
Disipasi energi relatif : $\beta = Ah/(E_1+E_2)(\theta_1'+\theta_2')$

Ah =	1882.97 tonf-mm
$(E_1+E_2)(\theta_1'+\theta_2')$ =	5855.8 tonf-mm

β = 0.32 > 0.125

SNI 7834:2012 : Contoh Penerapan

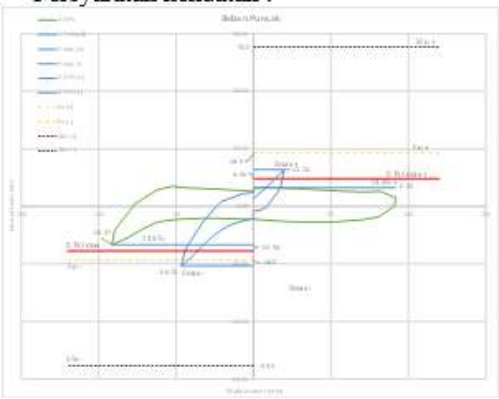
- Contoh SPRBM (lulus dibawah 2.2%)



SNI 7834:2012 : Contoh Penerapan

- Contoh SPRBM (lulus dibawah 2.2%)

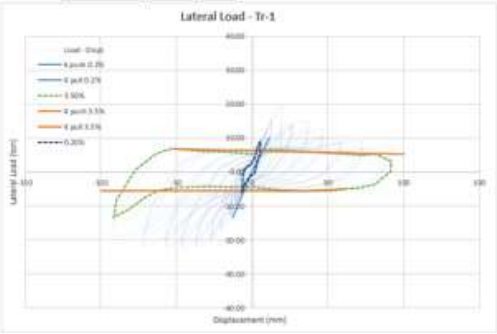
- Persyaratan kekuatan :



E maks (+)	=	12.74 ton	
E drift 3.5% (+)	=	6.52 ton	
E drift 1.75% (+)		10.13 ton	
E drift 3.5% (+) / E maks (+)	=	0.51	< 0.75
E maks (-)	=	-20.72 ton	
E drift 3.5% (-)	=	-13.37 ton	
E drift 2.2% (-)		-19.93 ton	
E drift 3.5% (-) / E maks (-)	=	0.65	< 0.75

- Persyaratan kekakuan :

Kekakuan :		
	Push	Pull
K 3.5% / K 0.2% =	0.01	0.02
	< 0.05	< 0.05

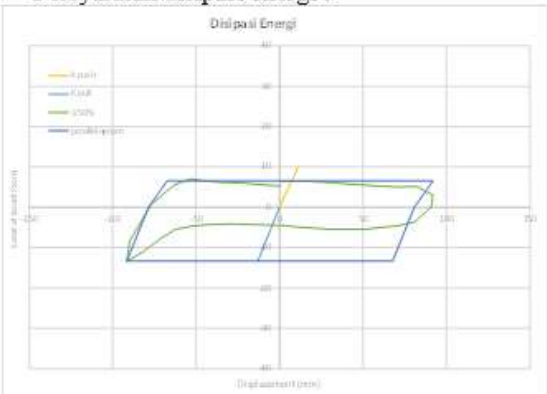


Kekakuan sekan garis :

Dorong (+) = $\frac{0.01}{1.12}$ = 0.01 < 0.05

Tarik (-) = $\frac{0.02}{0.97}$ = 0.02 < 0.05

- Persyaratan disipasi energi :



Disipasi energi relatif : $\beta = Ah/(E_1+E_2)(\theta_1'+\theta_2')$

Ah =	1849.45	tonf-mm
$(E_1+E_2)(\theta_1'+\theta_2')$ =	3168.3	tonf-mm

β = 0.58 > 0.125

SNI 7834:2012 Kinerja aktual sistem terhadap beberapa gempa kuat yang terjadi di Indonesia (2004-2019)

- Brecast, Cortina (1974), Waffle Crete (1995) – Dinding Pemikul Perum Perumas

- Sistem rangka untuk rumah susun (1997-sekarang)

SNI 7834:2012 Kinerja aktual sistem terhadap beberapa gempa kuat yang terjadi di Indonesia (2004-2019)

- Sistem Ganda dengan Rangka Pracetak untuk Bangunan Tinggi (2007-)

Rusun Pulogebang 16 lantai

Rusun Rempoa 10 lantai

Rusun Bandung 8 lantai

SNI 7834 : 2012 Kinerja aktual sistem terhadap beberapa gempa kuat yang terjadi di Indonesia (2004-2019)

Kinerja Real Sistem Pracetak di Berbagai Gempa Kuat di Indonesia (yang semakin besar)

Tasikmalaya 2 September 2009

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

Yogyakarta 27 Mei 2006

Padang 30 September 2009

Rusunawa Kayangan Lombok

Lombok 29 Juli 2018

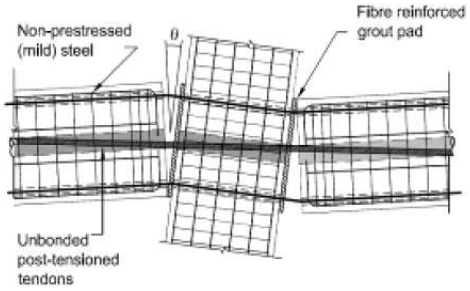
Palu Donggala 28 September 2018

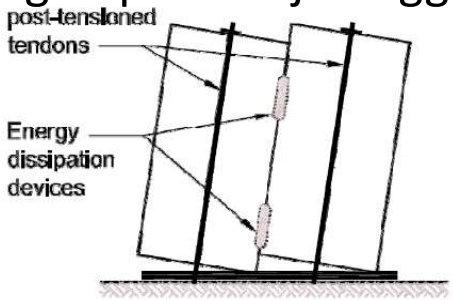
05-SNI 8367:2017

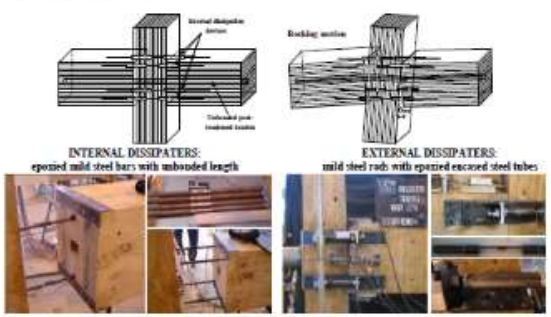
- Sejarah Sistem Pracetak Tahan Gempa Kinerja Tinggi
- Konsep SNI 8367:2017 Metoda Uji dan Kriteria Penerimaan Sistem Struktur Rangka Pemikul Momen Beton Bertulang Pracetak untuk Bangunan Gedung
- Contoh Pengujian : Konsep Prestress 50%, Konsep Pretress 75%
- Contoh Penerapan

Sejarah Perkembangan Umum

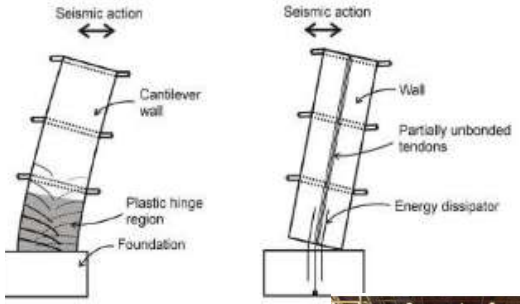
- Sistem pracetak tahan gempa kinerja tinggi

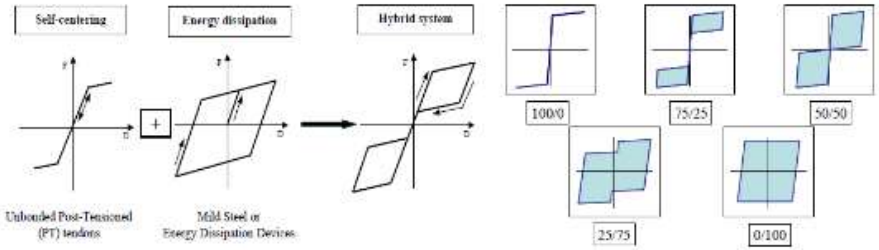






(a) Internal and external dissipaters and construction details.





orey PRESSS Building test

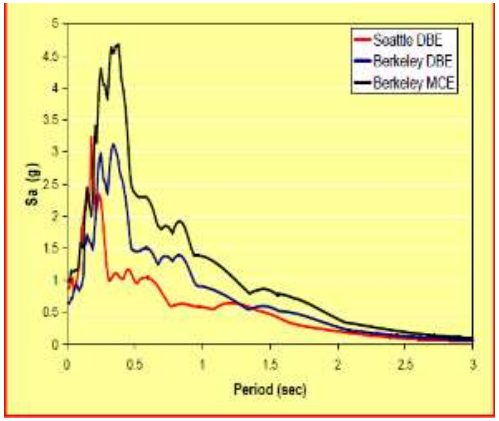
1. Dikembangkan (1994-2002) karena sistem tahan gempa klasik kinerjanya di complain publik USA pada Gempa Loma Prieta (1989) dan Northridge (1994) . Konsep boleh rusak berat tapi tidak rubuh pada gempa kuat (near collapse) mengeliminir korban jiwa tapi tidak bis menghindarkan "business interruptible"

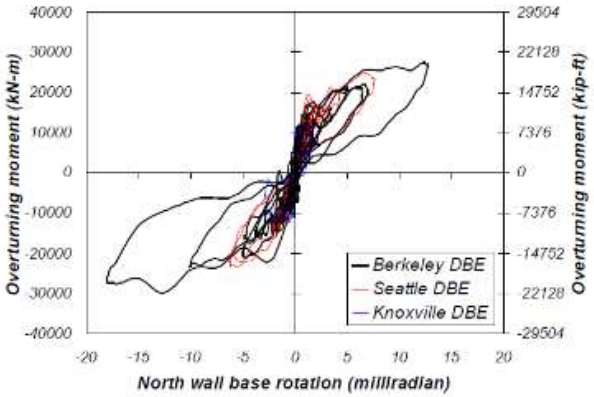
2. Sambung dengan prategang paska-tarik tanpa lekatan yang mempunyai kemampuan "self centering", sehingga dapat mencegah kerusakan komponen sekunder

3. Sistem ini dapat dikombinasikan dengan perilaku daktail, yang dikenal sebagai System Hybrid.

4. Kinerja sistem dapat diset pada Immediate Occupancy pada beban gempa desain dengan investasi awal yang ekonomis. Sistem ini masuk di ACI Code sejak tahun 2002

CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI

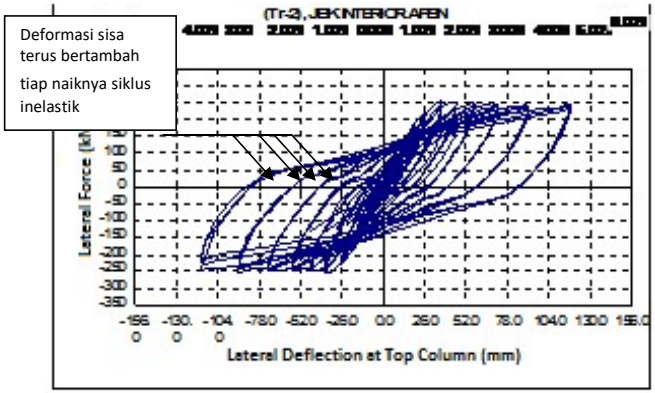


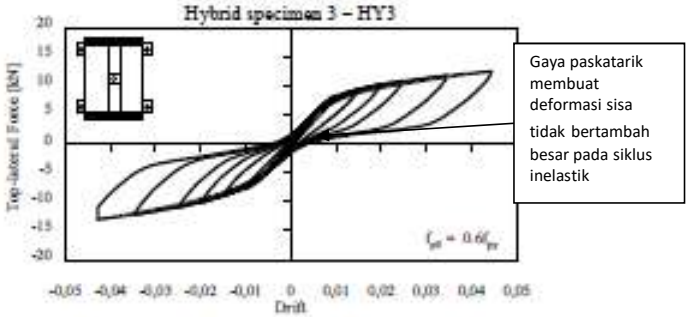


Berkeley maximum consider earthquake risk (MCE_R , T=2500 tahun)

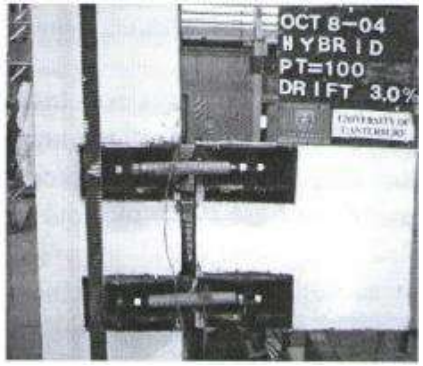
Sejarah Perkembangan Umum

- Perbandingan perilaku sistem pracetak kinerja tinggi dan desain kapasitas biasa



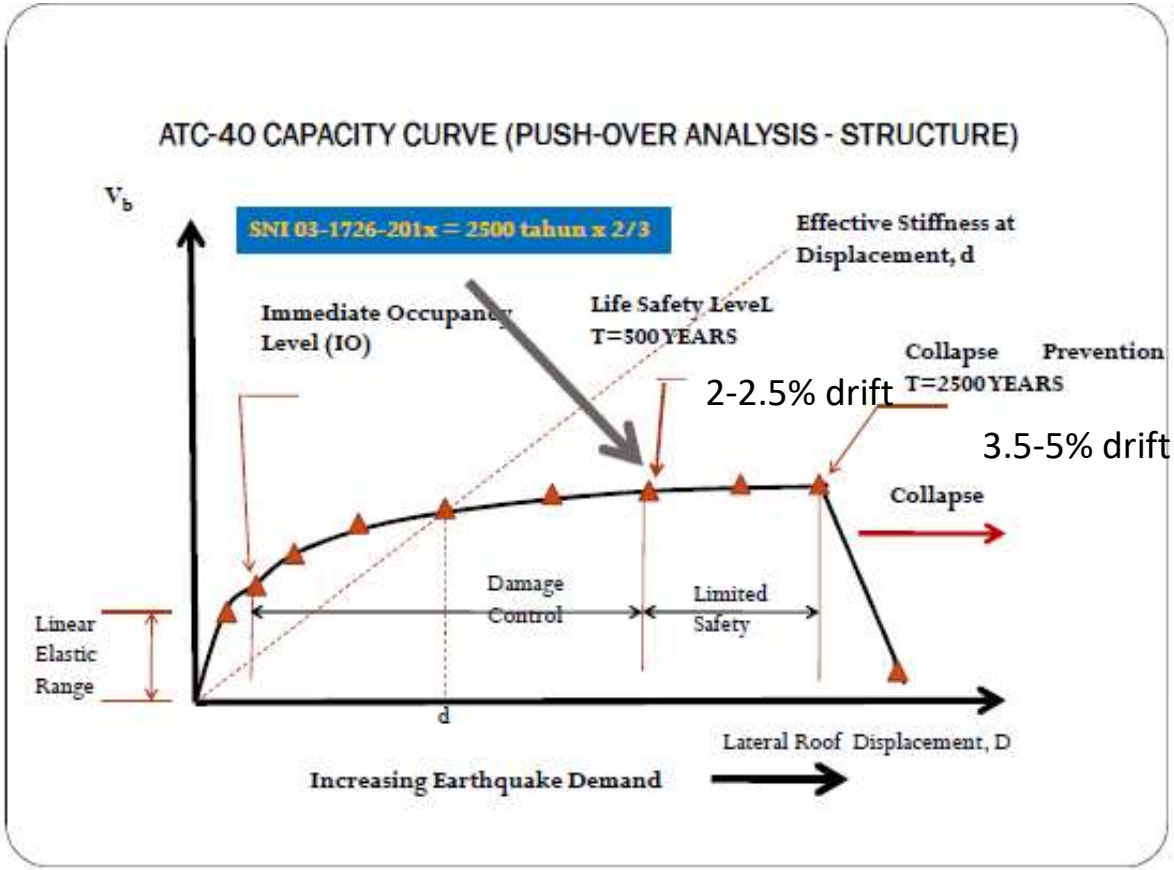


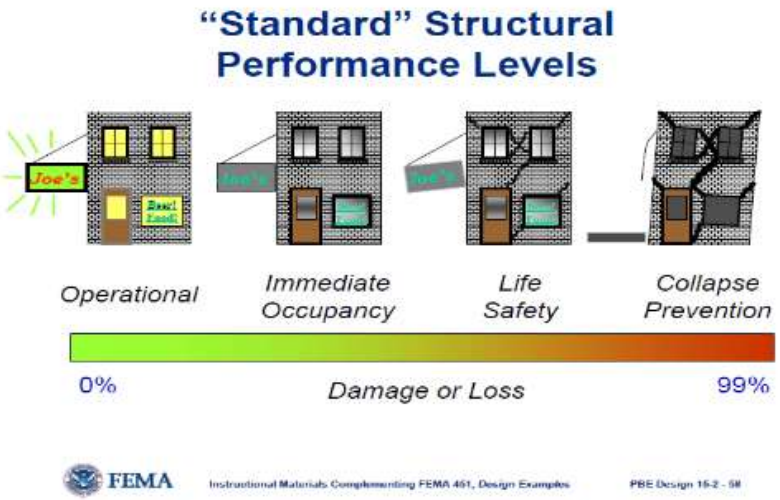
Kerusakan di balok (sulit diperbaiki)



Kerusakan di alat pendisipasi energi, mudah diganti

Sejarah Perkembangan Umum





Perencanaan Berbasis Kinerja

Sejarah Perkembangan Umum

- Diterapkan pada bangunan di California, Amerika Tengah dan Amerika Selatan

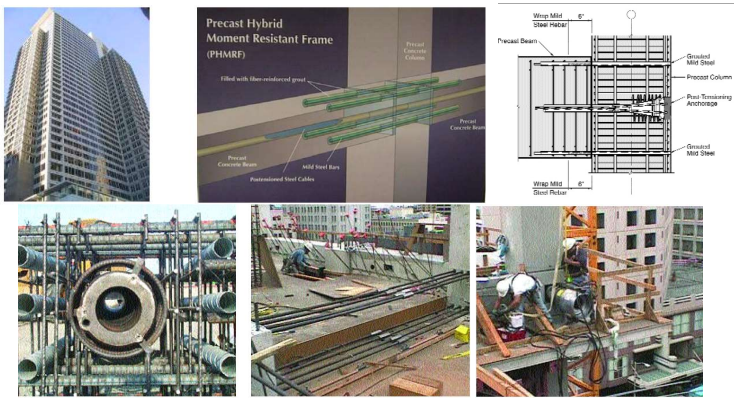
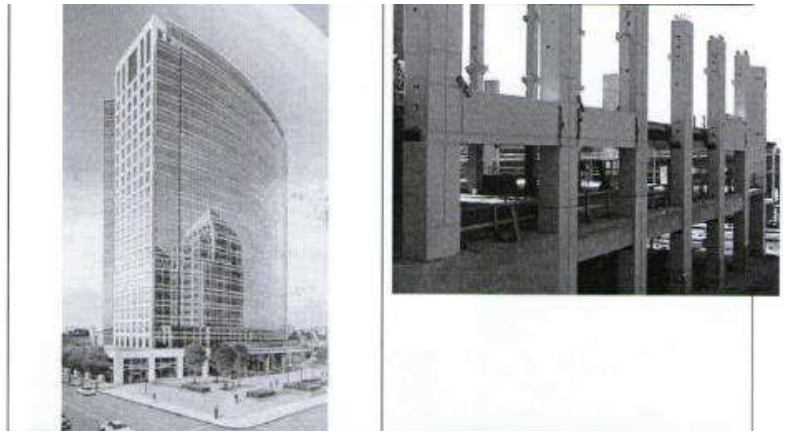


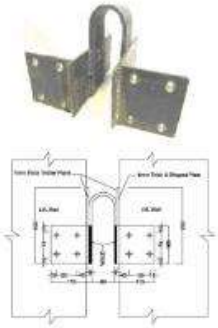
Figure 30 Paramount Building, 39-storey building, San Francisco [3,13]



39 lantai di San Francisco dengan harga struktur yang ekonomis (Rp 1.4 jt/m2)
Perimeter curve post tension unbonded beam

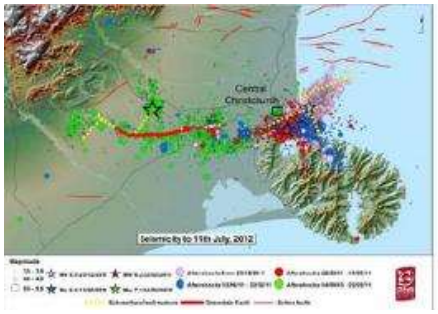
Sejarah Perkembangan Umum

- 2005 : Stefano Pampanin direkrut kembali oleh Prof Park dari Amerika ke Selandia Baru untuk mengembangkan lebih lanjut Teknologi PRESSS dan mensosialiasikan ke masyarakat



- 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

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

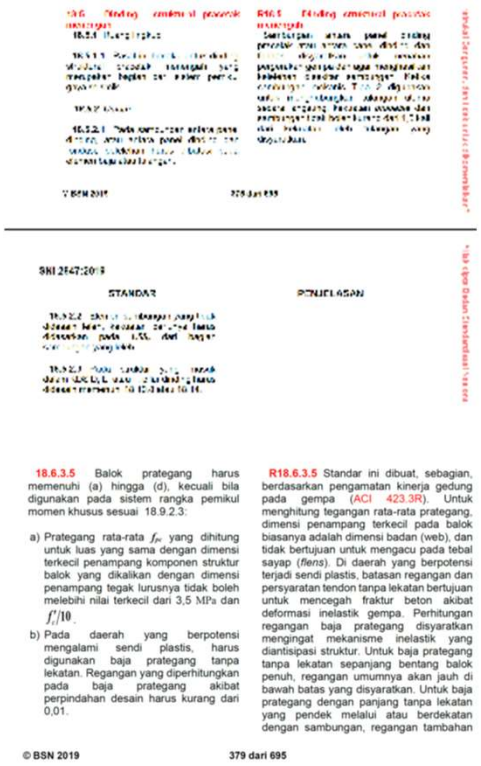


Baru pada tahun itulah masyarakat Selandia Baru merasakan performa gedung dengan konsep desain kapasitas terhadap gempa kuat, 50 tahun setelah dicetuskannya oleh Prof Paulay

Bangunan dengan Teknologi PRESSS tidak mengalami kerusakan.

SNI 8367:2017 Konsep

Persyaratan Struktur Pracetak Tahan Gempa pada Pasal 18 SNI 2847:2019



SNI 2847:2019

STANDAR

PENJELASAN

18.6.3.5 Balok prategang harus memenuhi (a) hingga (d), kecuali bila digunakan pada sistem rangka pemikul momen khusus sesuai 18.9.2.3:

a) Prategang rata-rata f_{pc} yang dihitung untuk luas yang sama dengan dimensi terkecil penampang komponen struktur balok yang dikalikan dengan dimensi penampang tegak lurusnya tidak boleh melebihi nilai terkecil dari 3,5 MPa dan $f'_c/10$.

b) Pada daerah yang berpotensi mengalami sendi plastis, harus digunakan baja prategang tanpa lekatan. Regangan yang diperhitungkan pada baja prategang akibat perpindahan desain harus kurang dari 0,01.

R18.6.3.5 Standar ini dibuat, sebagian, berdasarkan pengamatan kinerja gedung pada gempa (ACI 423.3R). Untuk menghitung tegangan rata-rata prategang, dimensi penampang terkecil pada balok biasanya adalah dimensi badan (web), dan tidak bertujuan untuk mengacu pada tebal sayap (*flens*). Di daerah yang berpotensi terjadi sendi plastis, batasan regangan dan persyaratan tendon tanpa lekatan bertujuan untuk mencegah fraktur beton akibat deformasi inelastik gempa. Perhitungan regangan baja prategang disyaratkan mengingat mekanisme inelastik yang diantisipasi struktur. Untuk baja prategang tanpa lekatan sepanjang bentang balok penuh, regangan umumnya akan jauh di bawah batas yang disyaratkan. Untuk baja prategang dengan panjang tanpa lekatan yang pendek melalui atau berdekatan dengan sambungan, regangan tambahan

© BSN 2019 379 dari 695

SNI 2847:2019

STANDAR

PENJELASAN

c) Baja prategang tidak boleh menyumbangkan lebih dari seperempat kekuatan lentur positif atau negatif pada penampang kritis di daerah sendi plastis dan harus diangkur pada atau melampaui muka sisi luar *joint*.

d) Pengangkuran tendon pasca tarik yang memikul gaya gempa harus mampu memfasilitasi tendon dalam menahan 50 siklus pembebanan, dengan nilai gaya tulangan prategang di antara 40 hingga 85 persen kekuatan tarik baja prategang yang ditetapkan.

akibat deformasi gempa dihitung sebagai hasil kali tinggi sumbu netral dan penjumlahan rotasi sendi plastis pada *joint*, dibagi dengan panjang tanpa lekatan.

Pembatasan kekuatan lentur yang disediakan oleh tendon didasarkan pada hasil studi analitis dan eksperimental (Ishizuka dan Hawkins 1987; Park dan Thompson 1977). Meskipun kinerja seismik yang memuaskan dapat diperoleh dengan jumlah baja prategang yang lebih besar, pembatasan ini disyaratkan untuk memungkinkan penggunaan faktor modifikasi respons amplifikasi defleksi yang sama seperti yang ditentukan dalam model untuk rangka momen khusus tanpa baja prategang. Rangka momen khusus prategang umumnya akan mengandung baja tulangan kontinu yang diangkur dengan penutup yang memadai pada atau di luar muka eksterior setiap lokasi sambungan balok-kolom pada ujung rangka momen.

Tes fatik untuk 50 siklus beban antara 40 hingga 80 persen dari kekuatan tarik yang disyaratkan untuk tulangan prategang sudah berjalan lama (ACI 423.3R; ACI 423.7). Batasan 80 persen meningkat menjadi 85 persen sesuai dengan batas 1 persen pada regangan tulangan prategang. Pengujian atas berbagai daerah tegangan ini bertujuan untuk secara konservatif mensimulasikan efek gempa kuat *(severe)*. Detail tambahan tentang prosedur pengujian disajikan dalam ACI 423.7.

Persyaratan Sistem Prategang tahan gempa tidak boleh terlalu besar karena getas

SNI 2847:2019

STANDAR

PENJELASAN

18.9 – Sistem rangka pemikul momen khusus beton pracetak

18.9.1 Ruang lingkup

18.9.1.1 Persyaratan ini berlaku untuk sistem rangka pemikul momen khusus beton pracetak yang merupakan bagian sistem pemikul gaya seismik.

R18.9 – Sistem rangka pemikul momen khusus beton pracetak

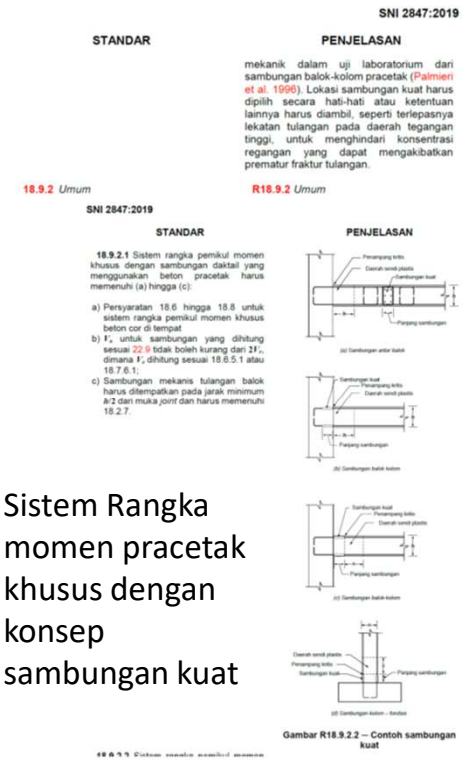
Ketentuan pendetailan dalam 18.9.2.1 dan 18.9.2.2 dimaksudkan untuk menghasilkan struktur rangka yang merespons perpindahan desain seperti sistem rangka pemikul momen khusus monolitik.

Sistem rangka pracetak yang terdiri dari elemen-elemen beton dengan sambungan daktail diharapkan mengalami pelelehan lentur di daerah sambungan. Tulangan pada sambungan yang daktail dapat dibuat menerus menggunakan sambungan mekanik Tipe 2 atau teknik lain yang memberikan penyaluran tarik atau tekan setidaknya setara dengan kekuatan tarik batang tulangan yang disyaratkan (Yoshioka and Sekine 1991; Kurose et al. 1991; Restrepo et al. 1995a, b). Persyaratan untuk sambungan mekanik adalah tambahan untuk 18.2.7 dan dimaksudkan untuk menghindari konsentrasi regangan dengan jarak yang pendek pada tulangan yang berdekatan dengan perangkat sambungan mekanik. Persyaratan tambahan untuk kekuatan geser ditentukan dalam 18.9.2.1 untuk mencegah pergeseran (*sliding*) muka sambungan. Rangka pracetak terdiri dari elemen-elemen dengan sambungan daktail dapat didesain dengan menempatkan pelelehan di lokasi yang tidak berdekatan dengan *joint*. Oleh karena itu, geser desain V_e yang dihitung menurut 18.6.5.1 atau 18.7.6.1, mungkin tidak konservatif.

Sistem rangka beton pracetak terdiri dari elemen-elemen yang disambung menggunakan sambungan kuat disengaja untuk mengalami pelelehan lentur di luar sambungan. Sambungan kuat termasuk panjang perangkat sambungan mekanik seperti yang ditunjukkan pada Gambar R18.9.2.2. Teknik desain-kapasitas yang digunakan pada 18.9.2.2(c) untuk memastikan sambungan kuat tetap elastik selama pembentukan sendi plastis. Persyaratan tambahan untuk kolom diberikan untuk menghindari pembentukan sendi dan penurunan kekuatan sambungan kolom ke kolom.

Konsentrasi regangan yang telah diamati mengakibatkan keruntuhan getas pada batang tulangan pada muka sambungan

© BSN 2019 398 dari 695



SNI 2847:2019

STANDAR

PENJELASAN

mekanik dalam uji laboratorium dari sambungan balok-kolom pracetak (Palmieri et al. 1996). Lokasi sambungan kuat harus dipilih secara hati-hati atau ketentuan lainnya harus diambil, seperti terlepasnya lekatan tulangan pada daerah tegangan tinggi, untuk menghindari konsentrasi regangan yang dapat mengakibatkan prematur fraktur tulangan.

18.9.2 *Umum*

R18.9.2 *Umum*

SNI 2847:2019

STANDAR

PENJELASAN

18.9.2.1 Sistem rangka pemikul momen khusus dengan sambungan daktail yang menggunakan beton pracetak harus memenuhi (a) hingga (c):

a) Persyaratan 18.6 hingga 18.8 untuk sistem rangka pemikul momen khusus beton cor di tempat

b) V_e untuk sambungan yang dihitung sesuai 22.9 tidak boleh kurang dari $2V_e$, dimana V_e dihitung sesuai 18.6.5.1 atau 18.7.6.1;

c) Sambungan mekanis tulangan balok harus ditempatkan pada jarak minimum $h/2$ dari muka *joint* dan harus memenuhi 18.2.7.

Gambar R18.9.2.2 – Contoh sambungan kuat

Sistem Rangka momen pracetak khusus dengan konsep sambungan kuat

SNI 8367:2017 Konsep

Persyaratan Struktur Pracetak Tahan Gempa pada Pasal 18 SNI 2847:2019

18.9.2.2 Sistem rangka pemikul momen khusus beton pracetak dengan sambungan kuat harus memenuhi a) hingga e)

© BSN 2019 400 dari 695

SNI 2847:2019

STANDAR	PENJELASAN
a) Persyaratan 18.6 hingga 18.8 untuk sistem rangka pemikul momen khusus beton cor di tempat	
b) Ketentuan 18.6.2.1(a) berlaku untuk segmen-segmen antara lokasi dimana dapat terjadi pelelehan lentur akibat perpindahan desain	
c) Nilai kekuatan desain sambungan kuat ϕS_n tidak boleh kurang dari S_n	
d) Tulangan longitudinal utama harus dibuat menerus melewati sambungan dan harus disalurkan di luar daerah sambungan kuat dan daerah sendi plastis	
e) Untuk sambungan kolom ke kolom, ϕS_n tidak boleh kurang dari $1.4S_n$. Nilai ϕM_n tidak boleh kurang dari $0.4M_n$ di sepanjang tinggi kolom dan ϕV_n tidak boleh kurang dari V_n sesuai 18.7.6.1.	

18.9.2.3 Sistem rangka pemikul momen khusus beton pracetak dan tidak memenuhi persyaratan 18.9.2.1 atau 18.9.2.2, harus memenuhi a) hingga c):

a) SNI 7834 atau ACI 374.1

b) Detail dan bahan yang digunakan pada spesimen uji harus mewakili yang digunakan pada struktur yang ditinjau

c) Prosedur desain yang digunakan untuk memproporsikan spesimen uji harus mampu menstimulasikan mekanisme yang terjadi pada rangka dalam menahan pengaruh beban gravitasi dan gempa, dan hasil ujinya harus menghasilkan nilai yang bisa diterima dalam mempertahankan mekanisme tersebut. Bagian mekanisme yang menyimpang dari persyaratan di dalam standar ini harus terkandung di dalam spesimen uji dan harus diuji untuk menentukan batas atas dari nilai yang bisa diterima

R18.9.2.3 Sistem rangka momen tidak memenuhi persyaratan preskriptif Pasal 18 telah ditunjukkan dalam studi eksperimental memberikan karakteristik kinerja sesimik yang memuaskan (Stone et al. 1995; Nakaki et al. 1995). ACI 374.1 mendefinisikan protokol untuk menetapkan prosedur desain, divalidasi oleh analisis dan uji laboratorium untuk rangka seperti itu. Prosedur desain harus mengidentifikasi lintasan beban atau mekanisme dimana rangka menahan efek gravitasi dan gempa. Pengujian harus dikonfigurasi untuk menyelidiki perilaku kritis, dan kuantitas yang diukur harus menetapkan nilai batas-atas yang dapat diterima untuk komponen-komponen pada lintasan beban, dalam hal ini pembatasan tegangan, gaya, regangan, atau kuantitas lainnya. Prosedur desain yang digunakan pada struktur tidak boleh menyimpang dari yang digunakan untuk desain benda uji, dan nilai penerimaan harus tidak melebihi nilai yang telah ditunjukkan oleh pengujian untuk dapat diterima. Material dan komponen-komponen yang digunakan pada struktur harus sama dengan yang digunakan dalam pengujian. Penyimpangan mungkin dapat diterima jika perencana sihil bersertifikat dapat menunjukkan bahwa penyimpangan tersebut tidak mempengaruhi perilaku dari sistem rangka.

ACI 550.3 mendefinisikan persyaratan untuk salah satu tipe sistem rangka pemikul

© BSN 2019 401 dari 695

SNI 2847:2019

STANDAR	PENJELASAN
	momen khusus beton pracetak untuk digunakan sesuai dengan 18.9.2.3

Persyaratan Sistem rangka pracetak kinerja tinggi dengan sambungan paskatarik tanpa lekatan dibuatkan SNI 8367:2017

18.11 – Dinding struktural khusus beton pracetak

19.11.1 *Ruang lingkup*

18.11.1.1 Persyaratan ini berlaku untuk dinding struktural khusus beton pracetak yang merupakan bagian sistem pemikul gaya seismik.

18.11.2 *Umum*

18.11.2.1 Dinding-dinding struktural khusus beton pracetak harus memenuhi persyaratan 18.10 dan 18.5.2.

18.11.2.2 Dinding-dinding struktural khusus beton pracetak dengan tendon pascatarik tanpa lekatan dan tidak memenuhi persyaratan 18.11.2.1 dizinkan asalkan dinding-dinding tersebut memenuhi persyaratan ACI ITG-5.1

R18.11 – Dinding struktural khusus beton pracetak

R18.11.2 *Umum*

R18.11.2.2 Studi-studi eksperimen dan analisis (Priestley et. al. 1999, Perez et al. 2003, Restrepo 2002) menunjukkan bahwa beberapa jenis dinding struktural pracetak pascatarik dengan tendon tanpa lekatan, dan tidak memenuhi persyaratan preskriptif pada Pasal 18, memberikan karakteristik kinerja gempa yang memuaskan. ACI ITG-

© BSN 2019 417 dari 695

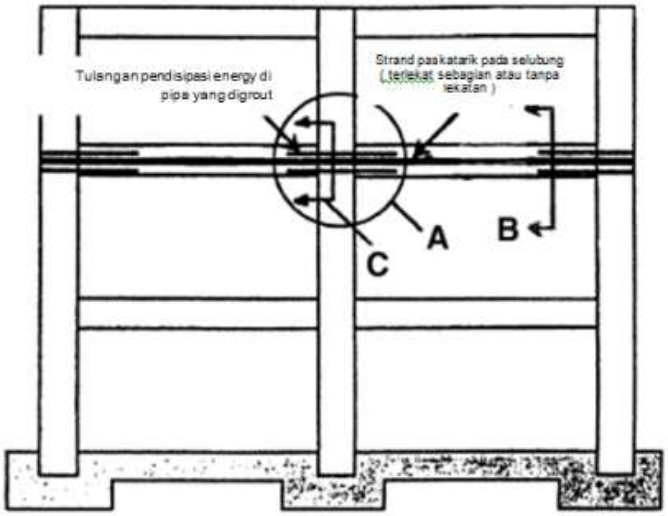
SNI 2847:2019

STANDAR	PENJELASAN
	5.1 mendefinisikan protokol untuk membuat prosedur desain, divalidasi dengan analisis dan uji laboratorium, untuk dinding tersebut dengan atau tanpa balok kopel. ACI ITG-5.2 mendefinisikan persyaratan desain untuk satu jenis dinding struktural khusus yang dibangun menggunakan beton pracetak dan tendon tanpa lekatan pascatarik, dan divalidasi untuk digunakan sesuai 18.11.2.2.

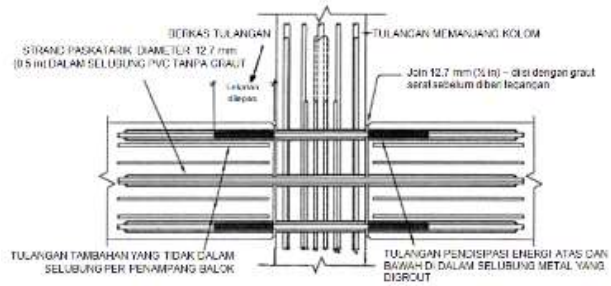
Persyaratan Sistem dinding pracetak kinerja tinggi dengan sambungan paskatarik tanpa lekatan akan dibuatkan SNI khusus tahun 2020

SNI 8367:2017 Konsep

- Persyaratan utama dalam SNI 8367:2017



(a)



(b)

Beberapa persyaratan penting dalam SNI [6] ini antara lain

1. Konversi penulangan balok induk induk dari tulangan baja lunak ke penulangan hibrid (gabungan tulangan baja lunak dan tulangan prategang). Rasio maksimum kapasitas momen tulangan baja lunak (M_s) terhadap kapasitas momen yang mungkin terjadi (M_{pr}), sesuai Pasal 4.2

$$M_s / Mpr \leq 0.5 \qquad (1)$$

2. Tulangan prategang yang digunakan adalah baja mutu tinggi strand standar ASTM A416 Grade 270, sesuai rekomendasi Pasal 4.4.2

Gaya Prategang justru harus dominan agar efek self centering menjadi dominan

3. Tulangan pendisipasi energi harus memenuhi persyaratan ASTM A 706/A7-6M Grade 60 [2], sesuai rekomendasi Pasal 4.3.1

4. Tulangan prategang minimum dalam Pasal 7.2.1

$$A_{ps} f_{se} = \frac{(1.2V_D + 1.6V_L)}{\phi\mu} \qquad (2)$$

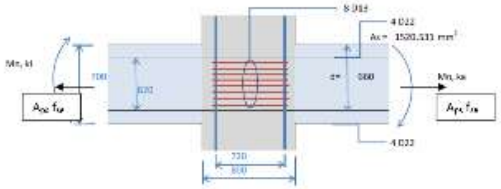
Dimana A_{ps} adalah luas tulangan prategang, f_{se} adalah tegangan efektif di tendon paska tarik. μ adalah koefisien friksi yang berharga 0.6. V_D adalah gaya geser akibat beban mati tidak terfaktor, V_L adalah gaya geser akibat beban hidup tidak terfaktor. dan ϕ adalah faktor reduksi kuat geser.

5. Tulangan pendisipasi energi minimum, sesuai Pasal 7.4.1

$$A_s f_y \geq \frac{V_D + V_L}{\phi} \qquad (3)$$

Dimana A_s adalah luas tulangan baja lunak, f_y adalah tegangan leleh baja lunak V_D adalah gaya geser akibat beban mati tidak terfaktor, V_L adalah gaya geser akibat beban hidup tidak terfaktor, dan ϕ adalah faktor reduksi kuat geser.

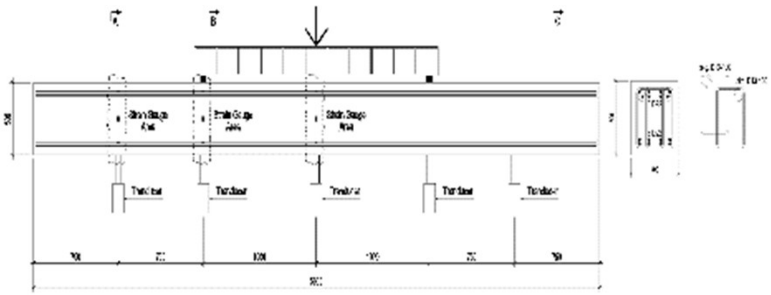
6. Perencanaan join, dilakukan dengan memperhitungan momen kapasitas balok yang menyebabkan gaya tarik batas baik pada tulangan baja lunak maupun tulangan baja prategang seperti terlihat pada Gambar 6. Hal yang harus diperhatikan adalah digunakakannya faktor reduksi kekuatan khusus pada Pasal 21.7.4.1 dalam SNI 2847-2013, yang berharga ϕ = 0.9

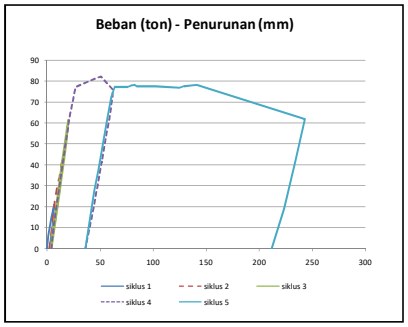


Gambar 6 Gaya-gaya dalam kondisi kapasitas untuk desain join

SNI 8367:2017 Contoh Pengujian Penerapan Prestress 50%

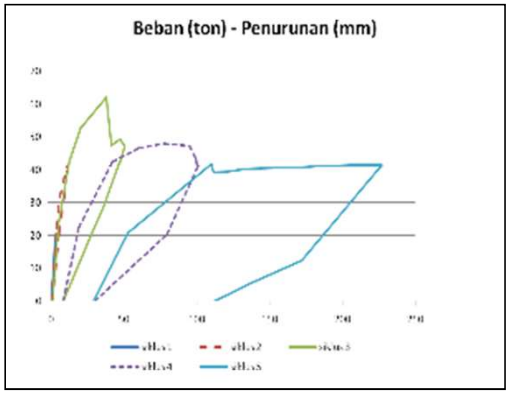
- Uji Balok





Beton Bertulang

Sistem Hybrid Prestress 50%

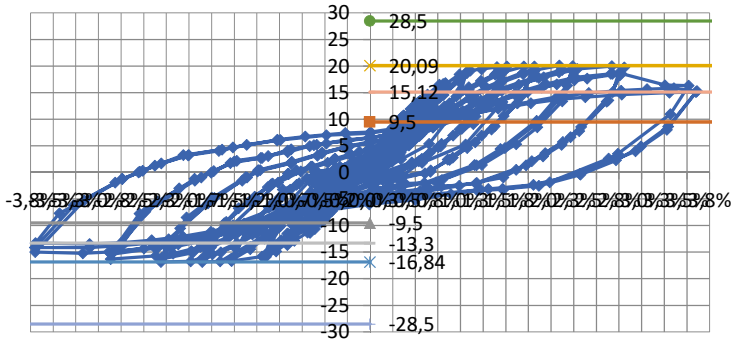


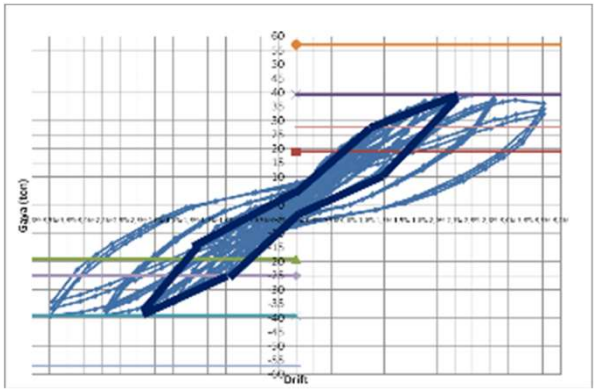
SNI 8367:2017 Contoh Pengujian Penerapan Prestress 50%

- Pengujian join-balok kolom eksterior

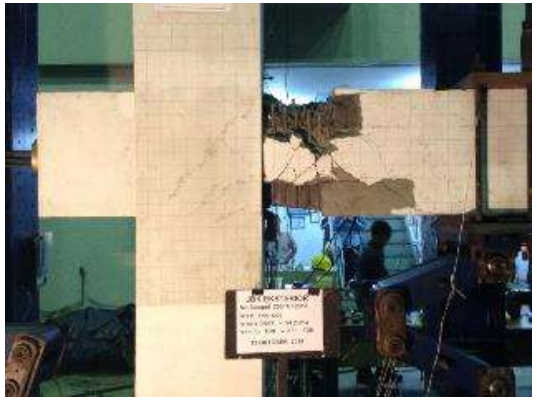
- Gaya Gempa Dasar (2.2%) → Kinerja Tinggi

- Gaya Gempa Maksimum (3.5%)





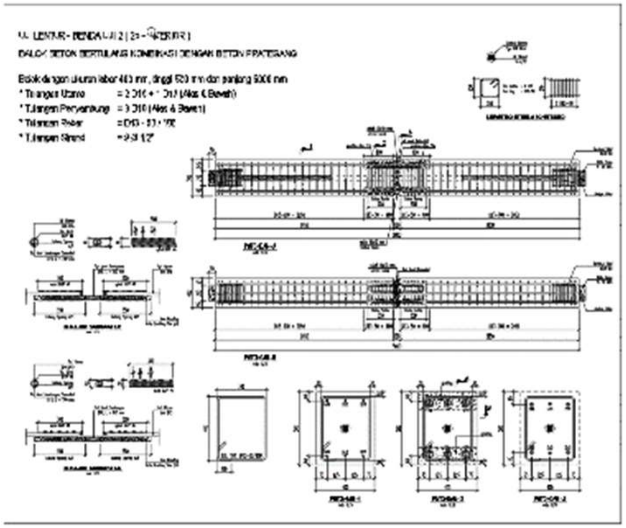
Cek hysteresis loop terhadap persyaratan SNI 7834:2012

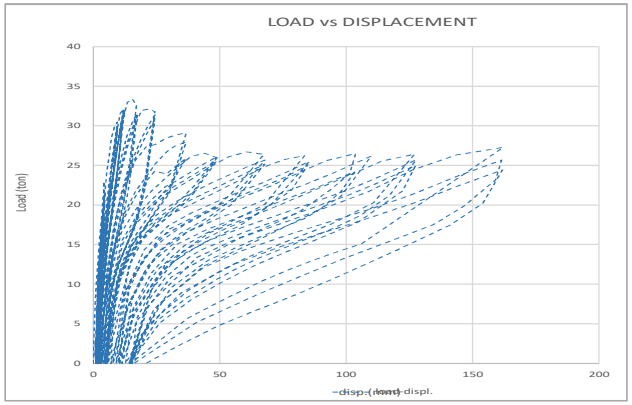


- Gaya Gempa (5%) Strong Column Weak Beam

SNI 8367:2017 Contoh Pengujian Penerapan Prestress 75%

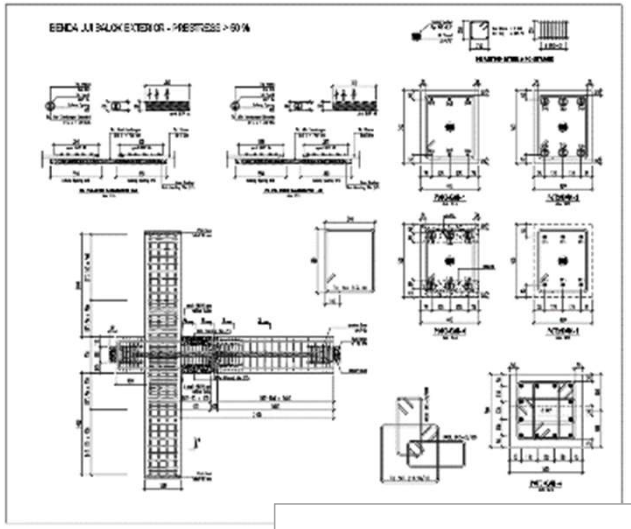
- Uji Balok

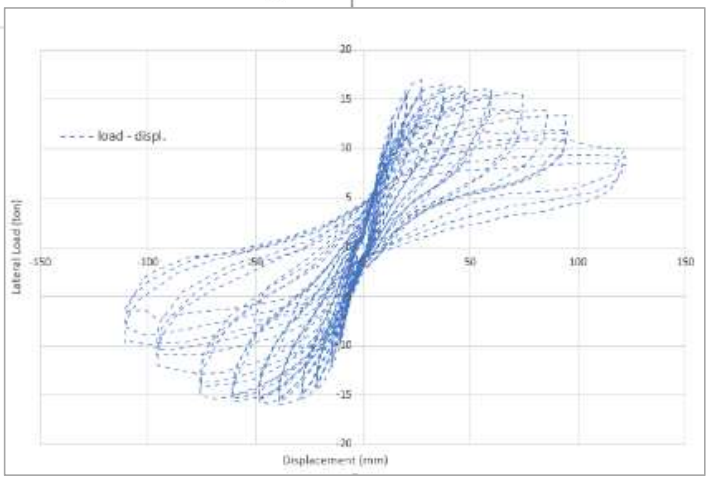




SNI 8367:2017 Contoh Pengujian Penerapan Prestress 75%

- Uji Join Balok Kolom





SNI 8367:2017 Contoh Penerapan

- Pipe Rack JTB

Calculation of Precast Girder with Post tension, PGT Beam 50/80 (target drift θ = 0.035)

I. Material Properties

fc'	40	MPa
fr	3.92	MPa
Ec	29,725	MPa

II. Rebar Data

Es	200,000	MPa				
Prestress	Dia (inch)	Aps1 (mm2)	n	Aps (mm2)		
Strand	0.6	139.99	9	1259.91		
fy	1680	MPa	fpu	1860	MPa	ASTM A416 Grade 270
Energy dissipating	dia (mm)	As1 (mm2)	n	As(mm2)		
Rebar	29	660.5	2	1321.0		ASTM A706/A706M-14
fy	420	MPa	fymax	540	MPa	

III. Section Properties

b	500	mm
h	800	mm
A	400,000	mm2
I	2.133E+10	mm4
W	53333333	mm3

IV. Loading Data

Mu	857.56	kN m	*(load comb. 166)*

V. Minimum Reinforcement Check

VD	382.22	
VL	32.51	
fse = 0.56 fpu	1041.6	MPa
fy	420	MPa
μ	0.6	
ϕ	0.75	

Minimum prestress reinforcement $A_{ps} f_{se} = \frac{(1.2V_D + 1.6V_L)}{\phi\mu}$

Aps	1,089.52	mm2		
n min.	7.8	≤	9	...ok

Energy dissipating reinforcement $A_s f_y \geq \frac{V_D + V_L}{\phi}$

As	1,316.60	mm2		
n min. D29	2.0	≤	2	...ok

VI. Moment capacity

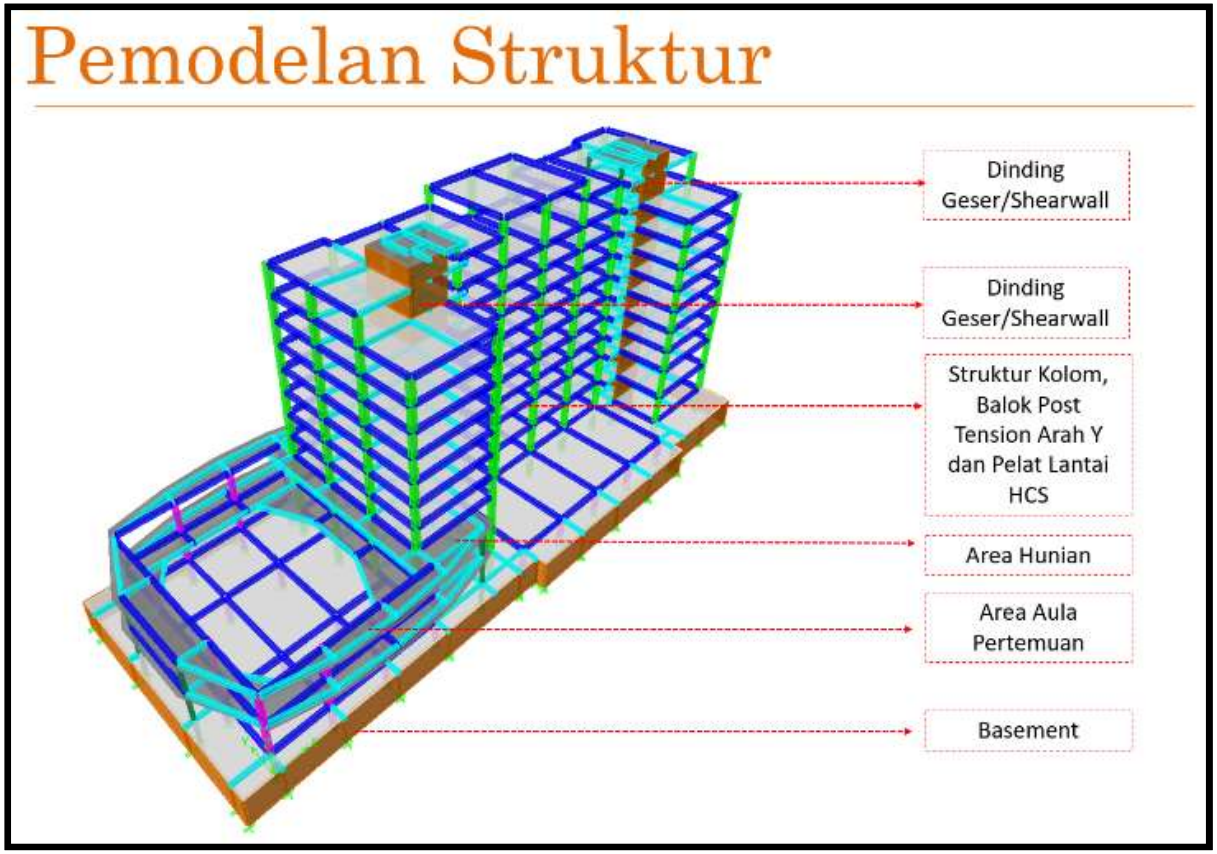
d	710	mm				h/2	400 mm
d'	90	mm					
β = 0.85 - 0.008(fc'-30)	0.77					β = 0.85 - 0.008(fc'-30)	1.059
εc	0.003					εc	0.003
εsh	0.015		fs	540.00	MPa	εpr	0.0056
εs'	0.0012		fs'	245.00	MPa	fpr	1112.07 MPa
c	136.81	mm		153.56			
a = cβ	105.34	mm					
Cc = 0.85 fc' a b	1,791	kN					
Ts' = As' fs'	324	kN				Tpr = Apr fpr	1401 kN
Ts = As fs	713	kN					
SH = Ts + Tpr - Cc - Ts'	(0.0)	kN					
MTs' = Ts' (d' -a/2)	12	kN m				Mpr = Tpr (h/2-a/2)	487 kN m
MTs = Ts (d -a/2)	469	kN m					
Ms = MTs - MTs'	457	kN m					
Mn = MTs - MTs' + Mpr	943.47	kN m	> Mu ...ok				
Ms / Mn	48%	≤ 50 %	...ok				

Drift control

Lu (mm)	Δ = ε L	θ			
1280	19.2	0.033	≤	0.035	DBE req Sec 7.6.2 ACI 550.3-13

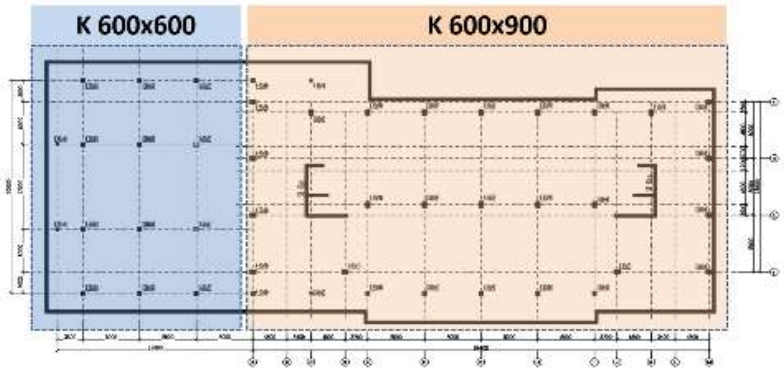
SNI 8367:2017 Contoh Penerapan

- Gedung Asrama Paspampres Jakarta



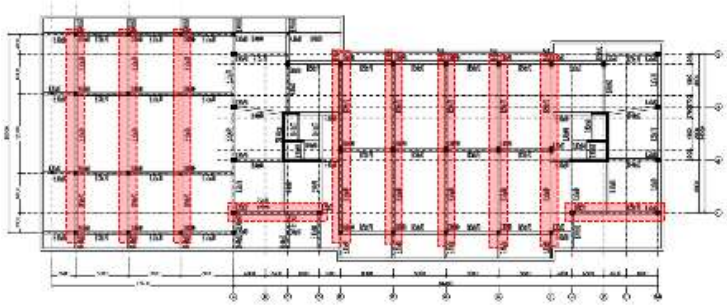
SNI 8367:2017 Contoh Penerapan

- Gedung Asrama Paspampres Jakarta



DENAH KOLOM LT. BASEMENT

Komponen Balok Struktur

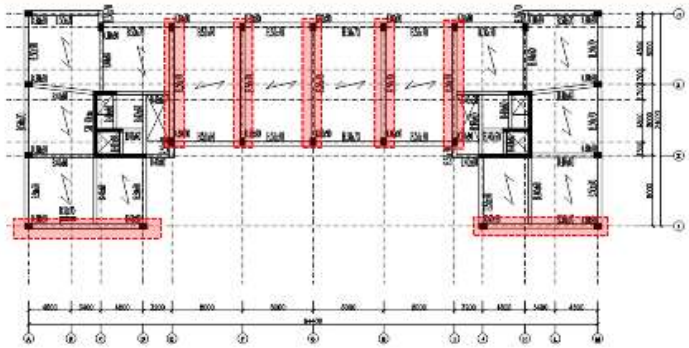


DENAH KOLOM & BALOK LT. 1

Balok Prestress Post tension

Dimensi Balok :
B5070 & B4060

Konsep Struktur

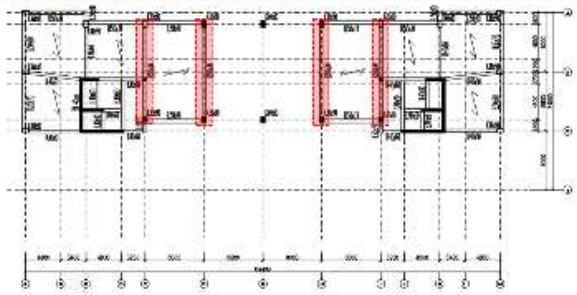


DENAH KOLOM & BALOK LT. 4 ~ 9

Dimensi Balok :
B5070 & B4060

Balok Prestress Post tension

Konsep Struktur



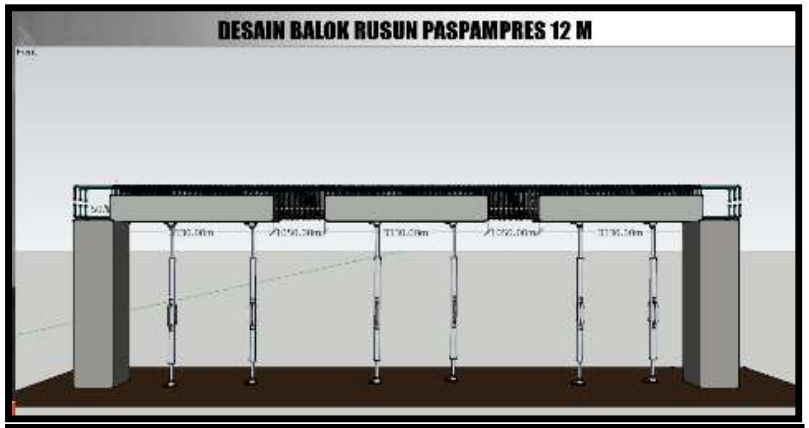
DENAH KOLOM & BALOK LT. ATAP

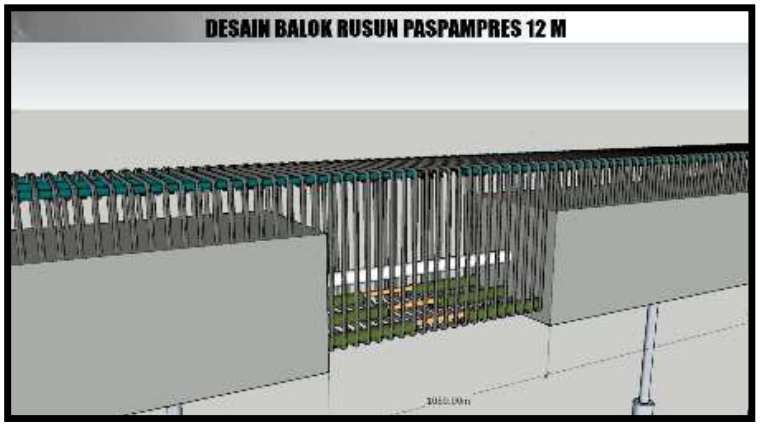
Dimensi Balok :
B5070 & B4060

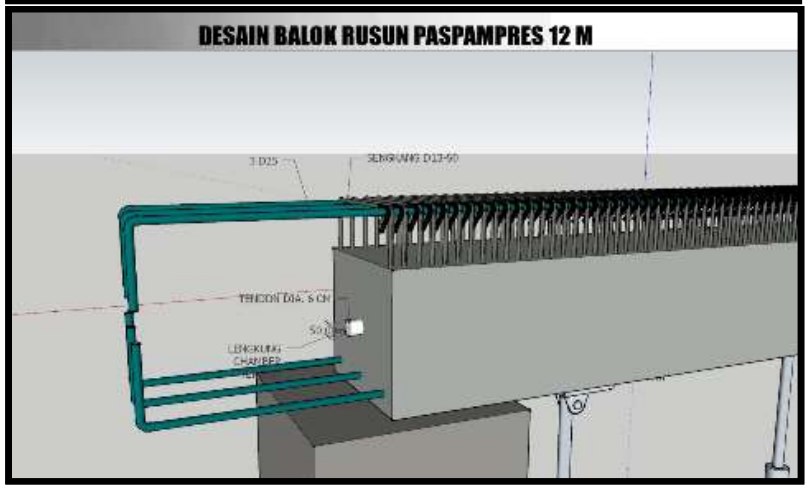
Balok Prestress Post tension

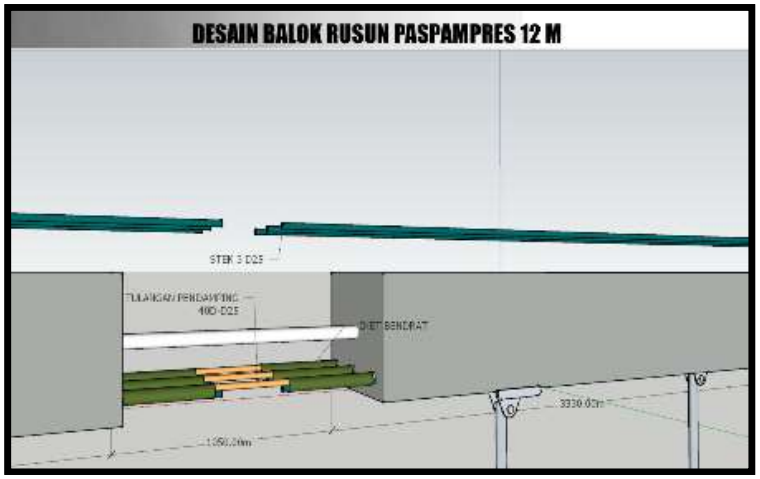
SNI 8367:2017 Contoh Penerapan

- Gedung Asrama Paspampres Jakarta









SNI 8367:2017 Contoh Penerapan

- Gedung Asrama Paspampres Jakarta

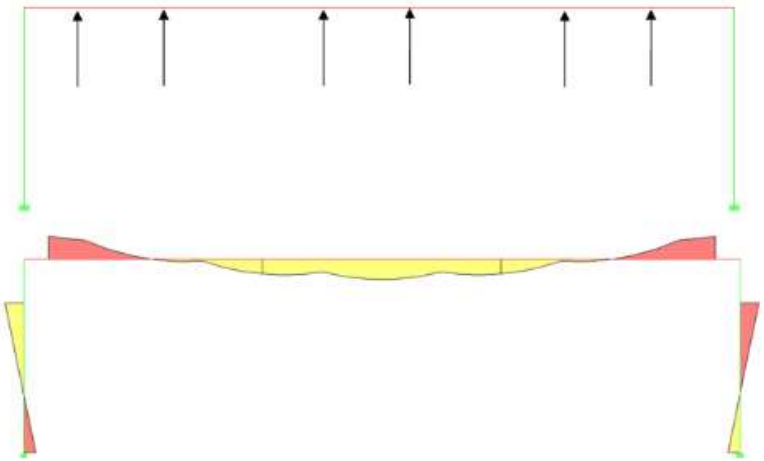
3.14 Hasil Analisis Gaya Dalam pada Tahapan Konstruksi

Dalam setiap tahapan konstruksi yang dimodelkan, terdapat gaya dalam yang berbeda yang perlu dicek terhadap desain, terutama dalam desain gaya prestress. Berikut ditampilkan hasil analisis gaya dalam momen dari tahapan konstruksi yang penting untuk desain:

Hasil analisis gaya dalam Momen, Balok Pracetak Prategang (BP-1) LT.5:

Gaya dalam dari berat balok 600x800 (BP-1), As G;3-4 lantai 5 (balok tipikal yang ditinjau) panjang 13 m dengan perletakan diatas dua tumpuan sederhana karena belum dimonolitkan dengan

Gaya dalam dari berat balok 600x800 (BP-1), As G;3-4 lantai 5 (balok tipikal yang ditinjau) panjang 13 m dengan perletakan diatas dua tumpuan sederhana kondisi Balok pracetak segment Tulangan bawah telah tersambung dengan dissipater serta tulangan sengkang pada sambungan balok juga telah terpasang dan sudah dalam kondisi tergrouting sebagian.



Gaya dalam dari berat balok 600x800 (BP-1), As G;3-4 lantai 5 + prestress + berat sendiri pelat pada balok lantai 5. Perletakan diatas dua tumpuan sederhana +support (scafolding) pada masing-masing balok pracetak segment karena belum dimonolitkan dengan kolom. Namun balok sudah monolit dengan pelat sehingga bersifat komposit.

SNI 8367:2017 Contoh Penerapan

- Gedung Asrama Paspampres Jakarta

Desain Penulangan Balok Prategang

- *Pengecekan Balok Induk pada Tumpuan (Sendi Plastis)*

I. Material properties

fc'	50	MPa
fr	4.38	MPa
Ec	33234.02	MPa

II. Rebar data

prestress	dia (inch)	As1 (mm2)	n	As (mm2)	
Strand	0.6	140	12	1680	
fy	1680	MPa	fpu	1860	MPa

energi-dissipating	dia (mm)	As1 (mm2)	n	As (mm2)	
Rebar	25	490.87	4	1963.48	
fy	400	MPa	fu	550	MPa

III. Section Properties

b	600	mm
h	800	mm
A	480000	mm2
I	2.56E+10	mm4
W	64000000	mm3

IV. Momen Crack

Mcr = fr W	281	kN m
ϕ cr = Mcr/(EI)	3.298E-07	/mm

V. Momen Leleh

εc	0.000387	
εs	0.002000	
fc	17	MPa
fs	400	MPa
d	740	mm
c	120	mm
Cc = 2/3 fc c b	839	kN
Ts = As fy	785	kN
z = d - 1/4 c	710	mm
My = Ts z	558	kN m
ϕy	3.2258E-06	/mm

IV. Loading Data

Mu	1311	kNm

V. Minimum Reinforcement check

VD	206.74	kN
VL	186.19	kN
fse = 0.56 x fpu	1041.60	
fy	400	
μ	0.6	
Φ	0.75	

Minimum prestress reinforcement $A_{ps} f_{se} = \frac{(1.2V_D + 1.6V_L)}{\phi\mu}$

A_{ps} = 1,164.86 mm^2

n minimal = 8.32 < 12 ...ok

energi-dissipating reinforcement $A_s f_y \geq \frac{V_D + V_L}{\phi}$

A_s = 1,309.77 mm^2

n minimal D25 = 2.67 < 4 ...ok

VI. M_s energi dissipating rebar

d	740	mm
d'	60	mm
β =0.85 - 0.008(fc'-30)	0.69	
εc	0.0030	
εs	0.0368	
c	55.71	mm
a = β c	38.44	mm
Cc = 0.85 fc' a b	980.2	kN
Ts = As 1.25 fy	981.7	kN
As fu	1079.91	kN

M_s = 738.34 kN m (eq. R7.6c ACI 550.3-13)

M_{pr} = 1989.54 kN m (eq. R7.6e ACI 550.3-13)

M_s/M_{pr} = 0.4 ≤ 0.5

VI. M_{pr}, prestress reinforcement

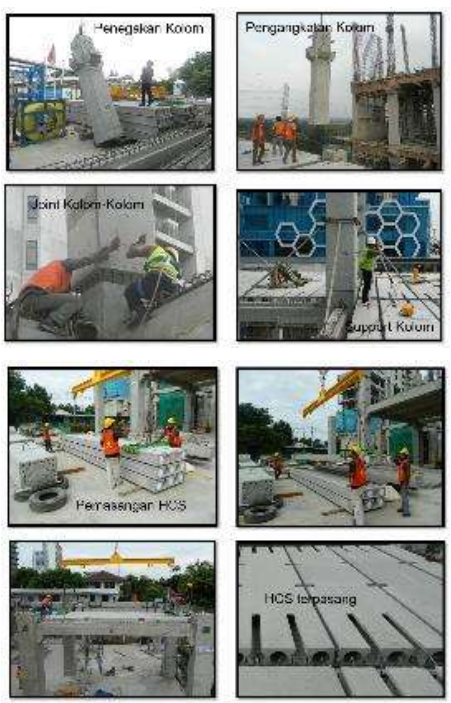
h/2	400	mm
β =0.85 - 0.008(fc'-30)	0.69	
εc	0.0030	
εs	0.0115	
fs	2,292	MPa
c	83.00	mm
a = β c	150.00	mm
Cc = 0.85 fc' a b	3825.0	kN
Ts = As fs	3849.8	kN

M_{pr} = 1251.20 kN m (eq. R7.6d ACI 550.3-13)

> Mu = 1311 kNm ...ok

Sejarah Perkembangan - Sistem Kinerja Tinggi

- Gedung Kantor The Hive 12 lantai + 3 basement : Full Off Site Construction (2014)



Hollow core slab

Kolom

Balok

Sambungan paskatarik tan
lekatan

Sejarah Perkembangan – Indonesia – Sistem Kinerja Tinggi

- 2015 - 2016

Rusun TNI Cawang

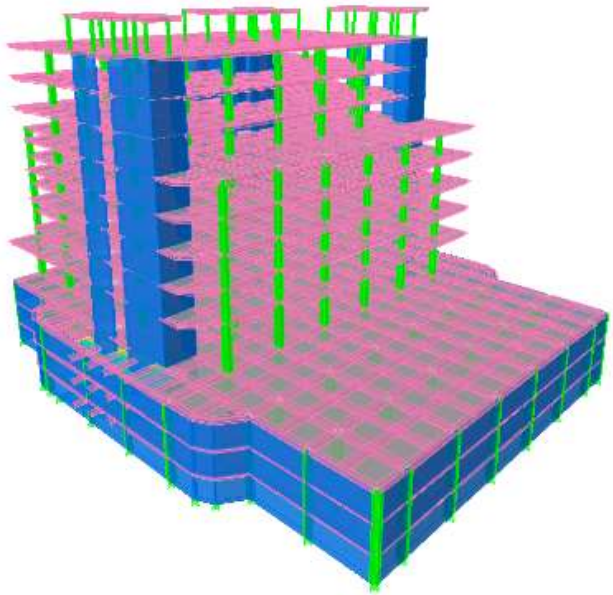
Rusun TNI di
Serang, Cijantung, Cipulir, Sunter, Serpong

Rusun Polri Banyuasin, Rohul, Nias, Natuna, Cikeas

Ruko Cikopo

Sejarah Perkembangan – Indonesia – Sistem Kinerja Tinggi

- Rumah Sakit Carolus (2017) 8 lantai + Full off site construction

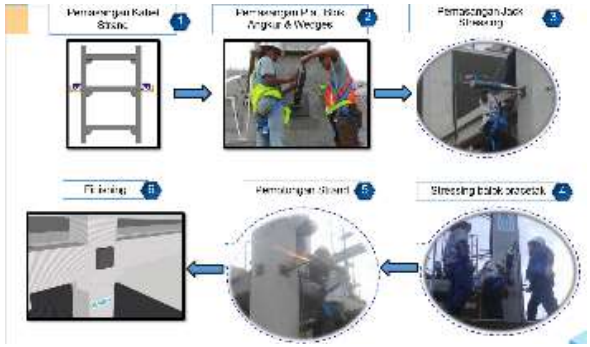


Hollow core slab, Balok, Kolom,
Sambungan Paskatarik tanpa lekatan

Sejarah Perkembangan – Indonesia – Sistem Kinerja Tinggi

- Dinas Pendidikan DKI Jakarta (2018) 16 lantai – Kombinasi offsite, on site

Hollow core slab (off site), Precast beam (on site). Kolom konvensional



Sambungan paskatarik tanpa lekatan

Sejarah Perkembangan – Indonesia – Sistem Kinerja Tinggi

- Asrama Paspampres 12 lantai (2019) – Kombinasi offsite & onsite

Balok segmental long span dan hollow core slab off site.

Kolom Konvensional, sambungan paskatarik tanpa lekatan + segmental

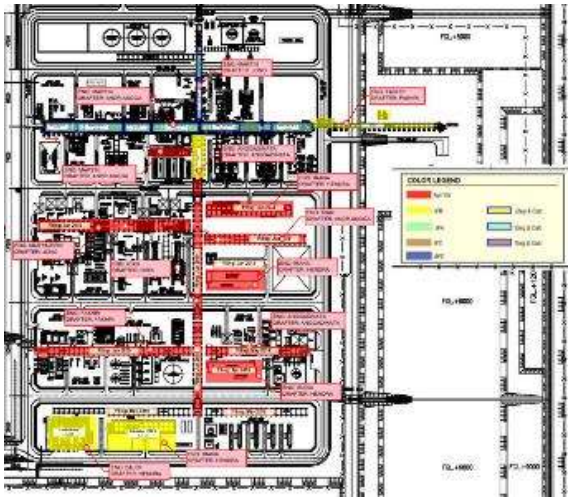
Sejarah Perkembangan – Indonesia – Sistem Kinerja Tinggi

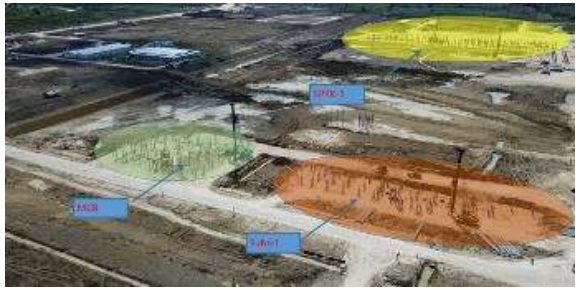
- Fasilitas Pelabuhan Muara Angke (2019) – Full off Site Construction

Kolom, balok, hollow core, sambungan paskatarik tanpa lekatan

Sejarah Perkembangan – Indonesia – Sistem Kinerja Tinggi

- Pertamina EP Cepu Jambaran Tiung Biru (2019-2020) Full off Site Construction





Kolom Tinggi, Balok,Hollow core, Sambungan Paskatarik tanpa lekatan, sambungan momen, sambungan pin

05-PENUTUP

V. PENUTUP

- Teknologi Pracetak dan Prategang adalah Sistem konstruksi yang berbasis industri manufaktur yang cocok untuk mendukung percepatan pembangunan infrastruktur dan sesuai dengan kondisi konstruksi pada masa pandemic dan adaptasi kebiasaan baru (AKB)
- Sosialisasi teknologi ini harus dilakukan sedini mungkin di kalangan akademisi agat terjadi sinergi yang saling menguntungkan. Mulai dari Kuliah umum sampai Program Magang dalam Konteks Kampus Merdeka
- Penguasaan standar adalah sangat penting. Pembinaan bagi para tenaga kerja konstruksi yang berkompeten dan bersertifikat harus menjadi concern semua stakeholder. Pelatihan, Bimbingan Teknis dan Sertifikasi harus dimulai minimal dari semua stakeholder yang terlibat pada proyek pembangunan infrastruktur.

V. Penutup

- Pelatihan dan Sertifikasi Tenaga Konstruksi sesuai SKKNI

MENTERI PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
REPUBLIK INDONESIA

PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 19/PRT/M/2017
TENTANG
STANDAR REMUNERASI MINIMAL TENAGA KERJA KONSTRUKSI PADA JENJANG JABATAN AHLI UNTUK LAYANAN JASA KONSULTANSI KONSTRUKSI

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

MENTERI PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
REPUBLIK INDONESIA,

Menimbang : a. bahwa Pasal 43 ayat (2) dan ayat (3) Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2017 tentang Jasa Konstruksi mengamanatkan bahwa dalam hal pemilihan penyedia layanan Jasa Konsultansi Konstruksi yang menggunakan tenaga kerja konstruksi pada jenjang jabatan ahli, Pengguna Jasa harus memperhatikan standar remunerasi minimal yang ditetapkan oleh Menteri;

b. bahwa Pasal 72 ayat (1) dan ayat (2) Undang-Undang Nomor 2 tahun 2017 tentang Jasa Konstruksi mengamanatkan bahwa untuk mendapatkan pengakuan pengalaman profesional, setiap tenaga kerja konstruksi harus melakukan registrasi kepada Menteri, dan Registrasi dibuktikan dengan tanda daftar pengalaman profesional;

LAMPIRAN I
KEPUTUSAN MENTERI PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT
NOMOR 897/KPTS/M/2017
TENTANG
BESARAN REMUNERASI MINIMAL TENAGA KERJA KONSTRUKSI PADA JENJANG JABATAN AHLI UNTUK LAYANAN JASA KONSULTANSI KONSTRUKSI

BESARAN REMUNERASI MINIMAL TAHUN 2018
UNTUK TENAGA AHLI NASIONAL BERPENDIDIKAN S1/S2/S3
BERDASARKAN PENGALAMAN PROFESIONAL YANG SETARA (COMPARABLE EXPERIENCE) [1]

PROVINSI DKI JAKARTA

INDEKS = 1.000

KUALIFIKASI TENAGA AHLI	PENGALAMAN			RUPIAH PER-BLN S1/Setara**)	RUPIAH PER-BLN S2/Setara**)	RUPIAH PER-BLN S3/Setara**)
AHLI MUDA			1	18.000.000	26.500.000	31.000.000
			2	19.500.000	28.250.000	33.000.000
AHLI MADYA		1	3	21.000.000	30.000.000	35.000.000
		2	4	22.500.000	31,750,000	37.000.000
		3	5	24.000.000	33,500,000	39.000.000
AHLI UTAMA	1	4	6	25.500.000	35,500,000	43.000.000
	2	5	7	27.000.000	37,250,000	45.000.000
	3	6	8	28.500.000	39,000,000	47.000.000
	4	7	9	30.000.000	41,000,000	49.000.000
	5	8	10	31.500.000	42,750,000	51.000.000
	6	9	11	33.000.000	44,500,000	53.000.000
	7	10	12	34.500.000	46,500,000	55.000.000
	8	11	13	36.000.000	48,250,000	57.000.000
	9	12	14	37.500.000	50,000,000	59.000.000
	10	13	15	39.000.000	52,000,000	61.000.000
	11	14	16	40.500.000	53,750,000	63.000.000
	12	15	17	42.000.000	55,500,000	65.000.000
	13	16	18	43.500.000	57,500,000	67.000.000
	14	17	19	45.000.000	59,250,000	69.000.000
	15	18	20	46.500.000	61,000,000	71.000.000
	16	19	21	48.000.000	63,000,000	73.000.000
	17	20	22	49.500.000	64,750,000	75.000.000
	18	21	23	51.000.000	66,500,000	77.000.000

1 Referensi Besaran Remunerasi Minimal Tahun 2018 (benchmarking DKI Jakarta dengan Indeks = 1.000).

Untuk besaran remunerasi minimal Provinsi lain (diluar DKI Jakarta), dihitung dari besaran remunerasi Provinsi DKI Jakarta dikalikan dengan Indeks Standar Remunerasi Minimal Per

- 9 -

baru, mengacu kepada indeks di daerah provinsi yang terdekat yang lebih tinggi.

BAB V
SANKSI

Pasal 12

(1) Setiap Pengguna Jasa yang menggunakan layanan profesional Tenaga Kerja Konstruksi pada kualifikasi Jenjang Jabatan Ahli yang tidak memenuhi standar Remunerasi Minimal dikenai sanksi administratif berupa peringatan tertulis oleh atasan langsung.

(2) Setiap Penyedia Jasa yang memberikan layanan profesional Tenaga Kerja Konstruksi pada kualifikasi Jenjang Jabatan Ahli yang tidak memenuhi standar Remunerasi Minimal dikenai sanksi administratif yang diatur oleh masing-masing asosiasi perusahaan atau asosiasi profesi untuk dilaporkan kepada Menteri.

BAB VI
KETENTUAN PENUTUP

Pasal 13

Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 01/SE/M/2017 tentang Penentuan Biaya Langsung Personil (Remuneration/Billing Rate) dalam Penyusunan Harga Perkiraan Sendiri Pengadaan Jasa Konsultansi Konstruksi di Lingkungan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, dicabut dan dinyatakan tidak berlaku.

Pasal 14

Peraturan Menteri ini mulai berlaku pada tanggal diundangkan.