



Selasa, 26 September 2023
Pukul : 09.00 – 12.00

BIMBINGAN TEKNIS

SPEKIFIKASI TEKNIS TURAP,
TIANG PANCANG DAN PANDUAN
KOMPONEN PENYAMBUNG SISTEM PRACETAK



MATERI :

“Korelasi antara SNI Komplementer Pracetak
dengan SNI 2847:2019”



PEMATERI :

DR. Ir. Hari Nugraha Nurjaman, MT
Ketua Umum Ikatan Ahli Pracetak dan Prategang Indonesia (IAPPI)



www.iappi-Indonesia.org



iappi



@iappi_Indonesia



@iappinesia



DAFTAR ISI

- 01 PENDAHULUAN
- 02 DEFINISI SISTEM PRACETAK DAN PRATEGANG DALAM SNI
- 03 SEJARAH PERKEMBANGAN
- 04 SEJARAH REGULASI
- 05 SISTEM MODULAR DAN BASE ISOLATION
- 06 PENUTUP

The background of the slide features a grayscale photograph of modern architectural structures. On the left, a building with a grid-like facade and large windows is visible. On the right, a taller building with a more complex, layered facade is shown. The bottom of the image shows a low-angle view of several skyscrapers reaching towards the sky, with some foliage in the foreground on the right side.

01-PENDAHULUAN

- Sistem Pracetak tahan Gempa Kinerja Tinggi The Hive (2014)
- Prefabricated Prefinished Volumetric Construction di Rumah Sakit Covid Galang (2020)
- Tokyo Riverside Apartment 32 lantai PIK 2 (2020)
- Hunian Pekerja Konstruksi (2022)

PENDAHULUAN

Video: Sistem Pracetak tahan Gempa Kinerja Tinggi The Hive (2014)

PENDAHULUAN

Video : Prefabricated Prefinished Volumetric Construction di Rumah Sakit Covid Galang
(2020)

PENDAHULUAN

- Video : Project Tokyo Riverside Apartment 32 Storey With Precast Emulated Cast In Place (2020)

PROGRAM RUSUN HPK – KONSTRUKSI IKN DENGAN SISTEM MODULAR

PROGRAM RUSUN HPK – KONSTRUKSI IKN DENGAN SISTEM MODULAR

PENDAHULUAN

- KONSTRUKSI ON SITE / INSITU (KONVENSIONAL)



- Konstruksi Konvensional dengan kemajuan zaman saat ini sudah mulai ditinggalkan, karena memiliki kekurangan dari aspek :
1. Mutu yang tidak 'Konsisten' akibat faktor cuaca dan pengerjaan on site.
 2. Limbah / Waste Konstruksi yang banyak
 3. Site Konstruksi Lebih Kotor
 4. Waktu Pengerjaan lebih lama

Contoh : Rusun 3 lantai total luas 2500 m², dengan durasi kontrak 6 bulan.

$$\text{Kapabilitas} = \frac{2500 \text{ m}^2}{6 \text{ bulan} \times 25 \text{ hari/bulan}} = 17 \text{ m}^2/\text{hari}$$

PENDAHULUAN

- KONSTRUKSI OFFSITE (PREFABRICATED)

Rusun TNI Kodam Jaya yang dibuat oleh Kementerian PUPR (2015)



Lokasi : Cililitan

Penerapan pada bangunan rusun sewa dalam waktu pelaksanaan terbatas (**157 hari**) 4 blok dengan jumlah 6 lantai, luas 5500 m².

Fabrikasi komponen seluruhnya di pabrik.

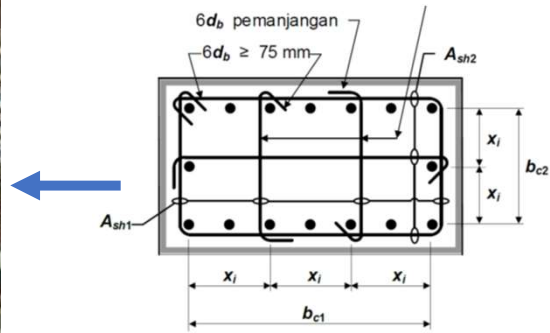
Luas Total = 4 tower × 5500 m²/tower
= 22.000 m²

Kapasitas = 140,127 m²/hari

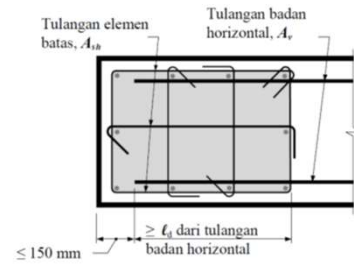


PENDAHULUAN

Code saat ini mensyaratkan struktur 'khusus' yang pelaksanaannya membutuhkan detail yang lebih rumit, sehingga lebih sulit dilaksanakan, dan perlu pengawasan yang lebih ketat -> beresiko yang dilaksanakan tidak sesuai perencanaan yang sudah baik



Dimensi x_l antara sumbu-sumbu penampang tulangan longitudinal yang ditopang secara lateral tidak melebihi 350 mm. Nilai h_x dalam Pers. (18.7.5.3) diambil sebagai nilai terbesar dari x_l .



(b)
Pilihan dengan penyaluran lurus tulangan



PENDAHULUAN

- KONSTRUKSI OFF SITE (PRECAST)



Konstruksi Offsite Precast:

Produksi komponen konstruksi pracetak tidak dicor ditempat (Cast Insitu) melainkan di pabrik khusus produksi (Offsite) atau bisa juga Pracetak On Site. Kontrol mutu terjamin, pelaksanaan cepat, biaya ekonomis





02 - Definisi Sistem Pracetak dan Prategang dalam SNI

Definisi Sistem Pracetak dan Prategang dalam SNI

SNI 2847:2019

STANDAR

PENJELASAN

Beton, pasir ringan (Concrete, sand-lightweight) — Beton ringan yang mengandung hanya agregat halus berat normal yang memenuhi ASTM C33M dan hanya agregat ringan yang memenuhi ASTM C330M.

Beton, pasir ringan (Concrete, sand-lightweight) — Menurut terminologi standar, beton pasir-ringan adalah beton ringan dimana agregat halusnya digantikan pasir semua. Definisi ini mungkin tidak sesuai dengan penggunaan oleh beberapa pemasok material atau kontraktor dimana mayoritas, tapi tidak semuanya, semua agregat halus digantikan dengan pasir. Untuk penggunaan ketentuan standar yang tepat, batas penggantian harus dinyatakan, dengan interpolasi jika penggantian pasir secara parsial digunakan.

Beton polos (Plain concrete) — Beton struktur tanpa tulangan atau dengan tulangan kurang dari jumlah minimum yang ditetapkan untuk beton bertulang.

Beton polos (Plain concrete) — Keberadaan tulangan, non prategang atau prategang, tidak termasuk elemen yang diklasifikasikan sebagai beton polos, dimana persyaratan pada Pasal 14 terpenuhi.

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.

Beton kasar (Concrete, heavyweight)

4.12.1 Sistem beton pracetak

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

© BSN 2019 78 dari 655

STANDAR

4.12.1 Sistem beton pracetak — Semua persyaratan di dalam standar ini berlaku untuk sistem dan komponen pracetak, kecuali untuk yang secara khusus dinyatakan tidak. Beberapa persyaratan hanya berlaku untuk sistem pracetak. Pasal ini berisi persyaratan khusus untuk sistem pracetak. Pasal-pasal lain dari standar ini juga menyatakan persyaratan khusus,

SNI 2847:2019

PENJELASAN

"tidak untuk dikomersialkan"

"Hak cipta Badan Stan"

Benang Merah Konstruksi Pracetak dan Prategang adalah "Stress Control" Cukup sering konstruksi Pracetak juga adalah konstruksi Prategang

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.

R4.12.2 Sistem beton prategang — Prategang yang dimaksud di dalam standar ini, dapat berupa pratarik (*pretensioning*), pascatarik terlekat (*bonded posttensioning*), atau pascatarik tanpa lekatan (*unbonded posttensioning*). Semua persyaratan di dalam standar ini berlaku untuk sistem prategang dan komponennya, kecuali secara khusus dinyatakan tidak. Pasal ini

uktur & Konstruksi Ban

Definisi Sistem Pracetak dan Prategang dalam SNI

1) Tahap Transfer.

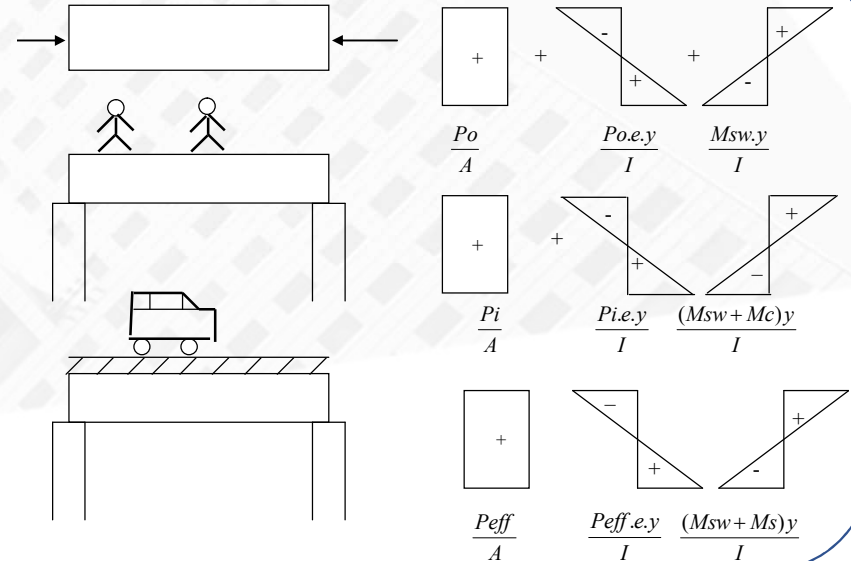
Pada tahap ini gaya prategang bekerja penuh, beban yang bekerja adalah berat sendiri, dan kekuatan beton belum termobilisasi penuh.

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.



Konsep Stress Control Minimal : 3 Tahap



03 – SEJARAH PERKEMBANGAN

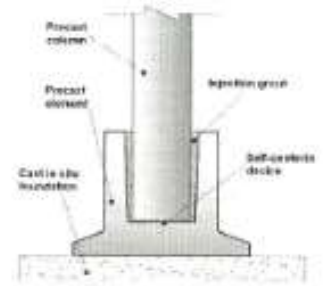
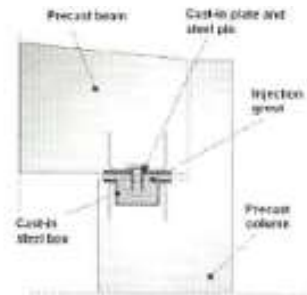
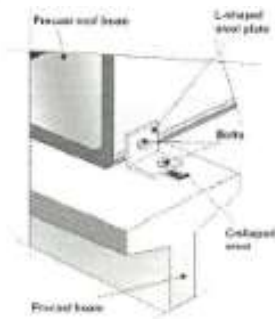
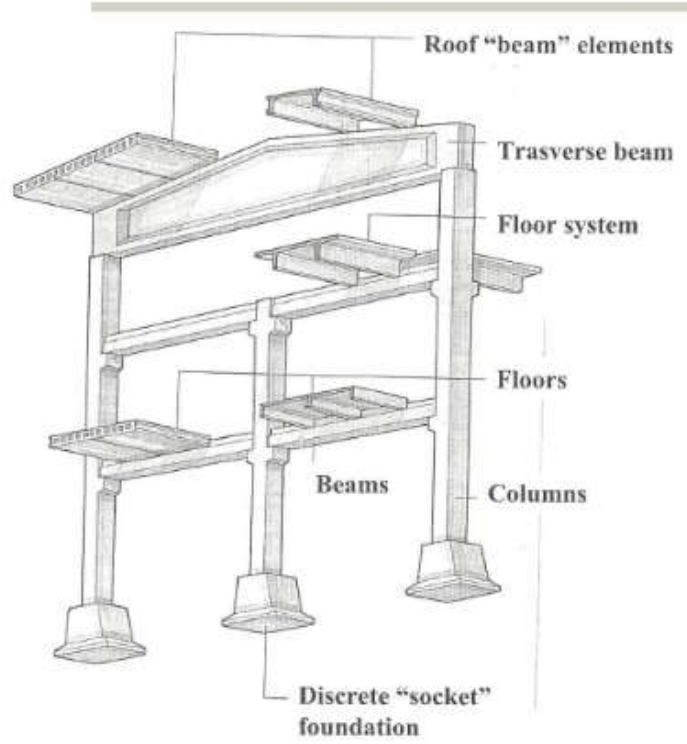


Sejarah Perkembangan

- Perkembangan umum di dunia
 - Parsial
 - Sistem tahan gempa emulasi (1970 - 1995 start di Selandia Baru)
 - Sistem tahan gempa kinerja tinggi (2002 di US)
 - Prefabricated Prefinished Volumetric Construction (PPVC) (2004 di US)
- Perkembangan di Indonesia
 - Parsial
 - Sistem tahan gempa emulasi (1974)
 - IAPPI & AP3I (1999,2013)
 - Sistem tahan gempa kinerja tinggi (2014)
 - PPVC (2020)

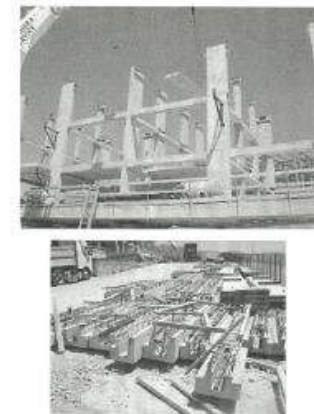
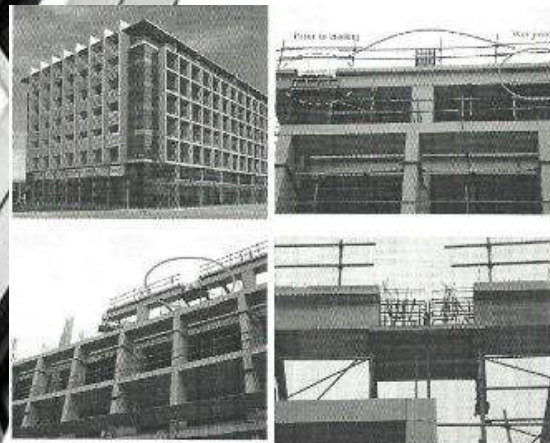
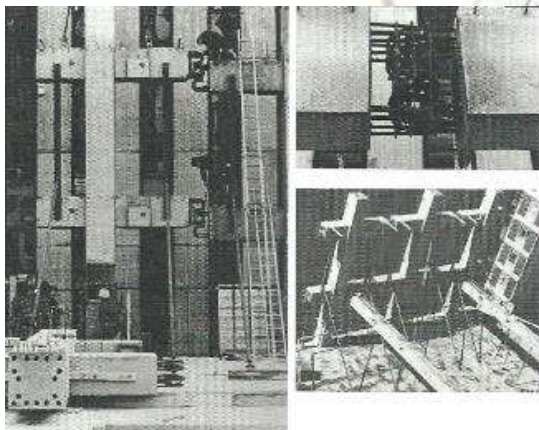
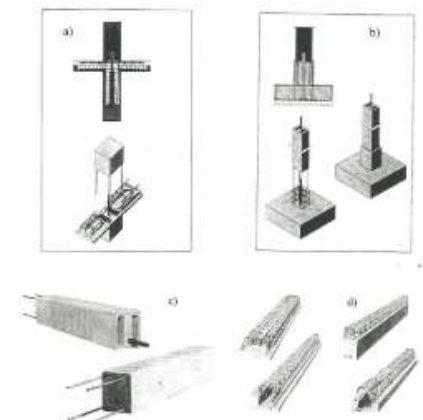
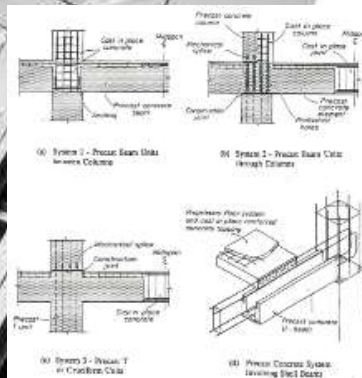
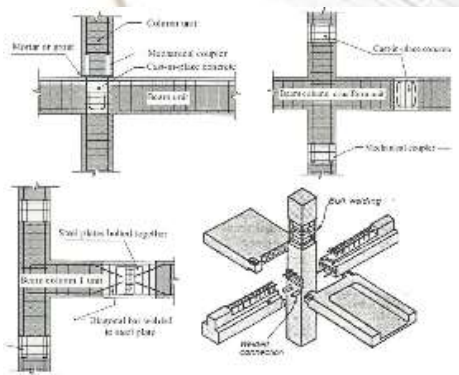
Sejarah Perkembangan Umum

- Parsial



Sejarah Perkembangan Umum

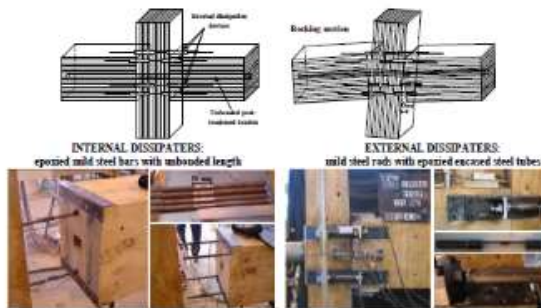
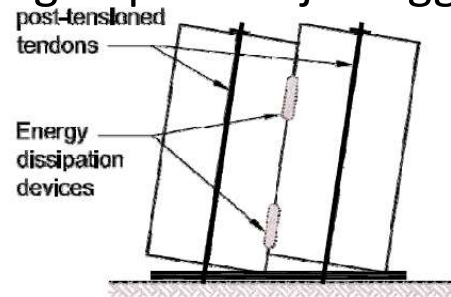
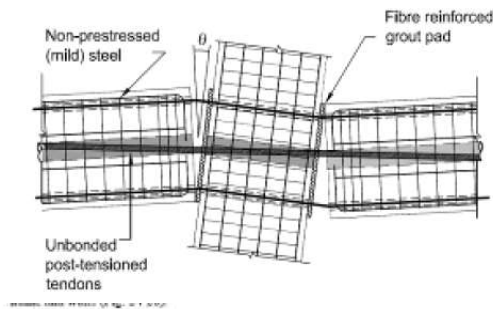
- Sistem precast tahan gempa dengan konsep emulasi monolit berkembang di Selandia Baru dan Italy sejak tahun 1990.



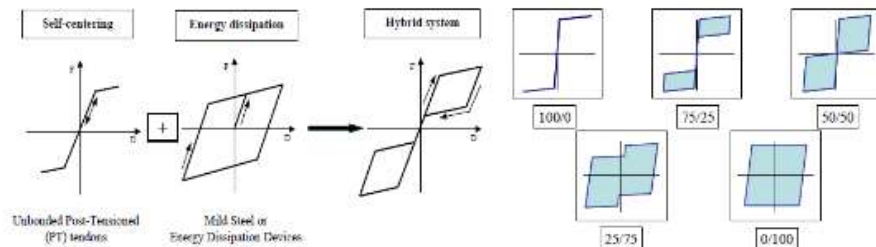
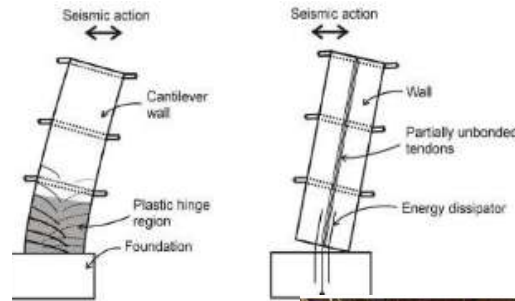


Sejarah Perkembangan Umum

- Sistem pracetak tahan gempa kinerja tinggi



(a) Internal and external dissipaters and construction details.



BRUCE Building test



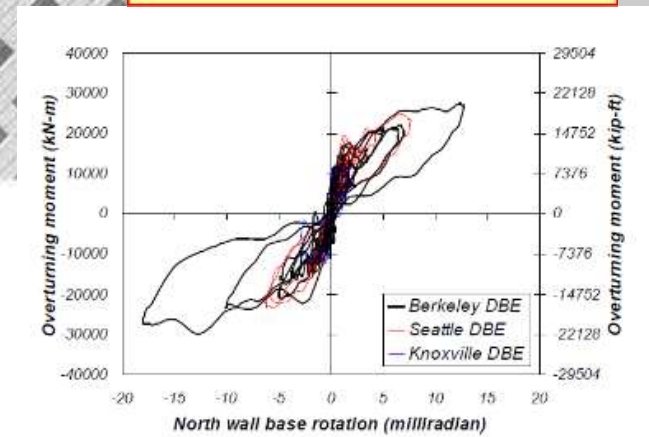
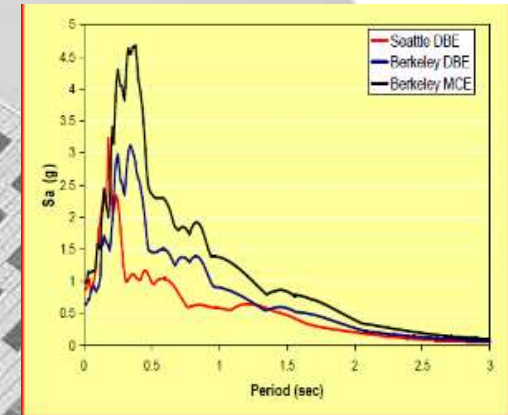
1. Dikembangkan (1994-2002) karena sistem tahan gempa klasik kinerjanya di complain publik USA pada Gempa Loma Prieta (1989) dan Northridge (1994). Konsep boleh rusak berat tapi tidak rubuh pada gempa kuat (near collapse) mengeliminir korban jiwa tapi tidak bis menghindarkan “business interruptible”

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

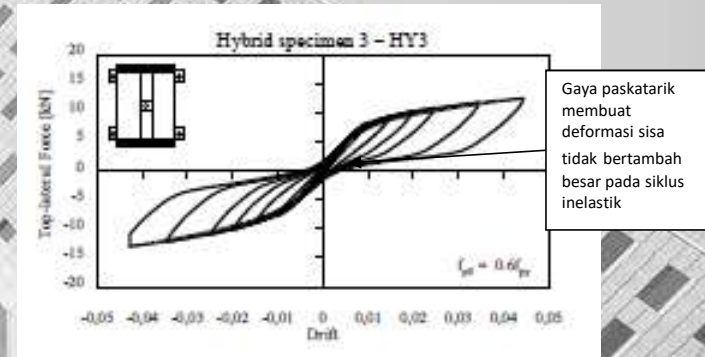
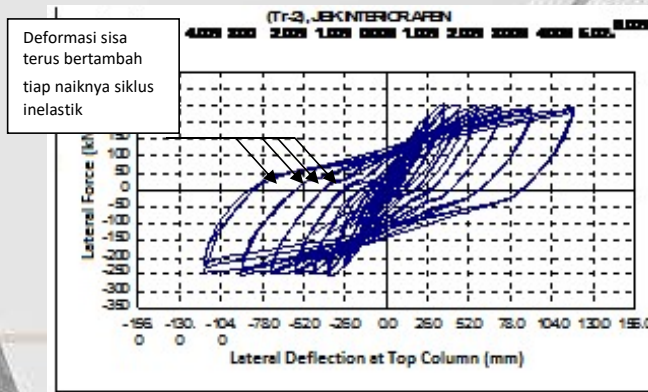
CONTOH BANGUNAN TINGGI TAHAN GEMPA DENGAN TEKNOLOGI



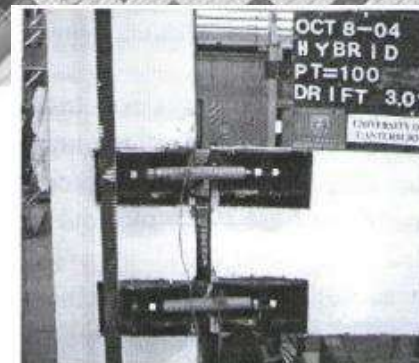
Berkeley maximum consider earthquake risk (MCE_R , $T=2500$ tahun)

Sejarah Perkembangan Umum

- Perbandingan perilaku sistem pracetak kinerja tinggi dan desain kapasitas biasa

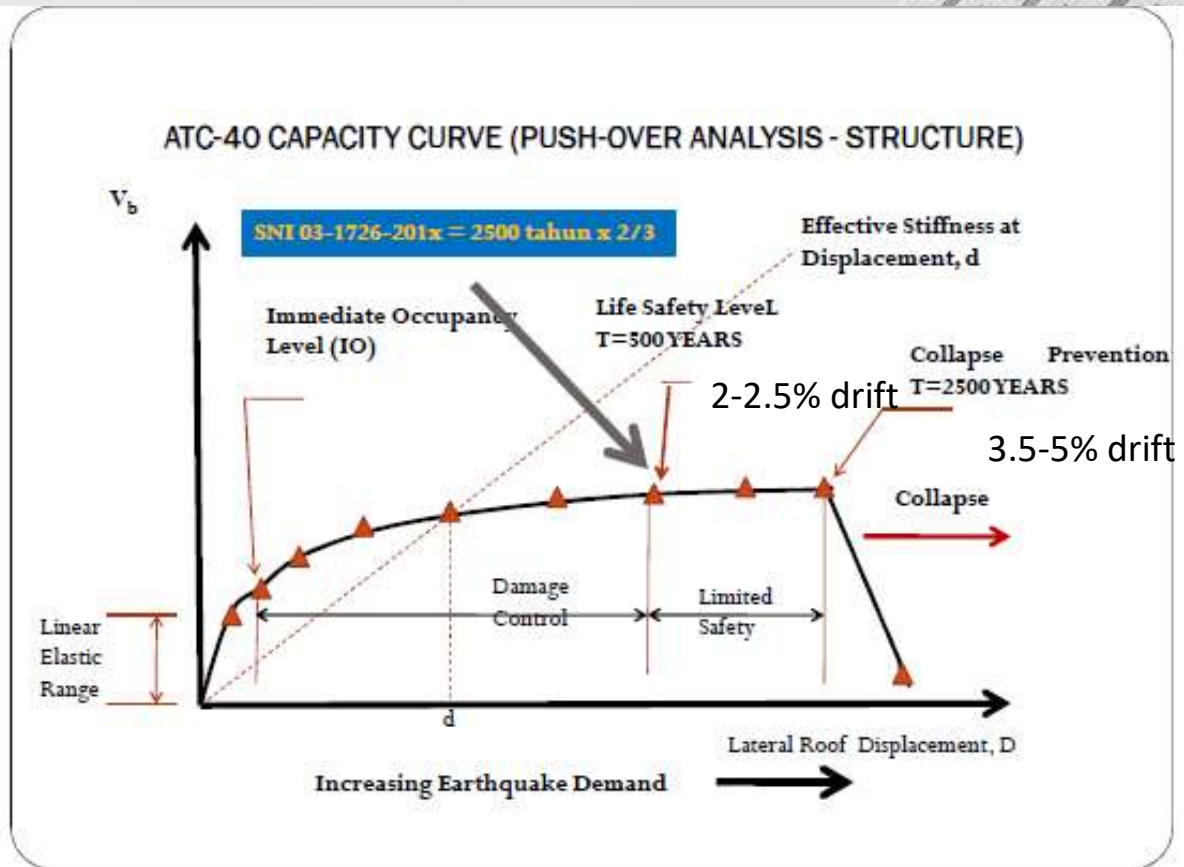


Kerusakan di balok (sulit diperbaiki)



Kerusakan di alat pendisipasi energi, mudah diganti

Sejarah Perkembangan Umum



“Standard” Structural Performance Levels



FEMA Instructional Materials Complementing FEMA 461, Design Examples PBE Design 16-2 - 08

Perencanaan Berbasis Kinerja

Sejarah Perkembangan Umum

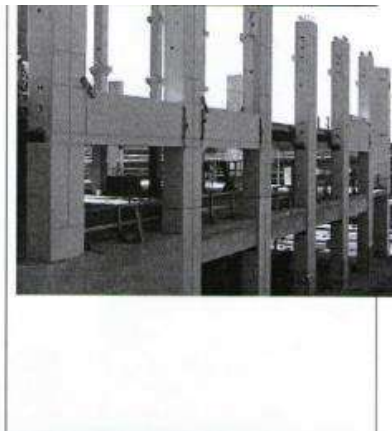
- Diterapkan pada bangunan di California, Amerika Tengah dan Amerika Selatan



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

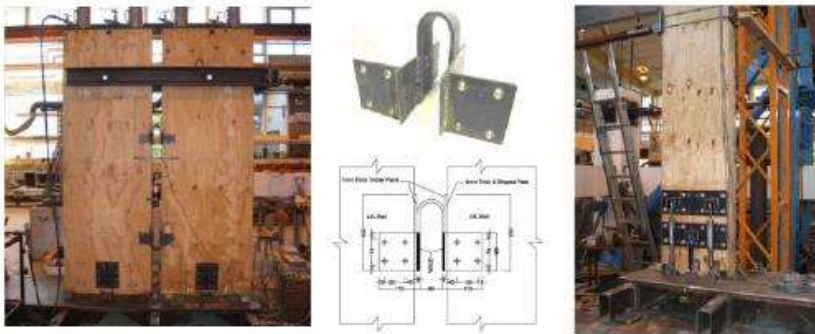


39 lantai di San Francisco dengan harga struktur yang ekonomis (Rp 1.4 jt/m²)
Perimeter curve post tension unbonded beam



Sejarah Perkembangan Umum

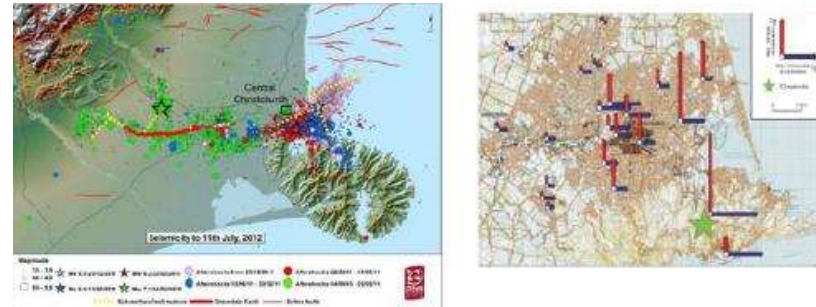
2005 : Stefano Pampanin direkrut kembali oleh Prof Park dari Amerika ke Selandia Baru untuk mengembangkan lebih lanjut Teknologi PRESSS dan mensosialisasikan ke masyarakat



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.



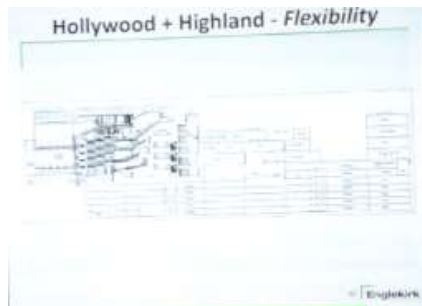
Sejarah Perkembangan Umum

PPVC – Pelopor Englekirk (USA 2004), lalu ke China, Eropa dan Singapura

- One of the latest application is on a Hollywood Building in Los Angeles ,
 - Cost savings of US \$ 6 billion and
 - Construction time reduced by 1 year.



The conventional system was redesign with full precast system base on several precast “brace frame”



The large precast brace frame produced in site and then erected with big crane to its position

Sejarah Perkembangan Umum

- PPVC di Singapura dan Tiongkok



Changi Hotel

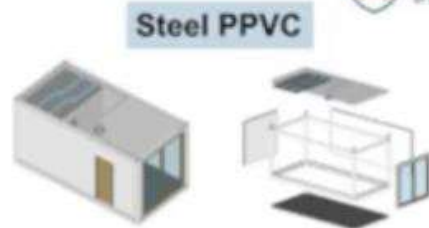
PPVC baja dengan lantai beton –
10 lantai terdiri dari 252 kontainer dan dibangun 10
unit per harinya selama 26 hari.
Kapasitas pemasangan 384,6 m²/hari.



Leishensan (Thunder Mountain God)
Hospital
PPVC baja seluas 645,000
*ft*² (60,000 m²)
Dibangun dalam waktu 10 hari dengan
7500 pekerja dan ratusan crane.
Kapasitas produksi 6000 m²/hari.

Sejarah Perkembangan Umum

Types of PPVC module



Concrete PPVC	Type	Steel PPVC
Load bearing wall	Module system	Corner supported
20 – 35 tonnes	Module weight	15 – 20 tonnes
More	No. of module	Lesser
Low	Flexibility in architectural design	High
Slow	Construction speed	Fast
Good	Durability/Fire	Need protection
Not required for grout connection	Ease of inspection	Required for bolted connection

© NUS Singapore, All Rights Reserved.

PPVC Projects in Singapore



Project name	Storey	Type of PPVC	Function	Status
1 Croane Plaza Hotel Ext @ Changi Airport	10	Steel	Hotel	Completed
2 NTU North Hill Residence Hall	13	Steel	Hostel	Completed
3 Nanyang Crescent Hostel	11 & 13	Steel	Hostel	Completed
4 Nursing Home (Woodlands)	9	Steel	Nursing home	Completed
5 JTC Space @ Tuam	9 (L7 – L9 are PPVC)	Steel	Industrial	On-going
6 The Wisteria Mixed Development	12	Steel	Private residential	Completed
7 Brownstone Executive Condominium	10 & 12	Steel	Private residential	On-going
8 Bukit Batok Qingian	16	Concrete	Private residential	Completed
9 Lake Grande Condominium	17	Concrete	Private residential	Completed
10 Parc Riviera Condominium	36	Concrete	Private residential	On-going
11 The Clementi Canopy Condominium	40	Concrete	Private residential	On-going

On-going Project

Clementi Avenue Condominium

- Reinforced concrete PPVC (SPP Systems)²
- Occupancy Type: Residence
- 40 stories
- Area: 46,000m² GFA
- Construction time: 36 months
- Productivity: Expected 30% reduction in construction time



Sejarah Perkembangan - Indonesia

- Parsial



Rusun Kemayoran (2016-2017)



Facade



Dinding dalam



Preslab – Half Slab



Kamar Mandi

Sejarah Perkembangan – Indonesia – Sistem Emulasi

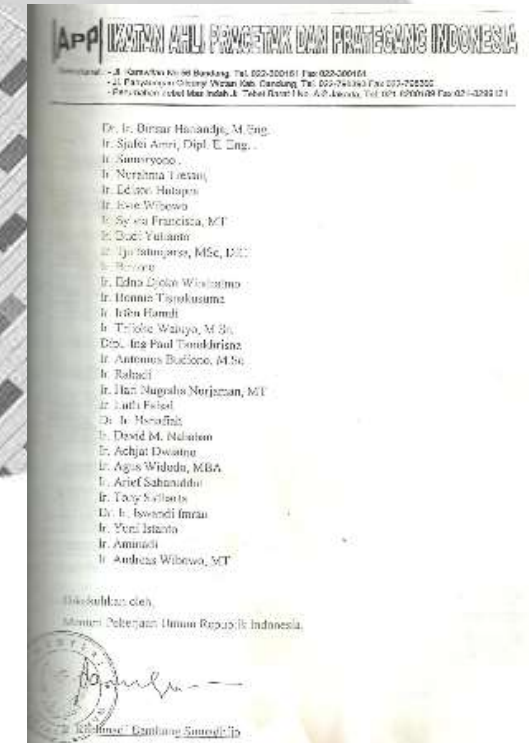
- Brecast, Cortina (1974), Waffle Crete (1995) – Dinding Pemikul Perum Perumas

- Sistem rangka untuk rumah susun (1997-sekarang)



Sejarah Perkembangan – Indonesia – IAPPI & AP3I

- 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



Sejarah Perkembangan – Indonesia – IAPPI & AP3I

- 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



Pengembangan Teknologi



Pembuatan Standar Teknis dan Standar Kompetensi Kerja



Tata cara perancangan beton pracetak dan beton prategang untuk bangunan gedung



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

Sejarah Perkembangan – Indonesia – IAPPI & AP3I

- Studi Banding, Publikasi Seminar, Jurnal dan Pameran Internasional



Beijing 2008

Muenchen 2010

Netherland 2010

Lisbon, Finland 2012

Bauma Germany 2013

Sejarah Perkembangan – Indonesia – IAPPI & AP3I

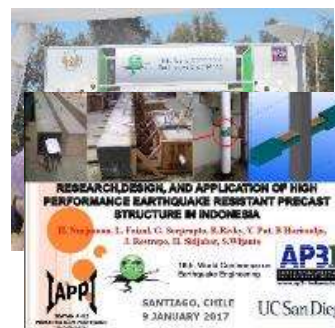
- Studi Banding, Publikasi Seminar, Jurnal dan Pameran Internasional



Kalsruhe Germany 2013



USA Tour 2015



Santiago 2017

International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)
 Volume 8, Issue 10, October 2017, pp. 843-865, Article ID: IJCIET_18_10_083
 Available online at <http://www.iaeme.com/IJCIET/index.asp?IType=JCIET&ITypeCode=IJCIET>
 ISSN Print: 0975-6308 and ISSN Online: 0975-6315

© IARME Publication © Scopus Indexed

FULL PRECAST STRUCTURE WITH UNBONDED POSTTENSION PRESTRESSED HYBRID FRAME STRUCTURES AT THE TAMANSARI HIVE OFFICE PARK BUILDING, JAKARTA, INDONESIA

Gambiro Suprianto
 Research and Development
 PT. Wijaya Karya Beton, Tbk., Jakarta, Indonesia

Almohk Husni, Widhioli, Andika Hafid Pratomo, Iwan Ahmad Sobhan
 The Tamansari Hive Office Park Building Project
 PT. Wijaya Karya Beton, Tbk., Jakarta, Indonesia

Hari Nugraha Nurjuman
 Persada Indonesia University, Jakarta, Indonesia

Ricanto Rivky
 PT. Conoco Inc. (Consilium), Jakarta, Indonesia

ABSTRACT

The need for high-rise buildings in big cities like Jakarta is very urgent right now. Requirements regarding the quality of concrete, speed and ease of implementation have become demands. The Tamansari Hive Office Park is designed to meet these needs and conditions. This building consists of 2 basement floors and upper structure of 12 stories. The basement and shaft wall structures are constructed from cast-in-place conventional concrete. While the top structure uses precast components for floor slabs, beams, and columns. This paper will describe the shape of beams, columns and floor modeling in precast system structures. Indonesia is one of areas affected by earthquake events. Thus, earthquake load is a problem to be considered. Design of earthquake resistant buildings follows the provisions in Building Requirements for Structural Concrete (ACI 318-11), Indonesian Earthquake Resistance Design Procedures for Building and Non-Building Structures (SNI 1725-2012) and some related regulations, particularly design regarding concrete precast buildings. The earthquake resistant concept of this building does not use the concept of strong columns-weak beam or earthquake resistant moment-resisting frame concept as described in the PRE cast Seismic Structural System (PRESSSE) Table concept to implemented with Unbonded Post-

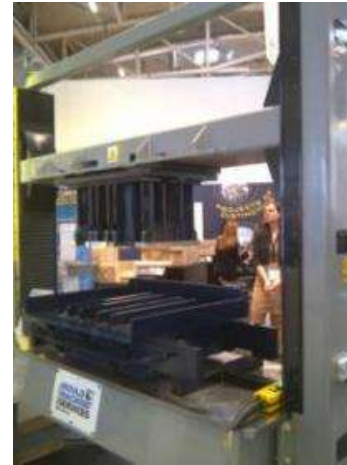
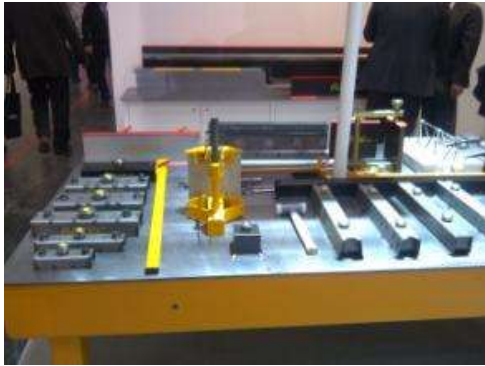
<http://www.iaeme.com/IJCIET/index.asp?IType=JCIET&ITypeCode=IJCIET>

doi:10.54037/ijciet



International Journal 2017 VSL Academy Bangkok 2018

Sejarah Perkembangan – Indonesia – IAPPI & AP3I



Menuju Industri Konstruksi Berbasis Manufaktur Kemen PU PR : Visit ke Bauma Bersama stakeholder 2013 → Gambaran bahwa Indonesia harus segera mengadopsi karakter manufaktur dalam industri konstruksi

Sejarah Perkembangan – Indonesia – IAPPI & AP3I

- Penganjangan Industri Konstruksi Berbasis Manufaktur oleh Kemen PU PR



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. Diloreto, P.E., F.ASCE
President American Society of Engineering
Association,
- Dr. Drajat Hudajanto, 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 in 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 this conference.

Thank you for your kind attention.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Minister for Public Works of the Republic of Indonesia

Djoko Kirmanto



Anggota Perusahaan **Ikatan Ahli Pracetak dan Prategang Indonesia (IAPPI)** dipisahkan dari keanggotaan IAPPI dalam **Asosiasi Perusahaan Pracetak dan Prategang Indonesia (AP3I)** yang dibentuk pada tanggal **18 Juli 2013**.

Sejarah Perkembangan – Indonesia – IAPPI & AP3I

- Pencanangan Industri Konstruksi Berbasis Manufaktur oleh Kemen PU PR



Sejarah Perkembangan – Indonesia – IAPPI & AP3I

- Perhitungan asumsi

Formulasi Tingkat Penggunaan Beton Pracetak dan Prategang

Perhitungan Kapitalisasi Industri Beton Pracetak dan Prategang	
Diketahui:	
Kapasitas	23 juta ton
Volume semen	60 juta ton
Asumsi 1 m ³ beton	300 kg semen
Sehingga:	
Volume beton	$\frac{\text{volume semen}}{\text{kebutuhan semen per m}^3} = \frac{60 \text{ juta ton}}{0,3 \text{ ton}} = 200 \text{ juta m}^3$
Berat beton per m ³	2,4 ton
Berat beton	$\text{volume beton} \times \text{berat betoni per m}^3 = 200 \text{ juta m}^3 \times 2,4 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} = 480 \text{ juta ton}$
Proporsi semen ke infrastruktur beton	25% x 480 juta ton = 120 juta ton
Proporsi volume beton industri pracetak prategang terhadap volume beton konvensional	$\frac{\text{volume beton total}}{\text{proporsi semen ke infrastruktur beton}} = \frac{23}{120} = 19,1\%$
Jumlah produksi beton	$\frac{\text{kapasitas beton}}{\text{berat beton per m}^3} = \frac{23 \text{ juta ton}}{2,4 \text{ ton}} = 9,58 \text{ juta m}^3$
Kapitalisasi industri pracetak dan prategang	$\text{kapitalisasi} = 9,58 \text{ juta m}^3 \times \frac{3,5 \text{ juta rupiah}}{\text{m}^3} = 33,53 \text{ T rupiah}$

Formulasi Tingkat Penggunaan Beton Pracetak dan Prategang

No.	Kementerian/Lembaga	Anggaran (Rp. dalam Triliun)	Kapitalisasi Industri/Anggaran
1	Kapitalisasi industri beton pracetak terhadap APBN 4 (empat) kementerian atau lembaga utama penyedia infrastruktur		
	Kementerian PUPR	119,4	Rp 33,53 T / Rp 202,65 T = 16,55%
	Kementerian Perhubungan	64,9	
	Kementerian ESDM	15,05	
	PLN	3,3	
Total	202,65		
2	Kapitalisasi industri beton pracetak terhadap APBN dan APBD infrastruktur		Rp 33,53 T / Rp 235,6 T = 14,23%
	Anggaran APBN dan APBD 2015	235,6	
3	Kapitalisasi terhadap Pembiayaan Infrastruktur yang Tercatat		
	APBN dan APBD 2015	235,6	Rp 33,53 T / Rp 542,2 T = 6,18%
	BUMN	70	
	PPP 2015	218	
	Off balance Sheet 2015	18,6	
	Total	542,2	

Target 30% ditetapkan berdasarkan kapasitas produksi Industri 22.65 juta ton (16.55%) -2014 menjadi 41 juta ton (30%)

Sejarah Perkembangan – Indonesia – IAPPI & AP3I

- Industri 4.0 pada Industri Konstruksi
 - Industri konstruksi nasional adalah salah satu penyumbang PDB terbesar di Indonesia (10.76%, sekarang No.4)
 - Kontribusi dalam pembangunan sangat besar, terutama dalam percepatan pembangunan infrastruktur 2014-2019
 - Industri konstruksi Indonesia sedang bertransformasi dari “konvensional” ke “manufaktur” → Industri 4.0 sesuai amanat Undang-Undang RI No.02/2017 tentang Jasa Konstruksi
 - Core : Rantai Pasok, BIM, Digital Economy, Artificial Intelligent, Big Data, Robotic, Disruptif
 - Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat diamanatkan menjadi pembina konstruksi untuk mewujudkan struktur usaha yang kukuh, andal, berdaya saing tinggi, dan **hasil Jasa Konstruksi yang berkualitas**

UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 2 TAHUN 2017
TENTANG
JASA KONSTRUKSI

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA,

Menimbang:

- a. bahwa pembangunan nasional bertujuan untuk mewujudkan masyarakat adil dan makmur yang berdasarkan Pancasila dan Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945;
- b. bahwa sektor jasa konstruksi merupakan kegiatan masyarakat mewujudkan bangunan yang berfungsi sebagai pendukung atau prasarana aktivitas sosial ekonomi kemasyarakatan guna menunjang terwujudnya tujuan pembangunan nasional;
- c. bahwa penyelenggaraan jasa konstruksi harus menjamin ketertiban dan kepastian hukum;
- d. bahwa Undang-Undang Nomor 18 Tahun 1999 tentang Jasa Konstruksi belum dapat memenuhi tuntutan kebutuhan tata kelola yang baik dan dinamika perkembangan penyelenggaraan jasa konstruksi;
- e. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a, huruf b, huruf c, dan huruf d perlu membentuk Undang-Undang tentang Jasa Konstruksi.

Mengingat:

Pasal 20 dan Pasal 21 Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945.

Dengan Persetujuan Bersama:
DEWAN PERWAKILAN RAKYAT REPUBLIK INDONESIA
dan
PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA

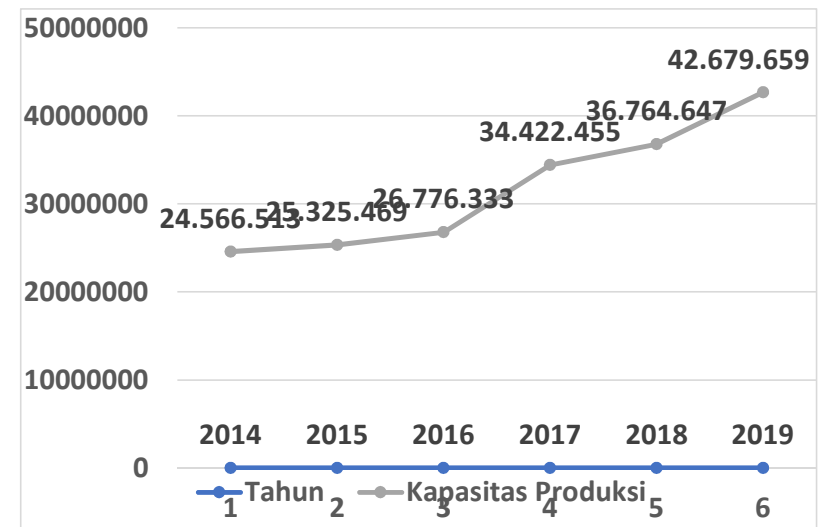
MEMUTUSKAN:

Menetapkan:

UNDANG-UNDANG TENTANG JASA KONSTRUKSI.

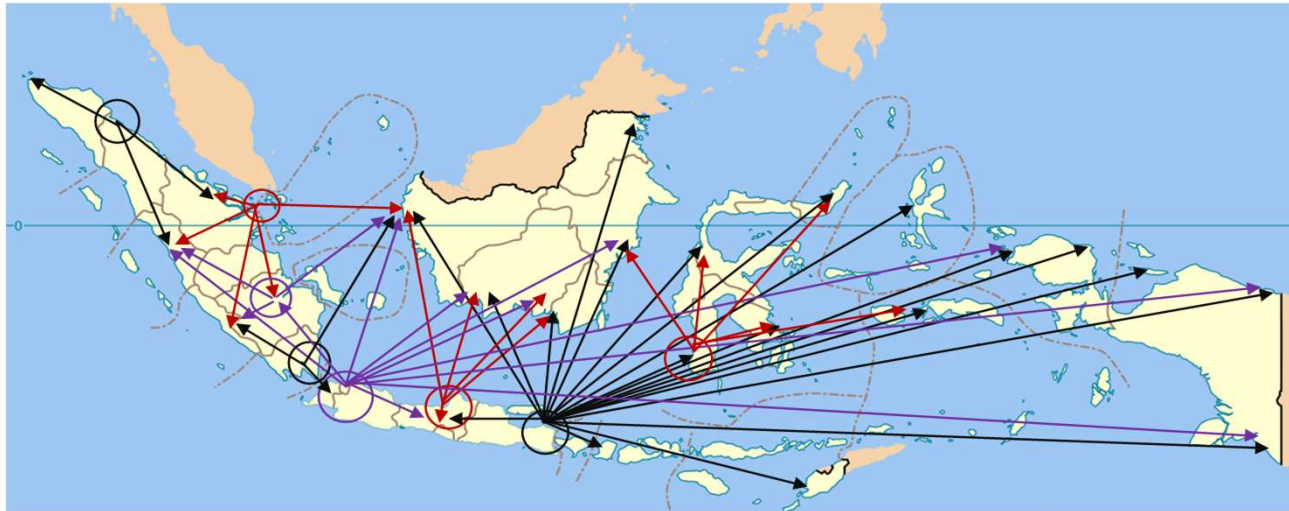
Sejarah Perkembangan – Indonesia – IAPPI & AP3I

Tahun	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)	Jumlah Pabrik	Usulan
2014	24.566.513	57	Kapasitas pada tahun 2024 tergantung pada rencana proyek PUPR dan proyek investasi lainnya.
2015	25.325.469	58	
2016	26.776.333	63	
2017	34.422.455	76	
2018	36.764.647	80	
2019	42.679.659	82	
Target Pesimis 2024 (Kenaikan Kapasitas 5% Per tahun) : 48 jt Ton Per tahun. Target Optimis 2024 (Kenaikan Kapasitas 2% Per tahun) : 40 jt Ton Per tahun.			Catatan : Setiap Kenaikan Kapasitas 1 Juta Ton memerlukan investasi +/- Rp. 400 Miliar.



Kapasitas Terpakai 2019 : 24.581.469 ton (64,64 %)

Sejarah Perkembangan – Indonesia – IAPPI & AP3I Peta Produksi dan Distribusi Produk Beton Pracetak



1. [Sumatera Utara](#) (3 Pabrik KP 1.420.141 Ton/Th)
2. [Riau](#) (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 Jakarta](#) (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)
[Bali](#) (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)

Sejarah Perkembangan – Indonesia – Sistem Emulasi

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



Rusun Pulogebang 16 lantai

Rusun Rempoa 10 lantai

Rusun Bandung 8 lantai

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 tanpa lekatan

Sejarah Perkembangan – Indonesia – Sistem Kinerja Tinggi

- 2015 - 2016



Rusun TNI Cawang



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



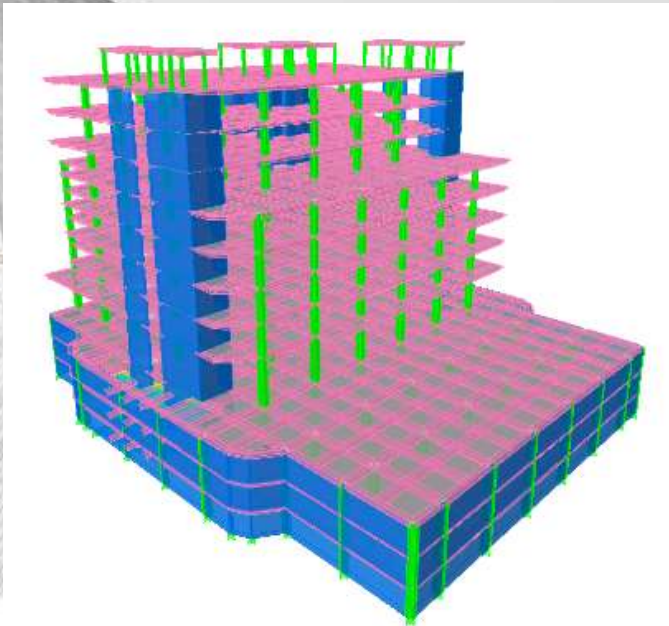
Rusun Polri Banyuasin, Rohul, Nias, Natuna, Cikeas



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

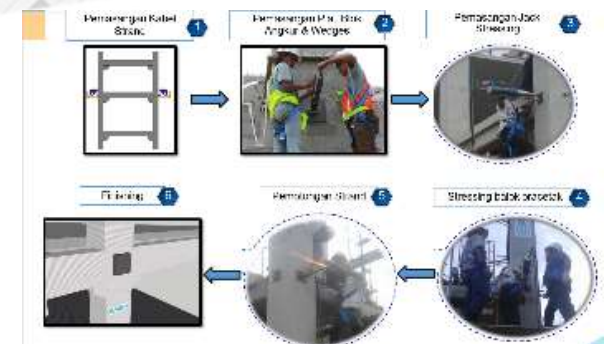
- Dinas Pendidikan DKI Jakarta (2018) 16 lantai – Kombinasi offsite, on site



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



- Dudukan balok pada corbel kolom precast. Pastikan ssat handing balok, stek besi yang keluar dari kolom tidak mengganggu proses mendudukkan balok ke corbel / temporary corbel / perancah kolom.
- Pada proses pemasangan acoring pada balok, dilakukan dengan instruksi kerja sebagai berikut:
- Dilakukan pemasangan acoring dengan menumpukan perancah pada kolom terdekat. Disediakan 1 sis 8 x 2 Ton = 12ton, Untuk 4 sis = 48 ton
 - Lakukan pemasangan scaffolding sebagai penahan balok.
 - Letakkan balok kantilever diatas corbel / temporary corbel.



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

- Project Tokyo Riverside Apartment 32 Storey With Precast Emulated Cast In Place (2020)



Desain Render Arsitektur Tokyo Riverside Apartment



Precast Retaining Wall For Raft Foundation



Beam Precast Product



Beam, Half Slab Precast System

Sejarah Perkembangan – Indonesia – Sistem Kinerja Tinggi

- Project Tokyo Riverside Apartment 32 Storey With Precast Emulated Cast In Place (2020)



Beam Installation



Precast Stair Case



Beam Installation



Beam Installation



Result of using Precast Product :

- Good Quality Product
- Green Environment
- Clean

Sejarah Perkembangan – Indonesia – Sistem Kinerja Tinggi

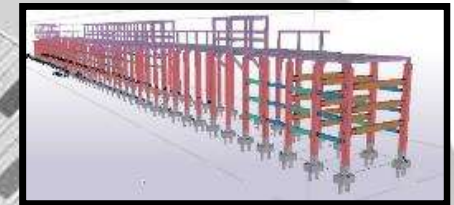
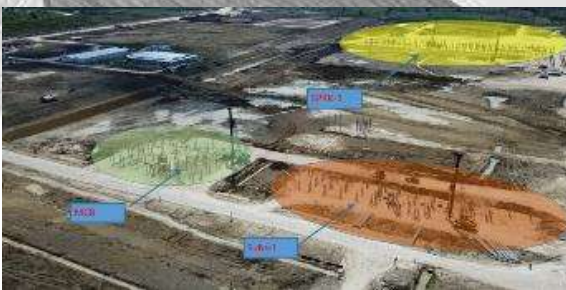
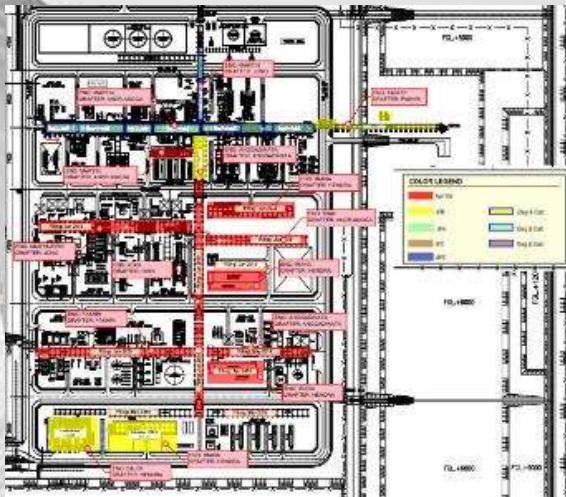
- Fasilitas Pelabuhan Muara Angke (2019) – Full off Site Construction



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

Sejarah Perkembangan – Indonesia – PPVC

- Sistem Modular Flat Pack di Rumah Sakit Galang (2020)- Full Off Site Construction



Produksi dilakukan di Bogor, lalu dikapalkan ke Batam



372 modul
5100 m2
Diselesaikan dalam 8 hari



Sejarah Perkembangan – Indonesia – PPVC

- RS Pertamina Covid Simprug (2020) Full off Site Construction



Pertamina bangun RS modular corona di lokasi Pertamina Simprug Covid 19.



The background of the slide features a black and white photograph of modern architectural structures. On the left, a building with a grid-like facade and a balcony is visible. On the right, a taller building with a similar grid pattern is shown. The sky is bright, and some foliage is visible in the upper corners.

04-Sejarah Regulasi

- Regim PPTGIUG, PMI, PBI 71,TCPSB 1991
- Regim SNI 1729:2002, SNI 2847:2002,PMI
- Regim SNI 1729:2012, SNI 1727:2013,SNI 7833:2012,SNI 7834:2012, SNI 2847:2013
- Regim SNI 1729:2019, SNI 1727:2018, SNI 2847:2019, SNI 8367:2017 dan SNI komplementer pracetak dan prategang

Sejarah Regulasi

Perkembangan dalam SNI Beton

1. **Sistem pracetak** mulai tercantum pada **SNI 03-2847-2002**, *Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung* yang didasarkan atas **ACI 318-99**
2. **Pada ACI 318-02**, terjadi perubahan signifikan dengan dimasukkannya hasil-hasil penelitian sistem pracetak kinerja tinggi.
3. Pada kurun waktu 2002 -2012 banyak terbit komplementer ACI terkait sistem pracetak, disamping sudah ada 2 kali upgrade ACI 318-05 dan ACI 318-08
4. Pada masa 2002 sampai 2010, SNI 03-2847-2002 belum ada inisiasi untuk direvisi, sehingga pada tahun 2010 Kementerian Pekerjaan Umum dan IAPPI mengambil inisiatif untuk membuat regulasi khusus tentang **sistem beton pracetak dan prategang** untuk mewadahi perkembangan yang sangat pesat di lapangan

Sejarah Regulasi

PERKEMBANGAN DALAM SNI BETON

6. SNI 2847 direvisi pada tahun SNI 2847:2013 yang merupakan adopsi dari ACI 318-11. SNI tentunya sudah lebih maju dari referensi ACI 318-08 yang jadi referensi SNI 7833:2012, hanya saja SNI 2847:2013 tidak menyertakan commentary ACI 318-11. Pada commentary banyak hal tentang sistem pracetak yang mengkaitkan dengan complementary ACI. Jadi SNI 7833:2012 diputuskan masih tetap dipertahankan.
7. Pada kurun waktu 2013 – 2019 dikeluarkan beberapa komplementari ACI, yang dijadikan yaitu SNI 6880:2016 dan SNI 8367:2017 , dan revisi SNI 7832 menjadi SNI 7832:2017
8. Pada tahun 2019 dikeluarkan SNI 2847:2019, lengkap dengan commentarnya. Jadi peraturan induk beton sudah lengkap, termasuk sistem pracetak dan prategang.
9. Pada tahun 2019 diinisiasi pembuatan complementary code tentang sistem pracetak dan prategang yang diperlukan di lapangan. Jika seluruh complementary ini sudah selesai, maka SNI 7833:2012 dapat diusulkan untuk diabolisi.

Regulasi

SNI
Standar Nasional Indonesia

SNI 1726:2019

Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung

ICS 91.120.25; 91.080.01

 **BADAN
STANDARISASI
NASIONAL**

"Tata cara Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk dipinjam dan tidak untuk diperjualbelikan"

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

 **BADAN
STANDARISASI
NASIONAL**

"Tata cara Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk dipinjam dan tidak untuk diperjualbelikan"

Sejarah Regulasi

- Sistem Pracetak dalam SNI 1729, dari sejak SNI 03-1729-2002 sampai SNI 1729:2019 masuk dalam Tabel R, Cd, Ω_0 Sistem Pemikul Gaya Seismik

Tabel 12 – Faktor R, C_d , dan Ω_0 untuk sistem pemikul gaya seismik

Sistem pemikul gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R^a	Faktor kuat lebih sistem, Ω_0^b	Faktor pembesaran defleksi, C_d^c	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, h_s (m) ^d					
				Kategori desain seismik					
				B	C	D*	E*	F*	F*
A. Sistem dinding penutup									
1. Dinding geser beton bertulang khusus ¹	5	2%	5	TB	TB	48	48	30	
2. Dinding geser beton bertulang biasa ²	4	2%	4	TB	TB	TI	TI	TI	
3. Dinding geser beton polos detail ³	2	2%	2	TB	TI	TI	TI	TI	
4. Dinding geser beton polos biasa ⁴	1%	2%	1%	TB	TI	TI	TI	TI	
5. Dinding geser pracetak menengah ⁵	4	2%	4	TB	TB	12	12	12	
6. Dinding geser pracetak biasa ⁶	3	2%	3	TB	TI	TI	TI	TI	
7. Dinding geser catu cara bertulang khusus	5	2%	5	TB	TB	48	48	30	
8. Dinding geser batu bata bertulang menengah	3%	2%	2%	TB	TB	TI	TI	TI	
9. Dinding geser batu bata bertulang biasa	2	2%	1%	TB	48	TI	TI	TI	
10. Dinding geser batu bata polos detail	2	2%	1%	TB	TI	TI	TI	TI	
11. Dinding geser batu bata polos biasa	1%	2%	1%	TB	TI	TI	TI	TI	
12. Dinding geser batu bata catu cara	1%	2%	1%	TB	TI	TI	TI	TI	
13. Dinding geser batu bata ringan (AAC) bertulang biasa	2	2%	2	TB	10	TI	TI	TI	
14. Dinding geser batu bata ringan (AAC) polos biasa	1%	2%	1%	TB	TI	TI	TI	TI	
15. Dinding rangka ringan (kayu) dilapisi dengan panel struktur kayu yang ditujukan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	6%	3	4	TB	TB	20	20	20	
16. Dinding rangka ringan (baja canal dingin) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang ditujukan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	6%	3	4	TB	TB	20	20	20	
17. Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2	2%	2	TB	TB	10	TI	TI	
18. Sistem dinding rangka ringan (baja canal dingin) menggunakan bresing strip datar	4	2	3%	TB	TB	20	20	20	
B. Sistem rangka bangunan									
1. Rangka baja dengan bresing aksentris	8	2	4	TB	TB	48	48	30	
2. Rangka baja dengan bresing konsentris khusus	6	2	5	TB	TB	48	48	30	
3. Rangka baja dengan bresing konsentris biasa	3%	2	3%	TB	TB	10'	10'	TI'	
4. Dinding geser beton bertulang khusus ¹	6	2%	5	TB	TB	48	48	30	
5. Dinding geser beton bertulang biasa ²	5	2%	4%	TB	TB	TI	TI	TI	
6. Dinding geser beton polos detail ³	2	2%	2	TB	TI	TI	TI	TI	
7. Dinding geser beton polos biasa ⁴	1%	2%	1%	TB	TI	TI	TI	TI	
8. Dinding geser pracetak menengah ⁵	5	2%	4%	TB	TB	12	12	12	
9. Dinding geser pracetak biasa ⁶	4	2%	4	TB	TI	TI	TI	TI	
10. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing aksentris	8	2	4	TB	TB	48	48	30	
11. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing konsentris khusus	5	2	4%	TB	TB	48	48	30	
12. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing biasa	3	2	3	TB	TB	TI	TI	TI	
13. Dinding geser pelat baja dan beton komposit	6%	2%	5%	TB	TB	48	48	30	
14. Dinding geser baja dan beton komposit khusus	6	2%	5	TB	TB	48	48	30	
15. Dinding geser baja dan beton komposit biasa	5	2%	4%	TB	TB	TI	TI	TI	
16. Dinding geser batu bata bertulang khusus	5%	2%	4	TB	TB	48	48	30	
17. Dinding geser batu bata bertulang menengah	4	2%	4	TB	TB	TI	TI	TI	
18. Dinding geser batu bata bertulang biasa	2	2%	2	TB	48	TI	TI	TI	

Tabel 12 – Faktor R, C_d , dan Ω_0 untuk sistem pemikul gaya seismik (lanjutan)

Sistem pemikul gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R^a	Faktor kuat lebih sistem, Ω_0^b	Faktor pembesaran defleksi, C_d^c	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, h_s (m) ^d					
				Kategori desain seismik					
				B	C	D*	E*	F*	F*
19. Dinding geser batu bata polos detail	2	2%	2	TB	TI	TI	TI	TI	
20. Dinding geser batu bata polos biasa	1%	2%	1%	TB	TI	TI	TI	TI	
21. Dinding geser batu bata pratayang	1%	2%	1%	TB	TI	TI	TI	TI	
22. Dinding rangka ringan (kayu) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dimaksudkan untuk tahanan geser	7	2%	4%	TB	TB	22	22	22	
23. Dinding rangka ringan (baja canal dingin) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dimaksudkan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	7	2%	4%	TB	TB	22	22	22	
24. Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2%	2%	2%	TB	TB	10	TB	TB	
25. Rangka baja dengan bresing terkejang terhadap tekuk	6	2%	5	TB	TB	48	48	30	
26. Dinding geser pelat baja khusus	7	2	6	TB	TB	48	48	30	
C. Sistem rangka pemikul momen									
1. Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	5%	TB	TB	TB	TB	TB	
2. Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	5%	TB	TB	48	30	TI	
3. Rangka baja pemikul momen menengah	4%	3	4	TB	TB	10'	TI'	TI'	
4. Rangka baja pemikul momen biasa	3%	3	3	TB	TB	TI'	TI'	TI'	
5. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus ¹	8	3	5%	TB	TB	TB	TB	TB	
6. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4%	TB	TB	TI	TI	TI	
7. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2%	TB	TI	TI	TI	TI	
8. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus	6	3	5%	TB	TB	TB	TB	TB	
9. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen menengah	5	3	4%	TB	TB	TI	TI	TI	
10. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen biasa	6	3	5%	48	48	30	TI	TI	
11. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen	3	3	2%	TB	TI	TI	TI	TI	
12. Rangka baja canal dingin pemikul momen khusus dengan pembautan ²	3%	3'	3%	10	10	10	10	10	
D. Sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus yang mampu menahan paling sedikit 25 % gaya seismik yang ditetapkan									
1. Rangka baja dengan bresing aksentris	8	2%	4	TB	TB	TB	TB	TB	
2. Rangka baja dengan bresing konsentris khusus	7	2%	5%	TB	TB	TB	TB	TB	
3. Dinding geser beton bertulang khusus ¹	7	2%	5%	TB	TB	TB	TB	TB	
4. Dinding geser beton bertulang biasa ²	6	2%	5	TB	TI	TI	TI	TI	
5. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing aksentris	8	2%	4	TB	TB	TB	TB	TB	
6. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing konsentris khusus	6	2%	5	TB	TB	TB	TB	TB	
7. Dinding geser pelat baja dan beton komposit	7%	2%	6	TB	TB	TB	TB	TB	
8. Dinding geser baja dan beton komposit khusus	7	2%	6	TB	TB	TB	TB	TB	
9. Dinding geser baja dan beton komposit biasa	6	2%	5	TB	TB	TI	TI	TI	
10. Dinding geser batu bata bertulang khusus	5%	3	5	TB	TB	TB	TB	TB	
11. Dinding geser batu bata bertulang menengah	4	3	3%	TB	TB	TI	TI	TI	
12. Rangka baja dengan bresing terkejang terhadap tekuk	8	2%	5	TB	TB	TB	TB	TB	
13. Dinding geser pelat baja khusus	8	2%	6%	TB	TB	TB	TB	TB	

Tabel 12 – Faktor R, C_d , dan Ω_0 untuk sistem pemikul gaya seismik (lanjutan)

Sistem pemikul gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R^a	Faktor kuat lebih sistem, Ω_0^b	Faktor pembesaran defleksi, C_d^c	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, h_s (m) ^d					
				Kategori desain seismik					
				B	C	D*	E*	F*	F*
E. Sistem ganda dengan rangka pemikul momen menengah mampu menahan paling sedikit 25 % gaya seismik yang ditetapkan									
1. Rangka baja dengan bresing konsentris khusus ¹	6	2%	5	TB	TB	10	TI	TI	
2. Dinding geser beton bertulang khusus ²	6%	2%	5	TB	TB	48	30	30	
3. Dinding geser batu bata bertulang biasa	3	3	2%	TB	48	TI	TI	TI	
4. Dinding geser batu bata bertulang menengah	3%	3	3	TB	TB	TI	TI	TI	
5. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing konsentris khusus	5%	2%	4%	TB	TB	48	30	TI	
6. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing biasa	3%	2%	3	TB	TB	TI	TI	TI	
7. Dinding geser baja dan beton komposit biasa	5	3	4%	TB	TB	TI	TI	TI	
8. Dinding geser beton bertulang biasa ³	5%	2%	4%	TB	TB	TI	TI	TI	
F. Sistem interaksi dinding geser-rangka dengan rangka pemikul momen beton bertulang biasa dan dinding geser beton bertulang biasa⁴									
G. Sistem kolom kantilever didetail untuk memenuhi persyaratan untuk :									
1. Sistem kolom baja dengan kantilever khusus	2%	1%	2%	10	10	10	10	10	
2. Sistem kolom baja dengan kantilever biasa	1%	1%	1%	10	10	TI'	TI'	TI'	
3. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus ⁵	2%	1%	2%	10	10	10	10	10	
4. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	1%	1%	1%	10	10	10	10	10	
5. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	1	1%	1	10	TI	TI	TI	TI	
6. Rangka kayu	1%	1%	1%	10	10	10	10	10	
H. Sistem baja tidak didetail secara khusus untuk ketahanan seismik, tidak termasuk sistem kolom kantilever									
	3	3	3	TB	TB	TI	TI	TI	

CATATAN

Pengaturan yang lebih detail dilakukan dalam SNI 2847:2019

Sejarah Regulasi

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

18.2 - Umum

18.2.1 Sistem Struktur

18.2.1.1 Semua struktur harus dikenakan suatu kategori desain seismik (KDS) sesuai 4.4.6.1.

18.2.1.2 Semua komponen struktur harus memenuhi persyaratan **Pasal 1** hingga **17** dan **Pasal 19** hingga **26**. Struktur yang dikenakan KDS B, C, D, E, atau F juga harus memenuhi 18.2.1.3 hingga 18.2.1.7, sesuai keberlakuannya. Bila Pasal 18 bertentangan dengan pasal lain pada standar ini, maka Pasal 18 yang harus diikuti.

18.2.1.3 Struktur yang dikenakan KDS B harus memenuhi 18.2.2.

18.2.1.4 Struktur yang dikenakan KDS C harus memenuhi 18.2.2 dan 18.2.3.

18.2.1.5 Struktur yang dikenakan KDS D, E, atau F harus memenuhi 18.2.2 hingga 18.2.8, dan 18.12 hingga 18.14.

18.2.1.6 Sistem-sistem struktur yang ditetapkan sebagai bagian sistem pemikul gaya seismik harus dibatasi hanya untuk

R18.2 - Umum

Struktur yang masuk dalam KDS A tidak perlu memenuhi Pasal 18 tetapi harus memenuhi semua persyaratan lain yang berlaku dalam standar ini. Struktur yang masuk dalam KDS B hingga F harus memenuhi persyaratan Pasal 18 sebagai tambahan terhadap semua persyaratan lainnya yang berlaku dalam standar ini.

Pasal 18.2.1.3 hingga 18.2.1.5 mengidentifikasi bagian-bagian Pasal 18 yang berlaku untuk bangunan berdasarkan KDS-nya, terlepas dari elemen-elemen vertikal yang menjadi bagian dari sistem pemikul gaya seismik yang dipilih. Definisi elemen vertikal yang diizinkan sebagai bagian dari sistem pemikul gaya seismik terdapat dalam SNI 1726. Penjelasan R18.2 selanjutnya merangkum maksud SNI 2847 terkait tipe elemen vertikal yang diizinkan pada gedung berdasarkan KDS-nya. Pasal 18.2.1.6 mendefinisikan persyaratan untuk elemen vertikal yang menjadi bagian sistem pemikul gaya seismik.

Persyaratan desain dan pendetailan seharusnya disesuaikan dengan tingkat respons inelastik yang diasumsikan dalam perhitungan gaya gempa desain. Istilah "biasa", "menengah" dan "khusus"

STANDAR

sistem-sistem struktur yang telah ditetapkan dalam SNI 1726, atau ditentukan oleh pihak lain yang berwenang. Kecuali untuk KDS A, dimana Pasal 18 tidak berlaku, a) hingga h) di bawah ini harus dipenuhi untuk setiap sistem struktur yang ditetapkan sebagai bagian sistem pemikul gaya seismik, sebagai tambahan terhadap 18.2.1.3 hingga 18.2.1.5:

- Sistem rangka pemikul momen biasa harus memenuhi 18.3.
- Dinding struktural beton bertulang biasa tidak perlu memenuhi ketentuan pendetailan Pasal 18, kecuali yang disyaratkan oleh 18.2.1.3 atau 18.2.1.4.
- Sistem rangka pemikul momen menengah harus memenuhi 18.4.
- Dinding struktural pracetak menengah harus memenuhi 18.5.
- Sistem rangka pemikul momen khusus harus memenuhi 18.2.3 hingga 18.2.8 dan 18.6 hingga 18.8.
- Sistem rangka pemikul momen khusus untuk beton pracetak harus memenuhi 18.2.3 hingga 18.2.8 dan 18.9.
- Dinding struktural khusus harus memenuhi 18.2.3 hingga 18.2.8 dan 18.10.
- Dinding struktural khusus untuk beton pracetak harus memenuhi 18.2.3 hingga 18.2.8 dan 18.11.

PENJELASAN

digunakan untuk memfasilitasi kesesuaian antara pendetailan dengan tingkat respons inelastik yang diasumsikan. Untuk setiap elemen atau sistem struktur yang digunakan, istilah "biasa", "menengah" dan "khusus" mengandung makna adanya peningkatan persyaratan pendetailan dan perancangan agar kapasitas deformasi meningkat sesuai yang diharapkan. Struktur yang masuk dalam KDS B tidak diharapkan terkena guncangan tanah yang kuat, tetapi mungkin terkena guncangan yang rendah pada interval waktu yang panjang. Standar ini menyediakan beberapa persyaratan untuk elemen balok dan kolom pada sistem rangka pemikul momen biasa agar kapasitas deformasi meningkat.

Struktur yang masuk dalam KDS C dapat terkena guncangan tanah menengah (*moderately strong*). Sistem pemikul gaya seismik yang dipilih, lazimnya terdiri dari beberapa kombinasi dinding struktural biasa cor ditempat, dinding struktural pracetak menengah, dan rangka pemikul momen menengah. SNI 1726 juga memberikan ketentuan untuk penggunaan sistem pemikul gaya seismik lainnya dalam KDS C. Ketentuan 18.2.1.6 mendefinisikan persyaratan untuk sistem apapun yang dipilih.

Struktur yang masuk dalam KDS D, E atau F dapat terkena guncangan tanah

Sejarah Regulasi

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

10.2.8 atau 10.11.

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.

Struktur yang termasuk dalam KDS D, E atau F dapat terkena guncangan tanah yang kuat. Berdasarkan ketentuan SNI ini, sistem struktur beton pemikul gaya seismik yang berlaku untuk KDS D, E atau F adalah rangka pemikul momen khusus, dinding struktural khusus atau kombinasi keduanya. Sebagai tambahan terhadap 18.2.2 hingga 18.2.8, sistem struktur tersebut juga diperlukan untuk memenuhi persyaratan inspeksi rutin (26.13.1.4), diafragma dan rangka batang (18.12), fondasi (18.13), dan elemen-elemen pemikul gaya gravitasi yang tidak ditetapkan sebagai bagian dari sistem pemikul gaya seismik (18.14). Ketentuan ini diberlakukan agar struktur memiliki kapasitas deformasi yang memadai untuk menghadapi tuntutan yang tinggi pada kategori desain seismik ini.

SNI 1726 juga mengizinkan penggunaan rangka pemikul momen menengah sebagai bagian dari sistem ganda untuk beberapa

Tabel R18.2 – Bagian pasal 18 yang harus dipenuhi dalam penerapan pada umumnya ^[1]

Komponen yang menahan pengaruh gempa, kecuali jika dinyatakan sebaliknya	Kategori Desain Seismik			
	A (Tidak ada)	B (18.2.1.3)	C (18.2.1.4)	D, E, F (18.2.1.5)
Persyaratan analisis dan desain		18.2.2	18.2.2	18.2.2, 18.2.4
Material		Tidak ada	Tidak ada	18.2.5 hingga 18.2.8
Komponen sistem rangka pemikul momen		18.3	18.4	18.6 hingga 18.9
Dinding struktural dan balok kopel		Tidak ada	Tidak ada	18.10
Dinding struktural pracetak	Tidak ada	Tidak ada	18.5	18.5 ^[2] , 18.11
Diafragma dan rangka batang (<i>trusses</i>)		Tidak ada	Tidak ada	18.12
Fondasi		Tidak ada	Tidak ada	18.13
Komponen struktur rangka pemikul momen yang tidak ditetapkan sebagai sistem pemikul gaya seismik		Tidak ada	Tidak ada	18.14
Angkur		Tidak ada	18.2.3	18.2.3

^[1] Sebagai tambahan terhadap persyaratan Pasal 1 hingga 17, 19 hingga 26, dan ACI 318.2, kecuali yang dimodifikasi oleh Pasal 18. Pasal 14.1.4 juga berlaku pada KDS D, E, dan F

^[2] Sebagaimana diizinkan oleh SNI 1726

Sejarah Regulasi

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

18.6.5	18.6.3.5
<p>18.6.5 Balok prategang harus memenuhi (a) hingga (d), kecuali bila digunakan pada sistem rangka pemikul momen khusus sesuai 18.9.2.3.</p> <p>a) Prategang rata-rata f_{cr} 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 $f'_c/10$.</p> <p>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.</p>	<p>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</p>

18.9.2.1	18.9.2.2
<p>18.9.2.1 Sistem rangka pemikul momen khusus dengan sambungan daktilai yang menggunakan beton pracetak harus memenuhi (a) hingga (c).</p> <p>a) Persyaratan 18.6 hingga 18.8 untuk sistem rangka pemikul momen khusus beton cor di tempat.</p> <p>b) f_c untuk sambungan yang dihitung sesuai 22.9 tidak boleh kurang dari 21, dimana f_c dihitung sesuai 18.6.5.1 atau 18.7.6.1.</p> <p>c) Sambungan mekanis tulangan balok harus dilempatkan pada jarak minimum $A/2$ dari muka joint dan harus memenuhi 18.2.7.</p>	<p>R18.9.2.1 Sistem rangka pemikul momen khusus dengan sambungan daktilai yang menggunakan beton pracetak harus memenuhi (a) hingga (c).</p> <p>a) Persyaratan 18.6 hingga 18.8 untuk sistem rangka pemikul momen khusus beton cor di tempat.</p> <p>b) f_c untuk sambungan yang dihitung sesuai 22.9 tidak boleh kurang dari 21, dimana f_c dihitung sesuai 18.6.5.1 atau 18.7.6.1.</p> <p>c) Sambungan mekanis tulangan balok harus dilempatkan pada jarak minimum $A/2$ dari muka joint dan harus memenuhi 18.2.7.</p>

18.9.2.3	18.9.2.2
<p>18.9.2.3 Untuk sambungan pada sistem rangka pemikul momen khusus dengan sambungan daktilai yang menggunakan beton pracetak harus memenuhi (a) hingga (c).</p> <p>a) Sambungan mekanis tulangan balok harus dilempatkan pada jarak minimum $A/2$ dari muka joint dan harus memenuhi 18.2.7.</p>	<p>R18.9.2.2 Untuk sambungan pada sistem rangka pemikul momen khusus dengan sambungan daktilai yang menggunakan beton pracetak harus memenuhi (a) hingga (c).</p> <p>a) Sambungan mekanis tulangan balok harus dilempatkan pada jarak minimum $A/2$ dari muka joint dan harus memenuhi 18.2.7.</p>

STANDAR	PENJELASAN
<p>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.</p> <p>d) Pengukuran 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 diletakkan.</p>	<p>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.</p> <p>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.</p>

Persyaratan Sistem Prategang tahan gempa tidak boleh terlalu besar karena getas

STANDAR	PENJELASAN
<p>18.9 – Sistem rangka pemikul momen khusus beton pracetak</p> <p>18.9.1 Ruang lingkup</p> <p>18.9.1.1 Persyaratan ini berlaku untuk sistem rangka pemikul momen khusus beton pracetak yang merupakan bagian sistem pemikul gaya seismik.</p>	<p>R18.9 – Sistem rangka pemikul momen khusus beton pracetak</p> <p>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.</p> <p>Sistem rangka pracetak yang terdiri dari elemen-elemen beton dengan sambungan daktilai diharapkan mengalami pelepasan lentur di daerah sambungan. Tulangan pada sambungan yang daktilai dapat dibuat menerus menggunakan sambungan mekanis Tipe 2 atau teknik lain yang memberikan penyaluran tarik atau tekan setidaknya setara dengan kekuatan tarik batang tulangan yang disyaratkan (Yoshoka and Sekine 1991; Kurose et al. 1991; Restrepo et al. 1995a, b). Persyaratan untuk sambungan mekanis adalah tambahan untuk 18.2.7 dan dimaksudkan untuk menghindari konsentrasi regangan dengan jarak yang pendek pada tulangan yang berdekatan dengan perangkat sambungan mekanis. 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 daktilai dapat didesain dengan menempatkan pelepasan di lokasi yang tidak berdekatan dengan joint. Oleh karena itu, geser desain f_c yang dihitung menurut 18.6.5.1 atau 18.7.6.1, mungkin tidak konservatif.</p> <p>Sistem rangka beton pracetak terdiri dari elemen-elemen yang disambung menggunakan sambungan kuat disengaja untuk mengalami pelepasan lentur di luar sambungan. Sambungan kuat termasuk panjang perangkat sambungan mekanis 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.</p> <p>Konsentrasi regangan yang telah diamati mengakibatkan keruntuhan getas pada batang tulangan pada muka sambungan</p>

STANDAR	PENJELASAN
<p>18.9.2.1 Umum</p>	<p>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.</p>

STANDAR	PENJELASAN
<p>18.9.2.1 Sistem rangka pemikul momen khusus dengan sambungan daktilai yang menggunakan beton pracetak harus memenuhi (a) hingga (c).</p> <p>a) Persyaratan 18.6 hingga 18.8 untuk sistem rangka pemikul momen khusus beton cor di tempat.</p> <p>b) f_c untuk sambungan yang dihitung sesuai 22.9 tidak boleh kurang dari 21, dimana f_c dihitung sesuai 18.6.5.1 atau 18.7.6.1.</p> <p>c) Sambungan mekanis tulangan balok harus dilempatkan pada jarak minimum $A/2$ dari muka joint dan harus memenuhi 18.2.7.</p>	<p>Gambar R18.9.2.2 – Contoh sambungan kuat</p>

Sistem Rangka momen pracetak khusus dengan konsep sambungan kuat

Sejarah Regulasi

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

STANDAR	PENJELASAN
<p>18.9.2.2 Sistem rangka pemikul momen khusus beton pracetak dengan sambungan kuat harus memenuhi (a) hingga (c).</p> <p>5 BSN 2019 401 dari 895</p>	<p>18.9.2.4 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):</p> <ol style="list-style-type: none"> SNI 7834 atau ACI 374.1 Desain dan bahan yang digunakan pada spesimen uji harus mewakili yang digunakan pada struktur yang ditinjau. Prosedur desain yang digunakan untuk memproporsikan spesimen uji harus mampu mensimulasikan mekanisme yang terjadi pada rangka dalam menahan pengaruh beban gravitasi dan gempa. Saat hasil uji coba harus menghasilkan nilai yang bisa diterima dalam memperkirakan mekanisme tersebut. Bagian mekanisme yang menyimpang dari persyaratan di dalam standar ini harus terkandung di dalam spesimen uji dan harus diuji untuk menentukan kelas atau nilai yang bisa diterima. <p>5 BSN 2019 401 dari 895</p>

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

STANDAR	PENJELASAN
<p>18.11 – Dinding struktural khusus beton pracetak</p> <p>18.11.1 Ruang lingkup</p> <p>18.11.1.1 Persyaratan ini berlaku untuk dinding struktural khusus beton pracetak yang merupakan bagian sistem pemikul gaya seismik.</p> <p>18.11.2 Uraian</p> <p>18.11.2.1 Dinding-dinding struktural khusus beton pracetak harus memenuhi persyaratan 18.10 dan 18.5.2.</p> <p>18.11.2.2 Dinding-dinding struktural khusus beton pracetak dengan tendon pascatarik harus memenuhi persyaratan 18.11.2.1 ditambah ketentuan tersebut sesuai memenuhi persyaratan ACI 308.1</p> <p>5 BSN 2019 497 dari 895</p>	<p>R18.11 – Dinding struktural khusus beton pracetak</p> <p>R18.11.2 Uraian</p> <p>R18.11.2.2 Studi-studi eksperimen dan analisis (Milesky et al. 1999, Pines et al. 2003, Restrepo 2002) menunjukkan bahwa beberapa jenis dinding struktural pracetak pascatarik dengan tendon tanpa lekatan, dan tidak memenuhi persyaratan preskriftif pada Pasal 18, memberikan karakteristik kinerja gempa yang memuaskan. ACI 308.1</p> <p>5 BSN 2019 497 dari 895</p>

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

STANDAR	PENJELASAN
<p>SNI 2847:2019</p>	<p>momen khusus beton pracetak untuk digunakan sesuai dengan 18.9.2.3</p>

Sejarah Regulasi

- Apakah ada batas ketinggian untuk Sistem Pracetak dalam SNI 1726:2019 ?

Tabel 12 – Faktor R , C_u , dan Ω untuk sistem pemikul gaya seismik

Sistem pemikul gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R^a	Faktor kuat lebih sistem, Ω^b	Faktor pembesaran defleksi, C_u^c	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, h_s (m) ^d					
				Kategori desain seismik					
				B	C	D*	E*	F*	F*
A. Sistem dinding penumpu									
1. Dinding geser beton bertulang khusus ^{1a}	5	2%	5	TB	TB	48	48	30	
2. Dinding geser beton bertulang biasa ^{2a}	4	2%	4	TB	TB	TI	TI	TI	
3. Dinding geser beton polos detail ³	2	2%	2	TB	TI	TI	TI	TI	
4. Dinding geser beton polos biasa ⁴	1%	2%	1%	TB	TI	TI	TI	TI	
5. Dinding geser pracetak menengah ⁵	4	2%	4	TB	TB	12	12	12	
6. Dinding geser pracetak biasa ⁶	3	2%	3	TB	TI	TI	TI	TI	
7. Dinding geser pracetak bertulang khusus	5	2%	5	TB	TB	48	48	30	
8. Dinding geser batu bata bertulang menengah	3%	2%	2%	TB	TB	TI	TI	TI	
9. Dinding geser batu bata bertulang biasa	2	2%	1%	TB	48	TI	TI	TI	
10. Dinding geser batu bata polos detail	2	2%	1%	TB	TI	TI	TI	TI	
11. Dinding geser batu bata polos biasa	1%	2%	1%	TB	TI	TI	TI	TI	
12. Dinding geser batu bata pratenggang	1%	2%	1%	TB	TI	TI	TI	TI	
13. Dinding geser batu bata ringan (AAC) bertulang biasa	2	2%	2	TB	10	TI	TI	TI	
14. Dinding geser batu bata ringan (AAC) polos biasa	1%	2%	1%	TB	TI	TI	TI	TI	
15. Dinding rangka ringan (kayu) dilapisi dengan panel struktur kayu yang ditujukan untuk menahan geser, atau dengan lembaran baja	6%	3	4	TB	TB	20	20	20	
16. Dinding rangka ringan (baja canal dingin) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang ditujukan untuk menahan geser, atau dengan lembaran baja	6%	3	4	TB	TB	20	20	20	
17. Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2	2%	2	TB	TB	10	TI	TI	
18. Sistem dinding rangka ringan (baja canal dingin) menggunakan bresing strip datar	4	2	3%	TB	TB	20	20	20	
B. Sistem rangka bangunan									
1. Rangka baja dengan bresing eksentris	8	2	4	TB	TB	48	48	30	
2. Rangka baja dengan bresing konsentris khusus	6	2	5	TB	TB	48	48	30	
3. Rangka baja dengan bresing konsentris biasa	3%	2	3%	TB	TB	10'	10'	TF	
4. Dinding geser beton bertulang khusus ^{1b}	6	2%	5	TB	TB	48	48	30	
5. Dinding geser beton bertulang biasa ^{2b}	5	2%	4%	TB	TB	TI	TI	TI	
6. Dinding geser beton polos detail ^{3b}	2	2%	2	TB	TI	TI	TI	TI	
7. Dinding geser beton polos biasa ^{4b}	1%	2%	1%	TB	TI	TI	TI	TI	
8. Dinding geser pracetak menengah ^{5b}	5	2%	4%	TB	TB	12	12	12	
9. Dinding geser pracetak biasa ^{6b}	4	2%	4	TB	TI	TI	TI	TI	
10. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing eksentris	8	2	4	TB	TB	48	48	30	
11. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing konsentris khusus	5	2	4%	TB	TB	48	48	30	
12. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing biasa	3	2	3	TB	TB	TI	TI	TI	
13. Dinding geser pelat baja dan beton komposit	6%	2%	5%	TB	TB	48	48	30	
14. Dinding geser pelat baja dan beton komposit khusus	6	2%	5	TB	TB	48	48	30	
15. Dinding geser pelat baja dan beton komposit biasa	5	2%	4%	TB	TB	TI	TI	TI	
16. Dinding geser pelat baja bertulang khusus	5%	2%	4	TB	TB	48	48	30	
17. Dinding geser pelat baja bertulang menengah	4	2%	4	TB	TB	TI	TI	TI	
18. Dinding geser pelat baja bertulang biasa	2	2%	2	TB	48	TI	TI	TI	

Tabel 12 – Faktor R , C_u , dan Ω untuk sistem pemikul gaya seismik (lanjutan)

Sistem pemikul gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R^a	Faktor kuat lebih sistem, Ω^b	Faktor pembesaran defleksi, C_u^c	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, h_s (m) ^d					
				Kategori desain seismik					
				B	C	D*	E*	F*	F*
19. Dinding geser batu bata polos detail	2	2%	2	TB	TI	TI	TI	TI	
20. Dinding geser batu bata polos biasa	1%	2%	1%	TB	TI	TI	TI	TI	
21. Dinding geser batu bata pratenggang	1%	2%	1%	TB	TI	TI	TI	TI	
22. Dinding rangka ringan (kayu) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dimasukkan untuk menahan geser	7	2%	4%	TB	TB	22	22	22	
23. Dinding rangka ringan (baja canal dingin) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dimasukkan untuk menahan geser, atau dengan lembaran baja	7	2%	4%	TB	TB	22	22	22	
24. Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2%	2%	2%	TB	TB	10	TB	TB	
25. Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	6	2%	5	TB	TB	48	48	30	
26. Dinding geser pelat baja khusus	7	2	6	TB	TB	48	48	30	
C. Sistem rangka pemikul momen									
1. Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	5%	TB	TB	TB	TB	TB	
2. Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	5%	TB	TB	48	30	TI	
3. Rangka baja pemikul momen menengah	4%	3	4	TB	TB	10'	TI'	TI'	
4. Rangka baja pemikul momen biasa	3%	3	3	TB	TB	TI'	TI'	TI'	
5. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus ^a	8	3	5%	TB	TB	TB	TB	TB	
6. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4%	TB	TB	TI	TI	TI	
7. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2%	TB	TI	TI	TI	TI	
8. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus	8	3	5%	TB	TB	TB	TB	TB	
9. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen menengah	5	3	4%	TB	TB	TI	TI	TI	
10. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen biasa	6	3	5%	48	48	30	TI	TI	
11. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen	3	3	2%	TB	TI	TI	TI	TI	
12. Rangka baja canal dingin pemikul momen khusus dengan pembautan ^b	3%	3'	3%	10	10	10	10	10	
D. Sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus yang mampu menahan paling sedikit 25 % gaya seismik yang ditetapkan									
1. Rangka baja dengan bresing eksentris	8	2%	4	TB	TB	TB	TB	TB	
2. Rangka baja dengan bresing konsentris khusus	7	2%	5%	TB	TB	TB	TB	TB	
3. Dinding geser beton bertulang khusus ^{1b}	7	2%	5%	TB	TB	TB	TB	TB	
4. Dinding geser beton bertulang biasa ^{2b}	6	2%	5	TB	TB	TI	TI	TI	
5. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing eksentris	8	2%	4	TB	TB	TB	TB	TB	
6. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing konsentris khusus	6	2%	5	TB	TB	TB	TB	TB	
7. Dinding geser pelat baja dan beton komposit	7%	2%	6	TB	TB	TB	TB	TB	
8. Dinding geser pelat baja dan beton komposit khusus	7	2%	6	TB	TB	TB	TB	TB	
9. Dinding geser pelat baja dan beton komposit biasa	6	2%	5	TB	TB	TI	TI	TI	
10. Dinding geser pelat baja bertulang khusus	5%	3	5	TB	TB	TB	TB	TB	
11. Dinding geser pelat baja bertulang menengah	4	3	3%	TB	TB	TI	TI	TI	
12. Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	8	2%	5	TB	TB	TB	TB	TB	
13. Dinding geser pelat baja khusus	8	2%	6%	TB	TB	TB	TB	TB	

Tabel 12 – Faktor R , C_u , dan Ω untuk sistem pemikul gaya seismik (lanjutan)

Sistem pemikul gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R^a	Faktor kuat lebih sistem, Ω^b	Faktor pembesaran defleksi, C_u^c	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, h_s (m) ^d					
				Kategori desain seismik					
				B	C	D*	E*	F*	F*
E. Sistem ganda dengan rangka pemikul momen menengah mampu menahan paling sedikit 25 % gaya seismik yang ditetapkan									
1. Rangka baja dengan bresing konsentris khusus ^a	6	2%	5	TB	TB	10	TI	TI	
2. Dinding geser beton bertulang khusus ^{1b}	6%	2%	5	TB	TB	48	30	30	
3. Dinding geser batu bata bertulang biasa	3	2	2%	TB	48	TI	TI	TI	
4. Dinding geser batu bata bertulang menengah	3%	3	3	TB	TB	TI	TI	TI	
5. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing konsentris khusus	5%	2%	4%	TB	TB	48	30	TI	
6. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing biasa	3%	2%	3	TB	TB	TI	TI	TI	
7. Dinding geser pelat baja dan beton komposit biasa	5	3	4%	TB	TB	TI	TI	TI	
8. Dinding geser pelat baja bertulang biasa ^b	5%	2%	4%	TB	TB	TI	TI	TI	
F. Sistem interaksi dinding geser-rangka dengan rangka pemikul momen beton bertulang biasa dan dinding geser beton bertulang biasa^c									
G. Sistem kolom kantilever didetail untuk memenuhi persyaratan untuk :									
1. Sistem kolom baja dengan kantilever khusus	2%	1%	2%	10	10	10	10	10	
2. Sistem kolom baja dengan kantilever biasa	1%	1%	1%	10	10	TI'	TI'	TI'	
3. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus ^a	2%	1%	2%	10	10	10	10	10	
4. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	1%	1%	1%	10	10	10	10	10	
5. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	1	1%	1	10	TI	TI	TI	TI	
6. Rangka kayu	1%	1%	1%	10	10	10	10	10	
H. Sistem baja tidak didetail secara khusus untuk ketahanan seismik, tidak termasuk sistem kolom kantilever									
1. Sistem kolom baja dengan kantilever	3	3	3	TB	TB	TI	TI	TI	

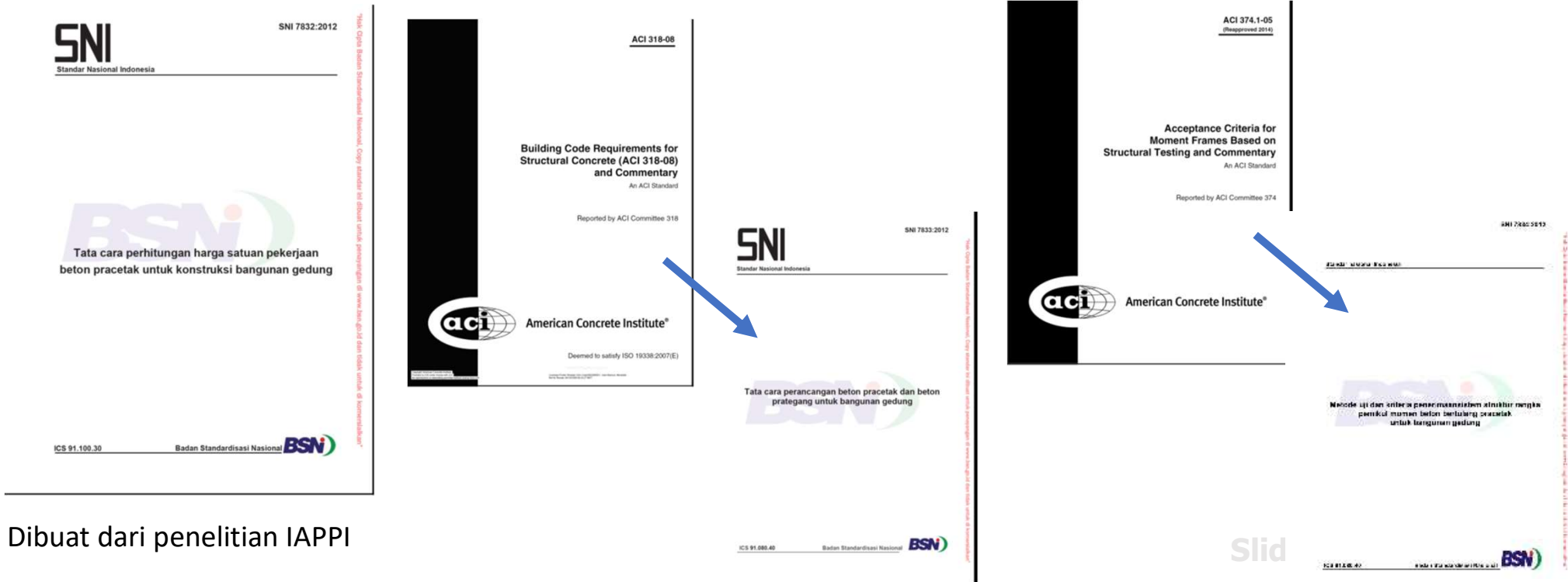
CATATAN

Pengaturan batas ketinggian sudah jelas dalam SNI 1726:2019

Sejarah Regulasi

Perkembangan dalam SNI Beton

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



Sejarah Regulasi

Korespondensi SNI 7833:2012 dengan ACI 318-08:

ACI 318-08	SNI
	Bab 1 Persyaratan Umum
	Bab 2 Acuan Normatif
	Bab 3 Notasi dan Definisi
Chapter 16 (precast)	Bab 4
Chapter 17 (composite)	Bab 5
Chapter 18 (prestressed)	Bab 6
Chapter 21 (earthquake)	Bab 7
Chapter 14 (walls)	Bab 8


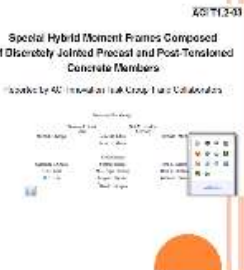
Dibuatkan SNI Khusus SNI 7833:2012

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

(a) Detail dan bahan yang digunakan dalam spesimen uji harus mewakili dari yang digunakan dalam struktur dan

(b) Prosedur desain dalam mengatur spesimen uji harus mendefinisikan mekanisme bagaimana portal menahan pengaruh gravitasi dan gempa, dan harus menetapkan nilai kriteria penerimaan dalam mendukung mekanisme tersebut. Bagian dari mekanisme yang mendefiasi dari persyaratan peraturan harus dicakup dalam spesimen uji dan harus diuji untuk menentukan batas atas nilai kriteria penerimaan.

ACI ITG-1.2²¹²⁶ menjelaskan persyaratan desain untuk satu tipe portal momen beton pracetak khusus untuk penggunaan sesuai 7.8.4.

SNI 7833:2012 dilengkapi dengan penjelasan (Commentary)

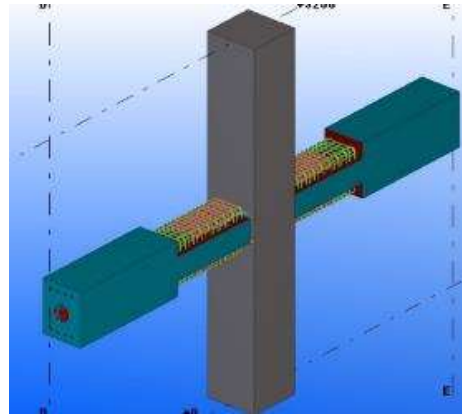
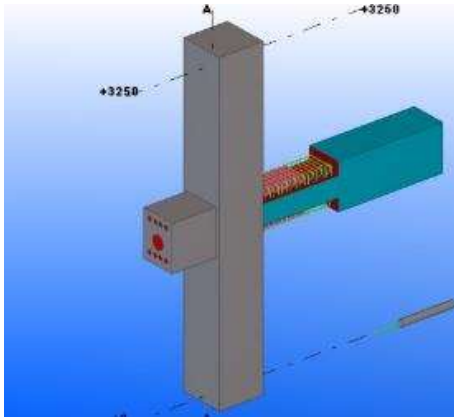
The background of the slide features a low-angle, black and white photograph of several modern high-rise buildings. The buildings have a grid-like facade with many windows. Some trees are visible in the foreground and to the right, partially obscuring the buildings. The overall composition is clean and architectural.

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

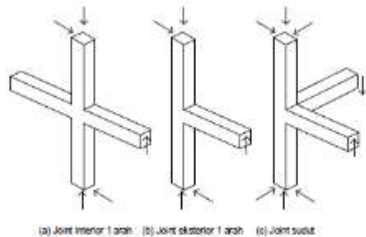


18.2.1.7 Sistem struktur beton bertulang yang tidak memenuhi ketentuan pasal ini diizinkan jika dapat diperlihatkan melalui bukti eksperimental dan analisis bahwa sistem yang diusulkan tersebut memiliki kekuatan dan ketegaran (*toughness*) yang minimal sama dengan yang dimiliki struktur beton bertulang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

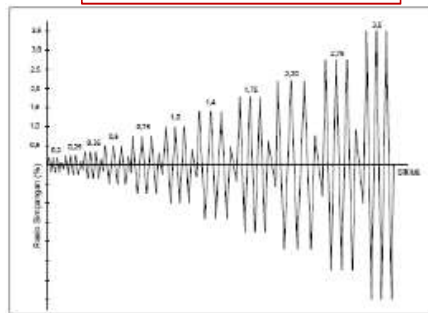
Pengujian sesuai dengan SNI 7834-2012 (adopsi ACI 374.1-05), dimana sampai drift 3.5% ada 5 kriteria ketegaran yang harus dipenuhi agar dapat tergolong Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

Benda Uji



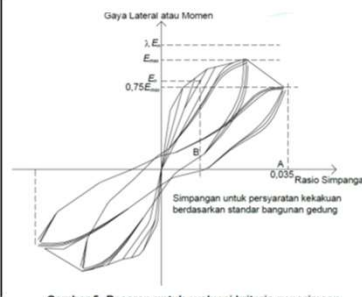
Gambar 3- Konfigurasi joint

Siklus pembebanan



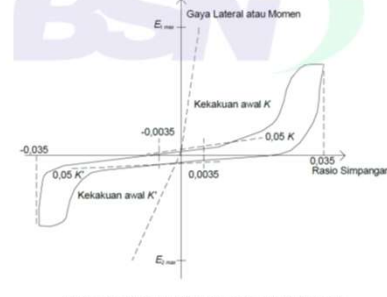
Gambar 4- Program pembebanan

Kriteria penerimaan gaya puncak



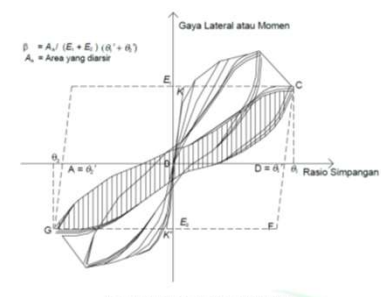
Gambar 5- Besaran untuk evaluasi kriteria penerimaan

Kriteria penerimaan kekakuan



Gambar 7- Perilaku histeretik yang tidak dapat diterima

Kriteria penerimaan Disipasi energi



Gambar 6- Disipasi energi relatif

SNI 7834 : 2012 : Konsep

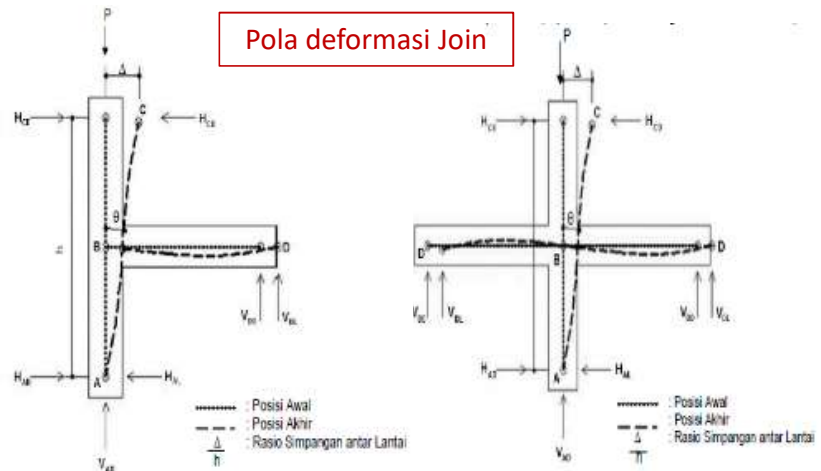
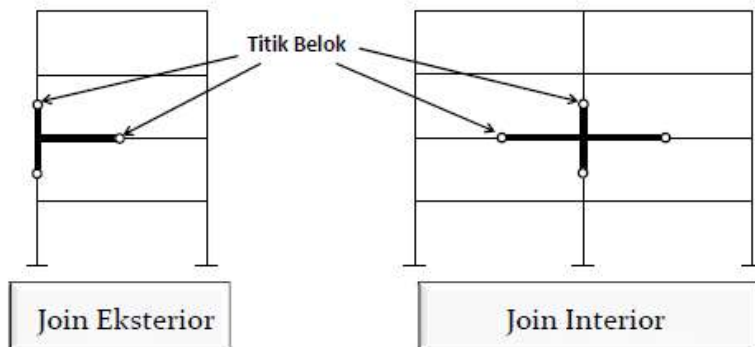
- Pengujian join-balok kolom

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 \geq 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 :

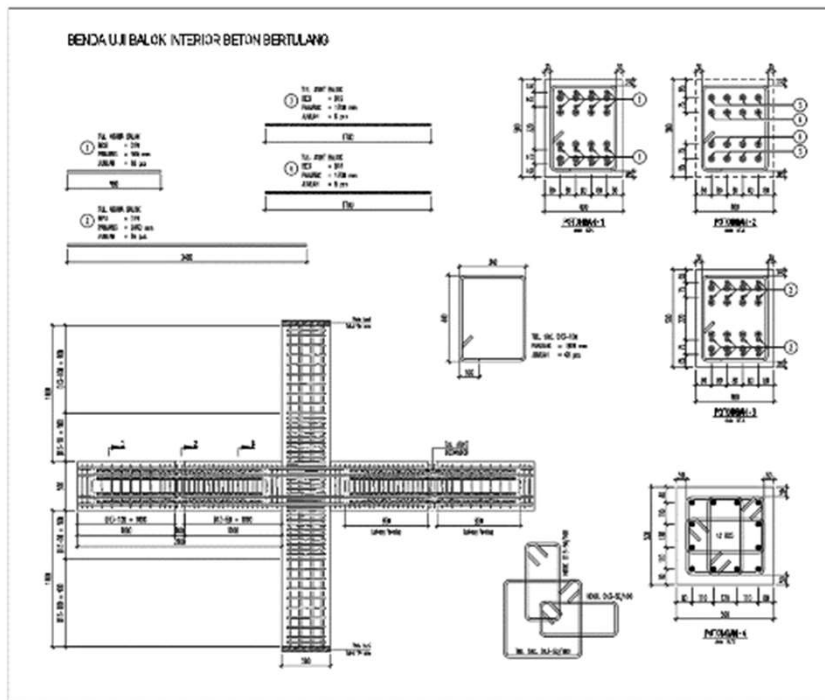
- Benda uji memiliki kriteria penerimaan memuaskan bila :
 - Benda uji harus memiliki tahanan lateral sama atau lebih kecil dari E_n sebelum drift rasionya melebihi nilai yang konsisten dengan Batasan story drift ijin berdasarkan peraturan yang relevan
 - Tahanan lateral maksimum E_{max} yang tercatat dari pengujian tidak boleh melebihi λE_n 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 E_{max}
 - 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

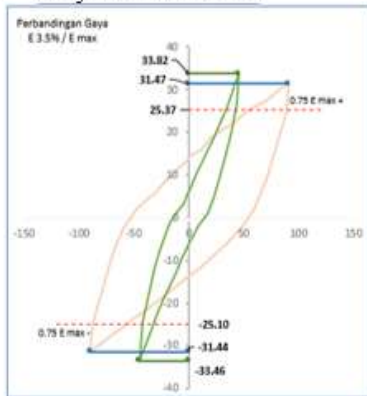
- Contoh SPRMK (lulus 3.5%)



SNI 7834:2012 : Contoh Penerapan

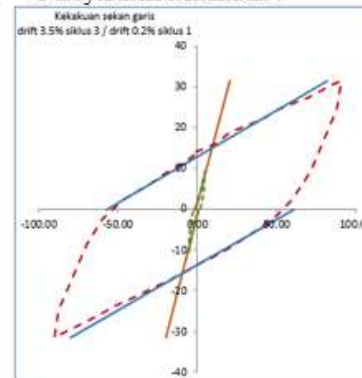
- Contoh SPRMK (lulus 3.5%)

- Persyaratan kekuatan :



E maks (+)	=	33.82 ton	
E drift 3.5% (+)	=	31.47 ton	
E drift 3.5% (+)	=	0.93	> 0.75
E maks (+)	=		
E maks (-)	=	33.46 ton	
E drift 3.5% (-)	=	31.44 ton	
E drift 3.5% (-)	=	0.94	> 0.75
E maks (-)	=		

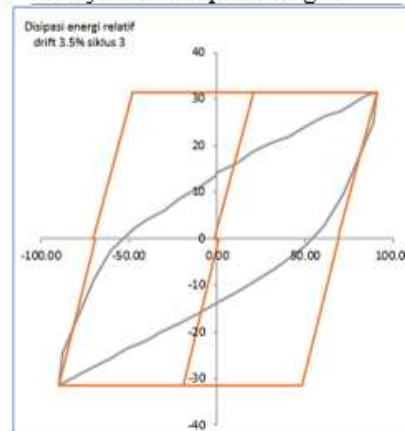
- Persyaratan kekakuan :



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

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

- Persyaratan disipasi energi :



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

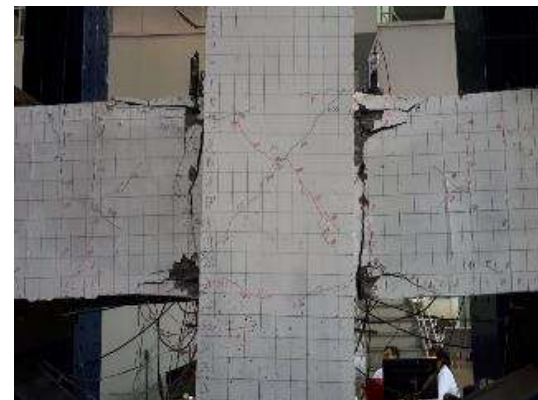
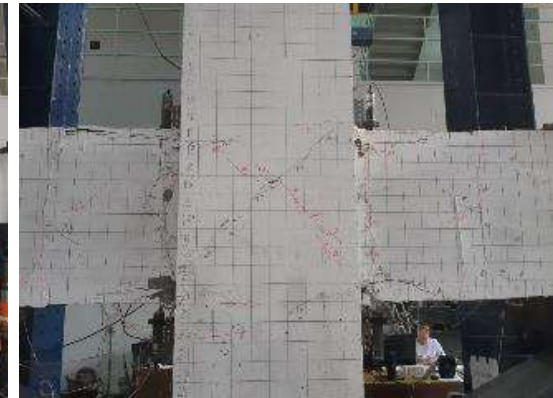
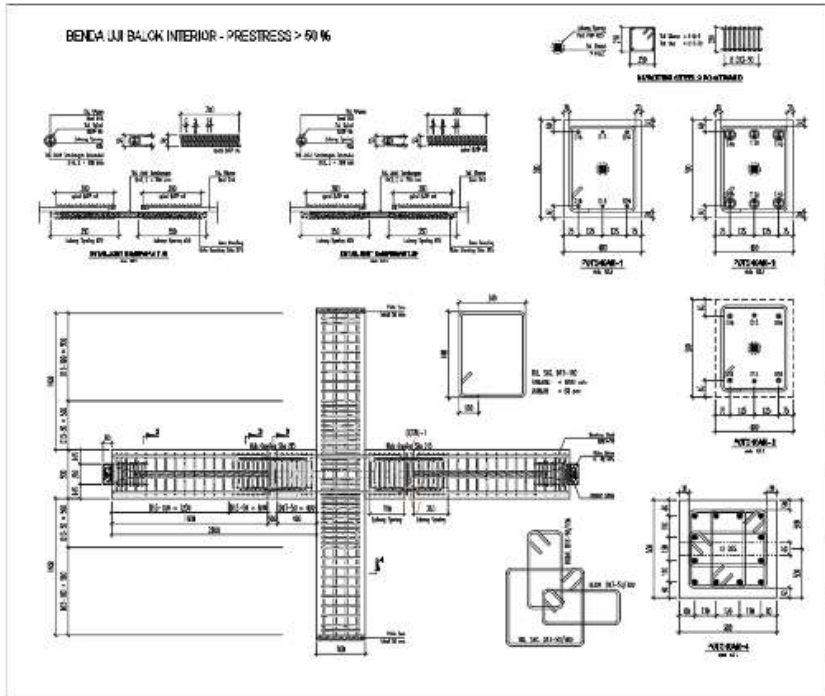
$$Ah = 4056.82$$

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

$$\beta = 0.46 > 0.125$$

SNI 7834:2012 : Contoh Penerapan

- Contoh SPRMM (lulus 2.2% – 2.75%)

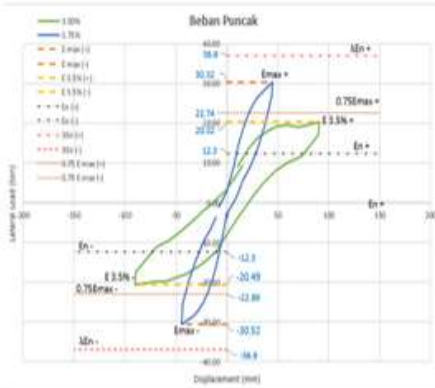


SNI 7834:2012 : Contoh Penerapan

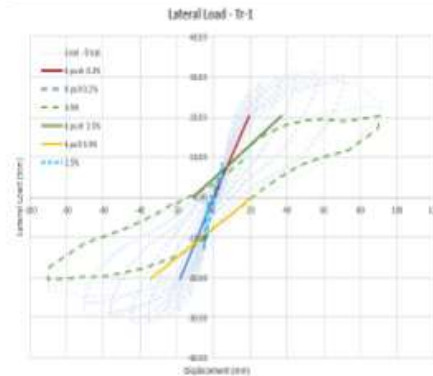
- Contoh SPRMM (lulus 2.2% – 2.75%)

Persyaratan kekakuan :

- Persyaratan kekuatan :



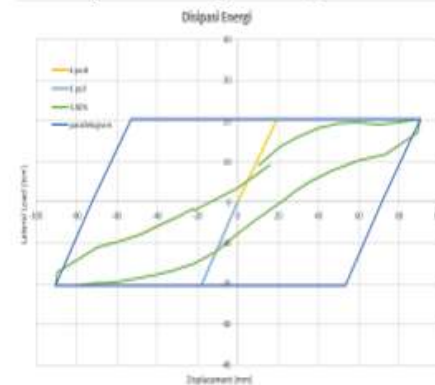
Emaks (+)	=	30.32 ton
E drift 3.5% (+)	=	20.32 ton
E drift 2.75% (+)	=	29.43 ton
E drift 3.5% (+)	=	0.67 < 0.75
Emaks (+)	=	
Emaks (-)	=	-30.52 ton
E drift 3.5% (-)	=	-20.49 ton
E drift 2.75% (-)	=	-26.22 ton
E drift 3.5% (-)	=	0.67 < 0.75
Emaks (-)	=	



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

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

- Persyaratan disipasi energi :



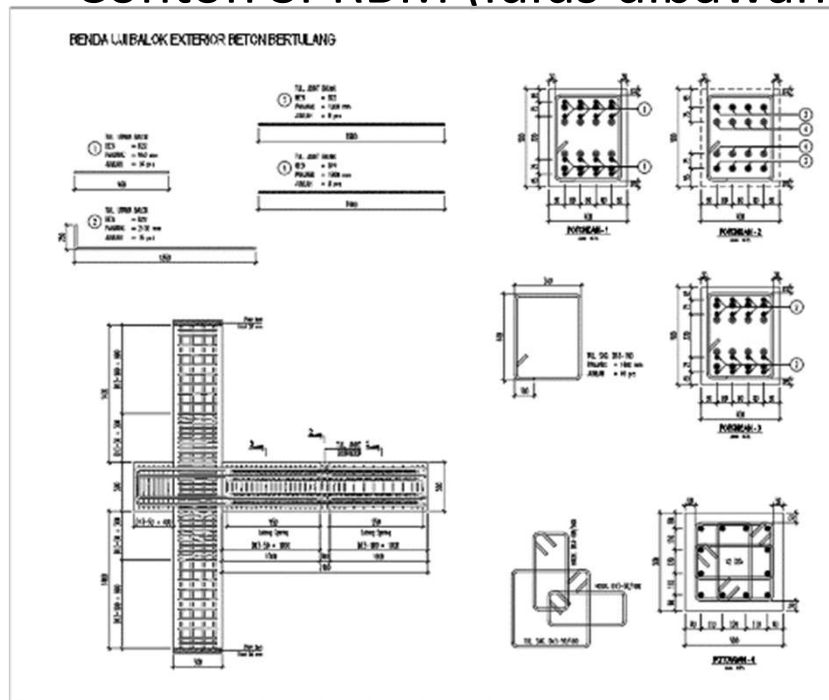
Disipasi energi relatif: $\beta = Ah / (E_1 + E_2) (\theta_1' + \theta_2')$

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

$$\beta = 0.32 > 0.125$$

SNI 7834:2012 : Contoh Penerapan

- Contoh SPRBM (lulus dibawah 2.2%)

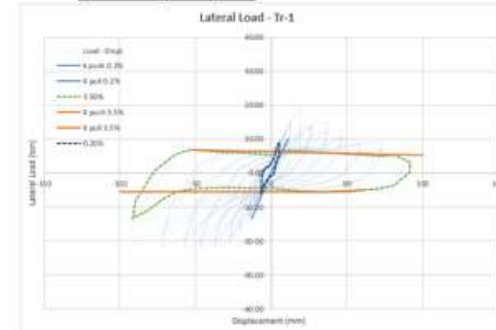


SNI 7834:2012 : Contoh Penerapan

- Contoh SPRBM (lulus dibawah 2.2%)

Persyaratan kekakuan :

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

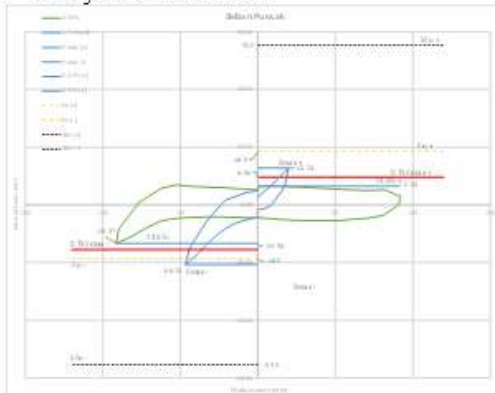


Kekakuan sekan garis:

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

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

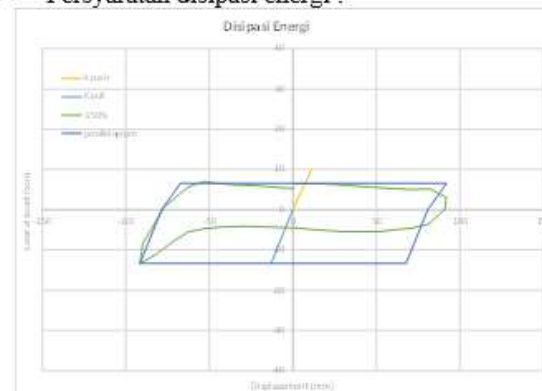
Persyaratan kekuatan :



$$\begin{aligned} E \text{ maks (+)} &= 12.74 \text{ ton} \\ E \text{ drift 3.5\% (+)} &= 6.52 \text{ ton} \\ E \text{ drift 1.75\% (+)} &= 10.13 \text{ ton} \\ E \text{ drift 3.5\% (+)} &= 0.51 < 0.75 \\ E \text{ maks (+)} &= \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E \text{ maks (-)} &= -20.72 \text{ ton} \\ E \text{ drift 3.5\% (-)} &= -13.37 \text{ ton} \\ E \text{ drift 2.2\% (-)} &= -19.93 \text{ ton} \\ E \text{ drift 3.5\% (-)} &= 0.65 < 0.75 \\ E \text{ maks (-)} &= \end{aligned}$$

Persyaratan disipasi energi :



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

$$\begin{aligned} Ah &= 1849.45 \text{ tonf-mm} \\ (E_1 + E_2) (\theta_1 + \theta_2) &= 3168.3 \text{ tonf-mm} \end{aligned}$$

$$\beta = 0.58 > 0.125$$

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
Rusunawa Kayangan Lombok

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



This building have soft story effect (old design before 2008)
Yogyakarta 27 Mei 2006



Padang 30 September 2009



Lombok 29 Juli 2018



Palu Donggala 28 September 2018

The background of the slide features a low-angle, black and white photograph of several modern high-rise buildings. The buildings have a grid-like facade with many windows. Some trees are visible in the foreground and to the right, partially obscuring the buildings. The overall composition is clean and architectural.

SNI 6880:2016

- Konsep SNI 6880:2016 Spesifikasi Beton Struktural
- Manual PCI Certification : plant, personel, and product erection

SNI 6880:2016 Konsep

- Indonesia set Plant Certification in National standard sejak SNI 6880:2016 , diadopsi ACI 301M-10, that must yang harus sesuai dengan PCI Plant Certification

The image shows a side-by-side comparison of two technical standards. On the left is the ACI 301M-10 standard, titled 'Specifications for Structural Concrete'. On the right is the SNI 6880:2016 standard, titled 'Spesifikasi beton struktural'. Both documents contain a section on fabricator qualifications. In the ACI version, the text is: '13.1.3.2 Fabricator qualifications—Unless otherwise specified, fabricator shall be certified in accordance with PCI Plant Certification program for the Group and Category as specified in Contract Documents. Unless otherwise specified, testing and inspection shall be performed by PCI certified personnel. Submit documentation of certification of plant and personnel. Unless otherwise specified, fabricator shall have at least 5 years of experience in producing precast concrete members similar to those required in the Work.' In the SNI version, the text is: '13.1.3.2 Kualifikasi pabrikator – Kecuali disyaratkan lain, pabrikator harus bersertifikat memenuhi program Sertifikasi Pabrik PCI untuk Grup dan Kategori seperti disyaratkan dalam Dokumen Kontrak. Kecuali disyaratkan lain, pengujian dan pemeriksaan harus dilakukan oleh personil bersertifikat PCI. Serahkan dokumentasi sertifikasi pabrik dan personil. Kecuali disyaratkan lain, pabrikator harus memiliki minimal 5 tahun pengalaman dalam memproduksi komponen beton pracetak serupa dengan yang diperlukan dalam pelaksanaan.' A red circle highlights the ACI text, and a red arrow points from the SNI text to the circled ACI text, indicating the adoption of the ACI requirement into the SNI standard.

ACI 301M-10
An ACI Standard
Specifications for Structural Concrete
Reported by ACI Committee 301
American Concrete Institute®

SNI 6880:2016
Standar Nasional Indonesia
Spesifikasi beton struktural
Badan Standardisasi Nasional BSN

PCI Certification
for plants, personnel, and product erection
Over 40 years of excellence
Certification - Based on the Duty of Knowledge for the Precast Concrete Structures Industry

Saat ini AP3I sedang mengadopsi Manual PCI Certification : plant, personel, and product erection

SNI 6880:2016 Konsep

- Manual PCI Certification : plant, personel, and product erection

Kriteria Penilaian



QUALITY SYSTEM

1. MANUAL SISTEM MUTU PABRIK

Minimum dokumen yang tersedia :

- Komitmen manajemen terhadap kualitas.
- Struktur organisasi beserta hubungan keterkaitannya, tanggung jawab masing-masing, dan kualifikasi personil inti.
- Peninjauan manajemen terhadap Program Penjaminan Mutu secara berkala, maksimal setiap 2(dua) tahun, untuk memastikan kesesuaian dan efektivitas yang berkelanjutan. Kajian ini mencakup penanganannya ketidaksesuaian, tindakan perbaikan dan tanggapan / penanganan terhadap keluhan pelanggan.
- Fasilitas pabrik meliputi tata letak pabrik dengan memperhatikan alokasi lahan, mesin, peralatan dan sarana pemeliharaan.
- Prosedur pembelian sehubungan dengan kepatuhan terhadap Sistem Pengendalian Mutu yang mencakup tinjauan terhadap persyaratan tertentu pada spesifikasi proyek.
- Identifikasi kebutuhan pelatihan dan ketentuan untuk pelatihan personil dalam persyaratan penjaminan mutu.
- Pengendalian, kalibrasi, dan pemeliharaan yang diperlukan pada alat inspeksi, pengukuran dan pengujian.
- Metode yang seragam untuk pelaporan (termasuk contoh rekaman mutu) peninjauan dan pemeliharaan catatan. Setiap unit beton pracetak harus secara unik diidentifikasi dalam kelompok spesifik pada rekaman mutu yang digunakan.
- Gambar Kerja Standar (produksi dan handling produk) untuk memastikan tingkat akurasi dan interpretasi yang seragam terhadap instruksi pembuatan dan penanganan produk.
- Prosedur Peninjauan dan penjelasan persyaratan spesifik proyek kepada personil produksi dan pengendalian mutu.

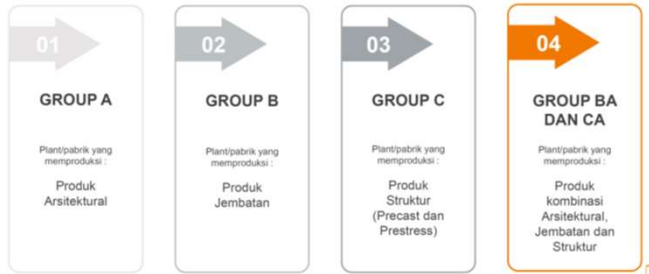
3. TANGGUNG JAWAB MANAJEMEN

Menetapkan persyaratan terhadap pengendalian mutu :

- Standar Mutu Perusahaan.
- Manual Sistem Mutu Pabrik yang menetapkan tata-cara kerja standar untuk semua proses operasi pabrikasi.
- Personil khusus, yang fungsi utamanya adalah kontrol kualitas dan bertanggung jawab langsung kepada manager yang bertanggungjawab terhadap kualitas.
- Prosedur pemeriksaan dan penerimaan produk jadi sebelum pengiriman.
- Standar pemeriksaan, pencatatan / pelaporan dan penyimpanan rekaman mutu. Informasi mengenai setiap unit produk beton pracetak yang dihasilkan harus dapat ditelusuri pada catatan / laporan pemeriksaan kualitas.
- Metode / teknik yang digunakan untuk memastikan kesesuaian terhadap aturan, standar, spesifikasi dan persyaratan kinerja yang diperlukan pabrik..

Kelompok Produk

Evaluasi dan klasifikasi plant/pabrik ditentukan berdasarkan Jenis Produk yang diproduksi.



2. PROSEDUR TERDOKUMENTASI

Minimum cakupan terhadap pengendalian prosedur dan data:

- Pemeriksaan dan verifikasi material dan jasa yang diadakan agar sesuai dengan persyaratan spesifikasi. supplier dan subkontraktor wajib menyerahkan bukti kesesuaian baik untuk kualitas material maupun hasil kerja.
- Metode pengambilan contoh dan frekuensi pengujian.
- Pemeriksaan dan persetujuan gambar kerja.
- Pemeriksaan dan verifikasi akurasi dimensi.
- Prosedur inspeksi penimbangan (*batching*), pencampuran (*mixing*), pengecoran (*placement*), pemadatan (*consolidating*), perawatan (*curing*) dan perapihan (*finishing*) beton.
- Prosedur inspeksi perbaikan (*repair*) beton, penanganan (*handling*), penyimpanan (*storing*) dan pemuatan (*loading*) produk jadi.
- Pemeriksaan pemasangan dan jumlah pembebanan, kelengkapan tambahan / asesoris dan *block-out*.
- Pemeriksaan pelaksanaan pekerjaan prategang untuk memastikan kesesuaian dengan prosedur yang telah ditetapkan.
- Persiapan dan evaluasi rencana campuran beton (*mix design*).
- Pengambilan dan pengujian contoh material dan beton segar.
- Prosedur pemeriksaan *detensioning* dan pengeluaran produk (*demoulding*).
- Pemeriksaan kesesuaian produk jadi dengan gambar kerja dan persyaratan proyek lainnya, sebagaimana contoh produk yang ditetapkan dan disetujui.
- Prosedur perbaikan produk yang tidak sesuai persyaratan.
- Persiapan dan pemeliharaan rekaman mutu secara lengkap.
- Persyaratan pemeliharaan dan kalibrasi (*item* dan frekuensi) peralatan pabrik yang dapat mempengaruhi kualitas produk.

SUMBER DAYA MANUSIA

Menilai tata pengelolaan SDM :

- ❖ Struktur organisasi, jalur dan koordinasi
- ❖ Tugas dan tanggung jawab
- ❖ Standar kompetensi dan sistem penilaian
- ❖ Program pelatihan dan pengembangan SDM

ENGINEERING

- Perusahaan memiliki minimal 1 (satu) orang Ahli Teknik Pracetak Profesional dan memiliki sertifikat keahlian yang diperoleh dari Lembaga yang berkompeten.
- Memiliki team engineering yang mampu memecahkan permasalahan teknis dan membuat metode produksi, penanganan (*handling*) dan pemasangan (*erection*) produk beton pracetak

DRAFTER

- Memiliki personil yang berkompeten dan berpengalaman dalam menyiapkan gambar kerja.

PRODUKSI

- Memiliki team personil produksi yang mengawasi seluruh kegiatan operasional pabrik dan memastikan kesesuaian dengan gambar kerja, spesifikasi dan standar pabrik yang telah ditetapkan.

QUALITY CONTROL

- Memiliki sertifikasi personil Quality Control.
- Minimum masing-masing pabrik memiliki 1 (satu) teknisi bersertifikat level III.

SNI 6880:2016 Konsep

- Manual PCI Certification : plant, personel, and product erection
OPERASI



QUALITY CONTROL

- PENGUJIAN**
Proses pengujian material beton, produk beton dan pengujian pengelasan
- REKAMAN MUTU DAN KALIBRASI**
Bukti bahwa proses produksi sesuai dengan standar pabrik. Sistem penyimpanan catatan mutu ; Laporan pengujian dari pemasok ; Catatan terkait dengan penarikan, beton dan kalibrasi peralatan
- FASILITAS LABORATORIUM**
Peralatan Laboratorium harus memenuhi persyaratan spesifikasi prosedur pengujian
- TOLERANSI PRODUK**
Kontrol dimensi produk beton pracetak prategang



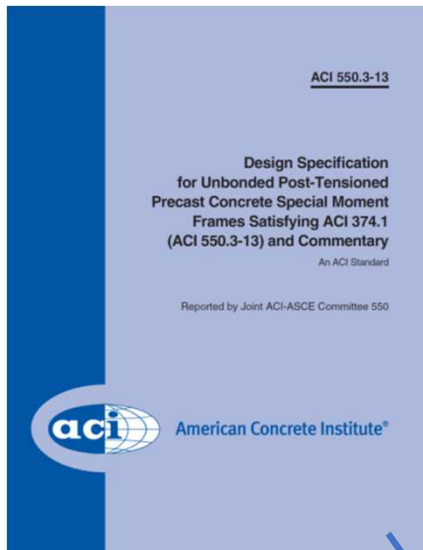
SNI 6880:2016 Konsep

- Manual PCI Certification : plant, personel, and product erection

DIVISION / BAGIAN		STANDARD / STANDAR		CATATAN	DIVISION / BAGIAN		COMMENTARY / KOMENTAR		GAMBAR
PCI		TERJEMAHAN			PCI		TERJEMAHAN		
		DIVISION 1 - QUALITY SYSTEM	BAGIAN 1 - SISTEM MUTU			DIVISION 1 - QUALITY SYSTEM	BAGIAN 1 - SISTEM MUTU		
1.	1	Objective	Maksud dan Tujuan			Objective	Maksud dan Tujuan		
		Quality control shall be an accepted and functioning part of the plant operation. Overall product quality results from individual as well as corporate efforts. Plant management must make a commitment to quality before quality programs can be effectively adopted or implemented at the operational level. Management shall establish a concrete standard of quality based on uniform practices in all stages of production, and shall require strict observance of such practices by all levels of personnel.	Sistem pengendalian mutu harus dapat diimplementasikan dan menjadi aktifitas yang terintegrasi dengan sistem operasi produksi / pabrik. Secara keseluruhan, kualitas produk merupakan hasil dari usaha individu (karyawan / tenaga kerja) maupun perusahaan. Manajemen perusahaan / pabrik harus memiliki komitmen yang tinggi mengenai kualitas agar program kualitas yang dibuat dapat diterapkan secara efektif ditingkat operasional. Manajemen harus menetapkan standar kualitas perusahaan berdasarkan praktik yang seragam disemua tahap produksi, dan harus memastikan bahwa hal itu dijalankan oleh seluruh tingkatan personil secara ketat dan konsisten.			The general objective of this manual is to define the required minimum practices for the production of precast concrete units and for a program of quality control.	Tujuan umum manual ini untuk mendefinisikan persyaratan minimum yang diperlukan untuk produksi beton pracetak dari program pengendalian mutu.		
						Construction project specifications and manuals can prescribe and explain proper quality control criteria for all phases of production consistent with producing products of the highest quality. However, to ensure that such criteria are followed, inspection personnel and a regular program of auditing all aspects of production should be provided.	Spesifikasi proyek konstruksi dan manual dapat menentukan dan menjelaskan kriteria kendali mutu yang tepat untuk semua tahap produksi yang konsisten dengan produksi produk dengan mutu terbaik. Namun, untuk memastikan bahwa kriteria tersebut terpenuhi, harus ada personil inspeksi dan program audit berkala yang memeriksa semua aspek produksi.		
						The individuals in control of operations should have the commitment to produce products of proper quality, and should delegate authority for assignment of the responsibilities necessary to achieve the desired	Personil yang bertanggung dalam kegiatan tersebut harus memiliki komitmen untuk menghasilkan produk dengan mutu yang tepat dan mendelegasikan		

Sedang dalam tahap uji publik internal di Industri Pracetak dan Prategang

SNI 7832 : 2017 dan SNI 8367:2017



Spesifikasi perancangan rangka pemikul momen khusus beton pracetak pascatarik tanpa lekatan



Analisis harga satuan pekerjaan beton pracetak insitu untuk konstruksi bangunan gedung



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
	Kepala tukang	OH	0,067
	Mandor	OH	0,067

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

Penelitian tambahan 2014 -2017 untuk mendapatkan indeks ereksi bangunan tinggi

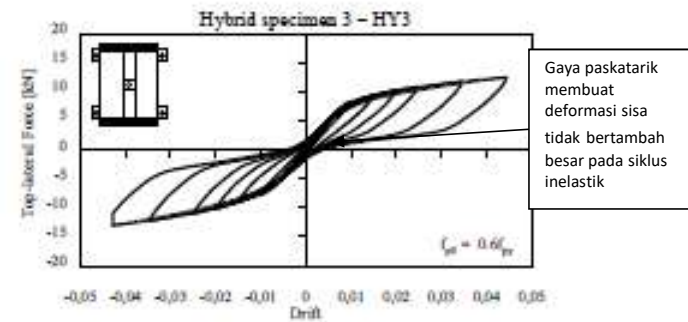
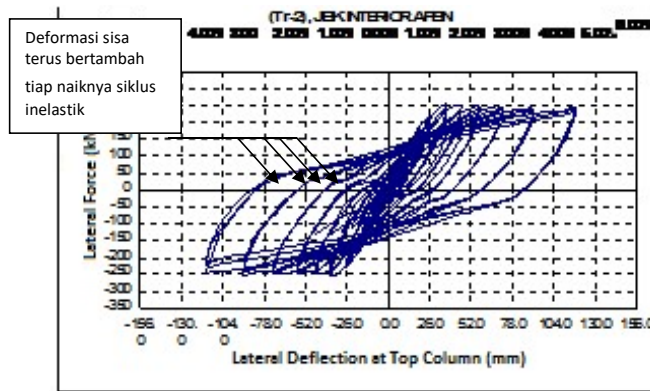
The background of the slide features a low-angle, black and white photograph of several modern high-rise buildings. The buildings are characterized by their repetitive window patterns and structural elements, creating a sense of height and architectural scale. Some trees are visible in the foreground and mid-ground, adding a natural element to the urban scene. The overall composition is clean and professional, suitable for a technical presentation.

SNI 8367:2017

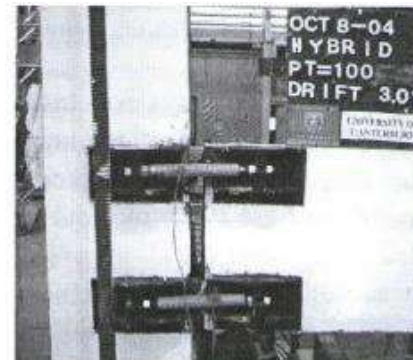
- Sejarah Sistem Pracetak Tahan Gempa Kinerja Tinggi
- Konsep SNI 8367:2017 Metoda Uji dan Kriteria Penerimaan Sistem Struktur Rangka Pemikul Momen Beton Bertulang Pracetak untuk Bangunan Gedung
- Contoh Pengujian : Konsep Prestress 50%, Konsep Pretress 75%
- Contoh Penerapan

Sejarah Perkembangan Umum

- Perbandingan perilaku sistem pracetak kinerja tinggi dan desain kapasitas biasa

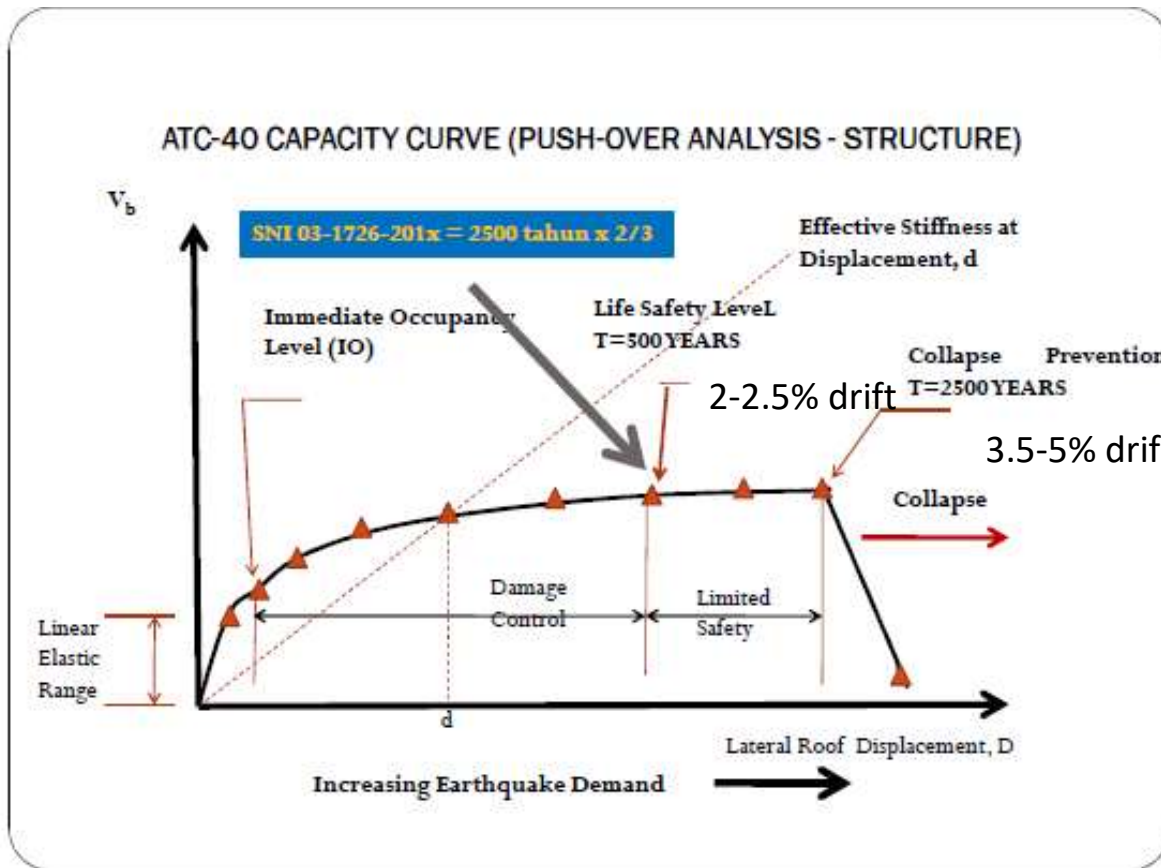


Kerusakan di balok (sulit diperbaiki)



Kerusakan di alat pendisipasi energi, mudah diganti

Sejarah Perkembangan Umum



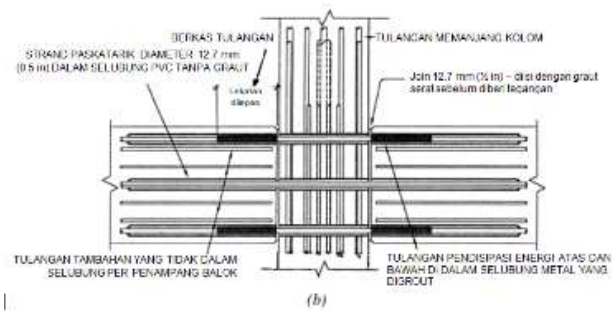
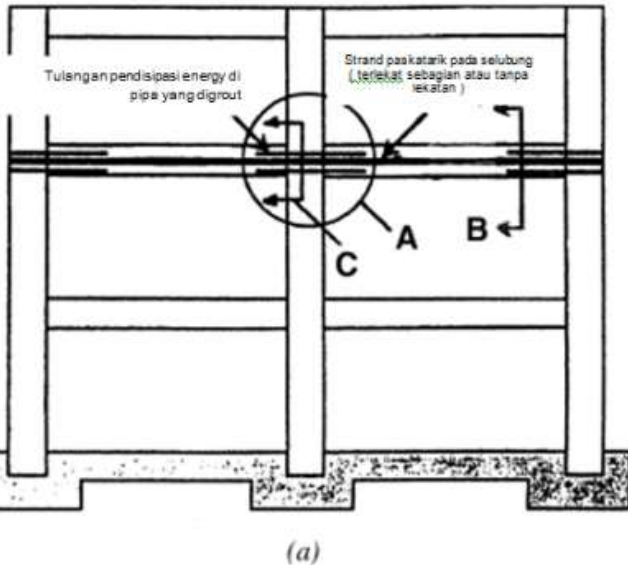
“Standard” Structural Performance Levels



Perencanaan Berbasis Kinerja

SNI 8367:2017 Konsep

- Persyaratan utama dalam SNI 8367:2017



Beberapa persyaratan penting dalam SNI [6] ini antara lain

1. Konversi penulangan balok induk dari tulangan baja lunak ke penulangan hibrid (gabungan tulangan baja lunak dan tulangan prategang). Rasio maksimum kapasitas momen tulangan baja lunak (M_{n1}) terhadap kapasitas momen yang mungkin terjadi (M_{n2}), sesuai Pasal 4.2
2. Tulangan prategang yang digunakan adalah baja mutu tinggi strand standar ASTM A416 Grade 270, sesuai rekomendasi Pasal 4.4.2

$$M_{n1} / M_{n2} \leq 0.5 \quad (1)$$

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

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

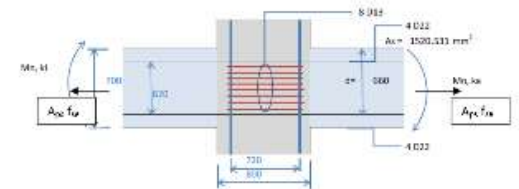
Dimana A_{ps} adalah luas tulangan prategang, f_{se} adalah tegangan efektif di tendon pasak tarik, μ adalah koefisien friksi yang berharga 0.6, V_D adalah gaya geser akibat beban mati tidak terfaktor, V_L adalah gaya geser akibat beban hidup tidak terfaktor, dan ϕ adalah faktor reduksi kuat geser.

5. Tulangan pendisipasi energi minimum, sesuai Pasal 7.4.1

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

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.

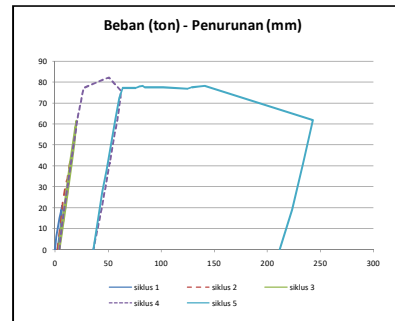
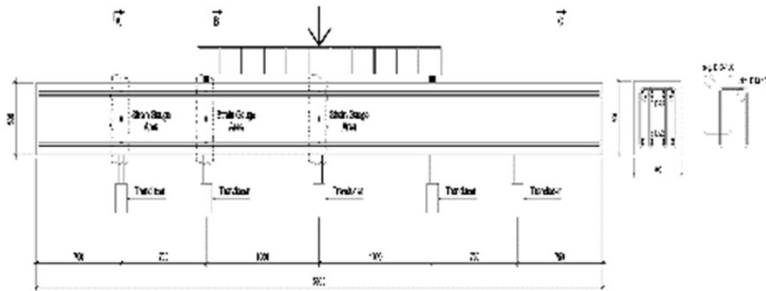
6. Perencanaan joint, dilakukan dengan memprioritaskan momen kapasitas balok yang menyebabkan gaya tarik besar baik pada tulangan baja lunak maupun tulangan baja prategang seperti terlihat pada Gambar 6. Hal yang harus diperhatikan adalah digunakannya faktor reduksi kekuatan khusus pada Pasal 21.7.4.1 dalam SNI 2847-2013, yang berharga $\phi = 0.9$



Gambar 6 Gaya-gaya dalam kondisi kapasitas untuk desain joint

SNI 8367:2017 Contoh Pengujian Penerapan Prestress 50%

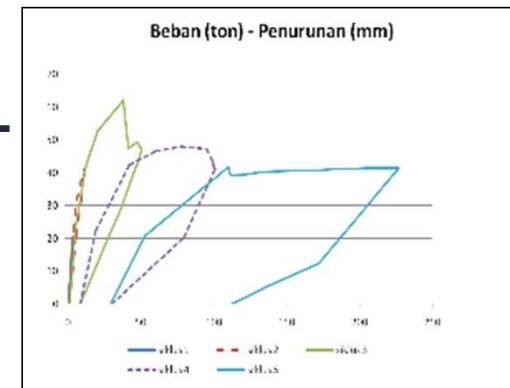
- Uji Balok



Beton Bertulang

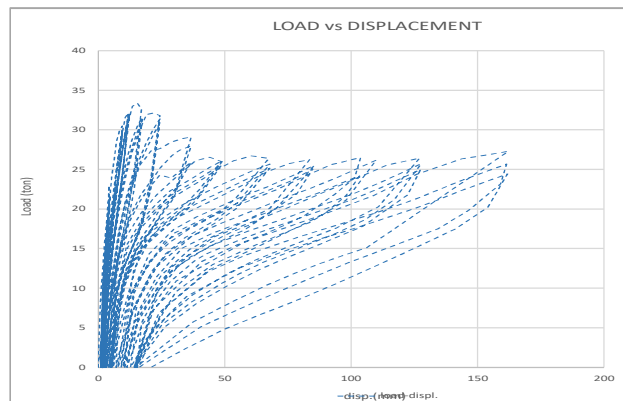
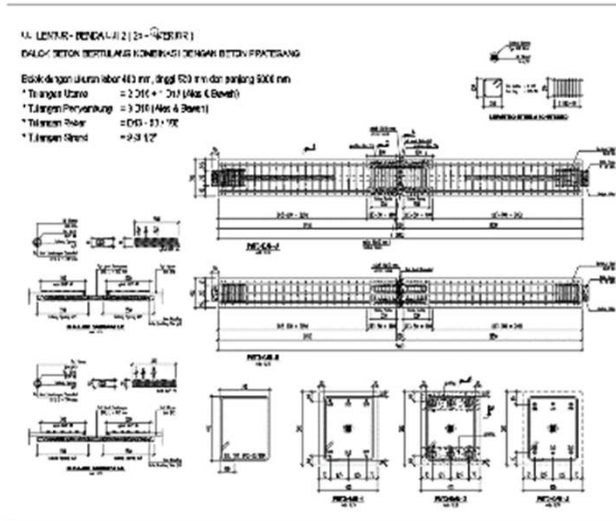


Sistem Hybrid Prestress 50%



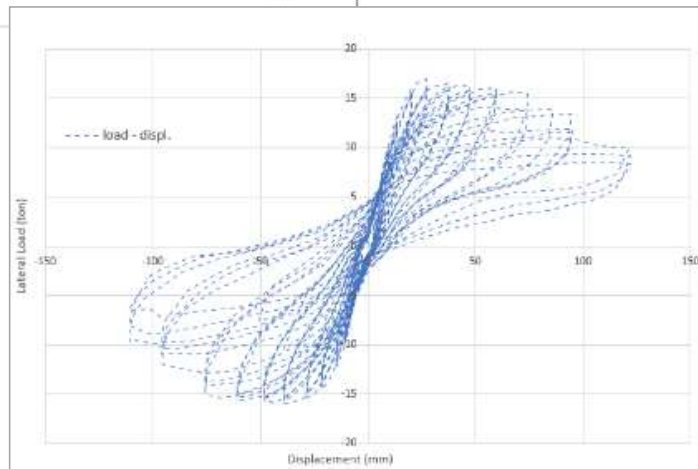
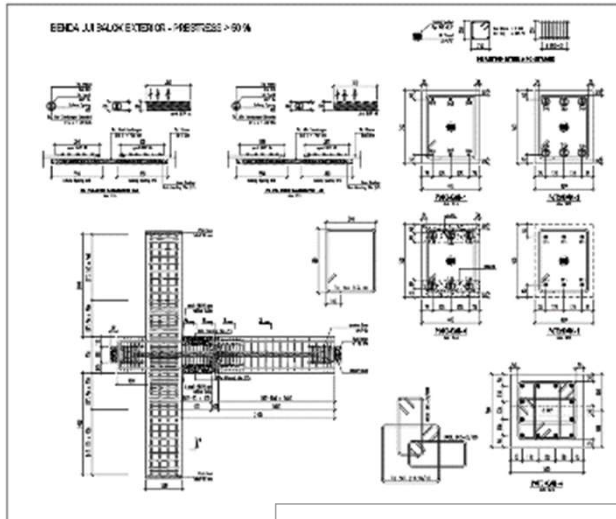
SNI 8367:2017 Contoh Pengujian Penerapan Prestress 75%

- Uji Balok



SNI 8367:2017 Contoh Pengujian Penerapan Prestress 75%

- Uji Join Balok Kolom

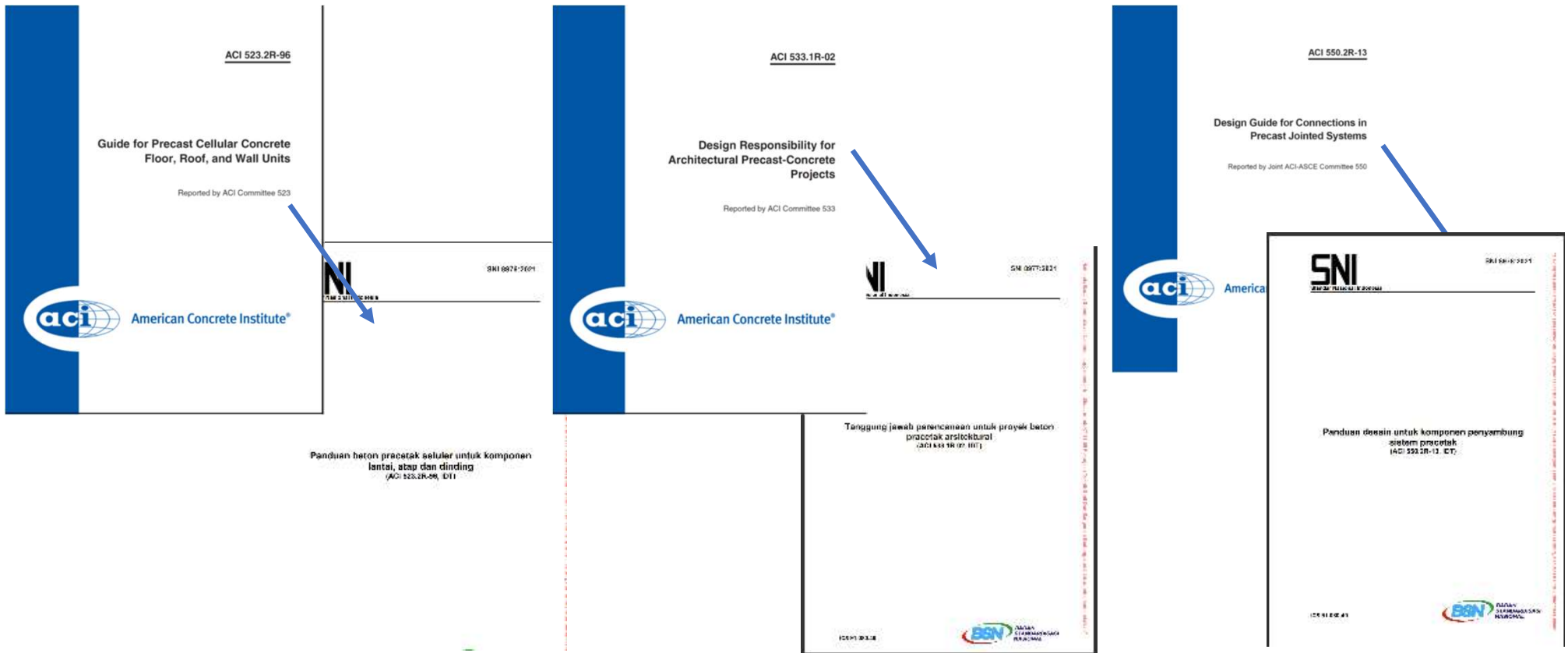




SNI Komplementer Pracetak SNI 2847:2019

- SNI 8976: 2021 Panduan beton pracetak seluler untuk komppnen lantai, atap
- SNI 8977:2021 Tanggung Jawab Perencanaan untuk Proyek Beton Pracetak Arsitektural
- SNI 8978:2021 Panduan Desain untuk Komponen Penyambung Sistem Pracetak
- RSNI3 : 2023 Panduan Emulasi Pendetailan Beton Cor di Tempat untuk Desain Struktur Beton Pracetak Tahan Gempa

Sejarah Regulasi



Sudah menjadi SNI tahun 2021

Sejarah Regulasi

ACI 550.1R-09

Guide to Emulating Cast-in-Place Detailing for Seismic Design of Precast Concrete Structures

Reported by Joint ACI-ASCE Committee 55

RSNI3

Reported by American Concrete Institute®

Panduan emulasi pondetailan beton cor di tempat untuk desain struktur beton pracetak tahan gempa

Dikonsensuskan 24 Desember 2021

ACI ITG-7M-09

Specification for Tolerances for Precast Concrete

An ACI Standard

Reported by ACI Int'l

Spesifikasi Toleransi Untuk Beton Pracetak

Reported by American Concrete Institute

ACI 533R-11

Guide for Precast Concrete Wall Panels

Reported by ACI Committee 533

American Concrete Institute

Rencana dikonsensuskan 2024

Sejarah Regulasi



Rencana dikonsensuskan tahun 2024

Regulasi

LHU NO. 71-S/LHU/Lb.14/2018

LAPORAN HASIL PENGUJIAN

Uji Statik Lateral Siklik
Struktur Dinding Geser Pracetak Rumah Satu Lantai
(PERUMNAS)



Bandung, September 2018

TIM PENELITI
PUSLITBANG PERUMAHAN DAN PERMUKIMAN

No. LHU: 20-S/LHU/Lb.14/2019

LAPORAN HASIL PENGUJIAN

Uji Statik Lateral Siklik
Struktur Bangunan Gedung Dua Lantai dengan Dinding Geser
Pracetak
(PT. MODERN PANEL)



Bandung, Maret 2019

TIM PENELITI
PUSLITBANG PERMUKIMAN

LHU NO. 21-S/LHU/Lb.14/2019

LAPORAN HASIL PENGUJIAN

Uji Statik Lateral Siklik
Struktur Bangunan Gedung Dua Lantai dengan Dinding Geser Pracetak
(PT. REKA ENJINERING INDONESIA)



Bandung, Maret 2019

TIM PENELITI
PUSLITBANG PERMUKIMAN

The background of the slide features a collage of architectural images. On the left, there's a low-angle shot of a modern building with a grid-like facade. On the right, another building with a similar grid pattern is shown from a different angle. At the bottom center, a tall, slender skyscraper reaches towards the sky. The bottom right corner shows the dark, leafy branches of a tree. The entire background is overlaid with a semi-transparent white rectangle that contains the text.

5. SISTEM MODULAR & BASE ISOLATION

- SNI 7860 : 2020 Ketentuan Seismik untuk Bangunan Gedung Baja Struktural
- SNI 1726:2019 untuk Base Isolation

UJI SISTEM MODULAR BAJA TAHAN GEMPA



4b. Urutan Pembebanan untuk Sambungan Momen Balok ke Kolom

Uji siklik yang mengualifikasi sambungan momen balok ke kolom pada RMK, RMT, RMK-K dan RMT-K harus dilakukan dengan mengendalikan sudut drift tingkat, θ , yang diberikan pada spesimen uji, seperti disyaratkan dibawah ini:

- (a) 6 siklus pada $\theta = 0.00375$ rad
- (b) 6 siklus pada $\theta = 0.005$ rad
- (c) 6 siklus pada $\theta = 0.0075$ rad
- (d) 4 siklus pada $\theta = 0.01$ rad
- (e) 2 siklus pada $\theta = 0.015$ rad
- (f) 2 siklus pada $\theta = 0.02$ rad
- (g) 2 siklus pada $\theta = 0.03$ rad
- (h) 2 siklus pada $\theta = 0.04$ rad

Lanjutkan pembebanan dengan peningkatan $\theta = 0.01$ rad, dengan dua siklus pembebanan pada setiap tahapan.

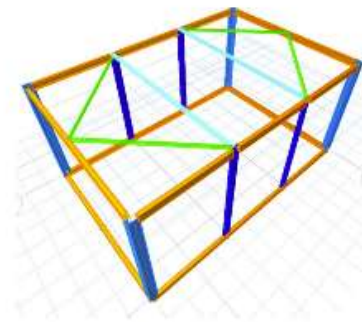
SNI 7860 : 2020 Ketentuan Seismik untuk Bangunan Gedung Baja Struktural

PEMBANGUNAN TEKNOLOGI MODULAR DI DAERAH SESAR AKTIF DI CIANJUR

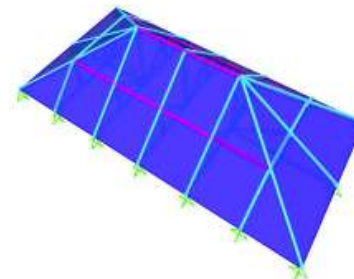


Gambar VI.21 Peninjauan lokasi rekahan akibat gempa

PERHITUNGAN STRUKTUR MOBOX SEKOLAH AL-FATAH



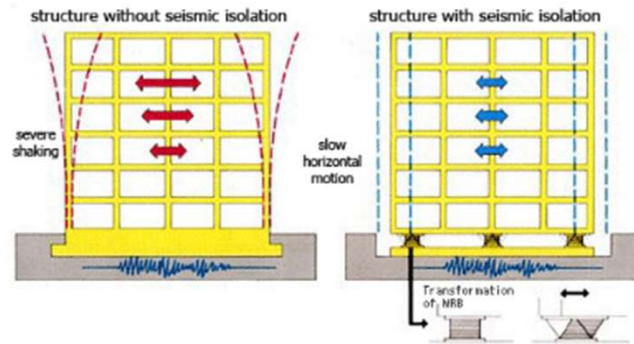
F. Pemodelan Atap



Pembangunan dilakukan diluar garis sempadan sesar

Base isolation untuk konstruksi jembatan dan bangunan gedung

Gerakan struktur saat gempa



Seismic isolator base displacement at base level

- 12 Struktur dengan isolasi dasar
- 12.1 Ruang lingkup
- Berdasarkan konsep isolasi elastik dan sedak, bangunan harus didesain dan dibangun sesuai dengan persyaratan persyaratan minimal akan ketahanan yang berlaku di lokasi yang bersangkutan.
- 12.2 Pergerakan perencanaan umum
- 12.2.1 Faktor ketahanan gempa
- Sebuah bangunan yang menggunakan isolasi dasar harus memenuhi persyaratan-persyaratan yang tercantum dalam Bab 12.2.2. Faktor ketahanan gempa harus diambil sebesar 0,1 untuk struktur dengan isolasi elastik, dan berdasarkan konsep risiko yang ditetapkan.
- 12.2.2 Konfigurasi
- Berdasarkan dengan isolasi dasar, bangunan harus memenuhi ketentuan-ketentuan di bawah ini yang harus dipenuhi oleh semua jenis isolasi elastik yang digunakan. Tipe isolasi elastik yang digunakan pada isolasi dasar harus memenuhi persyaratan-persyaratan yang tercantum dalam Bab 12.2.3.
- 12.2.3 Redundansi
- Berdasarkan persyaratan-persyaratan yang tercantum pada Bab 12.2.2, maka setiap isolasi elastik yang digunakan pada isolasi dasar harus memenuhi persyaratan-persyaratan yang tercantum dalam Bab 12.2.3.
- 12.2.4 Stabilitas
- 12.2.4.1 Kondisi lingkungan
- Sebelum pelaksanaan pekerjaan, harus disediakan salinan dari buku-buku desain yang tercantum dalam Bab 12.2.2.2 yang harus dipelajari dan dipahami oleh semua pihak yang terlibat dalam pelaksanaan pekerjaan. Semua pihak yang terlibat dalam pelaksanaan pekerjaan harus memahami dan menyetujui buku-buku desain yang tercantum dalam Bab 12.2.2.2.

Kiri : tanpa *isolation rubber bearing*

Kanan : menggunakan *Isolation rubber bearing*

Base isolation untuk konstruksi jembatan dan bangunan gedung

- Sudah diterapkan di Indonesia dan sekarang sedang transfer teknologi agar bisa dibuat di Indonesia

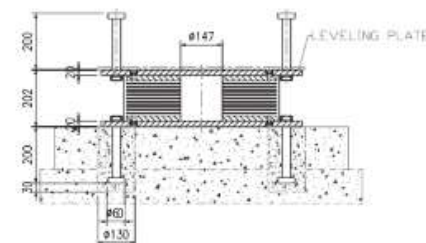


Application of Seismic Isolation Technology in Indonesia

Prof. Bambang Budiono (Institut Teknologi Bandung)
Andri Setiawan; Suhara; Tri Suryadi; Elisabeth Purba



Metode – LRB



PERENCANAAN DAN ERUJUKAN TINGGI

- Pembuatan Base Isolation Lokal TKDN 90%





6. PENUTUP

Penutup

- Sistem struktur pracetak dan prategang adalah salah satu sistem konstruksi yang berbasis industri manufaktur yang sesuai dengan konsep Industri 4.0
- Industri pracetak dan prategang telah berpartisipasi secara aktif dan signifikan dalam percepatan pembangunan infrastruktur Indonesia selama ini, pada masa pandemi Covid-19, dan pada pasca pandemi diharapkan dapat lebih tersosialisasi lebih luas ke stakeholder melalui sosialisasi regulasi agar dapat mendukung percepatan pemulihan Indonesia dan kemudian mengejar kembali target yang sudah dicanangkan sebelumnya.

PENUTUP



Sistem Prefabrication tadi komponen-komponen bangunan sudah dibuat dulu di tempat lain, lalu di lokasi bangunannya nanti tinggal sambung...sambung..sambung...jadi

Teknologi-teknologi seperti ini yang akan kita hadapi ke depan dan kita harus tahu mengenai ini.

Sistem Prefabrication juga untuk semua hal sekarang ini dibuat. Semuanya serba cepat...Semuanya serba cepat... oleh sebab itu kita harus kenali ini, perubahan-perubahan ini harus kita kenali dan semuanya kita harus belajar mengenai ini....harus belajar

yang membuat kita memiliki daya saing yang tinggi

Tanpa itu kita akan ditinggal oleh negara lain. Kita akan kalah oleh negara-negara lain.

Presiden Joko Widodo, 12 Maret 2019