

TUGAS AKHIR

**STUDI NILAI DAKTILITAS SAMBUNGAN TAKIK LURUS
RANGKAP *JOINT* BALOK-KOLOM EKSTERIOR AKIBAT
BEBAN SIKLIK LATERAL**

***DUCTILITY VALUE STUDY OF DOUBLE STRAIGHT NOTCH
CONNECTION IN EXTERIOR BEAM-COLUMN JOINT DUE TO
LATERAL CYCLIC LOADS***

**NADHILA FARASWATI R.
D111 15 311**



**PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2019**



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL**

Jl. Poros Malino km. 6 Bontomarannu, 92172, Kab. Gowa, Sulawesi Selatan
☒ <http://civil.unhas.ac.id> ☒ civil@eng.unhas.ac.id

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi pada Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Judul Tugas Akhir

**STUDI NILAI DAKTILITAS SAMBUNGAN TAKIK LURUS RANGKAP
JOINT BALOK-KOLOM EKSTERIOR AKIBAT BEBAN SIKLIK LATERAL**

Disusun oleh

NADHILA FARASWATI R

D111 15 311

Telah diperiksa dan disetujui oleh dosen pembimbing

Pembimbing I

Prof. Dr-Ing. Herman Parung, M.Eng

NIP: 196207291987031001

Pembimbing II

Dr.Eng. A. Arwin Amiruddin, ST, MT

NIP: 197912262005011001

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Sipil

Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST, MEng

NIP: 196805292001121002



Yang bertanda tangan di bawah ini, nama Nadhila Faraswati R., dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul ”**Studi Nilai Daktilitas Sambungan Takik Lurus Rangkap *Joint* Balok-Kolom Eksterior Akibat Beban Siklik Lateral**”, adalah karya ilmiah penulis sendiri, dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun.

Karya ilmiah ini sepenuhnya milik penulis dan semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Gowa, Mei 2019

Yang membuat pernyataan,

Nadhila Faraswati R.
D111 15 311



Puji dan Syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT, atas berkat rahmat dan petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir sebagai salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi pada Fakultas Teknik Departemen Teknik Sipil Universitas Hasanuddin. Tugas akhir ini disusun berdasarkan hasil penelitian di Laboratorium Struktur dan Bahan Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Tugas Akhir yang berjudul “**Studi Nilai Daktilitas Sambungan Takik Lurus Rangkap Joint Balok-Kolom Eksterior Akibat Beban Siklik Lateral**” ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan kepada pembaca dan juga kepada penulis dalam memahami karakteristik beton pracetak secara umum dan khususnya *joint* pracetak sambungan model takik.

Penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bimbingan, petunjuk dan perhatian dari dosen pembimbing. Maka dalam kesempatan kali ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak **Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha, M.T.**, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
2. Bapak **Prof. Dr. H. Muh. Wihardi Tjaronge S.T., M.Eng.**, dan Bapak **Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T.** selaku Ketua dan Sekretaris Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Bapak **Prof. Dr. Ing. Herman Parung, M.Eng.**, selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak **Dr. Eng. Andi Arwin Amiruddin, S.T., M.T.**, selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, motivasi, dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan tugas akhir ini.
4. Bapak **Prof. Dr. Eng. Rudy Djamaluddin, S.T., M.Eng.**, dan Ibu **Dr. Eng. Hj. Rita Irmawaty, S.T., M.T.**, selaku Kepala dan Sekretaris Laboratorium Struktur dan Bahan Departemen Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan izin atas segala fasilitas yang digunakan.
5. Seluruh dosen yang telah membantu penulis selama mengikuti pendidikan di Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
6. Seluruh staf dan karyawan di Departemen Teknik Sipil, di Fakultas Teknik, di Universitas Hasanuddin.
7. Seluruh asisten dan staf Laboratorium Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

yang teristimewa penulis persembahkan kepada:

ibu dan bapak orang tua yang tercinta, yaitu Ibunda **Farniwati, S.E.** dan Ayahanda **Abdullah Syam, S.T., M.Eng, Ph.D** serta **Sakura Nadia L.R.**, atas doa,



kasih sayang, motivasi dan segala dukungannya selama ini, baik moral maupun material yang telah diberikan.

2. Bapak **Ruminsar Simbolon, S.T., M.T., Memed Timang Palembang, S.T., dan Syahrul Satar**, sebagai partner tim yang telah berjuang bersama selama proses penelitian berlangsung.
3. **Evan Wijaya, Arsyah, Habibi, Hasbi, Fahri, dan Harbi** yang telah banyak membantu selama proses penelitian dilaksanakan.
4. Teman-teman **PATRON 2016**, mahasiswa Departemen Teknik Sipil dan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin **Angkatan 2015** yang telah memberikan warna tersendiri.

Penulis menyadari bahwa setiap karya buatan manusia tidak akan luput dari kekurangan, oleh karena itu mengharapkan kepada pembaca kiranya dapat memberi sumbangan pemikiran demi kesempurnaan dan pembaharuan tugas akhir ini. Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya dan semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat, khususnya dalam bidang Teknik Sipil.

Gowa, Mei 2019

Nadhila Faraswati R.
D111 15 311



Ketika terjadi gempa, elemen struktur yang memiliki daktilitas besar dapat menyerap energi lebih banyak daripada yang memiliki daktilitas kecil sehingga elemen struktur yang paling berperan penting adalah bagian struktur *joint* balok-kolom. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa hubungan antara beban dan lendutan, serta nilai daktilitas sambungan model takik lurus rangkap pada *joint* balok-kolom beton pracetak akibat beban siklik lateral. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode studi eksperimental dengan benda uji terdiri dari 3 buah, yaitu 1 buah komponen balok-kolom sambungan monolit dan 2 buah komponen balok-kolom beton pracetak sambungan takik lurus rangkap terbagi menjadi tipe 1 (SBK 1) dan tipe 2 (SBK 2). Hasil penelitian yang diperoleh, yaitu pada kondisi tekan sambungan monolit memiliki nilai beban paling besar yaitu -21.54 kN dan *displacement* terbesar yaitu -162.31 mm. Sedangkan pada kondisi tarik SBK 2 memiliki nilai beban paling besar yaitu 15.87 kN dan *displacement* terbesar yaitu 162.21 mm. Perbandingan antara nilai beban dan *displacement* SBK 2 terhadap Monolit diperoleh fungsi sebagai berikut: $P_{SBK2} = 10.52 P_{Monolit}$ dan $\Delta_{SBK2} = 15.44 \Delta_{Monolit}$ pada kondisi tarik. Nilai daktilitas terbesar dimiliki oleh SBK 2 yaitu 3.99 dan SBK 1 memiliki nilai daktilitas terkecil yaitu 3.70. Taraf kinerja struktur ketiga buah benda uji berada pada tingkat daktail parsial. Perbandingan antara SBK 2 dengan Monolit diperoleh fungsi daktilitas $\mu_{\Delta SBK2} = 6.40 \mu_{\Delta Monolit}$.

Kata Kunci: Daktilitas, Takik, Lurus Rangkap, Balok-Kolom Eksterior



ABSTRACT

When an earthquake occurs, structural elements that have large ductility can absorb more energy than those with small ductility so the most important structural element is the column-beam joints structure. The purpose of this study was to analyze the relationship between load and deflection, therewith the ductility value of the double straight notch connection model on precast concrete column-beam joints due to lateral cyclic loads. The method used in this study is an experimental study method with a test object consisting of 3 exterior column-beam components, viz. 1 piece of monolithic joints column-beam component and 2 pieces of double straight notch precast joints column-beam components divided into type 1 (SBK 1) and type 2 (SBK 2). The results of the research obtained, the monolithic connection has the highest load value that is -21.54 kN and the largest displacement that is -162.31 mm in the compressive condition. Whereas in tensile conditions, SBK 2 has the highest load value that is 15.87 kN and the largest displacement that is 162.21 mm. The comparison between load and displacement value of SBK 2 with Monolite obtained functions as follows: $P_{SBK2} = 10.52 P_{Monolithic}$ and $\Delta_{SBK2} = 15.44 \Delta_{Monolithic}$ in tensile condition. The largest ductility value is owned by SBK 2 that is 3.99, and SBK 1 has the smallest ductility value that is 3.70. Structural performance levels for all three specimens are at the partial ductile level. The comparison between SBK 2 with Monolithic is obtained by the ductality function stated as follows $\mu_{\Delta SBK2} = 6.40 \mu_{\Delta Monolithic}$.

Keywords: Ductility, Notch Connection, Double Straight, Exterior Column-Beam



Halaman

LEMBARAN PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Maksud Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Batasan Masalah.....	3
1.7 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pengertian Beton.....	5
2.2 Daktilitas.....	11
2.3 <i>Joint</i> Balok-Kolom	13
2.4 Model Takikan.....	19
2.5 Sikadur 732 dan Sika Grout 215.....	19
BAB III METODE PENELITIAN.....	22
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	22
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	23
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	23
3.4 Tahap Penelitian	24
ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	33
Karakteristik Material.....	33



4.2 Hubungan Beban dan Lendutan	38
4.3 Nilai Daktilitas <i>Joint</i> Balok-Kolom.....	41
4.4 Kondisi <i>Joint</i> Balok-Kolom.....	45
BAB V PENUTUP.....	48
5.1 Kesimpulan.....	48
5.2 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



	Halaman
Gambar 2.1 Tipe Sambungan Kuat <i>Joint</i>	7
Gambar 2.2 Tipe Sambungan Daktilail	8
Gambar 2.3 Sambungan <i>Precast</i> Jenis 1	9
Gambar 2.4 Sambungan <i>Precast</i> Jenis 2	9
Gambar 2.5 Sambungan <i>Precast</i> Jenis 3	10
Gambar 2.6 Sambungan <i>Precast</i> Jenis 4	10
Gambar 2.7 Daktilitas Regangan.....	11
Gambar 2.8 Daktilitas Kelengkungan	12
Gambar 2.9 Daktilitas Perpindahan.....	12
Gambar 2.10 Gaya dan Penulangan Geser pada Joint Balok-Kolom.....	14
Gambar 2.11 Jenis <i>Exterior Joint</i>	14
Gambar 2.12 Jenis <i>Interior Joint</i>	15
Gambar 2.13 Letak Sendi Plastis.....	19
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	22
Gambar 3.2 <i>Joint</i> Balok-Kolom	28
Gambar 3.3 Program Pembebanan	31
Gambar 3.4 Model Pembebanan	31
Gambar 3.5 Model Pengujian.....	32
Gambar 4.1 Pengujian Kuat Tekan Beton Normal.....	33
Gambar 4.2 Pengujian Kuat Lentur Beton Normal	35
Gambar 4.3 Pengujian Kuat Tekan Mortar Grouting	36
Gambar 4.4 Pengujian Kuat Tarik Tulangan.....	37
Gambar 4.5 Proses Pengujian Sambungan Balok-Kolom.....	39
Gambar 4.6 Grafik Hubungan Beban Maksimum dengan <i>Displacement</i>	40
Gambar 4.7 Hubungan Beban dan <i>Displacement</i> Sambungan Monolit.....	42
4.8 Hubungan Beban dan <i>Displacement</i> SBK 1	42
4.9 Hubungan Beban dan <i>Displacement</i> SBK 2.....	43
4.10 Grafik Nilai Daktilitas untuk Sambungan Balok-Kolom	44



Gambar 4.11 Pola Retak Sambungan Balok-Kolom 47



	Halaman
Tabel 2.1 Spesifikasi Data Sikadur 732	20
Tabel 2.2 Spesifikasi Data Sika Grout 215 (<i>new</i>)	21
Tabel 4.1 Komposisi Beton	33
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder Normal	34
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Balok Normal	35
Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Kubus Mortar Grouting	36
Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Tulangan	38
Tabel 4.6 Perhitungan Analisa Beban dan Lendutan	40
Tabel 4.7 Perhitungan Nilai Daktilitas Peninjauan pada Kolom.....	44
Tabel 4.8 Perhitungan Analisa Daktilitas.....	45



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara rawan gempa. Dari segi geografis, Indonesia merupakan salah satu negara yang dilalui oleh satu dari jalur utama gempa yang disebut dengan Jalur Seismik Mediterania Trans Asiatik. Selain itu, Indonesia juga berada di jalur gempa vulkanik teraktif yaitu Cincin Api Pasifik. Berdasarkan latar belakang kondisi ini, Indonesia menjadi salah satu negara rawan bencana gempa tektonik, gempa vulkanik, dan tsunami yang ada di dunia.

Di Indonesia, gempa yang terjadi hampir selalu menimbulkan korban jiwa. Hal itu terjadi karena orang-orang yang sedang beraktifitas di dalam bangunan, tertimpa oleh reruntuhan dari bangunan itu sendiri ketika gempa terjadi. Orang-orang tersebut tidak sempat menyelamatkan diri dan mengalami luka-luka bahkan berujung kematian. Oleh sebab itu, telah banyak penelitian dan proyek tentang bangunan tahan gempa yang dibuat untuk meminimalisir korban jiwa akibat gempa.

Struktur bangunan tahan gempa yang dikehendaki harus memiliki kekuatan dan daktilitas yang cukup. Sebab ketika terjadi gempa, elemen struktur yang memiliki daktilitas besar dapat menyerap energi lebih banyak daripada elemen struktur yang memiliki daktilitas kecil. Elemen yang paling penting dan membutuhkan perhatian khusus adalah bagian struktur *joint* balok-kolom sehingga diperlukan sambungan yang dapat meningkatkan kekuatan dan daktilitas yang optimal dalam menahan beban gempa.

Bagian *joint* balok-kolom yang sering terjadi kegagalan struktur disebut “sendi plastis”. Sendi plastis ini dapat terjadi di balok maupun kolom namun dalam perancangan *joint* balok-kolom bangunan tahan gempa sebaiknya diterapkan konsep “*Strong Column-Weak Beam*” karena jika kolom yang lebih dahulu mengalami kegagalan struktur maka seluruh bangunan akan ambruk, apabila balok yang lebih dahulu mengalami kegagalan struktur maka bangunan masih dapat bertahan karena balok kolom sebagai penopang bangunan masih ada.



Berdasarkan perancangan “*Strong Column-Weak Beam*” maka pada bagian balok dibuat sambungan takik. Takikan yang akan diterapkan haruslah dapat diaplikasikan pada area memanjang, dapat digunakan untuk bentangan yang panjang, bentuk sambungan harus sederhana, kuat, dan tahan terhadap gaya-gaya yang bekerja, hindari bentuk takikan yang besar dan dalam, serta dapat diaplikasikan pada desain beton bertulang. Selain itu berdasarkan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan seperti oleh Mardewi Jamal (2014) dengan model sambungan lurus, mata gergaji dan miring di mana hasil penelitiannya terdapat beberapa masalah antara lain kesulitan untuk pengecoran komponen pracetak dan grouting dikarenakan pemasangannya secara vertikal, lepasnya sisi penyambungan antara komponen pracetak dan grouting, dan jarak efektif sambungan dari muka kolom lalu penelitian selanjutnya disempurnakan oleh Masdiana (2018) dengan model sambungan takikan bibir lurus untuk *joint* interior pracetak di mana dari hasil penelitiannya pemasangan komponen pracetak dan grouting dilakukan secara horizontal lalu didapatkan komponen grouting yang lebih panjang memiliki kekuatan yang lebih baik sehingga untuk penelitian berikutnya ingin diteliti lebih lanjut apabila lebih banyak menggunakan variasi permodelan takikan dan mengubah penempatan *interlock*-nya menjadi lebih dekat dari muka kolom untuk menghindar tegangan geser maksimum. Maka dari itu, dipilihlah model sambungan takik lurus rangkap yang divariasikan menjadi 2 tipe.

Pembuatan *joint* balok-kolom digunakan dengan teknologi beton pracetak dengan harapan dapat mengontrol kualitas dan kekuatan dari struktur ketika dibuat di tempat khusus (*off-site fabrication*). Selain itu dengan teknologi ini pula, sambungan takik pada *joint* balok-kolom dapat disusun dan disatukan terlebih dahulu sehingga *joint* balok-kolom sambungan takik memiliki perilaku dan kekuatan struktur yang ekuivalen dengan *joint* balok-kolom monolit.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka disusunlah tugas akhir dengan judul: “**Studi Nilai Daktilitas Sambungan Takik Lurus Rangkap *Joint* Balok-kterior Akibat Beban Siklik Lateral**”



1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka dirumuskan permasalahan penelitian yakni bagaimana daktilitas sambungan model takik lurus rangkap pada *joint* balok-kolom beton pracetak akibat beban siklik lateral.

1.3 Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian ini untuk mengetahui dan mengevaluasi daktilitas pada sambungan model takik lurus rangkap *joint* balok-kolom beton pracetak akibat beban siklik lateral.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah untuk:

1. Menganalisa hubungan antara beban dan lendutan, dan
2. Menganalisa nilai daktilitas sambungan model takik lurus rangkap pada *joint* balok-kolom beton pracetak akibat beban siklik lateral.

1.5 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat seperti:

1. Memberi pemahaman dan perbandingan nilai daktilitas pada perilaku *joint* balok-kolom model monolit dan model takikan,
2. Memberikan pemahaman tentang pengaruh sambungan pada hubungan balok-kolom, dan
3. Memberikan solusi yang efektif dan ekonomis bagi pelaksana konstruksi pada berbagai aplikasi.

1.6 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Hanya membahas dan menganalisis nilai daktilitas hubungan balok-kolom pada sambungan model takikan

jenis tulangan baja yang direncanakan adalah BjTP 280 untuk tulangan Ø8, serta BJTS 420 untuk tulangan D13 dan D16.

jenis beton yang direncanakan adalah mutu beton f_c' 25 MPa.



4. Wilayah sambungan beton pracetak direncanakan menggunakan semen grouting dengan mutu beton $f_c'50$ MPa.
5. Semen yang digunakan untuk sambungan adalah semen sika grout.
6. Wilayah sambungan beton pracetak berada pada wilayah potensi sendi plastis.
7. Jumlah struktur *joint* balok-kolom ada tiga buah, yaitu sambungan monolit, sambungan model takikan rangkap tipe 1, dan sambungan model takikan rangkap tipe 2.
8. Beban yang diberikan adalah beban dinamis berupa beban siklik lateral.

1.7 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini akan diuraikan dalam sistematika penulisan yang dibagi menjadi lima bab pokok bahasan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Menjelaskan latar belakang permasalahan, perumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan secara singkat.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Menyajikan kerangka teori konseptual mengenai penelitian secara singkat dan gambaran umum dari sampel penelitian yang akan diuji.

BAB III METODE PENELITIAN

Membahas tentang penelitian yang meliputi: tahapan penelitian, penentuan dimensi dan bahan penelitian, lokasi dan waktu penelitian, pengujian yang dilakukan, pengumpulan data, serta variabel penelitian.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Menyajikan hasil analisis perhitungan data-data yang diperoleh dari hasil pengujian serta pembahasan dari hasil pengujian yang dilaksanakan.

PENUTUP

Kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan dan saran.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Beton

2.1.1 Beton

Beton sendiri adalah material konstruksi yang diperoleh dari pencampuran pasir, kerikil/batu pecah, semen serta air. Terkadang beberapa macam bahan tambahan dicampurkan ke dalam campuran tersebut dengan tujuan memperbaiki sifat-sifat dari beton, yakni antara lain untuk meningkatkan *workability*, *durability*, serta waktu pengerasan beton. (Setiawan, 2016)

2.1.2 Beton Bertulang

Beton bertulang adalah kombinasi dari beton serta tulangan baja, yang bekerja bersama-sama untuk memikul beban yang ada. Tulangan baja akan memberikan kuat tarik yang tidak dimiliki oleh beton. Selain itu tulangan baja juga mampu memikul beban tekan, seperti digunakan pada elemen kolom beton. (Setiawan, 2016).

Jenis-jenis keruntuhan lentur tergantung pada sifat-sifat penampang balok, bentuk-bentuk keruntuhan yang dapat terjadi adalah sebagai berikut (Imran & Zulkifli, 2014):

1. Keruntuhan Tarik, bersifat *Ductile* (penampang terkontrol tarik)

Pada keruntuhan jenis ini, tulangan leleh sebelum beton hancur (yaitu mencapai regangan batas tekannya). Keruntuhan jenis ini terjadi pada penampang dengan rasio tulangan kecil. Balok yang mengalami keruntuhan ini disebut *under-reinforced*.

2. Keruntuhan Tekan, bersifat *Brittle* atau Getas (penampang terkontrol tekan)

Di sini, beton hancur sebelum tulangan leleh. Keruntuhan seperti ini terjadi pada penampang dengan rasio tulangan kecil. Balok yang mengalami keruntuhan ini disebut *over-reinforced*.

3. Keruntuhan Seimbang, bersifat *Brittle*

Pada keruntuhan jenis ini, beton hancur dan tulangan leleh terjadi secara bersamaan. Balok seperti ini mempunyai tulangan yang *balanced*.



2.1.3 Beton Pracetak

Teknologi beton pracetak adalah teknologi konstruksi struktur beton dengan komponen-komponen penyusun yang dicetak terlebih dahulu pada suatu tempat khusus (*off-site fabrication*), terkadang komponen-komponen tersebut disusun dan disatukan terlebih dahulu (*pre-assembly*), dan selanjutnya dipasang di lokasi (*installation*). Dengan demikian, sistem pracetak ini akan berbeda dengan konstruksi beton monolit pada aspek perencanaan yang tergantung atau ditentukan oleh metode pelaksanaan dari fabrikasi, penyatuan dan pemasangannya, serta ditentukan pula oleh teknis perilaku sistem pracetak dalam hal cara penyambungan antar komponen (*joint*). (Abduh, 2007)

Beberapa prinsip beton pracetak tersebut dipercaya dapat memberikan manfaat lebih dibandingkan beton monolit antara lain terkait dengan pengurangan waktu dan biaya, serta peningkatan jaminan kualitas, *predicability*, keandalan, produktivitas, kesehatan, keselamatan, lingkungan, koordinasi, inovasi, *reusability*, serta *relocatability* (Gibb, 1999).

Secara umum sistem struktur komponen beton pracetak dapat digolongkan sebagai berikut (*Nurjaman, 2000* dalam *Abduh, 2007*):

1. Sistem struktur komponen pracetak sebagian, dimana kekakuan sistem tidak terlalu dipengaruhi oleh pemutusan komponenisasi, misalnya pracetak pelat, dinding di mana pemutusan dilakukan tidak pada balok dan kolom/bukan pada titik kumpul.
2. Sistem pracetak penuh, dalam sistem ini kolom dan balok serta pelat dipracetak dan disambung, sehingga membentuk suatu bangunan yang monolit.

Keuntungan utama yang diperoleh pada penggunaan pracetak adalah penghematan dalam acuan dan penopangnya. Manfaat yang diperoleh bergantung pada jumlah pengulangan pekerjaan, dimana sebagai patokan penggunaan 50 kali atau lebih cetakan unit beton pracetak akan memberikan nilai ekonomis (Murdock

k, 1991, h.383).

Struktur beton bertulang yang dicor di tempat cenderung bersifat monolit terus. Sebaliknya, struktur pracetak terdiri dari sejumlah komponen yang

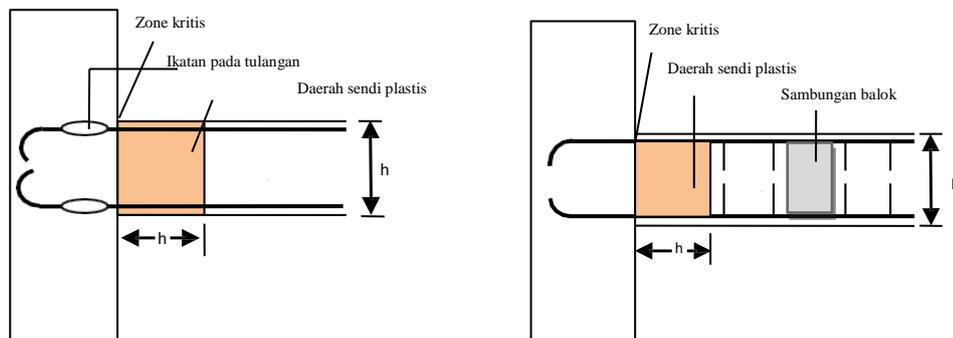


dibuat di pabrik, kemudian disambung di lokasi bangunan sampai akhirnya membentuk struktur utuh. Pada struktur pracetak, hubungan yang menghasilkan kontinuitas dengan memakai bantuan perangkat keras khusus, batang tulangan dan beton untuk menyalurkan semua tegangan tarik, tekan, dan geser disebut sambungan keras (Winter dan Wilson, 1993, h.519)

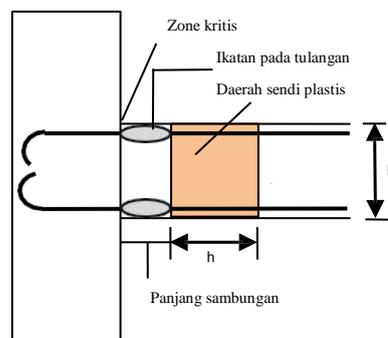
Menurut NEHRP (dalam Hawkins, 2000), sistem sambungan pracetak dibagi menjadi dua kategori yaitu sambungan kuat dan sambungan daktail yang diilustrasikan pada Gambar 2.1 dan Gambar 2.2, berikut penjelasannya:

1. Sambungan Kuat (*Strong Connection*)

Sambungan antar elemen pracetak tetap berperilaku elastik pada saat gempa kuat. Sistem sambungan harus dan terbukti secara teoritis dan eksperimental memiliki kekuatan dan kekakuan yang minimal sama dengan yang dimiliki struktur sambungan beton monolit yang setara.



(a) Beam to Beam Connection (b) Beam to Column Connection



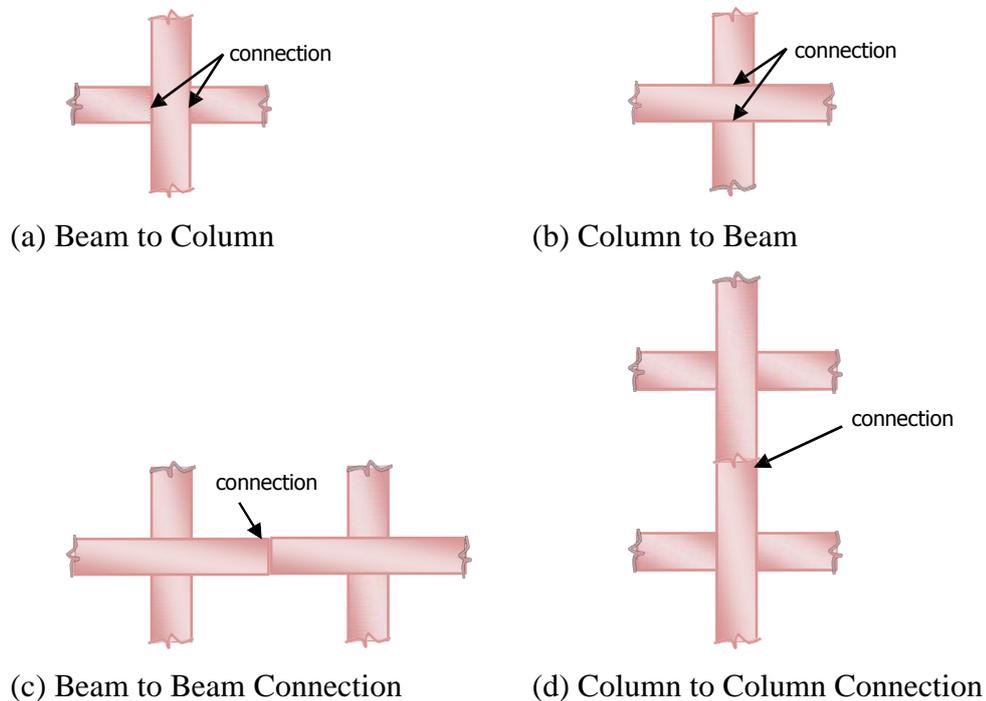
(c) Column to Beam Connection

Gambar 2.1 Tipe Sambungan Kuat *Joint*



2. Sambungan Duktail (*Ductile Connection*)

Sambungan boleh terjadi deformasi inelastis. Sistem sambungan harus terbukti secara teoritis dan eksperimental memenuhi persyaratan kehandalan dan kekakuan struktur tahan gempa.



Gambar 2.2 Tipe Sambungan Duktail

Terdapat juga jenis sambungan antara komponen beton pracetak yang biasa dipergunakan dibagi menjadi 2 kelompok sebagai berikut (Wahyudi et al., 2010):

1. Sambungan kering (*dry connection*)

Sambungan antar komponen beton pracetak menggunakan plat besi sebagai penghubung, yang kemudian dilas atau dibaut.

2. Sambungan basah (*wet connection*)

Sambungan antar komponen beton pracetak yang ditandai dengan keluarnya besi tulangan dari beton pracetak yang akan disambungkan dengan cara dicor

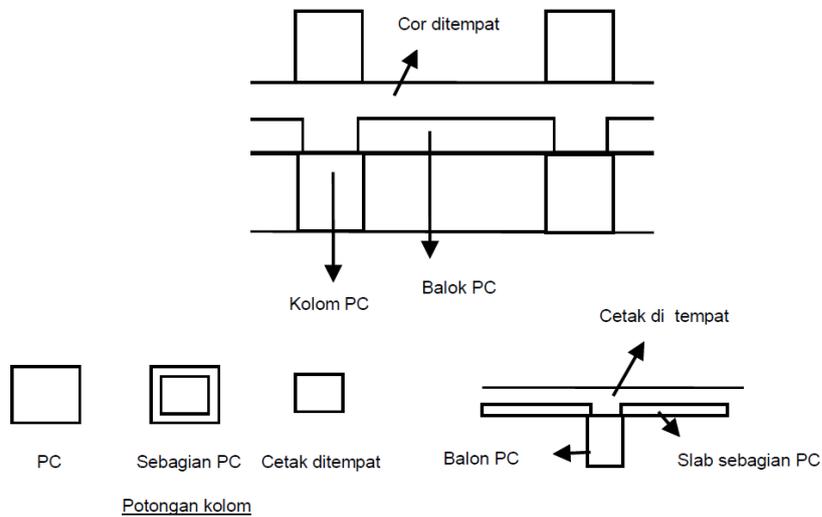
mpat.

Jenis sambungan *precast* rangka dapat dibagi menjadi 4 (empat) jenis (Wahyudi et al., 2005), yaitu:



1. Sambungan *Precast* Jenis 1

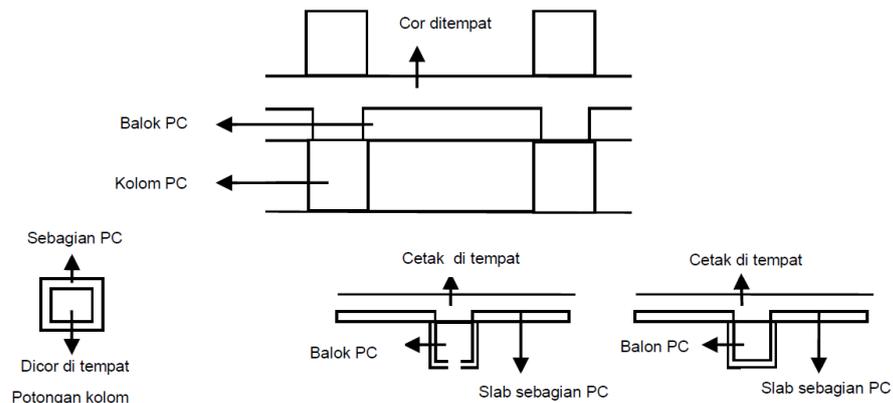
Elemen kolom berupa *precast* penuh atau *precast* sebagian yang dirangkai menjadi konstruksi setengah jadi. Lalu elemen tersebut disatukan dengan cast insitu slab seperti pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Sambungan *Precast* Jenis 1

2. Sambungan *Precast* Jenis 2

Elemen Kolom adalah *precast* sebagian, terdiri dari bagian *outer shell precast* yang rongganya diisi beton insitu sehingga menjadi kolom penuh. Balok-balok *precast* sebagian selesai bentuk U atau bentuk L, disatukan dengan elemen kolom dan dengan cara pengecoran pada rongga antara balok, slab serta *joint* balok-kolom seperti pada Gambar 2.4.

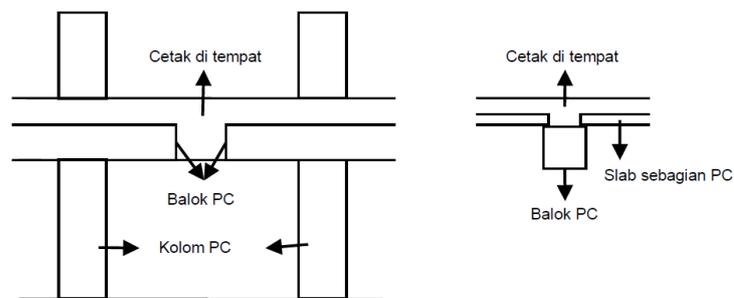


Gambar 2.4 Sambungan *Precast* Jenis 2



3. Sambungan *Precast* Jenis 3

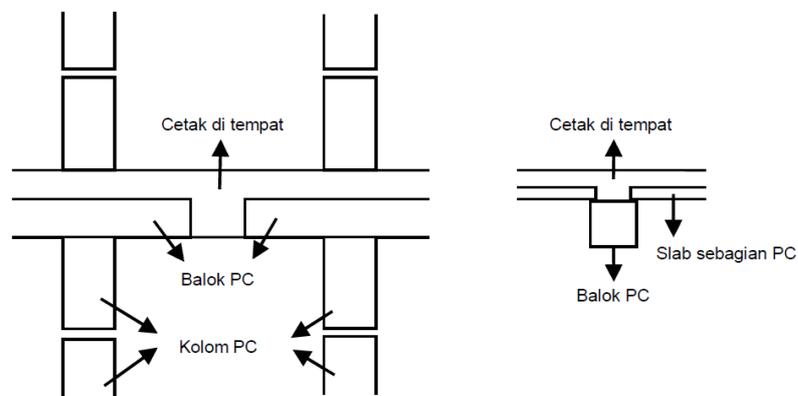
Kolom, balok sebagian bentang dan *joint* balok-kolom dalam bentuk *precast* penuh. Balok dan *joint* balok-kolom disatukan dengan elemen kolom dengan cara menembuskan tulangan utama kolom ke dalam *joint* kemudian dicor (*cast insitu*) di tempat bersama dengan sambungan cor antara bagian kolom dan bagian slab seperti pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Sambungan *Precast* Jenis 3

4. Sambungan *Precast* Jenis 4

Semua elemen balok *precast* sebagian pada bentang kiri, balok *precast* sebagian pada bentang kanan, kolom *precast* sebagian pada bagian atas dan kolom *precast* sebagian pada bagian bawah disatukan dalam satu *joint*. Balok kiri dan balok kanan dihubungkan dengan sambungan balok di tengah bentang, begitu juga kolom atas dan kolom bawah dihubungkan dengan sambungan kolom di tengah bentang lalu dicor dan grouting seperti pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Sambungan *Precast* Jenis 4



2.2 Daktilitas

Daktilitas adalah kemampuan struktur atau komponen struktur untuk mengalami deformasi inelastis bolak-balik berulang setelah leleh pertama, sambil mempertahankan kekuatan dan kekakuan yang cukup untuk mendukung bebannya, sehingga struktur tetap berdiri walaupun sudah retak/rusak dan diambang keruntuhan. Menurut Park dan Paulay (1975) daktilitas merupakan kemampuan suatu struktur untuk mengalami lendutan yang cukup besar pada saat beban maksimal tanpa mengalami penurunan kekuatan yang berarti sebelum terjadi keruntuhan.

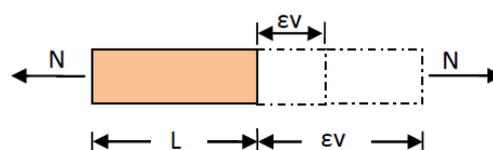
Faktor daktilitas struktur gedung μ adalah rasio antara simpangan maksimum struktur gedung akibat pengaruh Gempa Rencana pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan (δ_m) dengan simpangan struktur gedung pada saat terjadinya pelepasan pertama (δ_y). Pada kondisi elastik penuh nilai $\mu = 1,0$. Tingkat daktilitas struktur dipengaruhi oleh pola retak atau sendi plastis. Suatu struktur bangunan diharapkan sendi-sendi plastis terjadi di ujung-ujung balok dan bukan pada kolom dan dinding yang memikulnya. Menurut Paulay & Priestley (1992) daktilitas terbagi dalam:

1. Daktilitas Regangan (*Strain Ductility*)

Daktilitas regangan (μ_ϵ) adalah perbandingan regangan maksimum (ϵ_u) dengan regangan leleh (ϵ_y) pada balok yang mengalami beban aksial tarik atau tekan.

$$\mu_\epsilon = \frac{\epsilon_u}{\epsilon_y} \dots\dots\dots (2.1)$$

Seperti terlihat pada Gambar 2.7 berikut:



Gambar 2.7 Daktilitas Regangan

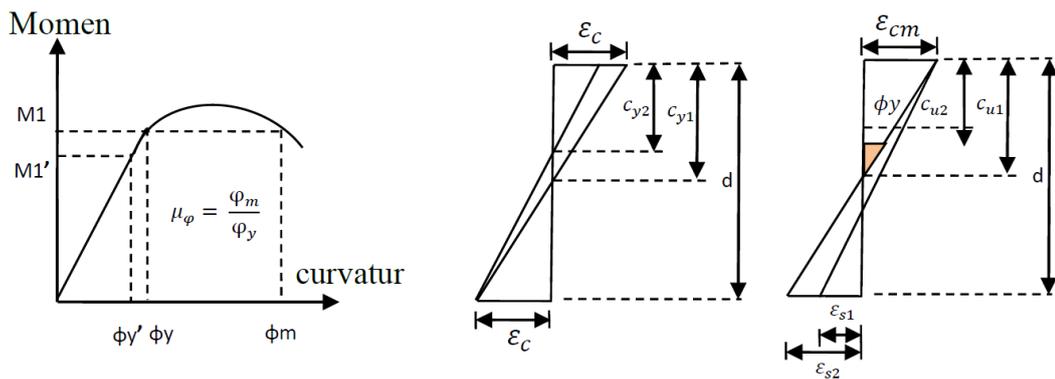
Daktilitas Kelengkungan (*Curvature Ductility*)



Daktilitas kelengkungan (μ_ϕ) adalah perbandingan antara sudut kelengkungan (putaran sudut per unit panjang) maksimum (ϕ_u) dengan sudut kelengkungan leleh (ϕ_y) dari suatu elemen akibat gaya lentur. Dimana ϕ = sudut kelengkungan (putaran sudut per unit panjang)

$$\mu_\phi = \frac{\phi_u}{\phi_y} \dots\dots\dots (2.2)$$

Seperti terlihat pada Gambar 2.8 berikut:



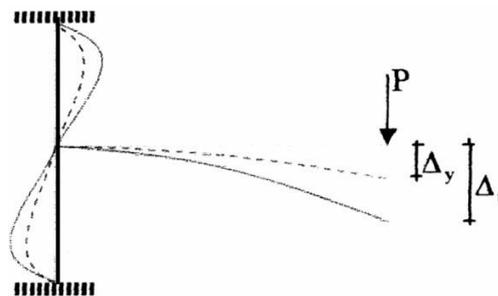
Gambar 2.8 Daktilitas Kelengkungan

3. Daktilitas Perpindahan (*Displacement Ductility*)

Daktilitas perpindahan (μ_Δ) adalah perbandingan antara perpindahan struktur maksimum (Δ_u) arah lateral terhadap perpindahan struktur saat leleh (Δ_y).

$$\mu_\Delta = \frac{\Delta_u}{\Delta_y} \dots\dots\dots (2.3)$$

Seperti terlihat pada Gambar 2.9 berikut:



Gambar 2.9 Daktilitas Perpindahan



Mengenai tingkatan daktilitas, Tata Cara Perencanaan Struktur Ketahanan Gempa untuk bangunan gedung SNI 03-1726-2002, mengklasifikasikan tingkat daktilitas sebagai berikut:

1. Daktail penuh adalah suatu tingkat daktilitas struktur gedung, di mana strukturnya mampu mengalami simpangan pasca-elastik pada saat mencapai kondisi diambang keruntuhan yang paling besar, yaitu dengan mencapai nilai faktor daktilitas sebesar 5,3.
2. Daktail parsial adalah seluruh tingkat daktilitas struktur gedung dengan nilai faktor daktilitas di antara untuk struktur gedung yang elastik penuh sebesar 1,0 dan untuk struktur gedung yang daktail penuh sebesar 5,3.
3. Elastik penuh adalah suatu tingkat daktilitas struktur gedung dengan nilai faktor daktilitas sebesar 1,0.

2.3 *Joint* Balok-Kolom

2.3.1 Konsep *Joint* Balok-Kolom

Menurut Paulay dan Priestley (1992), menjelaskan bahwa *joint* balok-kolom merupakan daerah kritis yang dapat merespon inelastis untuk menahan gempa. *Joint* akan bekerja sebagai gaya geser horizontal dan vertikal serta memiliki nilai beberapa kali balok dan kolom yang bersebelahan.

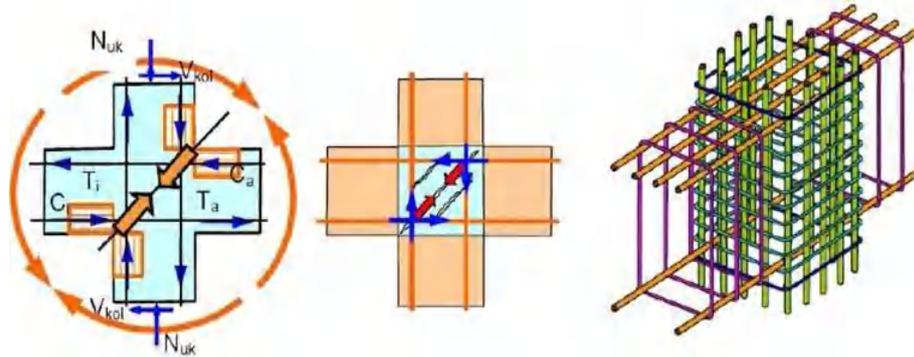
Adapun *joint* dapat dibedakan menurut tempat deformasi sebagai *joint* elastik dan *joint* inelastik. Pengertian *joint* elastik dan *joint* inelastik yaitu:

1. *Joint Elastic* dimana deformasi inelastis tidak terjadi pada balok dan kolom yang berbatasan dengan panel *joint* karena memiliki tulangan yang kuat.
2. *Joint Inelastic* dimana sendi plastis terjadi pada balok di muka kolom setelah beberapa kali siklus deformasi inelastik terjadi pada panel *joint*.

Menurut Widodo (2007), pada *joint* balok-kolom dalam struktur statis tak tentu memegang peranan penting dalam pengengkangan sehingga tidak terjadi kebebasan rotasi pada balok. Pengengkangan terjadi apabila *joint* balok-kolom dan satu kesatuan yang monolit dan kaku. Kekakuan *joint* diperlukan agar torsi *unbalance moment* pada analisis struktur dapat dilakukan.



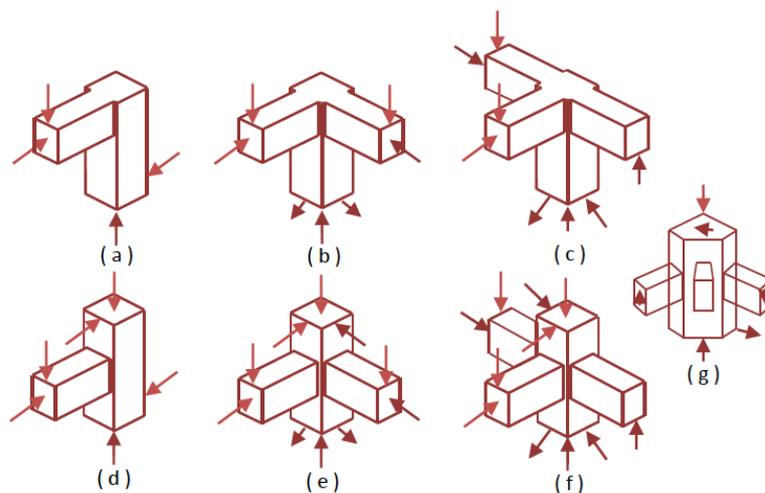
Daerah sambungan balok-kolom pada struktur gedung dari beton bertulang berfungsi untuk mentransfer gaya-gaya dari suatu elemen ke elemen lainnya seperti pada Gambar 2.10. Akibat pengaruh gaya lateral seperti gempa, sambungan balok-kolom akan mengalami gaya geser dan gaya horizontal yang lebih besar dari pada elemen balok dan kolom yang berdekatan. (Barsom, 1999)



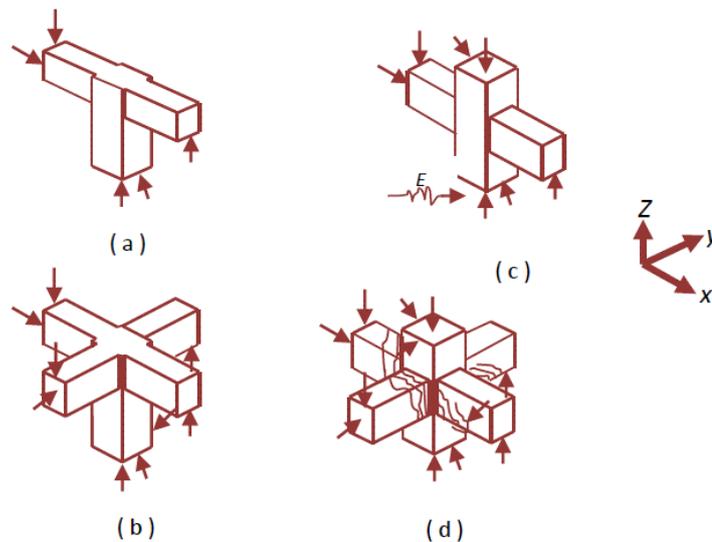
(a) Arah gaya-gaya pada *joint* (b) Crack *joint* (c) Tulangan geser *joint*

Gambar 2.10 Gaya dan Penulangan Geser pada *Joint* Balok-Kolom

Joint adalah pertemuan kolom dengan balok pada satu titik. Daerah *joint* merupakan bagian struktur bangunan yang paling rawan terhadap gempa. Jenis *joint* balok-kolom dalam suatu struktur dapat dibedakan dari letak titik kumpulnya yaitu *joint* luar (*Exterior Joint*) dan *joint* dalam (*Interior Joint*) yang diilustrasikan pada gambar 2.11 dan gambar 2.12.



Gambar 2.11 Jenis *Exterior Joint*



Gambar 2.12 Jenis *Interior Joint*

2.3.2 Hasil Penelitian Sebelumnya

Herman Parung, R. Irmawaty, Ricko A. Mappayukki, dan Sudirman (2010). Penelitian yang dilakukan untuk meneliti tentang kekuatan sambungan balok-kolom pracetak menggunakan plat baja sebagai konektor (*JPSP-Joint* Pracetak Sambungan Plat Baja). Sambungan pracetak dibuat untuk sambungan balok-kolom tipe interior dan eksterior, diuji dengan beban monotonic dan siklik. Kekuatan kedua benda uji dibandingkan kekuatannya dengan konstruksi yang monolit. Hasil diperoleh:

1. Tipe retak pada kedua konstruksi baik pracetak maupun monolit adalah serupa, yakni retak lentur, retak ini berada di daerah sambungan antara pracetak dan bagian yang disambung.
2. Kekuatan JPSP lebih tinggi dari konstruksi monolit. Hal ini dapat dilihat dari defleksi yang lebih rendah dari JPSP.
3. Tidak ada tanda keruntuhan *joint*, di mana sambungan kolom pracetak dilas sebelum digrouting.

Mardewi Jamal, Herman Parung, M. Wihardi Tjaronge, dan Victor lu (2014). Penelitian ini dilakukan untuk meneliti tentang perilaku *joint* dengan menggunakan benda uji: satu beton konvensional dan tiga model an balok pracetak diuji dengan beban siklik. Koneksi beton pracetak



dalam penelitian ini adalah dilakukan dengan menggunakan metode grout menggunakan semen grout, dengan menempel pada area sendi plastis. Kekuatan dari area grouting lebih besar dari komponen pracetak terlihat dari tidak ada retakan yang signifikan di area grouting. Apalagi keunggulan konstruksi pracetak daripada konstruksi monolit jika dilihat dari kedaktilitasnya adalah Precast Construction (PC) memiliki daktilitas yang lebih besar Konstruksi Monolit (MC). Daktilitas PC, $\mu = 4.379$, sedangkan MC, $\mu = 2.333$. PC daktilitas sebagian, sedangkan MC penuh elastis.

Eri Irawan Priyadi (2014). Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian komponen dan sistem sambungan pertemuan balok-kolom pracetak dan mengambil model sub-sistem struktur penyambungan titik kumpul interior balok-kolom. Pada pengujian ini dibuat tiga buah benda uji model sambungan balok-kolom pracetak (JBKP1, JBKP-2 dan JBKP-3) dengan metode sambungan basah. Hasil penelitian yang diperoleh: Daktilitas rerata benda uji monolit JBKM sebesar 5,61 dan memenuhi persyaratan perencanaan daktilitas penuh, untuk benda uji JBKP-1, dan JBKP-2 masing-masing daktilitas reratanya adalah 4,48 dan 5,06 dan hanya memenuhi persyaratan perencanaan daktilitas parsial. Sedangkan untuk benda uji JBKP-3 walaupun dari hasil pengujian didapat daktilitas rerata sebesar 5,46 akan tetapi perlu ditinjau juga degradasi kekakuan sistem tersebut.

Rudi Y. Adi, Ilham Nurhuda, Sukamta, dan Intan Fitriani (2014). Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki kekakuan dan mempelajari perilaku beton pracetak antara kolom monolit tanpa sambungan dengan kolom dengan sambungan. Sambungan yang digunakan adalah sambungan kering menggunakan plat dan baut mur. Hasil yang diperoleh:

1. Pada hubungan beban dengan lendutan dapat disimpulkan bahwa kekakuan benda uji kolom dengan sambungan lebih besar dibandingkan benda uji kolom monolit tanpa sambungan. Hal ini didapat dari rasio beban dengan lendutan kolom dengan sambungan yang lebih besar.

... hubungan tegangan dengan regangan beton dapat disimpulkan bahwa modulus elastisitas benda uji kolom monolit tanpa sambungan lebih besar dibandingkan benda uji kolom dengan sambungan.



Pio R.T. Naibaho, Bambang Budiono, Awal Surono, dan Ivindra Pane (2015). Penelitian ini bertujuan mempelajari perilaku sambungan balok-kolom eksterior dengan meneruskan dan atau menambahkan tulangan pada sambungan balok-kolom eksterior menggunakan beton bubuk reaktif dengan pembebanan lateral siklis. Penelitian terdiri atas tiga buah benda uji, benda uji pertama (BU-1) berupa sambungan balok-kolom konvensional, benda uji kedua (BU-2) sambungan balok-kolom eksterior dengan meneruskan tulangan balok menembus kolom dan menambahkan pelat seukuran penampang balok pada sisi kolom dengan las, sedangkan benda uji ketiga (BU-3) sambungan balok-kolom eksterior dengan menambahkan tulangan pada tulangan pokok balok di sambungan balok-kolom eksterior. Penggunaan beton bubuk reaktif pada sambungan balok-kolom eksterior dengan menambahkan tulangan pada tulangan pokok balok di sambungan balok-kolom (BU-3) memberikan hasil kekuatan, daktilitas serta indeks efektif pengekangan yang lebih baik dibandingkan dengan sambungan balok-kolom eksterior yang meneruskan tulangan balok menembus kolom dan menambahkan pelat seukuran penampang balok pada sisi kolom dengan las (BU-2) dan sambungan balok-kolom konvensional (BU-1).

Faika Amelia Suyuthi, Muh. Wihardi Tjaronge, dan Rita Irmawaty (2016). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perilaku sambungan pracetak dengan sistem takik kombinasi bibir miring-bibir lurus pada balok beton bertulang. Bagian sambungan ditutup dengan bahan grouting. Penelitian ini menggunakan 3 sampel balok beton bertulang berdimensi $(20 \times 30 \times 260) \text{ cm}^3$, dengan 1 sampel balok normal, 1 sampel balok takik 15 cm dan 1 sampel balok takik 20 cm. Berdasarkan hasil penelitian dan diskusi, dapat ditarik kesimpulan bahwa nilai kuat lentur (P) pada BF-15 sebesar 71,12 Mpa, BF-20 sebesar 73,04 Mpa dan pada balok BN sebesar 61,22 Mpa. Kenaikan kekuatan BF-15 sebesar 16,171% dari balok normal sedangkan BF-20 diperoleh kenaikan kekuatan sebesar 19,207% dari balok normal. Hal ini menunjukkan bahwa balok yang menggunakan an takik memiliki kekuatan lebih besar dibandingkan dengan beton arena adanya grouting yang memperkuat beton di daerah sambungan.



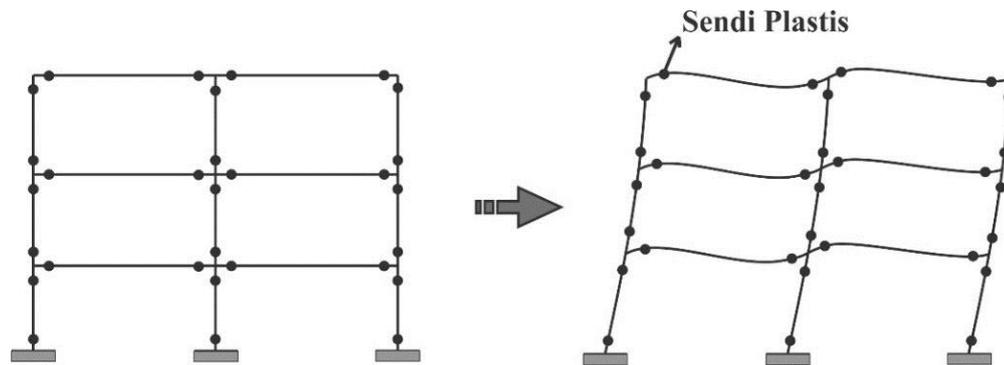
Masdiana, Herman Parung, M. Wihardi Tjaronge, Rudy Djamaluddin (2018). Tujuan dari penelitian adalah menganalisa perilaku join balok-kolom beton pracetak dan sambungan balok di daerah kritis dengan beban siklik menggunakan 3 buah benda uji yaitu 1 buah join balok-kolom monolit (BN) dengan 2 join balok-kolom precast, yaitu join pracetak grouting 30 cm (BTK-30) dan join pracetak grouting 40 cm (BTK-40). Dari hasil penelitian diperoleh bahwa perilaku join pracetak yang terbaik adalah BTK-40 dan hasil analisis diperoleh faktor koreksi join pracetak terhadap join monolit untuk fungsi kekuatan terhadap daktilitas parsial $P_{o \text{ pracetak}} = 3,34 P_{o \text{ monolit}}$ dan fungsi kekuatan terhadap daktilitas penuh dinyatakan sebagai $P_{o \text{ pracetak}} = 2,47 P_{o \text{ monolit}}$.

2.3.3 Permasalahan pada Sambungan Balok-Kolom

Daerah hubungan balok-kolom merupakan daerah kritis pada suatu struktur rangka beton bertulang, yang harus didesain secara khusus untuk berdeformasi inelastik pada saat terjadi gempa kuat. Sebagai akibat yang timbul dari momen kolom di atas dan bawahnya, serta momen-momen dari balok pada saat memikul beban gempa, daerah hubungan balok-kolom akan mengalami gaya geser horizontal dan vertikal yang besar. Gaya geser yang timbul ini besarnya akan menjadi beberapa kali lipat lebih tinggi daripada gaya geser yang timbul pada balok dan kolom yang terhubung. Akibatnya apabila daerah hubungan balok-kolom tidak didesain dengan benar, akan menimbulkan keruntuhan geser yang bersifat getas dan membahayakan pengguna bangunan. (Setiawan, 2012)

Mekanisme kerusakan sebuah struktur harus didesain pada lokasi-lokasi tertentu sehingga setelah gempa kuat terjadi, dapat dengan mudah diperbaiki. Lokasi keruntuhan harus didesain pada balok dan kolom yang disebut sendi plastis. Sendi plastis atau *hinge* merupakan bentuk ketidakmampuan elemen struktur (balok dan kolom) menahan gaya dalam. Konsep perencanaan struktur harus sesuai dengan *strong column-weak beam*. Apabila terjadi keruntuhan maka baloklah yang harus runtuh dahulu, namun apabila kolomnya yang runtuh maka struktur langsung hancur. Letak sendi plastis terletak dimuka dan tepi muka balok. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.13 (Setiawan, 2016)





Gambar 2.13 Letak Sendi Plastis

2.4 Model Takikan

Varian takikan balok yang menggunakan grouting mempengaruhi kapasitas beban lentur balok. Hal ini memperlihatkan bahwa perkuatan pada balok takik kombinasi meningkatkan kekuatan balok dan menyebabkan lendutan yang besar. Hal ini menunjukkan bahwa balok yang menggunakan sambungan takik memiliki kekuatan lebih besar dibandingkan dengan beton normal karena adanya grouting yang memperkuat beton di daerah sambungan. Dan pola retak yang terjadi di daerah sambungan adalah retak lentur (*flexural crack*). Penelitian berikutnya akan fokus pada perkuatan plat di daerah sambungan. (Suyuthi, 2016)

2.5 Sikadur 732 dan Sika Grout 215

2.5.1 Sikadur 732

Sikadur 732 digunakan sebagai bahan perekat antar Sika Grout dan beton karena sifatnya yang dapat merekat dengan sangat baik pada permukaan beton atau mortar baru maupun beton atau mortar lama. Berdasarkan pada spesifikasi oleh produsen, sebelum dicor permukaan beton harus bersih dan tidak berair. Proses penyiapannya yaitu campurkan komponen A dan komponen B dengan perbandingan 2:1, lalu aduk rata selama 3 menit dengan kecepatan rendah hingga warnanya merata. Aplikasikan pada permukaan beton yang akan digrouting dan

grouting selagi Sikadur 732 masih dapat merekat. Berikut adalah data dari sikadur dapat dilihat pada Tabel 2.1:



Tabel 2.1 Spesifikasi Data Sikadur 732

PRODUCT INFORMATION			
Packaging	5 kg set		
Color	Concrete grey		
Shelf Life	24 months from date of production		
Storage Condition	Store in original, unopened, sealed and undamaged packaging in dry conditions at temperatures between 15°C and 30°C. Protect from direct sunlight.		
Density	~ 1.45 kg/L		
TECHNICAL INFORMATION			
Compressive Strength	7 days 28 days	~ 60.0 N/mm ² ~ 63.0 N/mm ²	(ASTM D-695)
Tensile Strength In Flexure	28 days	~ 39 N/mm ²	(ASTM D-790)
Tensile Adhesion Strength	28 days 28 days	> 3 N/mm ² Concrete failure, over mechanically prepared concrete surface grade K400) > 12 N/mm ² (Steel surface blast cleaning to SA 2 ½)	
Coefficient of Thermal Expansion	-20 °C to 40 °C		50 x 10 ⁻⁶ per °C
APPLICATION INFORMATION			
Mixing Ratio	Comp. A : B = 2 : 1 by weight/volume		
Consumption	0.3 - 0.8 kg/m ² , depending on substrate condition		
Pot Life	35 min (at 30 °C)		

Sumber : *Product Data Sheet* Sikadur 732, PT. Sika Indonesia

2.5.2 Sika Grout 215 (new)

Sika Grout 215 digunakan sebagai bahan grouting pada sambungan bagian takik beton pracetak karena sifatnya yang pengembangan kekuatan yang cepat, penyusutan dikompensasi, kekuatan akhir yang tinggi dan tidak korosif. Berdasarkan pada spesifikasi oleh produsen, proses penyiapannya yaitu 4 liter air

per kg sika grout (air per sika grout = 16% dari berat sika grout), lalu aduk rata selama 5 menit dengan kecepatan rendah hingga mencapai konsistensi yang diinginkan. Setelah 25 menit, tuangkan grout ke cetakan. Lakukan curing selama 7 hari.



3 hari dengan karung goni basah. Berikut adalah spesifikasi data dari sika grout dapat dilihat pada Tabel 2.2:

Tabel 2.2 Spesifikasi Data Sika Grout 215 (*new*)

PRODUCT INFORMATION			
Packaging	25 kg		
Appearance / Color	Powder / Grey		
Shelf Life	9 months from the date production if stored in undamaged and unopened original sealed bags		
Storage Condition	Stored in dry condition between 10°C – 30°C		
Density	~ 2.26 kg/L		
TECHNICAL INFORMATION			
Compressive Strength	1 day	~ 25.0 N/mm ²	(ASTM C-109)
	3 days	~ 40.0 N/mm ²	
	7 days	~ 52.0 N/mm ²	
	28 days	~ 65.0 N/mm ²	
Tensile Strength In Flexure	28 days	> 6.0 N/mm ²	(ASTM C-348)
Tensile Adhesion Strength	28 days	> 1.5 N/mm ² Concrete failure, over roughened concrete surface	
	28 days	> 2.5 N/mm ² Over mechanically roughened old grout surface	
Expansion	1 – 3 h (at 27°C)	0.30 – 1.40 %	(ASTM C-940)
APPLICATION INFORMATION			
Mixing Ratio	4.0 L per 25 kg bag (water per powder =16% by weight)		
Consumption	~ 1.940 kg/m ³ of mortar		
Yield	~ 12.80 L of 25 kg bag		
Layer Thickness	Recommended thickness is 20 – 100 mm		
Flowability	Flow cone	240 – 280 mm	(ASTM C230/230M)
	(mm)		
Product Temperature	< 30 °C		
Ambient Air Temperature	10 °C – 35 °C		
Substrate Temperature	10 °C – 35 °C		
Setting Time	25 min		
Open Time	4 – 8 h		

Product Data Sheet Sika Grout 215 (*new*), PT. Sika Indonesia

