

**TUGAS AKHIR**

**STUDI DAKTILITAS KOLOM PRACETAK DENGAN  
SAMBUNGAN PASAK BALOK AKIBAT BEBAN SIKLIK**

***DUCTILITY STUDY IN PRECAST COLUMN WITH POST  
CONNECTION BEAM DUE TO CYCLIC LOAD***

**IRFAN JAYA  
D011 17 1012**



**PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
2021**

**LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)**

**STUDI DAKTILITAS KOLOM PRACETAK DENGAN SAMBUNGAN PASAK  
BALOK AKIBAT BEBAN SIKLIK**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**IRFAN JAYA**

**D011 17 1012**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 18 Agustus 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

menyetujui,

Pembimbing Utama,

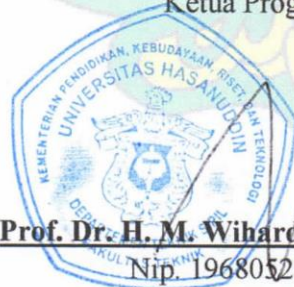
Pembimbing Pendamping,

  
**Prof. Dr. Ing. Herman Parung, M. Eng**  
NIP. 196207291987031001

  
**Dr. Eng. Arwin Amiruddin, ST. MT.**  
NIP. 197912262005011001

Ketua Program Studi,

  
**Prof. Dr. H. M. Wibardi Vjaronge, ST, M.Eng**  
Nip. 196805292002121002



## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Irfan Jaya  
NIM : D011 17 1012  
Program Studi : Teknik Sipil  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

### **Studi Daktilitas Kolom Pracetak dengan Sambungan Pasak Balok Akibat Beban Siklik**

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, 18 Agustus 2021

Yang membuat pernyataan,



Irfan Jaya  
NIM: D011 17 1012

## KATA PENGANTAR

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 Daktilitas Kolom Pracetak dengan Sambungan Pasak Balok Akibat Beban Siklik**” ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan kepada pembaca dan juga kepada penulis dalam memahami karakteristik beton pracetak secara umum dan khususnya tentang sambungann pasak.

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. Seluruh dosen yang telah membantu penulis selama mengikuti pendidikan di Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Seluruh staf dan karyawan di Departemen Teknik Sipil, di Fakultas Teknik, di Universitas Hasanuddin.
6. Seluruh asisten dan staf Laboratorium Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Yang teristimewa penulis persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua yang tercinta, yaitu Ibunda **Sumarni.** dan Ayahanda **Rahing** serta kakak-kakak saya **Jumati, Darnawati dan Muh. Adi.,**

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

2. Bapak **Herman Alfis Tumengkol S.ST.,M.T** sebagai ketua Tim, kak **Yanny Febri Fitriani Sofyan, S.T.**, **Muh. Athar Al Ayyubi** dan **Aryni Ponto**, sebagai partner tim yang telah berjuang bersama selama proses penelitian berlangsung.
3. **Jijim, Masnia, Lulu, Fifi, Rijal**, dan **William** yang telah banyak membantu selama proses penelitian dilaksanakan.
4. Kawan-kawan Asisten Lab. Bahan **Hamdar, Dira, Fikri, Hika** yang senantiasa membantu dalam segala hal.
5. Terima kasih kepada teman-teman KKD Struktur yang tak bisa disebutkan satu-satu atas motivasi dan perhatiannya selama ini.
6. **Ayu, Vya, Herman, Dikki, Kiki, Indah, Uci, Andrew, Ahmad**, yang telah banyak memberikan semangat.
7. Teman-teman **PLASTIS 2018**, mahasiswa Departemen Teknik Sipil dan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin **Angkatan 2017** yang telah memberikan warna tersendiri.
8. Terima kasih kepada teman-teman **Experiment** yang menjadi tempat ternyaman untuk kembali.

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.

## ABSTRAK

Beberapa tahun terakhir ini berbagai kejadian gempa sering terjadi di Indonesia terutama pada wilayah yang termasuk dalam zona rawan gempa. Hal ini menyadarkan kita bahwa perlunya perencanaan struktur tahan gempa diterapkan dalam struktur gedung. Pada struktur gedung, bagian yang rawan jika terjadi gempa adalah pada daerah sendi plastis, yaitu pertemuan sambungan balok dan kolom. Struktur bangunan tahan gempa perlu memiliki tingkat daktilitas yang bagus. Karena saat terjadi gempa, elemen struktur yang memiliki daktilitas yang tinggi dapat menyerap energi lebih banyak daripada elemen struktur yang memiliki daktilitas kecil terutama pada struktur joint balok-kolom sehingga diperlukan sambungan yang dapat meningkatkan nilai daktilitas untuk menahan beban gempa.

Tujuan dalam penelitian ini yaitu menganalisis karakteristik hubungan beban-*displacement* dengan *displacement* kontrol sambungan balok kolom pracetak akibat beban siklik. Selain itu juga untuk menganalisis nilai daktilitas sambungan balok dan kolom pracetak akibat beban siklik.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode studi eksperimental. Benda uji berupa 1 buah komponen balok kolom monolit dan 2 buah komponen balok kolom dengan sambungan model pasak yang digrouting sejauh 30 cm dari muka kolom pada daerah sendi plastis.

Dari hasil penelitian diperoleh komponen balok-kolom monolit memiliki nilai daktilitas yaitu 2.34, untuk komponen balok-kolom pracetak dengan 2 pasak yaitu 2.21 dan untuk komponen-balok kolom pracetak 4 pasak memiliki daktilitas sebesar 2.14. Disimpulkan bahwa komponen balok-kolom pracetak untuk monolit maupun pracetak berdasarkan SNI-1726-2002 berada pada tingkat daktil parsial.

**Kata Kunci** : Balok-Kolom, pasak, daktilitas

## **ABSTARCT**

*In recent years, various earthquakes have frequently occurred in Indonesia, especially in areas that are classified as earthquake-prone zones. This holds us back that the need for seismic structural planning is applied to the structure. In buildings, the part that is prone to earthquakes is the plastic hinge area, which is the connection between the beam and column structures. Earthquake-resistant building structures need to have a good level of ductility. Because when an earthquake occurs, structural elements that have high ductility can absorb more energy than structural elements that have small ductility, especially in beam-column structures so that connections are needed that can increase the ductility value to withstand earthquake loads.*

*The purpose of this study is to analyze the load-displacement relationship with the control displacement of the precast column beam connection due to cyclic loading. In addition, to analyze the ductility value of precast beam and column joints due to cyclic loading.*

*The method used in this research is an experimental study method. The test object consisted of 1 monolith column beam component and 2 column beam components with a peg model connection which was grouted as far as 30 cm from the face of the column in the plastic hinge area.*

*From the results of the study, it was found that the monolith beam-column component had a ductility value of 2.34, for the precast beam-column component with 2 pegs it was 2.21 and for the precast column-beam component with 4 pegs it had a ductility of 2.14. It is concluded that the precast beam-column components for monolith and precast based on SNI-1726-2002 are at the partial ductile level.*

**Keywords:** *Beam-Column, post, ductility*

## DAFTAR ISI

|  |           |
|--|-----------|
| LEMBAR PENGESAHAN .....                    | i         |
| PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH .....     | ii        |
| KATA PENGANTAR .....                       | iii       |
| ABSTRAK.....                               | v         |
| DAFTAR ISI.....                            | vii       |
| DAFTAR GAMBAR.....                         | ix        |
| DAFTAR TABEL.....                          | xi        |
| <b>BAB 1. PENDAHULUAN.....</b>             | <b>1</b>  |
| A. Latar Belakang .....                    | 1         |
| B. Rumusan Masalah .....                   | 3         |
| C. Tujuan Penelitian .....                 | 3         |
| D. Ruang Lingkup dan Batasan Masalah ..... | 4         |
| E. Manfaat Penelitian.....                 | 5         |
| F. Sistematika Penulisan .....             | 5         |
| <b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>       | <b>7</b>  |
| A. Penelitian Terdahulu .....              | 7         |
| B. Pengertian Beton .....                  | 8         |
| C. Daktilitas .....                        | 11        |
| D. Sambungan Balok-Kolom.....              | 14        |
| E. Model Sambungan .....                   | 17        |
| F. Sika Grout 215 ( <i>new</i> ) .....     | 18        |
| <b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>       | <b>20</b> |
| A. Waktu dan Lokasi Penelitian .....       | 20        |
| B. Instrumen Penelitian.....               | 21        |
| C. Alat dan Bahan Penelitian .....         | 22        |
| D. Tahap Penelitian .....                  | 23        |
| <b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>   | <b>37</b> |
| A. Karakteristik Material.....             | 37        |



|  |    |
|--|----|
| B. Hubungan Beban dan <i>Displacement</i> .....    | 45 |
| C. Nilai Daktilitas <i>Joint</i> Balok-Kolom ..... | 54 |
| BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....                  | 57 |
| A. Kesimpulan .....                                | 57 |
| B. Saran .....                                     | 58 |
| DAFTAR PUSTAKA.....                                | 59 |
| LAMPIRAN .....                                     | 61 |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| <b>Gambar 1.</b> Tipe Sambungan Kuat.....  | 10 |
| <b>Gambar 2.</b> Tipe Sambungan Daktilail .....  | 11 |
| <b>Gambar 3.</b> Daktilitas Regangan .....   | 11 |
| <b>Gambar 4.</b> Daktilitas Kelengkungan .....   | 12 |
| <b>Gambar 5.</b> Daktilitas Perpindahan.....   | 13 |
| <b>Gambar 6.</b> Geometris Sambungan Balok Kolom Interior .....                            | 15 |
| <b>Gambar 7.</b> Geometris Sambungan Balok Kolom Eksterior .....                           | 15 |
| <b>Gambar 8.</b> Gaya dan Penulangan Geser pada Joint Balok-Kolom .....                    | 16 |
| <b>Gambar 9.</b> Jenis Sambungan Exterior.....   | 17 |
| <b>Gambar 10.</b> Jenis Sambungan Interior.....  | 17 |
| <b>Gambar 11.</b> Lokasi Penelitian .....  | 20 |
| <b>Gambar 12.</b> Diagram Alir Penelitian .....  | 21 |
| <b>Gambar 13.</b> Sambungan Balok-Kolom Benda Uji Normal .....                             | 24 |
| <b>Gambar 14.</b> Sambungan Balok-Kolom Beton Grouting 1 .....                             | 26 |
| <b>Gambar 15.</b> Sambungan Balok-Kolom Beton Grouting 1 dan Beton Grouting 2.....         | 27 |
| <b>Gambar 16.</b> <i>Setting Up</i> Alat .....   | 31 |
| <b>Gambar 17.</b> Program Pembebanan .....   | 34 |
| <b>Gambar 18.</b> Pengujian Kekuatan Tekan Beton Normal .....                              | 38 |
| <b>Gambar 19.</b> Pengujian Kekuatan Lentur Beton Normal .....                             | 39 |
| <b>Gambar 20.</b> Pengujian Kekuatan Tarik Belah.....                                      | 41 |
| <b>Gambar 21.</b> Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Grouting.....                            | 42 |
| <b>Gambar 22.</b> Pengujian Kuat Tarik Tulangan .....                                      | 43 |
| <b>Gambar 23.</b> Proses Pengujian Benda Sambungan Balok-Kolom .....                       | 47 |
| <b>Gambar 24.</b> Hubungan beban – perpindahan akibatbeban siklik pada benda uji BN.....   | 48 |
| <b>Gambar 25.</b> Hubungan beban – perpindahan akibatbeban siklik pada benda uji BG-1..... | 49 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Gambar 26.</b> Hubungan beban – perpindahan akibat beban siklik pada benda uji BG-2..... | 50 |
| <b>Gambar 27.</b> Beban <i>ultimate</i> benda uji SBK BN, BG-1, dan BG-2 .....              | 51 |
| <b>Gambar 28.</b> Kurva <i>backbone</i> benda uji BN, BG-1 dan BG-2 .....                   | 53 |
| <b>Gambar 29.</b> Nilai daktilitas untuk benda uji BN, BG-1, BG-2.....                      | 55 |

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabel 1.</b> Parameter daktilitas struktur gedung .....                       | 13 |
| <b>Tabel 2.</b> Spesifikasi Data Sika Grout 215 ( <i>new</i> ) .....             | 19 |
| <b>Tabel 3.</b> Rencana siklus pembebanan siklik.....                            | 34 |
| <b>Tabel 4.</b> Komposisi Beton.....   | 37 |
| <b>Tabel 5.</b> Komposisi Grouting .....   | 37 |
| <b>Tabel 6.</b> Data Hasil Pengujian Kekuatan Tekan Beton Silinder Normal ...    | 38 |
| <b>Tabel 7.</b> Data Hasil Pengujian Kekuatan Lentur Beton Normal.....           | 40 |
| <b>Tabel 8.</b> Data Hasil Pengujian Kekuatan Tarik Belah Beton Normal .....     | 41 |
| <b>Tabel 9.</b> Data Hasil Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Grouting.....         | 43 |
| <b>Tabel 10.</b> Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Tulangan D13 .....              | 44 |
| <b>Tabel 11.</b> Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Tulangan D16 .....              | 44 |
| <b>Tabel 12.</b> Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Tulangan Ø8.....                | 45 |
| <b>Tabel 13.</b> Beban – perpindahan benda uji BN, BG-1, dan BG-2 .....          | 47 |
| <b>Tabel 14.</b> Peningkatan nilai Pu SBK pracetak terhadap SBK monolit....      | 51 |
| <b>Tabel 15.</b> Perpindahan pada kondisi <i>yield</i> dan <i>ultimate</i> ..... | 54 |

## **BAB 1. PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Beton adalah salah satu bahan struktur yang sejak lama telah digunakan dalam suatu perencanaan bangunan. Selain memiliki fleksibilitas yang tinggi, beton juga memiliki kuat tekan yang tinggi, cukup tahan terhadap api dan cuaca, serta material penyusunnya mudah diperoleh. Inilah yang menyebabkan beton menjadi bahan struktur yang sering digunakan hampir semua proyek dari jalan, jembatan, gedung, dermaga, dan lain sebagainya.

Beberapa tahun terakhir ini berbagai kejadian gempa sering terjadi di Indonesia terutama pada wilayah yang termasuk dalam zona rawan gempa. Hal ini menyadarkan kita bahwa perlunya perencanaan struktur tahan gempa diterapkan dalam struktur gedung. Pada struktur gedung, bagian yang rawan jika terjadi gempa adalah pada daerah sendi plastis, yaitu pertemuan sambungan balok dan kolom, karena pada bagian ini energi ditransfer dan gaya geser yang diterima sangat besar. Gaya geser ini dapat mengakibatkan kegagalan pada bagian sambungan. Akibat pengaruh gaya lateral seperti gempa, sambungan balok-kolom ini mengalami gaya geser dan horizontal yang lebih besar. Aliran gaya yang melalui sambungan balok-kolom dapat terganggu apabila sambungan ini tidak mampu menyediakan kekuatan geser yang memadai. Apabila

kapasitas geser pada bidang pertemuan ini tidak mencukupi, keretakan dapat terjadi dan akhirnya kegagalan struktur dapat terjadi.

Struktur bangunan tahan gempa perlu memiliki tingkat daktilitas yang bagus. Karena saat terjadi gempa, elemen struktur yang memiliki daktilitas yang tinggi dapat menyerap energi lebih banyak daripada elemen struktur yang memiliki daktilitas kecil terutama pada struktur *joint* balok-kolom sehingga diperlukan sambungan yang dapat meningkatkan nilai daktilitas untuk menahan beban gempa.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Masdiana (2019), Sambungan balok kolom pracetak model takik bibir lurus memiliki nilai daktilitas yang rendah dari sambungan balok kolom monolit. Ruminsar Simbolon (2019), sambungan balok kolom beton pracetak model takik lurus rangkap mempunyai kemampuan menerima beban tarik (-) yang lebih baik dari benda uji monolit.

Berdasarkan hal tersebut saya meneliti sambungan balok kolom dengan menggunakan beton pracetak karena memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan beton konvensional seperti mempercepat proses pengerjaan. Dan objek dalam penelitian ini adalah sambungan balok kolom pracetak, yang dikhususkan pada wilayah penyambungan bagian pracetak dengan sistem pasak. Konstruksinya kemudian diberikan pembebanan siklik (*cyclic loading*).

Pemilihan sambungan pasak digunakan karena dalam hal pelaksanaannya dilapangan cukup mudah. Seta pasak dapat meningkatkan kekuatan pada daerah sendi plastis

Berdasarkan latar belakang tersebut maka disusunlah tugas akhir dengan judul: “**Studi Daktilitas Kolom Pracetak Dengan Sambungan Pasak Balok Akibat Beban Siklik**”.

## **B. Rumusan Masalah**

Rumusan permasalahan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik hubungan beban-*displacement* dengan *displacement control* sambungan balok kolom pracetak akibat beban siklik?
2. Bagaimana pengaruh sambungan balok kolom pracetak terhadap daktilitas?

## **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian dapat dikemukakan sebagai berikut:

1. Menganalisis karakteristik hubungan beban-*displacement* dengan *displacement control* sambungan balok kolom pracetak akibat beban siklik.
2. Menganalisis nilai daktilitas sambungan balok dan kolom pracetak akibat beban siklik.

#### **D. Ruang Lingkup dan Batasan Masalah**

Ruang lingkup penelitian dapat dikemukakan sebagai berikut:

1. Melakukan uji eksperimental untuk mengetahui perilaku sambungan balok kolom pracetak terhadap 3(tiga) buah material beton yakni 2(dua) buah sambungan balok-kolom pracetak dan 1 (satu) buah sambungan balok-kolom monolit.
2. Melakukan analisa untuk membandingkan perilaku struktur pada ketiga jenis beton tersebut.

Penelitian ini di batasi pada hal-hal sebagai berikut:

1. Beton yang direncanakan adalah beton pracetak dan beton konvensional dengan mutu beton  $f'c$  25 MPa dan rencana campuran beton berdasarkan SNI -2847-2019.
2. Sambungan beton pracetak direncanakan menggunakan pasak baja diameter 16 dan berada pada wilayah potensi sendi plastis.
3. Jumlah struktur sambungan balok-kolom adalah tiga buah. Satu untuk sambungan balok kolom monolit (BN) dan dua untuk sambungan balok kolom pracetak. Kedua jenis konstruksi pracetak dibedakan atas 2 model sambungan pasak baja, yakni :
  - a. Koneksi dengan model sambungan type 1(BG-1)
  - b. Koneksi dengan model sambungan type 2 (BG-2)
  - c. Beban yang di berikan adalah beban siklik lateral
  - d. Uji eksperimental dengan "*full scale test*"



## **E. Manfaat Penelitian**

Hasil dari penelitian ini diharapkan:

1. Dapat memberikan gambaran untuk antisipasi beban maksimum dan *displacement* yang terjadi pada sambungan balok dan kolom jika terjadi beban siklik sehingga tidak melampaui batasan yang disyaratkan.
2. Menambah referensi mengenai perilaku struktur beton pracetak dalam menerima beban siklik, sehingga dapat mengembangkan minat peneliti lain dalam membahasnya.

## **F. Sistematika Penulisan**

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

### **Bab I Pendahuluan**

Dalam bagian ini diuraikan mengenai hal-hal yang melatarbelakangi penelitian ini, dilanjutkan dengan uraian rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup dan batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

### **Bab II Tinjauan Pustaka**

Pada bagian ini diuraikan secara sistimatis tentang teori, pemikiran dan hasil penelitian terdahulu yang ada hubungannya dengan penelitian ini. Bagian ini memberikan kerangka dasar yang konprehensif

mengenai konsep, prinsip atau teori yang akan digunakan untuk pemecahan masalah.

### **Bab III Metode Penelitian**

Pada bagian ini menjelaskan rancangan penelitian, waktu dan lokasi penelitian, bahan dan alat yang akan digunakan dalam penelitian, metode analisisnya serta bagan alir penelitian.

### **Bab IV Hasil Penelitian dan Pembahasan**

Pada bagian ini menguraikan hasil uji penelitian baik hasil uji material maupun hasil uji sampel, dan kemudian dianalisis dan dibahas.

### **Bab V Penutup**

Pada bagian ini menjelaskan kesimpulan yang dicapai dari penelitian serta menguraikan saran-saran yang diperlukan untuk penelitian selanjutnya.

## **BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **A. Penelitian Terdahulu**

#### **1. Masdiana, (2019)**

Penelitian ini memiliki hasil yaitu Sambungan balok kolom pracetak model takik bibir lurus memiliki nilai daktilitas yang rendah dari sambungan balok kolom monolit.

#### **2. Ruminsar Simbolon, (2021)**

Hasil penelitian ini yaitu sambungan balok kolom beton pracetak model takik lurus rangkap mempunyai kemampuan menerima beban tarik (-) yang lebih baik dari benda uji monolit.

#### **3. Novalinus Banggabua (2017)**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah diberikan beban siklik terhadap kedua model struktur, ternyata komponen balok-kolom tipe sambungan model takik (BTK 1 dan BTK 2) lebih mampu mempertahankan nilai kekakuannya hingga akhir pengujian, dimana nilai akhir kekakuan komponen balok-kolom tipe sambungan model takik (BTK 1 dan BTK 2) lebih tinggi dibandingkan komponen konvensional yaitu 0.16 kN/mm dan 0,15 kN/mm untuk komponen konvensional.

## **B. Pengertian Beton**

### **B.1. Beton**

Beton adalah suatu campuran yang terdiri dari pasir, kerikil, batu pecah atau agregat agregat lain yang dicampur jadi satu dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air membentuk suatu massa mirip batuan. Terkadang satu atau lebih bahan aditif ditambahkan untuk menghasilkan beton dengan karakteristik tertentu, seperti kemudahan pengerjaan (workability), durabilitas, dan waktu pengerasan (Mc.Cormac, 2004).

### **B.2. Beton Bertulang**

Beton bertulang adalah beton yang ditulangi dengan luas dan jumlah tulangan yang tidak kurang dari nilai minimum yang di syaratkan dengan atau tanpa prategang, dan direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua bahan tersebut bekerja sama dalam memikul gaya-gaya. (SNI 03- 2847 – 2002, Pasal 3.13 ).

Beton memiliki daya kuat tekan yang tinggi sedangkan baja memiliki kuat tarik yang tinggi sehingga gabungan antara beton dan baja yang biasa disebut Beton Bertulang dapat memikul beban dan tarik yang lebih baik.

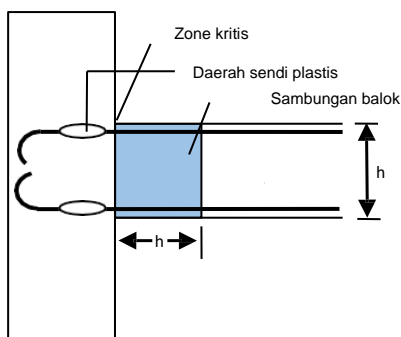
### B.3. Beton Pracetak

Beton pracetak adalah elemen atau komponen beton tanpa atau dengan tulangan yang dicetak terlebih dahulu sebelum dirakit menjadi bangunan (SNI 7833 2012 : 17)

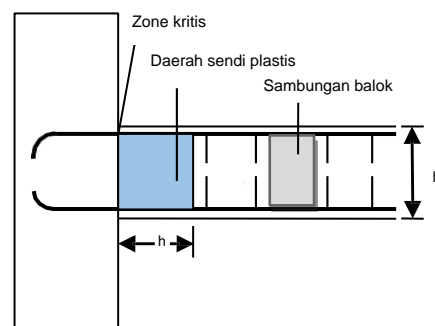
Keuntungan utama yang diperoleh pada penggunaan pracetak adalah penghematan dalam acuan dan penopangnya. Manfaat yang diperoleh bergantung pada jumlah pengulangan pekerjaan, dimana sebagai patokan penggunaan 50 kali atau lebih cetakan unit beton pracetak akan memberikan nilai ekonomis (Murdock dan Brook, 1991, h.383).

Menurut Elly Tjahjono (2004). Prinsip perencanaan sambungan pada elemen pracetak dapat dikelompokkan dalam dua kategori yaitu:

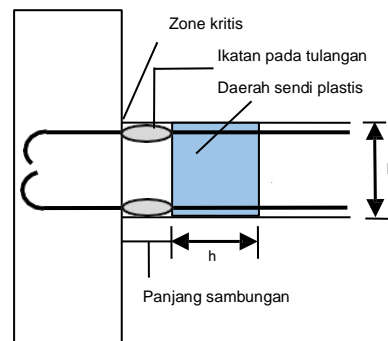
1. Sambungan kuat (strong connection), bila sambungan antar elemen pracetak tetap berperilaku elastis pada saat gempa kuat, sistem sambungan harus dan terbukti secara teoritis dan eksperimental memiliki kekuatan dan ketegaran yang minimal sama dengan yang dimiliki struktur sambungan beton monolit yang setara.



(a) Balok ke Balok



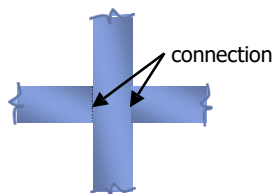
(b) Balok ke Kolom



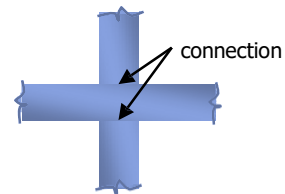
(c) Kolom ke Balok

**Gambar 1.** Tipe Sambungan Kuat

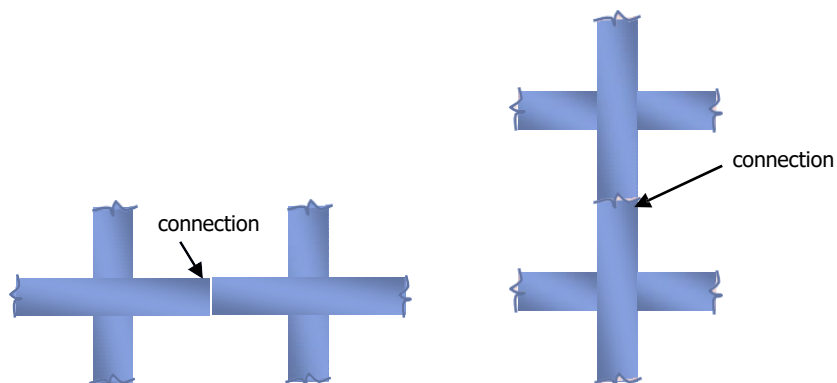
2. Sambungan duktail (ductile connection), bila pada sambungan boleh terjadi deformasi inelestis, sistem sambungan harus terbukti secara teoritis dan eksperimental memenuhi persyaratan kehandalan dan kekakuan struktur tahan gempa.



(a) Balok ke Kolom



(b) Kolom ke Balok



(c) Sambungan Balok ke Balok

(d) Sambungan Kolom ke Kolom

**Gambar 2.** Tipe Sambungan Daktail**C. Daktilitas**

Daktilitas adalah kemampuan struktur untuk berdeformasi inelastis bolak-balik berulang setelah leleh pertama, sambil mempertahankan kekuatan dan kekakuan yang cukup untuk mendukung bebannya, sehingga struktur tetap berdiri walaupun sudah retak atau rusak dan diambang keruntuhan.

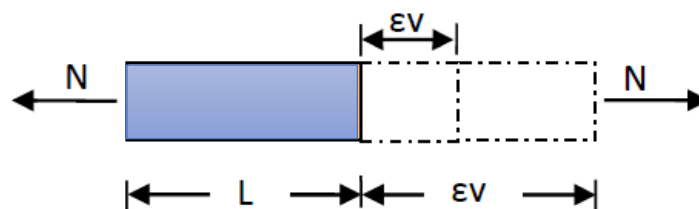
Menurut Paulay & Priestley (1992) daktilitas terbagi dalam:

1. Daktilitas Regangan (*Strain Ductility*)

Daktilitas regangan ( $\mu_\epsilon$ ) adalah perbandingan regangan maksimum ( $\epsilon_u$ ) dengan regangan leleh ( $\epsilon_y$ ) pada balok yang mengalami beban aksial tarik atau tekan.

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

Seperti terlihat pada Gambar 3. berikut:

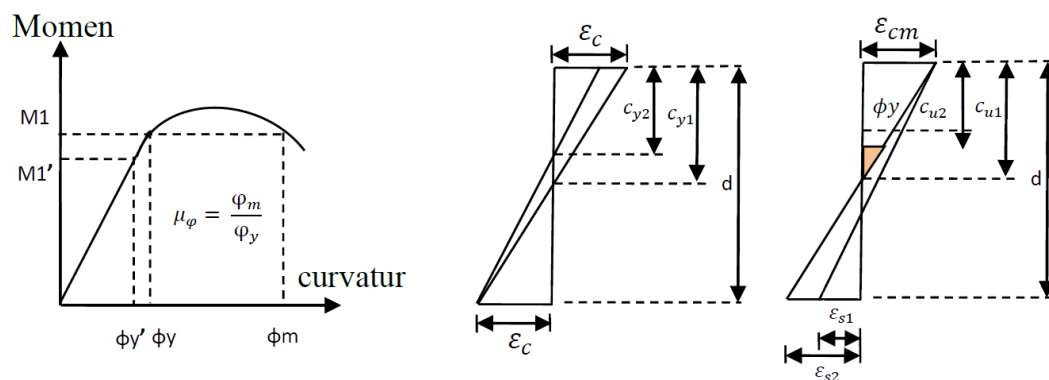
**Gambar 3.** Daktilitas Regangan

## 2. Daktilitas Kelengkungan (*Curvature Ductility*)

Daktilitas kelengkungan ( $\mu_\phi$ ) adalah perbandingan antara sudut kelengkungan (putaran sudut per unit panjang) maksimum ( $\phi_u$ ) dengan sudut kelengkungan leleh ( $\phi_y$ ) dari suatu elemen akibat gaya lentur. Dimana  $\phi$  = sudut klengkungan (putaran sudut per unit panjang)

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

Seperti terlihat pada Gambar 4. berikut:



**Gambar 4.** Daktilitas Kelengkungan

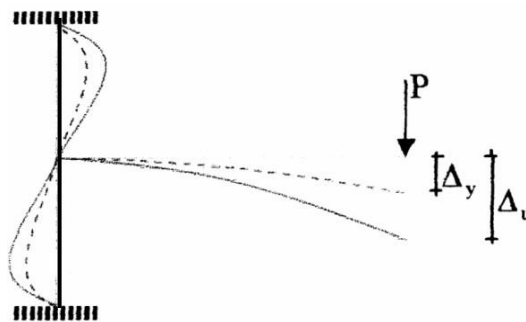
## 3. Daktilitas Perpindahan (*Displacement Ductility*)

Daktilitas perpindahan ( $\mu_\Delta$ ) adalah perbandingan antara perpindahan struktur maksimum ( $\Delta_u$ ) arah lateral terhadap perpindahan struktur saat leleh ( $\Delta_y$ ).

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

Seperti terlihat pada Gambar 5. berikut:





**Gambar 5.** Daktilitas Perpindahan

Faktor Daktilitas ditentukan oleh rasio antara simpangan maksimum struktur gedung pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan dan simpangan struktur gedung pada saat terjadinya pelelehan pertama di dalam struktur gedung. Faktor Reduksi Gempa ( $R$ ) ditentukan berdasarkan perencanaan kinerja suatu gedung yaitu apakah gedung direncanakan berperilaku elastik penuh, daktilitas terbatas atau daktilitas penuh. Nilai dari faktor reduksi gempa ini dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini berdasarkan ASCE 41-17.

**Tabel 1.** Parameter daktilitas struktur gedung

| Nilai daktilitas | Deskripsi                        |
|------------------|----------------------------------|
| <2               | <i>Low ductility demand</i>      |
| 2-4              | <i>Moderate ductility demand</i> |
| >4               | <i>High ductility demand</i>     |

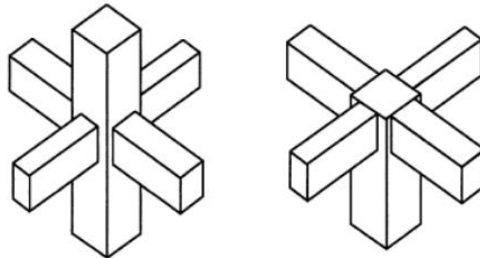
#### **D. Sambungan Balok-Kolom**

Menurut Agus Setiawan hubungan pertemuan balok dan kolom pada perencanaan struktur perlu mendapat perhatian yang sebaik-baiknya. Karena pada pertemuan sambungan balok kolom tersebut memiliki konsentrasi tegangan yang tinggi dari gaya gempa yang ada. Tulangan atas balok pada suatu sisi kolom mengalami tegangan tarik dan bersamaan dengan itu tulangan atas balok pada sisi yang lain mengalami tulangan tekan. Sedangkan tulangan bawah balok masing-masing mengalami tegangan yang sebaliknya.

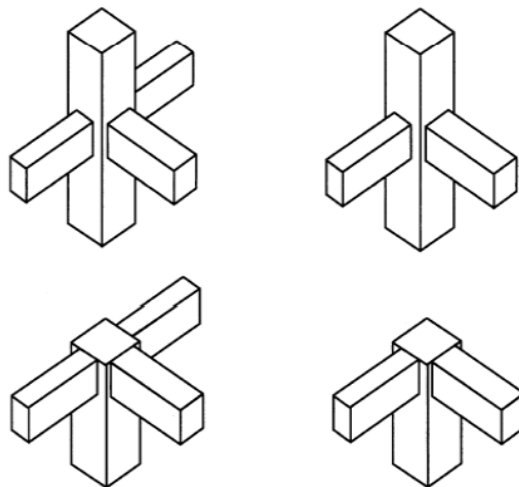
Dalam buku "*Reinforced Concrete Structure*" oleh R.Park dan T. Pauly tahun 1983 memberikan syarat-syarat penting bagi pertemuan balok dan kolom pada struktur beton bertulang antara lain: 1) Harus menunjukkan kualitas penampilan dari balok atau kolomnya. 2) Mempunyai kekuatan yang minimal sama dengan kombinasi pembebanan paling berbahaya. 3) Kekuatannya tidak boleh mempengaruhi kekuatan struktur misalnya karena terjadinya degradasi kekuatan. 4) Mudah pelaksanaannya, baik pada pekerjaan pengecoran maupun pada saat pematatannya.

Menurut Wang et.al, (2002) Geometris sambungan Balok-Kolom terbagi atas :

## 1. Interior

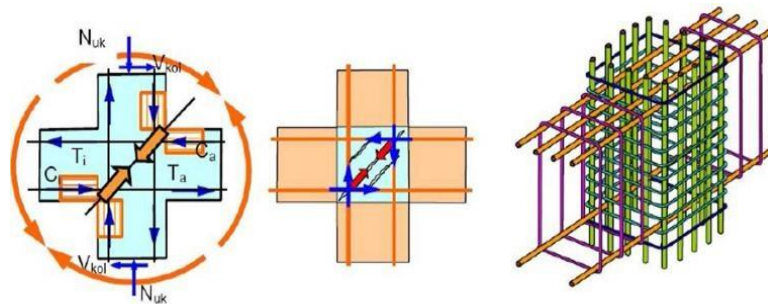
**Gambar 6.** Geometris Sambungan Balok Kolom Interior

## 2. Eksterior

**Gambar 7.** Geometris Sambungan Balok Kolom Eksterior

Daerah sambungan balok-kolom pada struktur gedung dari beton bertulang berfungsi untuk mentransfer gaya-gaya dari suatu elemen ke elemen lainnya seperti pada Gambar 8. 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)

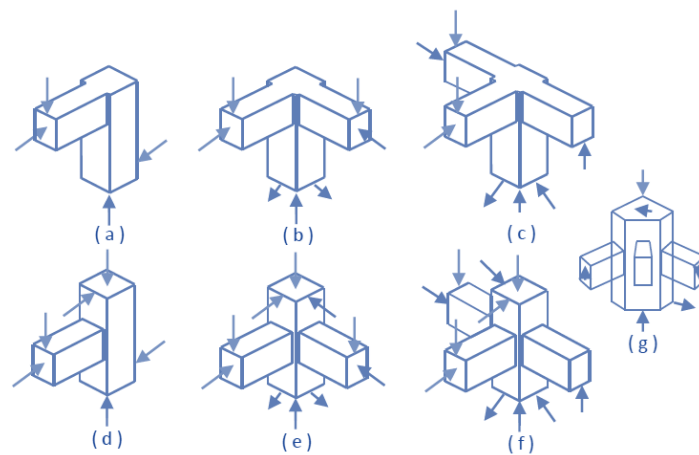


(a) Arah gaya-gaya pada *joint* (b) Crack *joint* (c) Tulangan geser *joint*

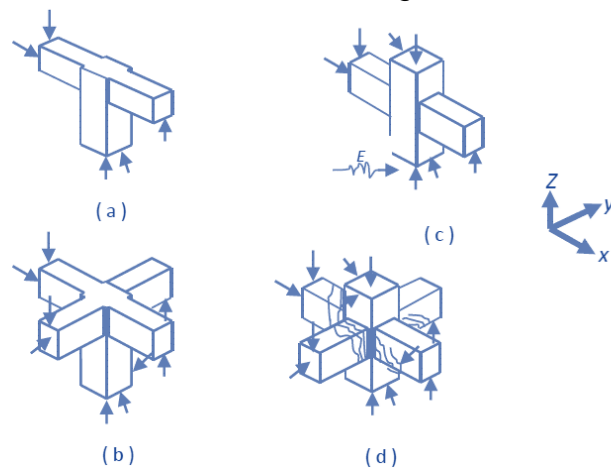
**Gambar 8.** Gaya dan Penulangan Geser pada Joint Balok-Kolom

Berdasarkan ilustrasi Gambar 8 diatas Purwanto (2013) menjelaskan pola retak awal untuk benda uji hubungan balok kolom beton dimulai dengan retak rambut pada *joint*, kemudian retak geser mulai menyerang *joint*. Kerusakan cenderung terjadi pada *joint* sehingga terjadi kegagalan struktur pada *joint* itu sendiri. Oleh sebab itu perlu adanya pengekangan yang sesuai pada daerah *joint* hubungan tersebut.

*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 9 dan Gambar 10.



**Gambar 9.** Jenis Sambungan Exterior



**Gambar 10.** Jenis Sambungan Interior

### E. Model Sambungan

Jenis sambungan antara komponen beton pracetak yang biasa dipergunakan dapat dikategorikan menjadi 2 kelompok sebagai berikut :

- 1) Sambungan kering (*dry connection*) Sambungan kering menggunakan bantuan pelat besi sebagai penghubung antar komponen beton pracetak dan hubungan antara pelat besi dilakukan dengan baut atau dilas. Penggunaan metode sambungan ini perlu perhatian khusus

dalam analisa dan pemodelan komputer karena antar elemen struktur bangunan dapat berperilaku tidak monolit.

- 2) Sambungan basah (*wet connection*) Sambungan basah terdiri dari keluarnya besi tulangan dari bagian ujung komponen beton pracetak yang mana antar tulangan tersebut dihubungkan dengan bantuan *mechanical joint, mechanical coupled, splice sleeve* atau panjang penyaluran. Kemudian pada bagian sambungan tersebut dilakukan pengecoran beton ditempat. Jenis sambungan ini dapat berfungsi baik untuk mengurangi penambahan tegangan yang terjadi akibat rangkai, susut dan perubahan temperatur. Sambungan basah ini sangat dianjurkan untuk bangunan di daerah rawan gempa karena dapat menjadikan masing- masing komponen beton pracetak menjadi monolit.

#### **F. 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 tiap 25 kg sika grout (air per sika grout = 16% dari berat sika grout), lalu aduk rata selama 3 menit dengan kecepatan rendah hingga mencapai konsistensi yang diinginkan. Setelah 25 menit, tuangkan grout ke

cetakan. Lakukan curing selama 3 hari dengan karung goni basah. Berikut adalah spesifikasi data dari sika grout dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Spesifikasi Data Sika Grout 215 (*new*)

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

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