

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH PENAMBAHAN KOMPONEN  
KONEKTOR PADA BALOK SISTEM PRACETAK  
RISHA MAE TERHADAP KEKAKUAN  
(*THE EFFECT OF ADDITIONAL CONNECTOR  
COMPONENTS ON RISHA MAE BEAM PRECAST  
SYSTEM TOWARDS STIFFNESS*)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi  
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



**Mochamad Faisal Azhar  
16511241**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM  
INDONESIA  
2019**

## TUGAS AKHIR

# PENGARUH PENAMBAHAN KOMPONEN KONEKTOR PADA BALOK SISTEM PRACETAK RISHA MAE TERHADAP KEKAKUAN (*THE EFFECT OF ADDITIONAL CONNECTOR COMPONENTS ON RISHA MAE BEAM PRECAST SYSTEM TOWARDS STIFFNESS*)

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk  
Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil

Disusun Oleh:

**Mochamad Faisal Azhar**  
**16511241**

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

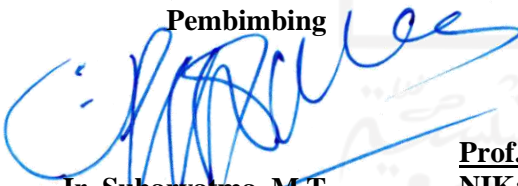
Diuji pada tanggal

Oleh dewan penguji

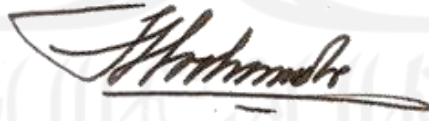
Penguji I

Penguji II

Pembimbing



Ir. Suharyatma, M.T  
NIK: 865110201



Prof. Ir. Mochamad Teguh, MSCE., Ph.D  
NIK: 855110201



Hariadi Yulianto, S.T., M.Eng  
NIK: 155111305



Mengesahkan,  
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Dr. Ir. Sri Amiji Yuni Astuti, M.T  
NIK: 885110101

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan tugas akhir yang saya susun sebagai syarat untuk memenuhi salah satu persyaratan pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan tugas akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan tugas akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, Agustus 2021  
Yang membuat pernyataan,



Mochamad Faisal Azhar  
(16511241)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *Pengaruh Penambahan Komponen Konektor Pada Balok Sistem Pracetak Risha Mae Terhadap Kekakuan*. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, Namun karena adanya saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, *Alhamdulillah* Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Ibu Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Suharyatma, M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing dan membantu penulis dalam menyusun dan menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Adapun ucapan terima kasih penulis atas nasehat, saran, kritik, dan koreksi dari tahap awal hingga akhir penulisan laporan Tugas Akhir.
3. Bapak Prof. Ir. Mochamad Teguh, MSCE., Ph.D., selaku Dosen Penguji I Tugas Akhir.
4. Bapak Hariadi Yulianto, S.T., M.Eng., selaku Dosen Penguji II Tugas Akhir.
5. Bapak Yuris Sarifudin, selaku pemilik perusahaan EZYGriya sebagai pabrikasi komponen pracetak RISHA MAE yang telah membantu dan mensponsori penelitian Tugas Akhir ini secara penuh dari awal hingga akhir penelitian.
6. Bapak dan Ibu Penulis yang telah berkorban begitu banyak, baik material maupun spiritual yang mana tak terhitung dari segi kuantitas maupun kualitas.
7. Teman-teman dan pihak-pihak terkait yang turut berkerja sama dan berdiskusi sehingga memperlancar penulisan laporan Tugas Akhir ini



Akhirnya Penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membacanya.

Yogyakarta, Agustus 2021  
Penulis,

Mochamad Faisal Azhar  
(16511241)



## DAFTAR ISI

JUDUL PENELITIAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Proyek	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Umum	5
2.2 Penelitian Terdahulu	5
2.3 Perbandingan Penelitian Terdahulu	18
2.4 Keaslian Penelitian	22
BAB III LANDASAN TEORI	23
3.1 Kekakuan Beton Bertulang	23
3.2 Beton	24
3.3 Baja Tulangan	25
3.4 Lentur pada Balok	26
3.5 Precast RISHA MAE	27
BAB IV METODE PENELITIAN	42
4.1 Jenis Penelitian	42
4.2 Model Benda Uji	42

4.3	Peralatan Penelitian	53
4.4	Tahapan Penelitian	53
4.5	Bagan Alir	54
4.6	Jadwal Penelitian	56
<b>BAB V ANALISI DAN PEMBAHASAN</b>		<b>57</b>
5.1	Tinjauan Umum	57
5.2	Pemeriksaan Sifat Fisik Baja Tulangan	57
5.3	Hasil Pengujian <i>Slump</i>	60
5.4	Kuat Tekan Beton	61
5.5	Kuat Tarik belah Beton	62
5.6	Pengujian Balok RISHA MAE	63
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b>		<b>80</b>
6.1	Kesimpulan	80
6.2	Saran	80
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		<b>98</b>
<b>LAMPIRAN</b>		<b>100</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Momen Desain pada Balok Akibat Beban Gravitasi dan Beban Gempa	7
Tabel 2.2 Benda Uji Balok Beton Bertulang	12
Tabel 2.3 Beban, Momen, dan Lendutan Hasil Pengujian dan Teoritis	13
Tabel 2.4 Detail Benda Uji	17
Tabel 2.5 Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu	19
Tabel 5.1 Berat Volume Baja	58
Tabel 5.2 Pemeriksaan Baja Tulangan Ukuran 8 mm	59
Tabel 5.3 Pemeriksaan Baja Tulangan Ukuran 6 mm	59
Tabel 5.4 Faktor Pengali Deviasi Standar	60
Tabel 5.5 Hasil Pengujian Kuat Desak Beton	61
Tabel 5.6 Hasil Pengujian Tarik/Belah Beton	62
Tabel 5.7 Rekapitulasi Pengujian Balok Polos dan Balok dengan Konektor RISHA	
MAE	77

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Penerapan Produk RISHA MAE	1
Gambar 2.1 <i>System Dywidag Ductile Connector (DDC)</i>	6
Gambar 2.2 Penampang Balok B dan C dengan Pembesian	8
Gambar 2.3 Benda Uji Balok Beton B1 dan Grafik Beban – Lendutan Balok B1	8
Gambar 2.4 Benda Uji Balok Beton B2 dan Grafik Beban – Lendutan Balok B2	9
Gambar 2.5 Benda Uji Balok Beton B3 dan Grafik Beban – Lendutan Balok B3	9
Gambar 2.6 Benda Uji Balok Beton C1 dan Grafik Beban – Lendutan Balok C1	9
Gambar 2.7 Benda Uji Balok Beton C2 dan Grafik Beban – Lendutan Balok C2	10
Gambar 2.8 Benda Uji Balok Beton C3 dan Grafik Beban – Lendutan Balok C3	10
Gambar 2.9 Detail Bentuk Penampang Balok	12
Gambar 2.10 Detail Balok Uji dan Setting-Up Pengujiannya	12
Gambar 2.11 Detail Penulangan dan Pengujian Lentur Balok Beton Bertulang	15
Gambar 2.12 Tungku Untuk Proses Pemanasan Benda Uji	15
Gambar 2.13 Detail Penulangan Benda Uji BTL	17
Gambar 2.14 Detail Penulangan Benda Uji BL	17
Gambar 3.1 Perilaku beban-lendutan (Keneth-Belanger, 1981)	23
Gambar 3.2 Hubungan Tegangan – Regangan Beton ( <i>Park &amp; Paulay, 1975</i> )	25
Gambar 3.3 Hubungan Tegangan-Regangan Baja ( <i>Park &amp; Paulay, 1975</i> )	26
Gambar 3.4 Kondisi Balok Lentur Terhadap Beban Titik dan Merata	26
Gambar 3.5 Komponen P1 RISHA	28



Gambar 3.6 Komponen P2 RISHA	28
Gambar 3.7 Komponen P3 RISHA	29
Gambar 3.8 Komponen P150 Full RISHA MAE	30
Gambar 3.9 Komponen P120 Full RISHA MAE	30
Gambar 3.10 Komponen P90 Full RISHA MAE	31
Gambar 3.11 Komponen P60 Full RISHA MAE	31
Gambar 3.12 Komponen P30 Full RISHA MAE	32
Gambar 3.13 Komponen P150 Half RISHA MAE	32
Gambar 3.14 Komponen P120 Half RISHA MAE	33
Gambar 3.15 Komponen P90 Half RISHA MAE	33
Gambar 3.16 Komponen P60 Half RISHA MAE	34
Gambar 3.17 Komponen P30 Half RISHA MAE	34
Gambar 3.18 Konektor K1 <i>Full Panel</i> RISHA MAE	35
Gambar 3.19 Konektor K2.A <i>Full Panel</i> RISHA MAE	35
Gambar 3.20 Konektor K2.B <i>Full Panel</i> RISHA MAE	35
Gambar 3.21 Konektor K3.A <i>Full Panel</i> RISHA MAE	36
Gambar 3.22 Konektor K3.B <i>Full Panel</i> RISHA MAE	36
Gambar 3.23 Konektor K3.C <i>Full Panel</i> RISHA MAE	37
Gambar 3.24 Konektor K0 <i>Half Panel</i> RISHA MAE	37
Gambar 3.25 Konektor K1 <i>Half Panel</i> RISHA MAE	38
Gambar 3.26 Konektor K2.A <i>Half Panel</i> RISHA MAE	38
Gambar 3.27 Konektor K2.B <i>Half Panel</i> RISHA MAE	38
Gambar 3.28 Konektor K3.A <i>Half Panel</i> RISHA MAE	39
Gambar 3.29 Konektor K3.B <i>Half Panel</i> RISHA MAE	39
Gambar 3.30 Konektor K3.C <i>Half Panel</i> RISHA MAE	39
Gambar 3.31 Sepatu A RISHA MAE	40
Gambar 3.32 Sepatu B RISHA MAE	40
Gambar 3.33 <i>Stoper</i> RISHA MAE	41
Gambar 4.1 Tampak Komponen P150 Full RISHA MAE	43
Gambar 4.2 Pembesian Komponen P150 Full RISHA MAE	44
Gambar 4.3 Tampak Komponen P30 Full RISHA MAE	45

Gambar 4.4 Pembesian Komponen P30 Full RISHA MAE	46
Gambar 4.5 Tampak Komponen <i>Stoper</i> RISHA MAE	47
Gambar 4.6 Tampak Komponen Konektor RISHA MAE	47
Gambar 4.7 Gambar 3D Benda Uji Balok Polos	48
Gambar 4.8 Benda Uji Balok Polos Tampak Depan	49
Gambar 4.9 Benda Uji Balok Polos Tampak Belakang	49
Gambar 4.10 Benda Uji Balok Polos Tampak Atas	49
Gambar 4.11 Benda Uji Balok Polos Tampak Bawah	49
Gambar 4.12 Benda Uji Balok Polos Tampak Samping	49
Gambar 4.13 Letak Pembebanan dan LVDT Benda Uji Balok Polos	50
Gambar 4.14 Gambar 3D Benda Uji Balok Polos	51
Gambar 4.15 Benda Uji Balok dengan Konektor Tampak Depan	51
Gambar 4.16 Benda Uji Balok dengan Konektor Tampak Belakang	51
Gambar 4.17 Benda Uji Balok dengan Konektor Tampak Atas	52
Gambar 4.18 Benda Uji Balok dengan Konektor Tampak Bawah	52
Gambar 4.19 Benda Uji Balok dengan Konektor Tampak Samping	52
Gambar 4.20 Letak Pembebanan dan LVDT Benda Uji Balok Polos	52
Gambar 4.21 Bagan Alir Penelitian	54
Gambar 5.1 Grafik Pengujian Slump	60
Gambar 5.2 Benda Uji Balok Polos (BP) Tampak Depan	63
Gambar 5.3 Benda Uji Balok Polos (BP) Tampak Atas	63
Gambar 5.4 Benda Uji Balok Polos (BP) Tampak Samping	63
Gambar 5.5 Letak Pembebanan dan LVDT Benda Uji Balok Polos (BP)	64
Gambar 5.6 Benda Uji Balok dengan Konektor (BK) Tampak Depan	64
Gambar 5.7 Benda Uji Balok dengan Konektor (BK) Tampak Atas	64
Gambar 5.8 Benda Uji Balok dengan Konektor (BK) Tampak Samping	64
Gambar 5.9 Letak Pembebanan dan LVDT Benda Uji Balok dengan Konektor (BK)	64
Gambar 5.10 Grafik Load – Displacement Balok Polos (BP)	66
Gambar 5.11 Tampak Depan Kiri Balok Polos	68
Gambar 5.12 Tampak Depan Kanan Balok Polos	68

Gambar 5.13 Tampak Belakang Kanan Balok Polos	68
Gambar 5.14 Tampak Belakang Kiri Balok Polos	69
Gambar 5.15 Tampak Depan Tengah BP-1 Setelah Pengujian	69
Gambar 5.16 Tampak Depan Tengah BP-2 Setelah Pengujian	69
Gambar 5.17 Tampak Depan Tengah BP-3 Setelah Pengujian	70
Gambar 5.18 Tampak Belakang Tengah BP-1 Setelah Pengujian	70
Gambar 5.19 Tampak Belakang Tengah BP-2 Setelah Pengujian	70
Gambar 5.20 Tampak Belakang Tengah BP-3 Setelah Pengujian	71
Gambar 5.21 Grafik Load – Displacement Balok dengan Konektor (BK)	72
Gambar 5.22 Tampak Depan Kanan Balok dengan Konektor	73
Gambar 5.23 Tampak Belakang Kanan Balok dengan Konektor	74
Gambar 5.24 Tampak Depan BK-1 Tengah Setelah Pengujian	74
Gambar 5.25 Tampak Depan BK-2 Tengah Setelah Pengujian	74
Gambar 5.26 Tampak Depan BK-3 Tengah Setelah Pengujian	75
Gambar 5.27 Tampak Belakang BK-1 Tengah Setelah Pengujian	75
Gambar 5.28 Tampak Belakang BK-2 Tengah Setelah Pengujian	75
Gambar 5.29 Tampak Belakang BK-3 Tengah Setelah Pengujian	76

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Jadwal Penelitian Tugas Akhir

Lampiran 2 Hasil Lab Struktur & Mekanika Rekayasa

Lampiran 3 Hasil Lab Teknologi Bahan Konstruksi



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara kepulauan yang dimana memiliki segudang potensi besar karena tata letaknya yang strategis berada ditengah jalur perdagangan serta kondisi lingkungan dan alam yang subur dan kaya akan mineral. Hampir dari berbagai aspek manapun Indonesia bisa dikembangkan dan diberdayakan, termasuk dalam hal ini pemerintah dari waktu ke waktu selalu berusaha untuk membangun perekonomian negara Indonesia agar kian bertumbuh. Komponen yang sangat penting dalam perputaran roda ekonomi adalah distribusi itu sendiri yang erat kaitanya dengan infrastruktur untuk menunjang pendistribusian, maka tidak heran yang harus digencar – gencarkan untuk dibangun dan ditingkatkan adalah pekerjaan konstruksi.

Pekerjaan konstruksi sendiri merupakan sekumpulan item – item pekerjaan yang saling menunjang demi terbentuknya suatu konstruksi, salah satu pekerjaan tersebut adalah pekerjaan struktur yang meliputi pekerjaan kolom, pekerjaan balok, dan pekerjaan pelat berupa pekerjaan penginstalasian kolom, balok dan pelat pada bangunan dengan berbagai metode yang diterapkan. Metode pekerjaan pemasangan struktur sendiri memiliki bermacam variasi. Guna menunjang perihal pembangunan nasional yang efisien waktu, biaya dan tanpa meninggalkan nilai mutu yang diinginkan maka harus dilakukan analisis pemilihan metode yang tepat tanpa melupakan faktor keamanan serta keawetan dari bangunan tersebut. Struktur yang dibuat harus menghasilkan kekuatan yang memadai, pada saat ini secara garis besar diketahui terdapat dua metode yang sangat umum digunakan yaitu metode konvensional dan metode pracetak (*precast*).

Metode Pracetak (*Precast*) RISHA MAE merupakan metode pekerjaan konstruksi yang baru dan merupakan terusan metode RISHA RUSPIN dari Litbang PUPR. Berikut adalah salah satu pengaplikasian produk RISHA MAE.





**Gambar 1.1 Penerapan Produk RISHA MAE**

RISHA MAE menjawab salah satu keresahan masyarakat yang akan menggunakan produk RISHA RUSPIN dari Litbang PUPR yaitu belum adanya ukuran yang bisa diproduksi secara fleksibel oleh RISHA RUSPIN dari Litbang. Oleh karena itu, perlu adanya pengembangan dalam bentuk dan kekuatan yang digunakan agar masyarakat nantinya bisa menggunakan produk pracetak (*precast*) dengan baik dan sesuai dengan desain yang diinginkan. Metode RISHA MAE ini sudah mulai banyak digunakan karena efektifitas pekerjaannya mulai dari tenaga kerja, waktu dan tidak diperlukannya bekisting. Metode ini mengusung metode inti dari sistem pracetak (*precast*) yaitu pengecoran serta pembesian dilakukan ditempat *workshop* bukan ditempat konstruksi, sehingga ketika komponen sudah jadi bagian per bagian maka dibawa ke tempat konstruksi dan kemudian dilakukan pemasangan antar komponen dengan cara diberikan angkur satu sama lain dan pada bagian titik temu (*joint*) elemen balok kolom diberikan pemasangan komponen konektor guna menambah kekuatan pada area tersebut, karena mengingat daerah tersebut memiliki kerentanan yang tinggi, setelah pemasangan kemudian diberikan plester kemudian dilakukan pengacian. Pekerjaan pracetak ini juga disebut dengan pekerjaan *ex situ*.

Pertanyaan pun timbul pada salah satu bagian berupa konektor yang menghubungkan balok kolom tersebut. Bagaimana pengaruh penambahan komponen konektor serta apakah benar adanya memiliki fungsi memperkuat titik temu (*joint*) kolom dan balok.

Oleh karena permasalahan diatas dijadikan sebagai landasan pada penelitian kali ini yaitu untuk mengetahui pengaruh adanya penambahan komponen konektor pada balok metode RISHA MAE yang dilakukan dengan metode eksperimental.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Berapa lendutan maksimal yang mampu ditahan oleh elemen balok dengan konektor dan tanpa konektor metode RISHA MAE
2. Berapa beban maksimal yang mampu ditahan oleh elemen balok dengan konektor dan tanpa konektor metode RISHA MAE
3. Berapa nilai kekakuan elemen balok dengan konektor dan tanpa konektor metode RISHA MAE

## **1.3 Tujuan**

Tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengukur lendutan maksimal yang mampu ditahan oleh elemen balok dengan konektor dan tanpa konektor metode RISHA MAE
2. Mengukur beban maksimal yang mampu ditahan oleh elemen balok dengan konektor dan tanpa konektor metode RISHA MAE
3. Mengukur nilai kekakuan elemen balok dengan konektor dan tanpa konektor metode RISHA MAE

## **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Objek yang diteliti hanya pada bagian balok
2. Menggunakan metode eksperimental bukan analisis

### 1.5 Manfaat

Penelitian ini diharapkan bisa digunakan untuk menjadi referensi dasar dalam menentukan kekakuan beton bertulang metode RISHA MAE pada kondisi pembuatan balok serta menjadi bahan diskusi mengenai kekakuan balok metode RISHA MAE, dan yang terakhir semoga penelitian ini dapat digunakan untuk referensi tindak lanjut penelitian berikutnya karena metode yang digunakan adalah metode yang relatif baru sehingga diharapkan akan ada penelitian – penelitian metode RISHA MAE yang selanjutnya.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Umum**

Elemen balok merupakan salah satu bagian yang sangat penting pada struktur bangunan, elemen ini merupakan struktur melintang yang menahan beban horizontal dan juga untuk menjaga kestabilan bangunan dari gaya – gaya samping terutama beban gempa. Jika dilihat dari fungsinya maka balok adalah bagian dari struktural sebuah bangunan yang kaku dan dirancang untuk menanggung dan mentransfer beban menuju elemen-elemen kolom penopang yang memiliki fungsi sebagai rangka penguat horizontal bangunan akan beban-beban. Apabila pada elemen balok ini terdapat kegagalan maka akan sangat berbahaya untuk keberlangsungan bangunan tersebut karena akan ada perubahan fungsi struktur bahkan yang paling berbahaya akan terjadi kegagalan struktur yang mengakibatkan bangunan tersebut runtuh. Sehingga untuk mencegah hal tersebut perlu diperhatikan dengan teliti pada bagian elemen balok ini agar terjamin kekuatannya.

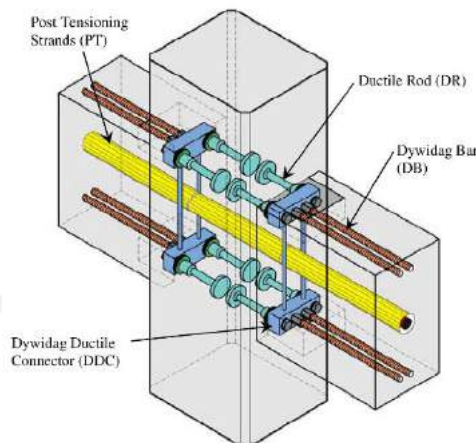
Penelitian kali ini berfokus pada analisis kekakuan pada balok sistem RISHA MAE dengan konektor dan tanpa konektor dengan menggunakan metode eksperimental untuk mendapatkan nilai lendutan maksimal pada kondisi beban tertinggi yang mampu ditahan oleh balok, sehingga dari hal itu akan dapat ditemukan kekakuan beton RISHA MAE dengan konektor dan tanpa konektor yang nantinya akan dibandingkan diantara keduanya.

#### **2.2 Penelitian Terdahulu**

Penelitian terdahulu memiliki fungsi untuk membantu menyelesaikan topik penelitian yang diambil serta untuk meneliti penelitian yang sejenis yang sudah diteliti sebelumnya, sehingga pada bab tinjauan pustaka ini harus disertakan penelitian terdahulu.

### 2.2.1 Perbandingan Kapasitas Sambungan Balok kolom Sistem Konvensional dengan Sistem Pracetak yang Menggunakan *Dywidag Ductile Connector (DDC)*

Hidayat dkk (2014) telah melakukan sebuah penelitian dengan tujuan untuk membandingkan kapasitas sambungan balok kolom sistem konvensional dengan sistem pracetak yang menggunakan *Dywidag Ductile Connector (DDC)*, untuk metode konvensional adalah metode yang sangat sering dipakai oleh para pelaku konstruksi bangunan yang berfokus pada pekerjaan in situ atau pekerjaan dilakukan di tempat proyek, kemudian untuk sistem pracetak dengan *Dywidag Ductile Connector (DDC)* adalah salah satu bentuk sambungan yang bersifat daktail dan memiliki tahanan penuh baik pada momen maupun geser dengan karakteristik perilaku respons siklik yang sangat stabil serta memiliki batas drift yang tinggi. Tipe ini diusulkan oleh Robert E. Englekirk dan diproduksi oleh *Dywidag System International (DSI)*. Berikut adalah gambar dari sistem *Dywidag Ductile Connector (DDC)*.



**Gambar 2.1 System *Dywidag Ductile Connector (DDC)***

Metode yang digunakan adalah berupa studi analisis dengan menggunakan bantuan program ETABS untuk menentukan terlebih dahulu momen desain yang dipakai sebagai acuan perhitungan dua metode tersebut. Momen yang dipakai pada penelitian tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini.



**Tabel 2.1 Momen Desain pada Balok Akibat Beban Gravitasi dan Beban Gempa**

Kondisi	Lokasi	Arah goyangan	Momen ultimit (Mu) kNm
1	Ujung eksterior negatif	Kiri	-154,14
2	Ujung interior positif	Kiri	106,99
3	Ujung eksterior positif	Kanan	105,22
4	Ujung interior negatif	Kanan	-135,79

(Sumber: Jom FTEKNIK,2014)

Kemudian setelah diketahui dilakukan hitungan perencanaan untuk struktur balok konvensional dengan struktur pracetak *dywag ductile connector* sesuai dengan SNI 2847-2002, setelah itu hitungan kapasitas sambungan balok kolom dirangkum atas dasar periode gempa 500 tahun dalam berbagai kondisi tanah.

Fakta yang didapatkan dalam penelitian tersebut apabila suatu struktur yang menggunakan sistem konvensional akan dirubah metode pelaksanaannya menjadi sistem pracetak, maka dibutuhkan analisa ulang terhadap system pelaksanaan yang akan diterapkan pada struktur tersebut.

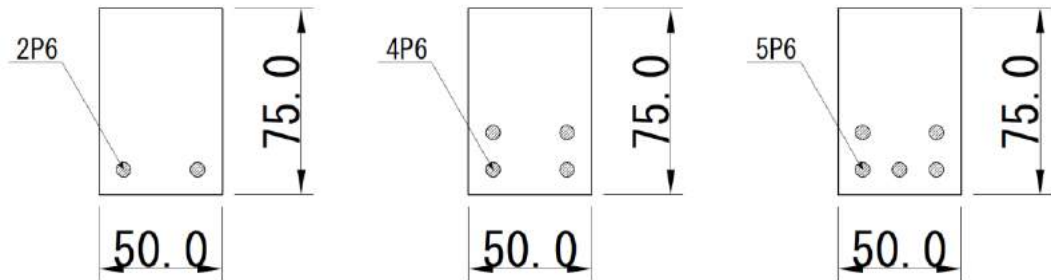
Hasil yang didapatkan adalah (1) Kapasitas momen sambungan balok kolom konvensional lebih besar daripada kapasitas momen sambungan balokkolom precast tipe *Dywidag Ductile Connector*. (2) Kapasitas geser sambungan balok-kolom konvensional lebih kecil daripada kapasitas geser sambungan balok-kolom precast tipe *Dywidag Ductile Connector*.

### 2.2.2 Kajian Eksperimental Perilaku Balok Beton Tulangan Tunggal Berdasarkan Tipe Keruntuhan Balok

Nur (2009) dalam penelitiannya bertujuan untuk mengetahui hubungan antara beban dan perpindahan yang terjadi pada balok beton bertulang berdasarkan tipe keruntuhannya dan juga untuk mengetahui perilaku retak yang terjadi pada tiap balok berdasarkan tipe keruntuhannya.

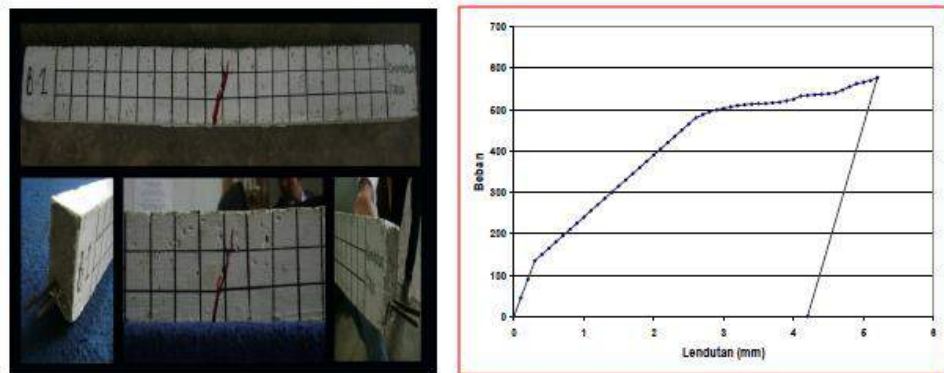
Penelitian beliau terdiri dari dua jenis balok beton yaitu ukuran 50 mm × 75 mm × 550 mm yang nanti disebut sebagai balok B dan 50 mm × 100 mm × 550 mm

yang disebut sebagai balok C, masing – masing ukuran berjumlah 3 buah sampel. Berikut adalah gambar dari penampang balok yang digunakan.

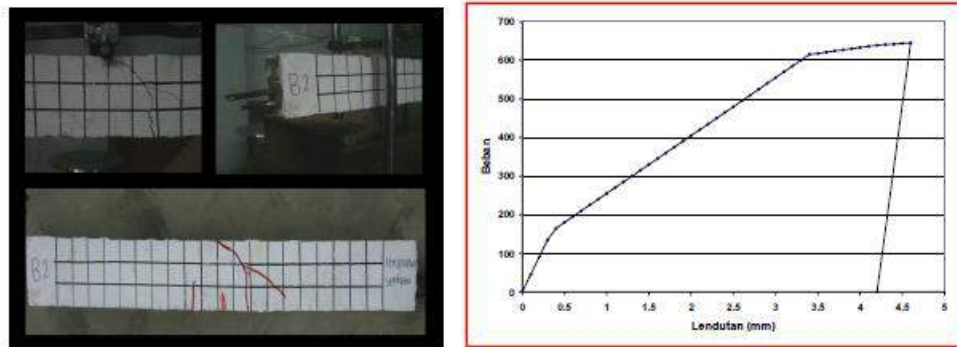


**Gambar 2.2 Penampang Balok B dan C dengan Pembesian**

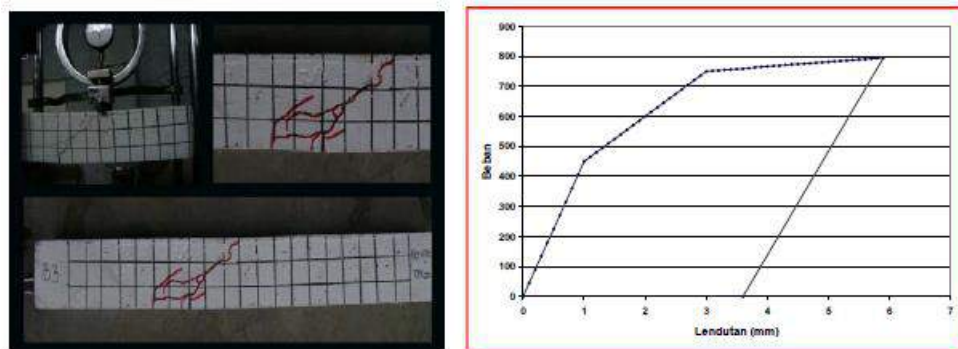
Kemudian pengujian dilakukan dengan metode eksperimental menggunakan pembebanan secara *pseudo static* sampai tegangan tarik beton dilampaui (terjadi retak) hingga balok mengalami keruntuhan. Berikut adalah gambar dari keruntuhan balok yang terjadi setelah dilakukan uji pembebanan serta grafik yang didapatkan.



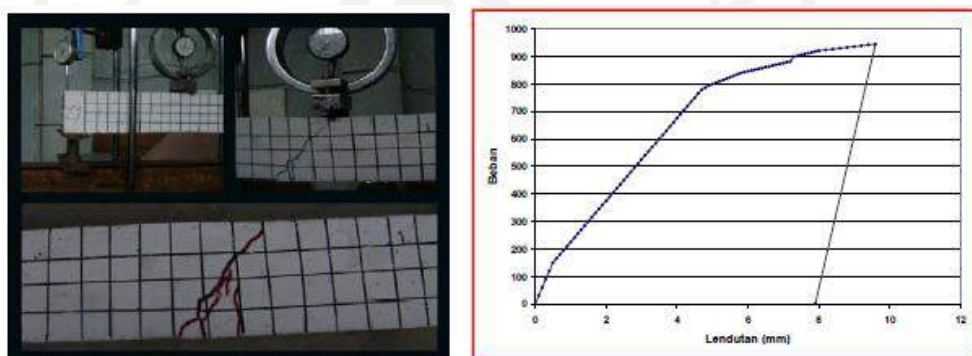
**Gambar 2.3 Benda Uji Balok Beton B1 dan Grafik Beban – Lendutan Balok B1**



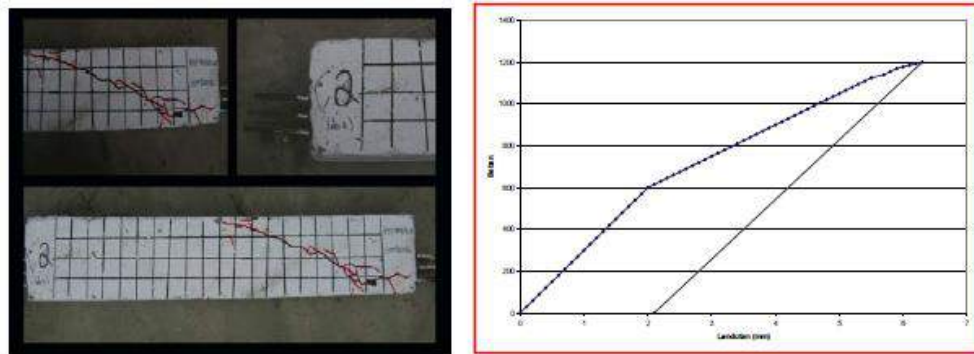
**Gambar 2.4 Benda Uji Balok Beton B2 dan Grafik Beban – Lendutan Balok B2**



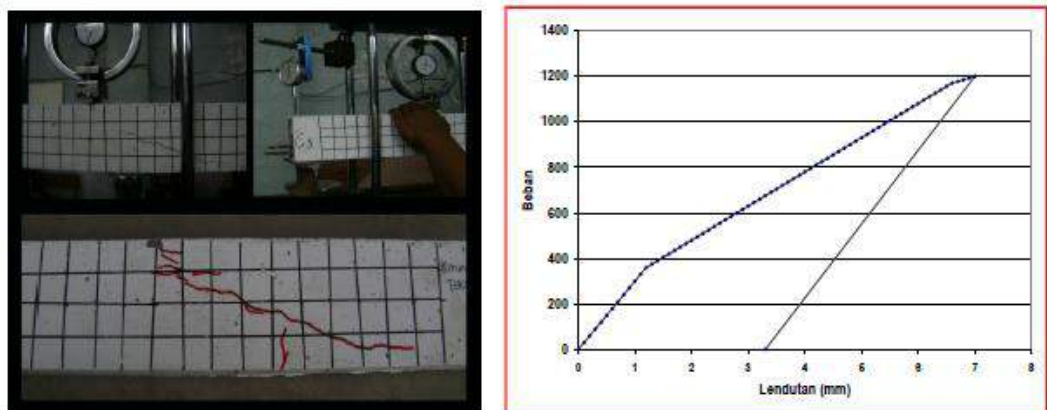
**Gambar 2.5 Benda Uji Balok Beton B3 dan Grafik Beban – Lendutan Balok B3**



**Gambar 2.6 Benda Uji Balok Beton C1 dan Grafik Beban – Lendutan Balok C1**



**Gambar 2.7 Benda Uji Balok Beton C2 dan Grafik Beban – Lendutan Balok C2**



**Gambar 2.8 Benda Uji Balok Beton C3 dan Grafik Beban – Lendutan Balok C3**

Penelitian ini menyimpulkan bahwa (1) balok beton bertulang tunggal dengan tipe keruntuhan tarik, pada waktu pengujian terjadi keruntuhan lentur yang bersifat daktail, yaitu mengalami lendutan yang cukup besar dan menunjukkan gejala keretakan terlebih dahulu. (2) Balok beton bertulang tunggal dengan tipe keruntuhan tekan dan seimbang, pada waktu pengujian balok dengan rasio bentang ( $L$ ) dan tinggi balok ( $h$ ) cukup besar keruntuhan yang dominan pada struktur balok umumnya adalah lentur. Jika rasio  $L/h$  kecil keruntuhan yang dominan adalah geser yang bersifat non-daktail yaitu, tiba-tiba tanpa menunjukkan gejala keretakan terlebih dahulu. (3) Dalam perencanaan penampang balok beton bertulangan tunggal, keruntuhan yang diharapkan terjadi pada balok adalah keruntuhan tarik.

Hali ini disebabkan karena tanda-tanda keruntuhan akan terlihat dengan adanya lendutan yang cukup besar dan terjadinya retak pada badan balok pada daerah di dekat beban yang diberikan.

### 2.2.3 Kajian Eksperimental Pengaruh Bentuk Penampang Balok Terhadap Beban Maksimum dan Kekakuan Balok Beton Bertulang

Noorhidana dan Syahland (2009) menyatakan bahwa banyak penelitian telah dilakukan mengenai balok beton berpenampang T, tetapi belum ada yang secara langsung membandingkan balok T dan balok I dengan balok persegi. Oleh karena itu di dalam penelitian mereka ini memiliki tujuan untuk mengetahui pengaruh bentuk penampang balok (bentuk persegi, bentuk T, dan bentuk I) terhadap kekakuan dan beban maksimum yang dapat diterima balok, dengan batasan luas penampang balok, luas tulangan tekan dan tulangan tarik adalah sama untuk ketiga balok tersebut. Sehingga akan diketahui perbandingan perilaku balok T dan balok I terhadap perilaku balok persegi. Dari penelitian ini akan diperoleh bentuk penampang balok yang paling optimal diantara 3 bentuk tersebut. Selanjutnya, bentuk penampang balok yang efisien dapat diaplikasikan sebagai elemen balok pracetak.

Pelaksanaan penelitian dilakukan secara eksperimental di Laboratorium Bahan dan Konstruksi, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Dalam pelaksanaannya dibagi dalam beberapa tahap, yaitu: pengujian bahan-bahan dasar beton, rencana campuran, pembuatan benda uji, pengujian benda uji, dan analisis hasil.

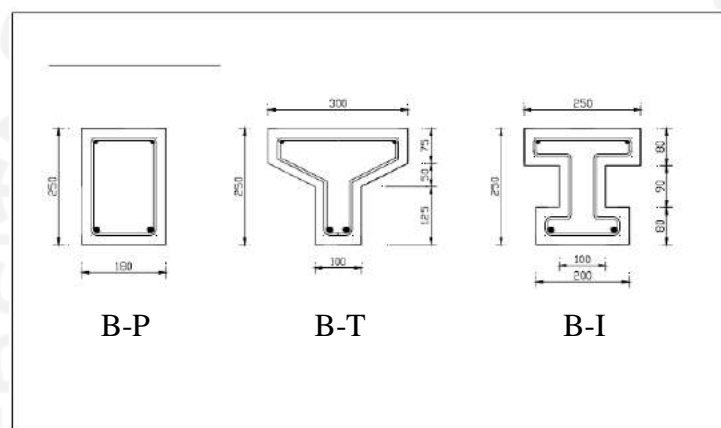
Bahan susun beton untuk pembuatan benda uji berasal dari bahan lokal, yaitu pasir dari Gunung Sugih (Lampung Tengah), split (dengan ukuran maksimum 19 mm berasal dari Tanjungan (Lampung Selatan), dan semen portland tipe I merk Tiga Roda. Material tersebut terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan sesuai standar ASTM (*American Society For Testing and Materials*). Perencanaan komposisi campuran pada penelitian ini menggunakan metode ACI dengan nilai kuat tekan rencana ( $f'c$ ) 20MPa. Berikut adalah tabel dan gambar benda uji yang digunakan.



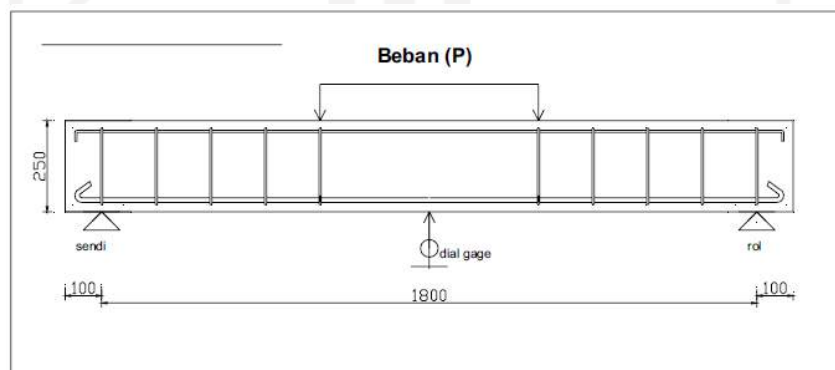
**Tabel 2.2 Benda Uji Balok Beton Bertulang**

Kode	Bentuk penampang balok	Luas penampang balok (mm <sup>2</sup> )	Tulangan tekan	Tulangan tarik	Tulangan sengkang
BP	Persegi	45000	2 $\emptyset$ 6 mm	2 $\emptyset$ 6 mm	$\emptyset$ 6 - 200mm
BT	T	45000	2 $\emptyset$ 6 mm	2 $\emptyset$ 6 mm	$\emptyset$ 6 - 200mm
BI	I	45000	2 $\emptyset$ 6 mm	2 $\emptyset$ 6 mm	$\emptyset$ 6 - 200mm

(Sumber: REKAYASA, Jurnal Sipil dan Perencanaan, Vol. 13 No.2, Agustus 2009)

**Gambar 2.9 Detail Bentuk Penampang Balok**

(Sumber: REKAYASA, Jurnal Sipil dan Perencanaan, Vol. 13 No.2, Agustus 2009)

**Gambar 2.10 Detail Balok Uji dan *Setting-Up* Pengujiannya**

(Sumber: REKAYASA, Jurnal Sipil dan Perencanaan, Vol. 13 No.2, Agustus 2009)

Setelah dilakukan pengujian didapatkan nilai beban, momen dan lendutan hasil pengujian dan teoritis. Hasil tersebut dapat dilihat pada berikut ini.

**Tabel 2.3 Beban, Momen, dan Lendutan Hasil Pengujian dan Teoritis**

Balok Beton Bertulang		$M_{cr}$ (Tm)	$P_{cr}$ (T)	$\Delta_{cr}$ (mm)	$M_{max}$ (Tm)	$P_{max}$ (T)	$\Delta_{max}$ (mm)
BP	Teoritis (menggunakan data rencana ) $f_c = 20 \text{ MPa}$ , $f_y = 240 \text{ MPa}$	0,58697	1,9565	0,4110	1,31940	4,3980	2,7723
	Teoritis (menggunakan data pengujian) $f_c = 19,6173 \text{ MPa}$ , $f_y = 291,3643 \text{ MPa}$	0,87199	2,9066	0,6166	1,58259	5,2753	3,3326
	Hasil Pengujian	0,9	3	1,1466	1,875	6,25	5,13
BT	Teoritis (menggunakan data rencana ) $f_c = 20 \text{ MPa}$ , $f_y = 240 \text{ MPa}$	0,41585	1,3862	0,3255	1,34589	4,4863	2,5110
	Teoritis (menggunakan data pengujian) $f_c = 17,2595 \text{ MPa}$ , $f_y = 291,3643 \text{ MPa}$	0,48061	1,6020	0,405	1,61433	5,3811	3,0607
	Hasil Pengujian	0,675	2,25	1,0750	1,725	5,75	5,78
BI	Teoritis (menggunakan data rencana ) $f_c = 20 \text{ MPa}$ , $f_y = 240 \text{ MPa}$	0,58623	1,9541	0,3667	1,32951	4,4317	2,5833
	Teoritis (menggunakan data pengujian) $f_c = 19,6173 \text{ MPa}$ , $f_y = 291,3643 \text{ MPa}$	0,84307	2,8102	0,5325	1,61049	5,3683	3,1383
	Hasil Pengujian	0,75	2,5	1,6625	1,65	5,5	6,33

(Sumber: REKAYASA, Jurnal Sipil dan Perencanaan, Vol. 13 No.2, Agustus 2009)

Kesimpulan yang didapatkan dari pengujian tersebut adalah (1) Berdasarkan hasil perhitungan secara teoritis, BT memiliki kapasitas beban maksimum paling tinggi dari ketiga balok (BP, BT, dan BI) tetapi memiliki kekakuan paling rendah. Balok I (BI) mempunyai kapasitas beban maksimum yang lebih besar dari BP dengan kekakuan yang lebih baik. (2) Hasil pengujian benda uji BP, BT, dan BI tidak sejalan dengan hasil perhitungan secara teoritis, yang disebabkan oleh mutu pembuatan benda uji. Dari hasil pengujian, BP memiliki nilai beban maksimum paling besar diikuti oleh BT (92% terhadap  $P_{max}$  BP) kemudian BI (88% terhadap  $P_{max}$  BP). Beban terjadinya retak pertama ( $P_{cr}$ ) yang paling tinggi dimiliki oleh BP, kemudian diikuti oleh BI (83,3% terhadap  $P_{cr}$  BP) dan BT (75% terhadap  $P_{cr}$  BP). Demikian juga kekakuan terbesar terjadi pada BP kemudian diikuti oleh BT dan BI. (3) Agar hasil pengujian sesuai dengan hasil perhitungan teoritis, maka dalam pelaksanaan pembuatan benda uji balok harus dilakukan dengan sangat hati-hati, terutama dalam hal pemadatan pada saat pengecoran adukan beton ke dalam

bekisting. Selain menggunakan pemadatan secara internal, sebaiknya dibantu dengan pemadatan eksternal terutama pada bagian bekisting yang bersudut, seperti sayap dari balok BT dan BI.

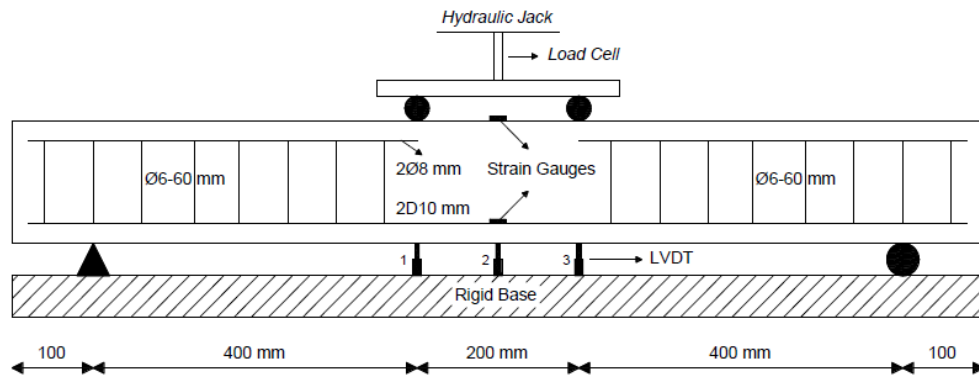
#### 2.2.4 Pengaruh Suhu Tinggi Terhadap Lendutan dan Kekakuan Balok Beton Bertulang

Faizin dkk (2017) dalam penelitiannya yang bertujuan untuk mengidentifikasi kekakuan lentur, lendutan serta kapasitas lentur balok yang telah mengalami pemanasan pada suhu tinggi dengan balok normal sebagai pembanding. Penelitian ini didasarkan ketika bangunan terjadi kebakaran karena pada kondisi tersebut struktur beton bertulang akan mengalami paparan suhu yang sangat tinggi yang akan memengaruhi kinerja dari material beton bertulang tersebut.

Metodologi penelitian dilaksanakan dengan metode eksperimental di Laboratorium. Beton yang digunakan dalam penelitian didapatkan dari campuran semen PPC dengan agregat kasar batu pecah ukuran maksimum 20 mm dan agregat halus pasir sungai dengan ukuran maksimum 4,8 mm. Beton dibuat dengan mutu rencana 35 Mpa pada umur 28 hari.

Penulangan utama balok menggunakan baja tulangan ulir dengan rerata diameter aktual 9,42 mm, tegangan leleh 394,1 Mpa dan tegangan putus 557,6 Mpa. Penulangan geser balok menggunakan tulangan polos dengan rerata diameter aktual sebesar 5,79 mm dan tegangan leleh sebesar 313,4 Mpa.

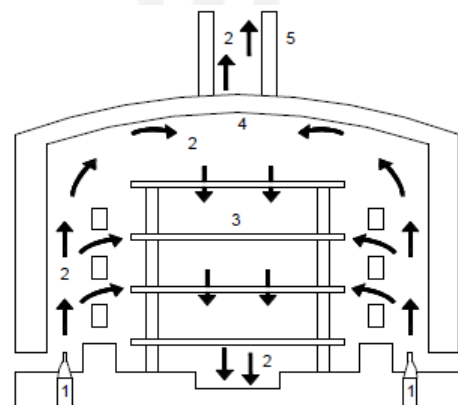
Benda uji silinder beton untuk uji kuat tekan dibuat sebanyak 20 buah untuk setiap variasi suhu pemanasan dengan dimensi silinder 15 x 30 cm. Benda uji balok beton bertulang untuk uji lentur dibuat sebanyak 3 buah untuk setiap variasi suhu pemanasan dengan dimensi balok 10 x 15 x 100 cm, selimut beton untuk balok beton bertulang digunakan sebesar 2 cm. Berikut adalah detail dari penulangan dan pengujian beton bertulang.



**Gambar 2.11 Detail Penulangan dan Pengujian Lentur Balok Beton Bertulang**

(Sumber: REKAYASA SIPIL / Volume 11, No.1 – 2017 ISSN 1978 - 5658)

Pemanasan untuk setiap variasi benda uji dilakukan dengan tungku jenis sirkulasi panas berbalik atau *down draft kiln* dengan kecepatan pemanasan sebesar  $\pm 125^{\circ}\text{C}/\text{Jam}$ . Pengukuran suhu di dalam tungku pemanas menggunakan *Thermocouple* dengan suhu maksimum yang dapat terukur pada alat sebesar  $1200^{\circ}\text{C}$ . Berikut adalah gambar dari alat tersebut.



Keterangan: 1. Burner Machine 4. Bata tahan api  
2. Aliran panas 5. Cerobong udara  
3. Benda uji 6. Plat baja

**Gambar 2.12 Tungku Untuk Proses Pemanasan Benda Uji**

(Sumber: REKAYASA SIPIL / Volume 11, No.1 – 2017 ISSN 1978 - 5658)

Kesimpulan yang didapat pada penelitian tersebut adalah (1) Kapasitas lentur balok beton bertulang mengalami penurunan semakin besar seiring dengan

bertambahnya suhu yang dialami balok. 2. Nilai kekakuan lentur balok mengalami penurunan dengan disertai peningkatan nilai lendutan yang terjadi sampai leleh pertama balok untuk variasi balok yang telah mendapatkan pengaruh suhu tinggi terhadap balok normal. 3. Nilai kekakuan lentur balok mengalami peningkatan setelah leleh pertama balok tercapai untuk variasi balok yang telah mendapatkan pengaruh suhu tinggi pada 400 °C terhadap balok normal. 4. Penurunan kapasitas lentur penampang balok terbesar dialami oleh balok yang telah mendapatkan pengaruh suhu tinggi pada 800 °C dengan penurunan beban ultimate sebesar 18,42% dan kekakuan lentur sebesar 41,22% terhadap balok beton bertulang normal.

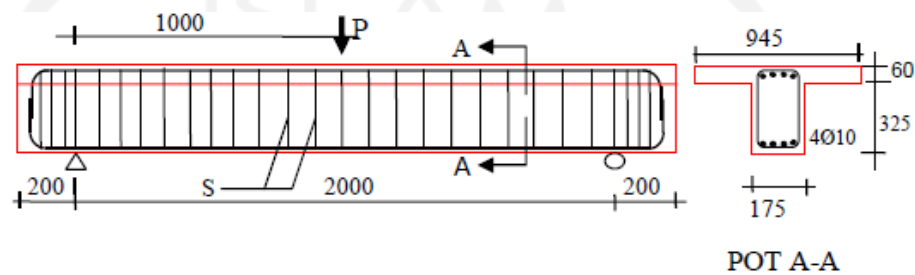
#### 2.2.5 Lendutan dan Kekakuan Balok Beton Bertulang dengan Lubang Segi Empat di Badan

Ujianto (2006) dalam penelitiannya menguji lendutan dan kekuatan beton bertulang dengan segi empat pada badan menggunakan metode eksperimental, peneliti membuat lima buah benda uji berupa balok tampang T dengan skala geometri 1:2 dan skala bahan 1:1 untuk mempelajari pengaruh bentuk dan ukuran lubang akibat beban mesin berupa beban siklik. Kapasitas geser balok dirancang berdasarkan persyaratan SNI T15-1991-03. Pengujian ini dilakukan berdasarkan kasus bahwa konstruksi bangunan modern berlantai banyak, umumnya memiliki saluran utilitas ditempatkan pada bagian langit-langit. Dalam perkembangannya ada upaya menempatkan pipa-pipa air, pemanas ruangan, pipa AC, saluran telepon dan kelistrikan melalui lubang (*opening*) yang dibuat menembus bagian badan balok. Penempatan saluran utilitas ke dalam lubang (*opening*) pada balok, akan mengurangi tinggi lantai bangunan karena ruang kosong diatas langit-langit tidak ada dan hasilnya memberikan pengaruh yang sangat berarti dalam mengurangi berat sendiri struktur sehingga membuat bangunan lebih kompak dan ekonomis. Berikut adalah detail dari benda uji yang digunakan.

Tabel 2.4 Detail Benda Uji

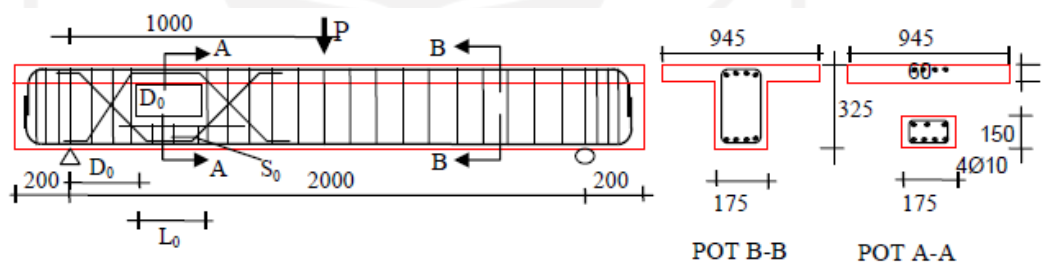
Nama benda uji	Lo (mm)	Do (mm)	Db (mm)	S (mm)	s <sub>o</sub> (mm)	Pembebanan		Dia. bar
						beban	Jumlah	
BTL	-	-	-	φ5,5-120	-	siklik	100000	-
BL-01	100	100	150	φ5,5-120	φ5,5-40	siklik	100000	3φ9,72
BL-02	200	100	150	φ5,5-120	φ5,5-40	siklik	100000	3φ9,72
BL-03	100	100	400	φ5,5-120	φ5,5-40	siklik	100000	3φ9,72
BL-04	200	100	400	φ5,5-120	φ5,5-40	siklik	100000	3φ9,72

(Sumber: Ujianto, 2006)



Gambar 2.13 Detail Penulangan Benda Uji BTL

(Sumber: Ujianto, 2006)



Gambar 2.14 Detail Penulangan Benda Uji BL

(Sumber: Ujianto, 2006)

Kesimpulan yang didapatkan pada penelitian tersebut adalah (1) Lendutan terbesar beban pra retak pada balok berlubang terjadi pada benda uji BL 01 (lubang 100x100) sebesar 0,648 mm (2) Lendutan terbesar beban maksimum pada balok berlubang terjadi pada benda uji BL-01 (lubang 100x100) sebesar 8,98 mm (3) Terdapat kecenderungan kenaikan kekakuan antara balok dengan lubang ukuran 100 x 100 mm dibandingkan balok dengan lubang ukuran 200 x 100 mm. Demikian juga antara lubang dengan dimensi sama tetapi letaknya jauh dari tumpuan. (4) Kenaikan kekakuan pada beban praretak benda uji BL-02 terhadap benda uji BL-01 adalah sebesar 0,16% sedangkan kenaikan kekakuan benda uji BL-04 terhadap

benda uji BL-03 adalah sebesar 8,52%. Kenaikan kekakuan pada beban maksimum benda uji BL-02 terhadap benda uji BL-01 adalah sebesar 6,7648 %, sedangkan kenaikan kekakuan benda uji BL-04 terhadap benda uji BL-03 adalah sebesar 39,0789 %. (5) Dari data yang dibaca strain gauge pada benda uji BL- 01 dan BL-04 penambahan regangan mengalami kenaikan sebesar 31,1131%.

### **2.3 Perbandingan Penelitian Terdahulu**

Perbandingan penelitian terdahulu dapat dilihat pada tabel dibawah ini.



Tabel 2.5 Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu

No	Uraian	Penelitian Terdahulu				
		Peneliti 1	Peneliti 2	Peneliti 3	Peneliti 4	Peneliti 5
		Hidayat, dkk (2014)	Nur (2009)	Noorhidana dan Syahland (2009)	Faizin dkk (2017)	Ujianto (2006)
1.	<b>Judul</b> Perbandingan Kapasitas Sambungan Balok kolom Sistem Konvensional Dengan Sistem Pracetak Yang Menggunakan <i>Dywidag Ductile Connector (DDC)</i>	Kajian Eksperimental Perilaku Balok Beton Tulangan Tunggal Berdasarkan Tipe Keruntuhan Balok	Kajian Eksperimental Pengaruh Bentuk Penampang Balok Terhadap Beban Maksimum dan Kekakuan Balok Beton Bertulang	Pengaruh Suhu Tinggi Terhadap Lendutan dan Kekakuan Balok Beton Bertulang	Lendutan dan Kekakuan Balok Beton Bertulang dengan Lubang Segi Empat di Badan	



Lanjutan Tabel 2.5 Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu

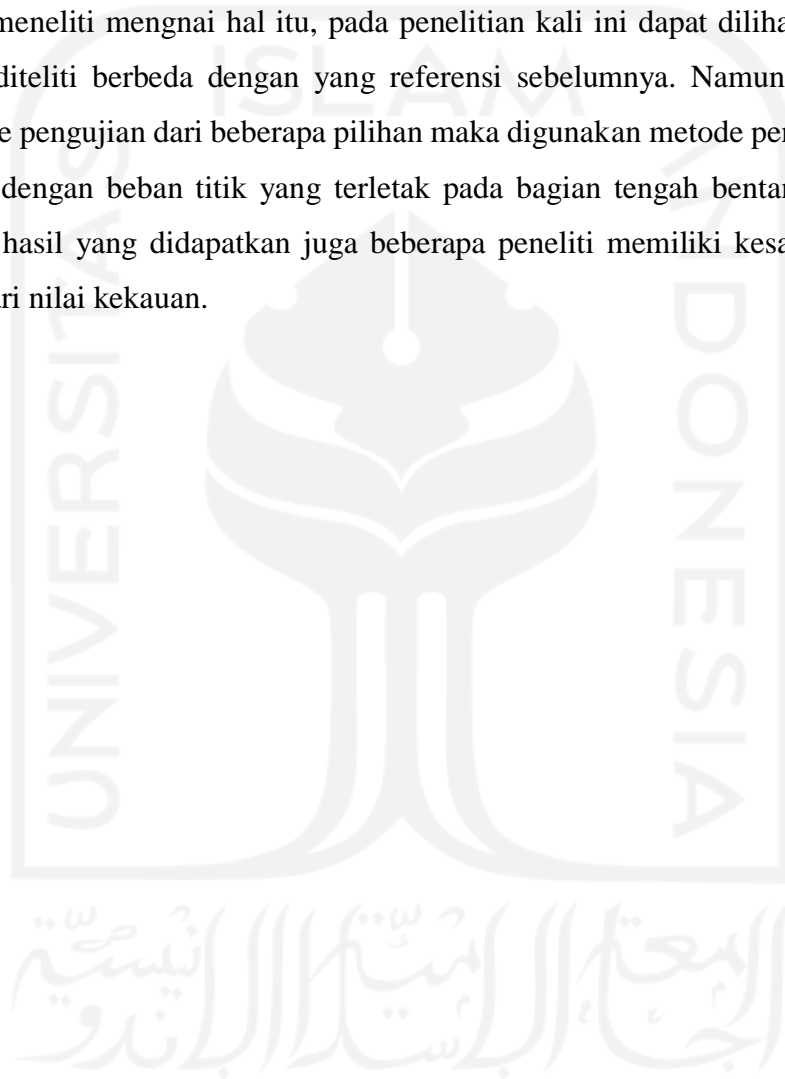
No	Uraian	Penelitian Terdahulu				
		Peneliti 1	Peneliti 2	Peneliti 3	Peneliti 4	Peneliti 5
		Hidayat, dkk (2014)	Nur (2009)	Noorhidana dan Syahland (2009)	Faizin dkk (2017)	Ujianto (2006)
2.	<b>Tujuan</b>	Membandingkan Kapasitas Sambungan Balok kolom Sistem Konvensional Dengan Sistem Pracetak Yang Menggunakan <i>Dywidag Ductile Connector (DDC)</i>	Mengetahui hubungan antara beban dan perpindahan yang terjadi pada balok beton bertulang berdasarkan tipe keruntuhannya dan juga untuk mengetahui perilaku retak yang terjadi pada tiap balok berdasarkan tipe keruntuhannya	Mengetahui pengaruh bentuk penampang balok (bentuk persegi, bentuk T, dan bentuk I) terhadap kekakuan dan beban maksimum yang dapat diterima balok,	Mengidentifikasi kekakuan lentur, lendutan serta kapasitas lentur balok yang telah mengalami pemanasan pada suhu tinggi dengan balok normal sebagai pembanding.	Memahami dengan menganalisis degradasi balok akibat adanya lubang (lendutan dan kekakuan)

Lanjutan Tabel 2.5 Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu

4.	<b>Metode yang Digunakan</b>	Analisis Perhitungan	Kajian Eksperimental	Kajian Eksperimental	Kajian Eksperimental	Kajian Eksperimental
5.	<b>Hasil</b>	Kapasitas momen sambungan balok kolom konvensional lebih besar daripada kapasitas momen sambungan balok kolom precast tipe <i>Dywidag Ductile</i>	(1) Tipe keruntuhan tarik, yang bersifat daktail, yaitu mengalami lendutan yang cukup besar dan menunjukkan gejala keretakan terlebih dahulu. (2) Tipe keruntuhan tekan dan seimbang, pada waktu pengujian balok jika rasio L/h kecil maka bersifat non-daktail yaitu, tiba-tiba tanpa menunjukkan gejala	Berdasarkan hasil perhitungan secara teoritis, BT memiliki kapasitas beban maksimum paling tinggi dari ketiga balok (BP, BT, dan BI) tetapi memiliki kekakuan paling rendah. Balok I (BI) mempunyai kapasitas beban maksimum yang lebih besar dari BP dengan kekakuan yang lebih baik.	Kapasitas lentur balok beton bertulang mengalami penurunan semakin besar seiring dengan bertambahnya suhu yang dialami balok	Lendutan terbesar beban pra retak pada balok berlubang terjadi pada benda uji BL-01(lubang 100x100) sebesar 0,648 mm

#### 2.4 Keaslian Penelitian

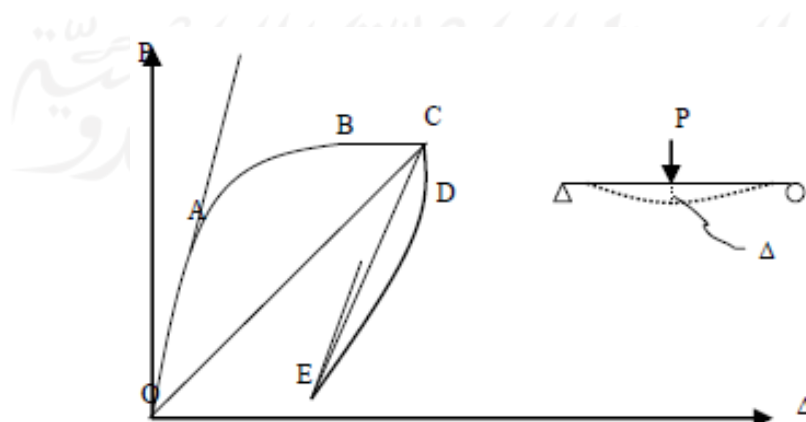
Berdasarkan penyajian mengenai penelitian-penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya seperti pada tabel diatas menyimpulkan masih belum ada yang menganalisis perbandingan balok RISHA MAE dengan konektor dan tanpa konektor. RISHA MAE secara metode memang tergolong baru dan belum ada yang meneliti mengenai hal itu, pada penelitian kali ini dapat dilihat pada Objek yang diteliti berbeda dengan yang referensi sebelumnya. Namun pada bagian metode pengujian dari beberapa pilihan maka digunakan metode pengujian beban siklik dengan beban titik yang terletak pada bagian tengah bentang, kemudian untuk hasil yang didapatkan juga beberapa peneliti memiliki kesamaan berupa mencari nilai kekauan.



## BAB III LANDASAN TEORI

### 3.1 Kekakuan Beton Bertulang

Kekakuan beton bertulang merupakan parameter yang sangat penting pada struktur. Kontruksi yang baik adalah kontruksi yang masih memiliki nilai kekakuan bukan semakin kaku semakin kuat dan kokoh namun perlu adanya kemungkinan kontruksi tersebut untuk melendut untuk menjaga struktur pada kontruksi tetap berdiri tidak mengalami kegagalan struktur tiba – tiba, ketika terjadi pembebanan masih ada penyerapan beban pada lendutan yang ada sehingga struktur bisa aman, oleh karena itu perlu dilakukan pembatasan kekakuan pada struktur. Kekakuan didefinisikan sebagai gaya yang diperlukan untuk memperoleh satu unit perpindahan (*displacement*). Nilai kekakuan merupakan sudut kemiringan dari hubungan antara beban dan lendutan. Makin kaku suatu struktur makin besar nilai kekakuannya. Menurut Kenneth-Belanger (1981), kekakuan balok beton merupakan fungsi dari modulus elastis ( $E$ ) dan momen inersia ( $I$ ). Inersia saat balok belum retak dipergunakan  $I_g$ , setelah mengalami retak dipergunakan  $I_{cr}$ , sedang nilai momen inersia efektif aktual disebut  $I_e$  yang nilainya diantara  $I_g$  dan  $I_{cr}$ . Pengertian tersebut dapat dilihat dari perilaku beban –lendutan statik pada gambar berikut ini.



**Gambar 3.1 Perilaku beban-lendutan (Keneth-Belanger, 1981)**

(Sumber: Jurnal eco REKAYASA, Vol. 2, No. 2, September 2006)

Lintasan OABC merupakan lintasan beban siklik awal, slope OA adalah  $E_{ig}$ , retak terjadi didekat A, slope BC kekakuan menurun dibanding OA, dengan beban relatif sedikit mengakibatkan lendutan besar, ini adalah  $E_{is}$ . Slope OC adalah  $I_e$ , lintasan CDE merupakan pembalikan beban yang menurunkan slope, lendutan serta “penutupan” retak.

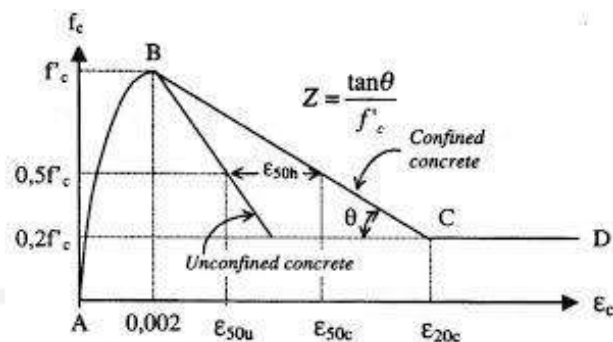
### 3.2 Beton

Beton adalah suatu material yang menjadi bahan pokok pada proses kontruksi yang didapat dari campuran beberapa material dasar, yaitu semen, agregat halus (pasir atau kerikil halus yang lolos saringan #4), agregat kasar (batu kerikil atau batu pecah), air dan zat *additive* (tambahan) bila diperlukan.

Beton memiliki sifat yang khas maka harus dicampur dan diaduk dengan benar agar dapat diperoleh mutu beton yang diinginkan, untuk menunjang hal tersebut diperlukan juga ilmu pengetahuan yang luas, biasanya mencakup sifat bahan dasarnya, cara pembuatannya, cara evaluasinya, dan variasi bahan tambah yang digunakan. Berat massa volume beton antara 2100 - 2550 kg/m<sup>3</sup> menurut ACI. Kuat tekan beton mutu normal 20 -50 Mpa pada umur 28 hari.

Beton yang dihasilkan harus memenuhi ketentuan-ketentuan seperti kelecakan dan konsistensi yang memungkinkan pergerjaan beton tetap dilakukan dengan mudah tanpa adanya segregasi dan *bleeding* yang berlebihan, ketahanan terhadap kondisi khusus yang diinginkan, memenuhi kekuatan yang hendak dicapai, serta ekonomis dari segi biayanya (Pujo Aji, Rachmat Purwono,2010).

Hubungan antara tegangan dan regangan beton, dapat dilihat pada gambar berikut ini.

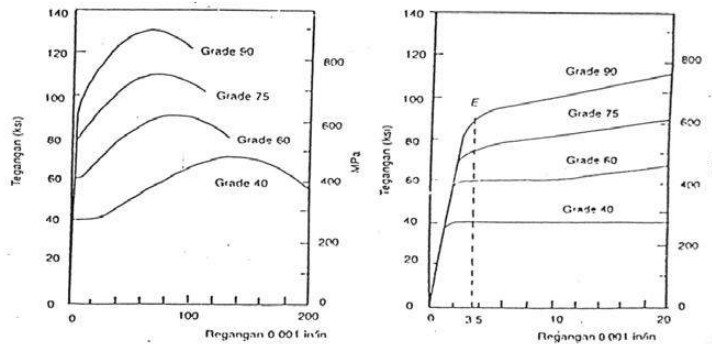


**Gambar 3.2 Hubungan Tegangan – Regangan Beton (Park & Paulay, 1975)**

### 3.3 Baja Tulangan

Baja tulangan merupakan material berkekuatan tinggi yang berasal dari proses fabrikasi sehingga memiliki sifat homogen antara satu baja dengan baja yang lainnya, maka mutu dan kekuatan dapat terjaga sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Baja tulangan dapat memikul tarik maupun tekan, kekuatan lelehnya kurang lebih sepuluh kali dari kekuatan tekan struktur beton yang umum, atau seratus kali dari kekuatan tariknya. Oleh karena terpacu pada harga yang mahal maka pada praktiknya baja tulangan digunakan secara kombinasi dengan beton yang mana beton sendiri berfungsi untuk menahan beban tekan kemudian untuk baja digunakan untuk beban tarik.

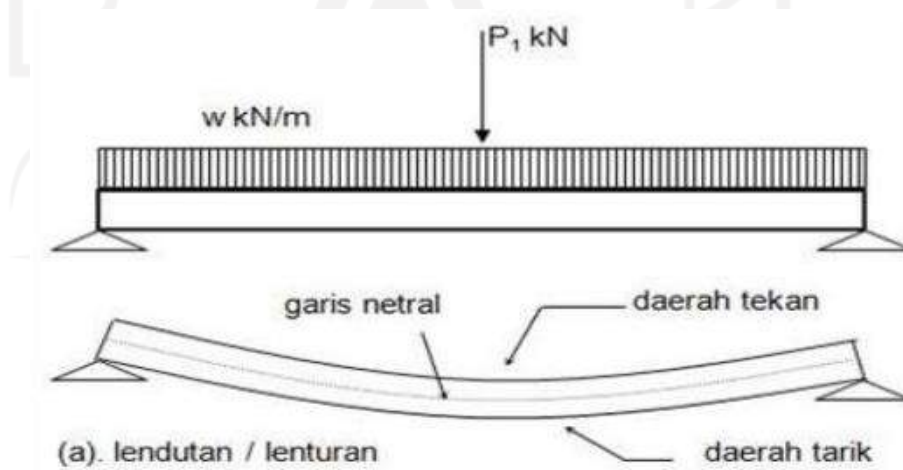
Menurut SNI 03-2847-2002, tulangan yang dapat digunakan pada elemen beton bertulang dibatasi hanya pada baja tulangan dan kawat baja saja. Belum ada peraturan yang mengatur penggunaan tulangan lain, selain dari baja tulangan atau kawat baja tersebut. Baja tulangan yang tersedia di pasaran ada 2 jenis, yaitu baja tulangan polos (BJTP) dan baja tulangan ulir atau deform (BJTD). Tulangan polos biasanya digunakan untuk tulangan geser/begel/senggang, dan mempunyai tegangan leleh ( $f_y$ ) minimal sebesar 240 MPa (disebut BJTP-24), dengan ukuran  $\emptyset 6$ ,  $\emptyset 8$ ,  $\emptyset 10$ ,  $\emptyset 12$ ,  $\emptyset 14$ , dan  $\emptyset 16$  (dengan  $\emptyset$  adalah simbol yang menyatakan diameter tulangan polos). Tulangan ulir atau *deform* digunakan untuk tulangan longitudinal atau tulangan memanjang, dan mempunyai tegangan leleh ( $f_y$ ) minimal 300 MPa (disebut BJTD-30). Hubungan tegangan dan regangan pada baja tulangan secara umum dapat dilihat pada Gambar 3.2.



**Gambar 3.3 Hubungan Tegangan-Regangan pada Baja (Park & Paulay, 1975)**

### 3.4 Lentur pada Balok

Lentur pada balok terjadi karena akibat beban, yaitu berupa beban – beban yang bekerja pada struktur seperti beban mati (*Dead Load*) yaitu beban karena berat struktur itu sendiri dan beban hidup (*Live Load*) yaitu beban yang dikarenakan fungsi dari bangunan tersebut bisa jadi seperti lalu lintas, manusia, maupun barang – barang yang bertumpu pada struktur tersebut. Lentur yang terjadi pada balok merupakan akibat adanya regangan yang terjadi disebabkan oleh beban yang disebutkan diatas. Berikut adalah gambar dari rekasi lentur murni balok pada beban titik dan merata.



**Gambar 3.4 Kondisi Balok Lentur Terhadap Beban Titik dan Merata**

$$\delta_{max} = \left( \frac{P L^3}{48 E I} \right) \dots\dots\dots (25)$$

$$M = \frac{1}{4} P L \dots\dots\dots (26)$$

Dimana:  $\delta_{max}$  adalah lendutan balok (mm), L adalah panjang bentang balok (mm), E adalah modulus elastisitas balok (MPa), P adalah beban (N), I adalah momen inersia balok (mm<sup>4</sup>) dan M adalah momen maksimum balok (N-mm).

Urutan pembebanan berawal dari pemberian beban maka pada awal ini elemn balok akan mengalami regangan namun belum ada keretakan yang signifikan masih berdifat elastis kemudian apabila bebannya bertambah, maka pada balok terjadi akan terjadi regangan dan deformasi tambahan yang lebih besar dari sebelumnya sehingga akan mengakibatkan keretakan lentur disepanjang bentang balok. Bila bebannya semakin bertambah, pada akhirnya dapat terjadi keruntuhan elemen struktur, yaitu pada saat beban yang terjadi mencapai kapasitas maksimal elemen tersebut. Pembebanan demikian ini disebut pembebanan dalam keadaan limit dari keruntuhan pada lentur.

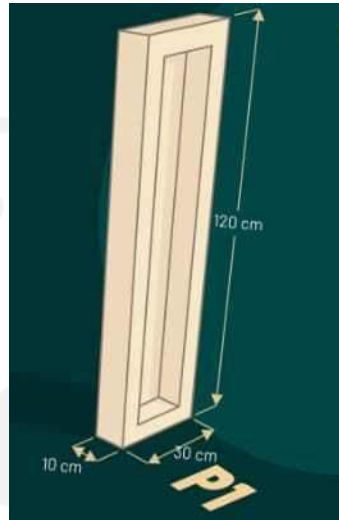
Tegangan lentur ini sangat menentukan dalam pemilihan geometris penampang beton bertulang. Pada proses desain perlu diperhatikan dalam memilih kemudian menganalisis penampang yang mana harus memenuhi syarat terhadap lentur, maka setelah itu diperbolehkan menganalisa berdasarkan pemenuhan syarat kapasitas geser, defleksi, retak, dan panjang penyaluran tulangan.

### 3.5 Precast RISHA MAE

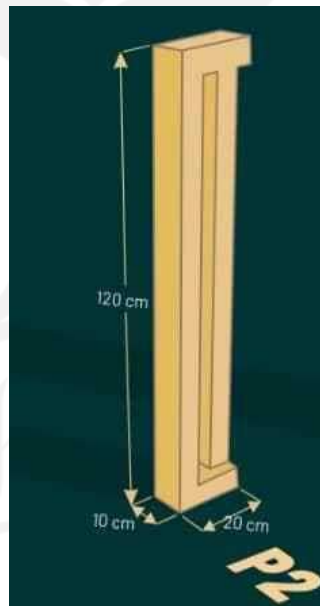
Metode ini menggunakan sistem pracetak dasar RISHA yang dikembangkan oleh Litbang PUPR atas penelitian dari Prof (R) Dr.Ir. Arief Sabaruddin CES. RISHA MAE merupakan modifikasi dari RISHA secara khusus oleh Ezygriya untuk mengatasi kekurangannya terutama dalam hal fleksibilitas ukuran yang mana pada produk RISHA hanya digunakan 3 komponen saja disebut dengan istilah P1, P2, dan P3. Sehingga tidak bisa digunakan pada ukuran *custom* atau beragam ukuran, karena sudah memiliki



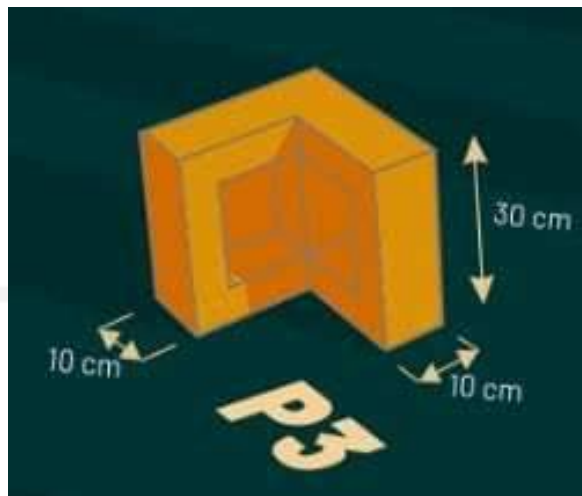
ukuran baku dan jenis yang baku. Berikut adalah gambar dari komponen – komponen RISHA.



**Gambar 3.5 Komponen P1 RISHA**



**Gambar 3.6 Komponen P2 RISHA**



**Gambar 3.7 Komponen P3 RISHA**

Oleh karena itu, RISHA hanya terdiri dari tiga komponen yang terbatas maka inovasi dan pengembangan teknologi ini harus dilakukan agar dapat dipakai pada semua kalangan dan dapat menyesuaikan dengan permintaan konsumen, teknologi yang dikembangkan ini dinamakan RIMAE (Rumah Instan Modul Adaptasi Ezygriya) yang memudahkan proses desain dengan modul dan sistem sambungan yang lebih fleksibel, sekaligus menurunkan secara signifikan jumlah panel yang dibutuhkan sehingga harganya lebih terjangkau.

Daftar komponen material pracetak RISHA MAE ini terdiri dari:

1. Panel pracetak penuh (*full panel*) yaitu komponen utama dari RISHA MAE yang mana merupakan panel beton dengan dimensi 10cm x 30cm dan panjang yang bervariasi 30cm, 60cm, 90, 120cm dan 150cm. Difungsikan sebagai bahan utama struktur bangunan sederhana baik sloof, kolom maupun ringbalok. Berikut adalah gambar dari komponen – komponen RISHA MAE (*full panel*).



**Gambar 3.8 Komponen P150 Full RISHA MAE**

Komponen ini disebut P150 Full yang memiliki ukuran lebar 30 cm, panjang 150 cm, dan tebal 10 cm.



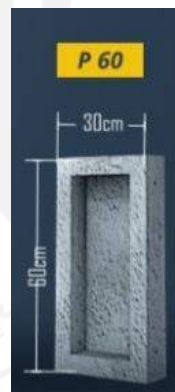
**Gambar 3.9 Komponen P120 Full RISHA MAE**

Komponen ini disebut P120 Full yang memiliki ukuran lebar 30 cm, panjang 120 cm, dan tebal 10 cm.



**Gambar 3.10** Komponen P90 Full RISHA MAE

Komponen ini disebut P90 Full yang memiliki ukuran lebar 30 cm, panjang 90 cm, dan tebal 10 cm.



**Gambar 3.11** Komponen P60 Full RISHA MAE

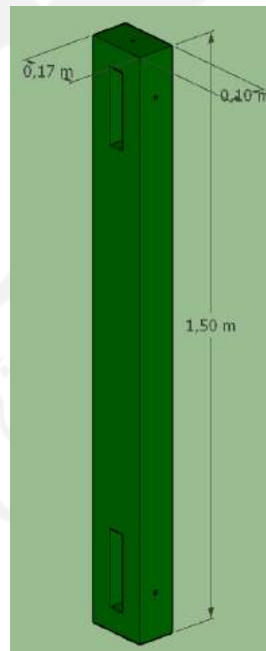
Komponen ini disebut P60 Full yang memiliki ukuran lebar 30 cm, panjang 60 cm, dan tebal 10 cm.



**Gambar 3.12 Komponen P30 Full RISHA MAE**

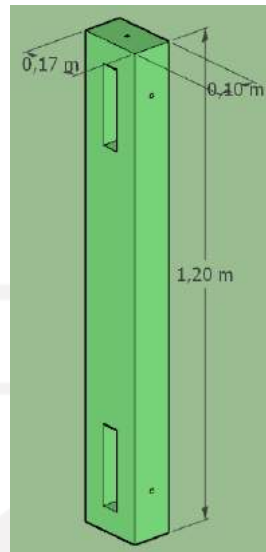
Komponen ini disebut P30 Full yang memiliki ukuran lebar 30 cm, panjang 30 cm, dan tebal 10 cm.

2. Panel pracetak setengah (*half panel*) yaitu komponen utama dari RISHA MAE yang mana merupakan panel beton dengan dimensi 10cm x 16,5cm dan panjang yang bervariasi 30cm, 60cm, 90, 120cm dan 150cm. Difungsikan sebagai bahan utama struktur bangunan sederhana baik sloof, kolom maupun ringbalok. Berikut adalah gambar dari komponen – komponen RISHA MAE (*half panel*).



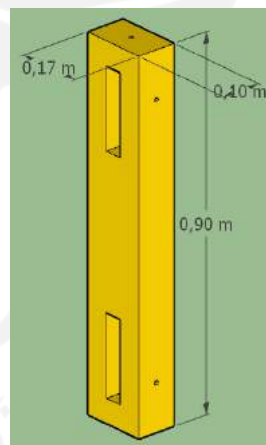
**Gambar 3.13 Komponen P150 Half RISHA MAE**

Komponen ini disebut P150 Half yang memiliki ukuran lebar 16,5 cm, panjang 150 cm, dan tebal 10 cm.



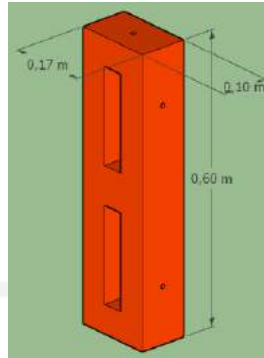
**Gambar 3.14 Komponen P120 Half RISHA MAE**

Komponen ini disebut P120 Half yang memiliki ukuran lebar 16,5 cm, panjang 120 cm, dan tebal 10 cm.



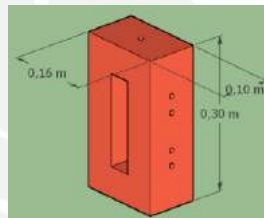
**Gambar 3.15 Komponen P90 Half RISHA MAE**

Komponen ini disebut P90 Half yang memiliki ukuran lebar 16,5 cm, panjang 90 cm, dan tebal 10 cm.



**Gambar 3.16 Komponen P60 Half RISHA MAE**

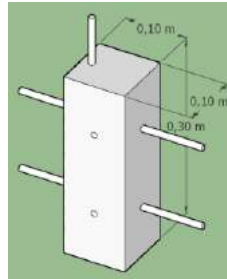
Komponen ini disebut P60 Half yang memiliki ukuran lebar 16,5 cm, panjang 60 cm, dan tebal 10 cm.



**Gambar 3.17 Komponen P30 Half RISHA MAE**

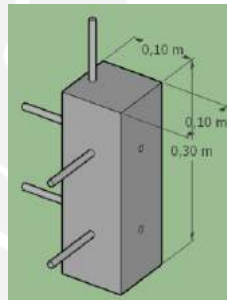
Komponen ini disebut P30 Half yang memiliki ukuran lebar 16,5 cm, panjang 30 cm, dan tebal 10 cm.

3. Konektor, merupakan bagian yang dimodifikasi paling signifikan dari sistem RISHA. Dimungkinkan untuk lebih fleksibel dalam desain dan pemasangannya. Perlu diketahui dikarenakan jenis panelnya terdapat perbedaan antara *full panel* dengan *half panel* maka konektor yang digunakan pun mengalami perbedaan sesuai dengan jenis panelnya. Konektor *Full Panel* adalah konektor yang digunakan untuk menyambungkan antara *full panel* satu dengan *full panel* lainnya, konektor ini memiliki dua angkur pada setiap sisinya. Berikut adalah gambar dari beberapa konektor *full panel* RISHA MAE.



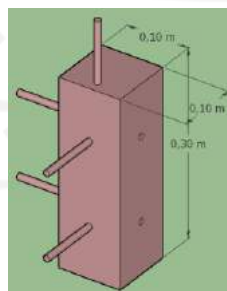
**Gambar 3.18 Konektor K1 Full Panel RISHA MAE**

Konektor ini disebut K1 *Full Panel* yang memiliki ukuran lebar 10 cm, panjang 10 cm, dan tebal 30 cm serta memiliki angkur pada dua sisi yang sejajar, kemudian terdapat titik kolom berada disalah satunya.



**Gambar 3.19 Konektor K2.A Full Panel RISHA MAE**

Konektor ini disebut K2.A *Full Panel* yang memiliki ukuran lebar 10 cm, panjang 10 cm, dan tebal 30 cm serta memiliki angkur pada dua sisi yang tegak lurus, kemudian terdapat titik kolom berada disalah satunya.

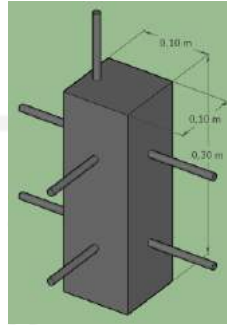


**Gambar 3.20 Konektor K2.B Full Panel RISHA MAE**

Konektor ini disebut K2.B *Full Panel* yang memiliki ukuran lebar 10 cm, panjang 10 cm, dan tebal 30 cm serta memiliki angkur pada dua

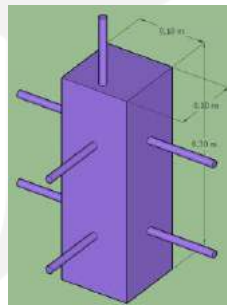


sisi yang tegak lurus, kemudian terdapat titik kolom berada disalah satunya.



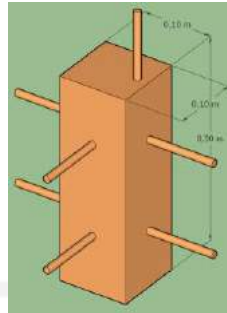
**Gambar 3.21 Konektor K3.A Full Panel RISHA MAE**

Konektor ini disebut K3.A *Full Panel* yang memiliki ukuran lebar 10 cm, panjang 10 cm, dan tebal 30 cm serta memiliki angkur pada tiga sisi yang tegak lurus, kemudian terdapat titik kolom berada disalah satunya.



**Gambar 3.22 Konektor K3.B Full Panel RISHA MAE**

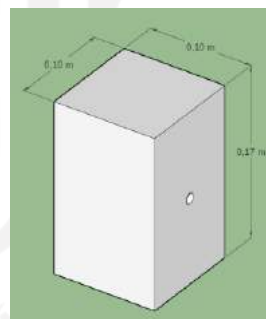
Konektor ini disebut K3.B *Full Panel* yang memiliki ukuran lebar 10 cm, panjang 10 cm, dan tebal 30 cm serta memiliki angkur pada tiga sisi yang tegak lurus, kemudian terdapat titik kolom berada disalah satunya.



**Gambar 3.23 Konektor K3.C Full Panel RISHA MAE**

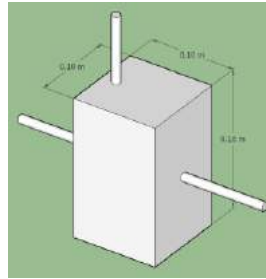
Konektor ini disebut K3.C *Full Panel* yang memiliki ukuran lebar 10 cm, panjang 10 cm, dan tebal 30 cm serta memiliki anchor pada tiga sisi yang tegak lurus, kemudian terdapat titik kolom berada disalah satunya.

4. Konektor *Half Panel* adalah konektor yang digunakan untuk menyambungkan antara *half panel* satu dengan *half panel* lainnya, konektor ini hanya memiliki satu anchor pada setiap sisinya. Berikut adalah gambar dari beberapa konektor *half panel* RISHA MAE.



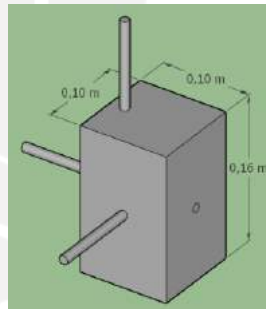
**Gambar 3.24 Konektor K0 Half Panel RISHA MAE**

Konektor ini disebut K0 *Half Panel* yang memiliki ukuran lebar 10 cm, panjang 10 cm, dan tebal 16,5 cm serta tidak memiliki anchor namun memiliki lubang anchor pada dua sisi yang sejajar.



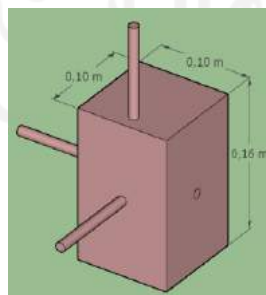
**Gambar 3.25 Konektor K1 *Half Panel* RISHA MAE**

Konektor ini disebut *K1 Half Panel* yang memiliki ukuran lebar 10 cm, panjang 10 cm, dan tebal 16,5 cm serta memiliki angkur pada dua sisi yang sejajar, kemudian terdapat titik angkur kolom pada salah satu sisi.



**Gambar 3.26 Konektor K2.A *Half Panel* RISHA MAE**

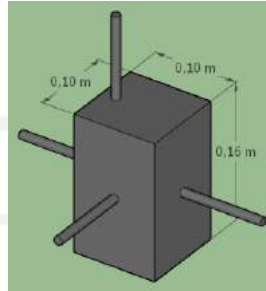
Konektor ini disebut *K2.A Half Panel* yang memiliki ukuran lebar 10 cm, panjang 10 cm, dan tebal 16,5 cm serta memiliki angkur pada dua sisi yang tegak lurus, kemudian terdapat titik angkur kolom pada salah satu sisi.



**Gambar 3.27 Konektor K2.B *Half Panel* RISHA MAE**

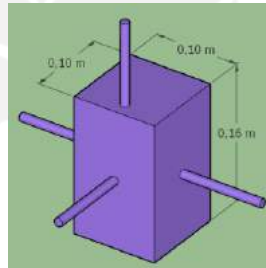
Konektor ini disebut *K2.B Half Panel* yang memiliki ukuran lebar 10 cm, panjang 10 cm, dan tebal 16,5 cm serta memiliki angkur pada dua

sisi yang tegak lurus, kemudian terdapat titik angkur kolom pada salah satu sisi.



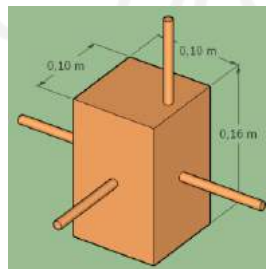
**Gambar 3.28 Konektor K3.A *Half Panel* RISHA MAE**

Konektor ini disebut K3.A *Half Panel* yang memiliki ukuran lebar 10 cm, panjang 10 cm, dan tebal 16,5 cm serta memiliki angkur pada tiga sisi, kemudian terdapat titik angkur kolom pada salah satu sisi.



**Gambar 3.29 Konektor K3.B *Half Panel* RISHA MAE**

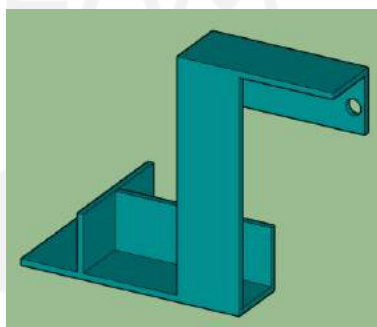
Konektor ini disebut K3.B *Half Panel* yang memiliki ukuran lebar 10 cm, panjang 10 cm, dan tebal 16,5 cm serta memiliki angkur pada tiga sisi, kemudian terdapat titik angkur kolom pada salah satu sisi.



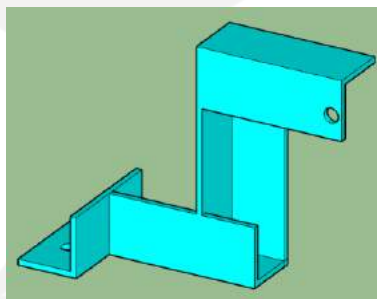
**Gambar 3.30 Konektor K3.C *Half Panel* RISHA MAE**

Konektor ini disebut *K3.C Half Panel* yang memiliki ukuran lebar 10 cm, panjang 10 cm, dan tebal 16,5 cm serta memiliki angkur pada tiga sisi, kemudian terdapat titik angkur kolom pada salah satu sisi.

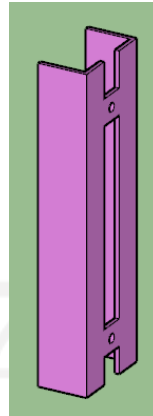
5. Pengunci, terdiri dari sepatu dan *stoper*. Untuk memperkuat sambungan antar panel. Komponen ini bisa digunakan pada *full panel* dan *half panel*. Berikut adalah gambar dari pengunci tersebut.



**Gambar 3.31 Sepatu A RISHA MAE**



**Gambar 3.32 Sepatu B RISHA MAE**



**Gambar 3.33 Stoper RISHA MAE**

6. Aksesori, merupakan kelompok mur, baut, ring dan bahan pelengkap lainnya yang dibutuhkan untuk menyatukan komponen RISHA MAE dalam satu kesatuan struktur bangunan

## **BAB IV METODE PENELITIAN**

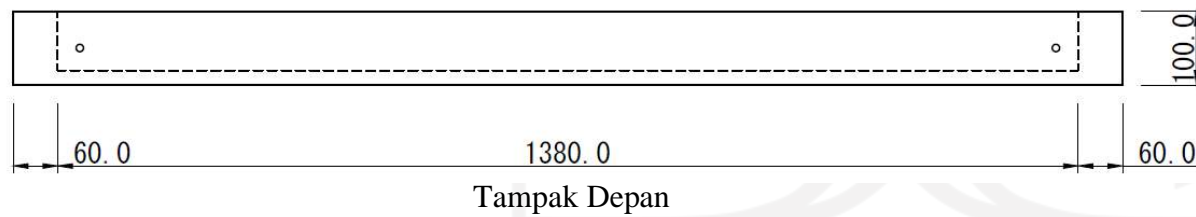
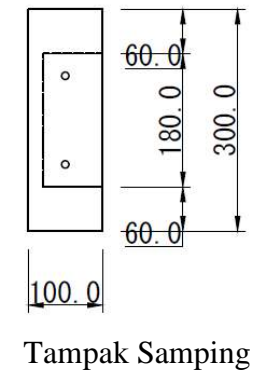
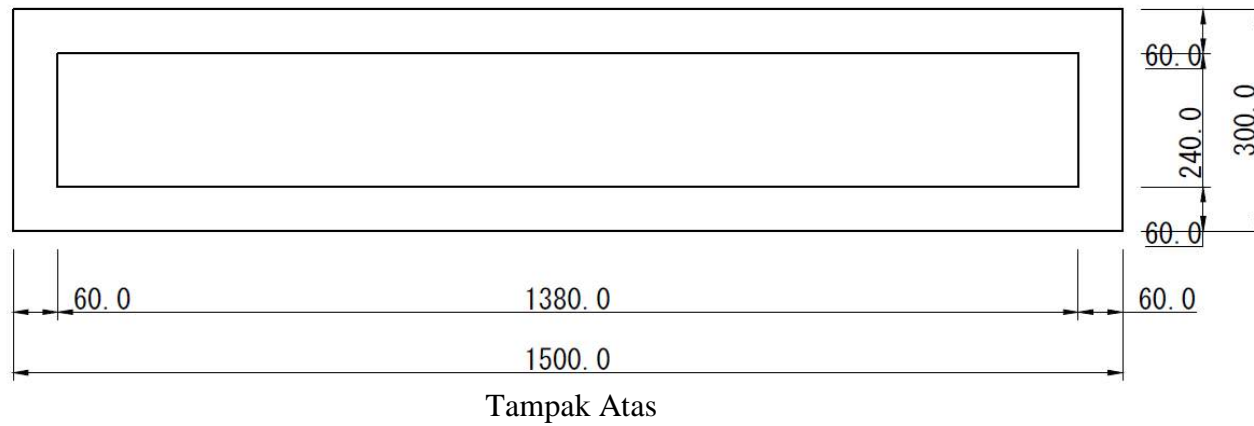
### **4.1 Jenis Penelitian**

Jenis metode penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Metode eksperimental ini merupakan suatu percobaan secara langsung seperti kejadian yang ada di lapangan dari suatu benda uji. Penelitian kali ini objek yang digunakan berupa balok dengan pengujian *loading test* (tes pembebanan) hingga terjadi keruntuhan kemudian akan didapatkan hasil yang menghubungkan beban (*load*) dan perpindahan (*displacement*), dari hasil tersebut akan diolah untuk menemukan nilai kekakuan balok antara variabel benda uji (*specimen*), kemudian metode yang digunakan terdapat studi komparatif yaitu dilakukan dengan membandingkan antara balok dengan konektor dan tanpa konektor.

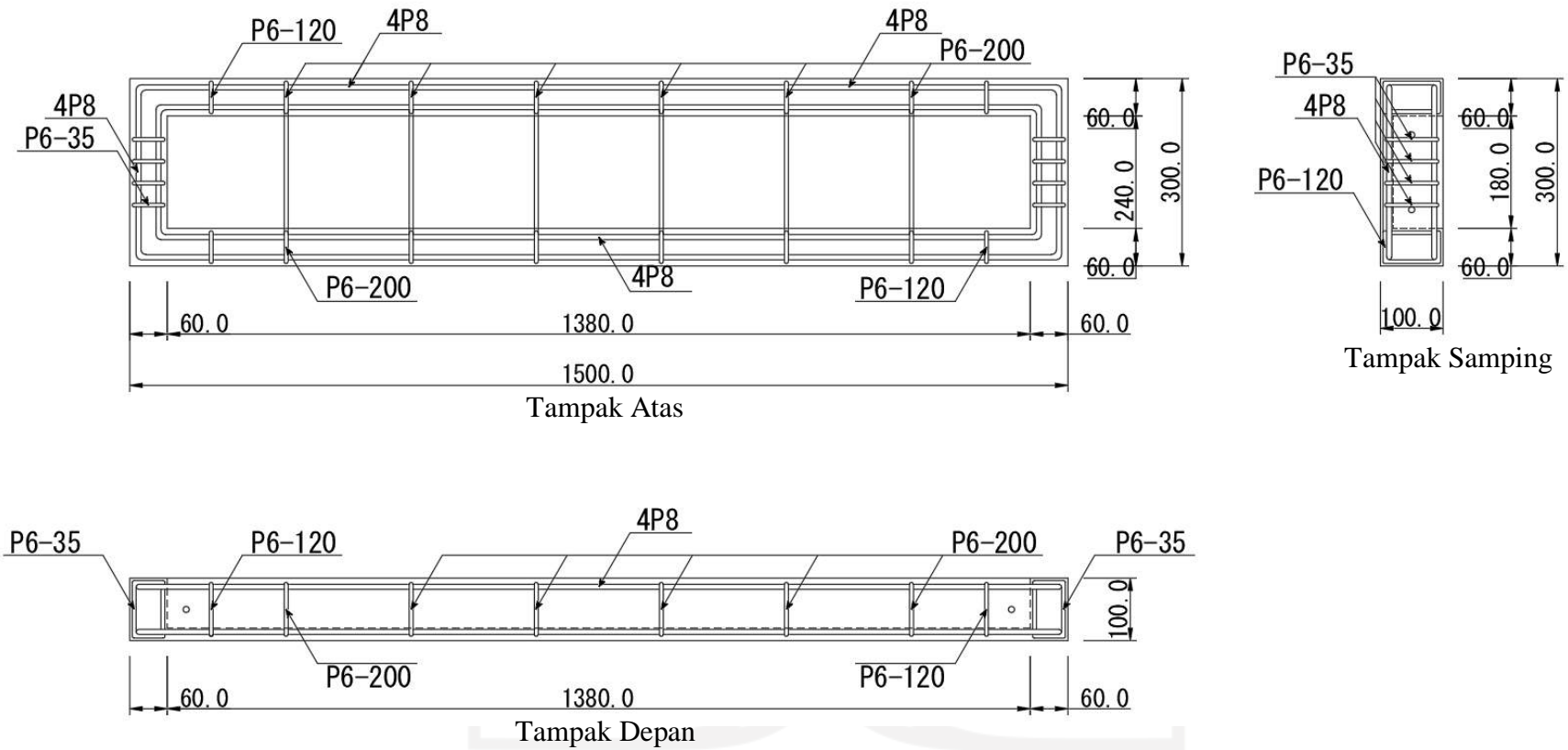
### **4.2 Model Benda Uji**

Objek penelitian yang akan dilakukan adalah dengan menggunakan benda uji dari produk langsung yaitu RISHA MAE P150 dan P30 yang merupakan beton pracetak (*precast*) dengan spesifikasi bahan yang sudah direncanakan berupa beton K225 dengan semen yang berasal dari produk Semen Gresik, pasir berasal dari Gunung Merapi dan besi pokok sebanyak 4 kaki ukuran 8 mm polos penuh dengan sengkang 6 mm polos penuh. Semua besi sudah sesuai SNI diambil dari Semanggi, Solo yang memiliki  $f_y$  sebesar 240 MPa. Pada tiap komponen memiliki desain tulangan yang berebeda – beda. Komponen pelengkap yang digunakan adalah baut ukuran 12 dengan panjang 10 cm digunakan untuk penyambungan, kemudian *stopper* komponen yang dibuat oleh RISHA MAE digunakan untuk penambah perkuatan pada bagian sambungan balok dan dipasang pada sisi bawah balok pada daerah tarik. Sebelum melakukan pengujian pada benda uji balok RISHA MAE maka akan dilakukan pengujian bahan – bahan penyusunya guna mendapatkan data pelengkap, seperti pengujian kuat tekan beton dan pengujian kuat tarik besi. Berikut adalah gambar detail untuk benda uji yang akan digunakan.

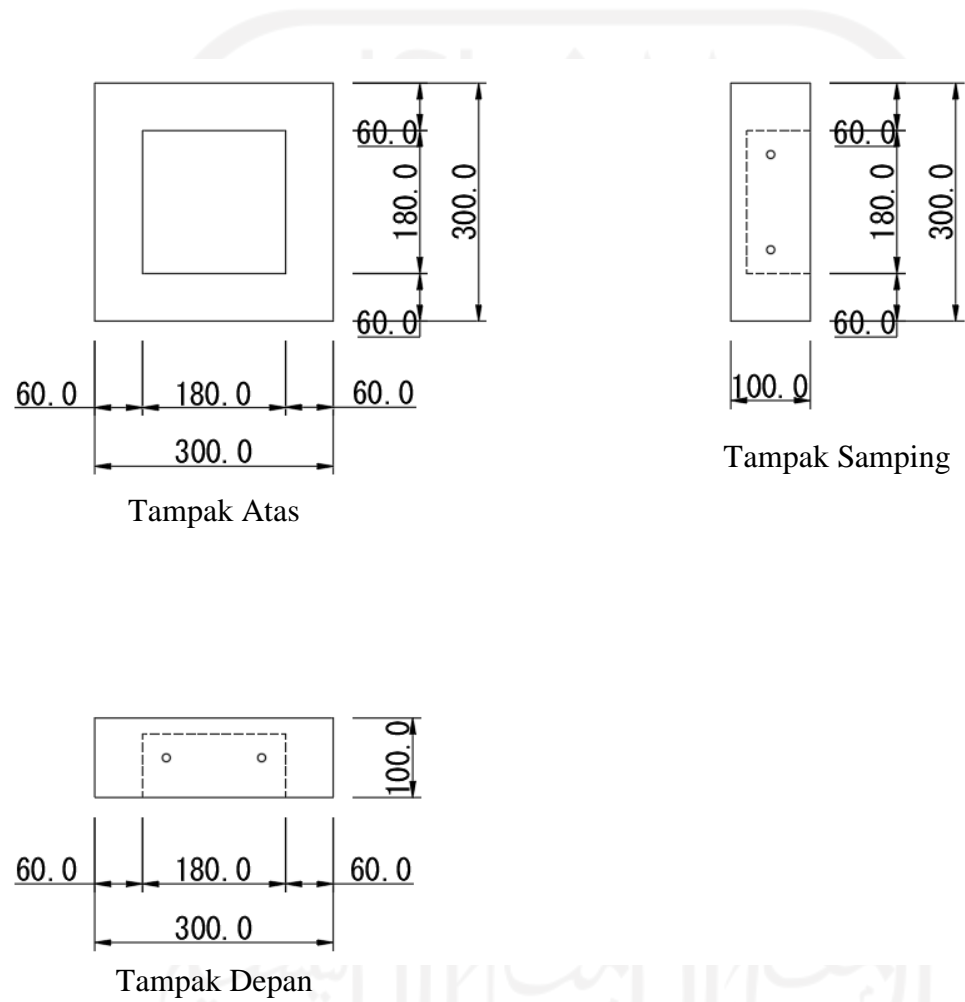




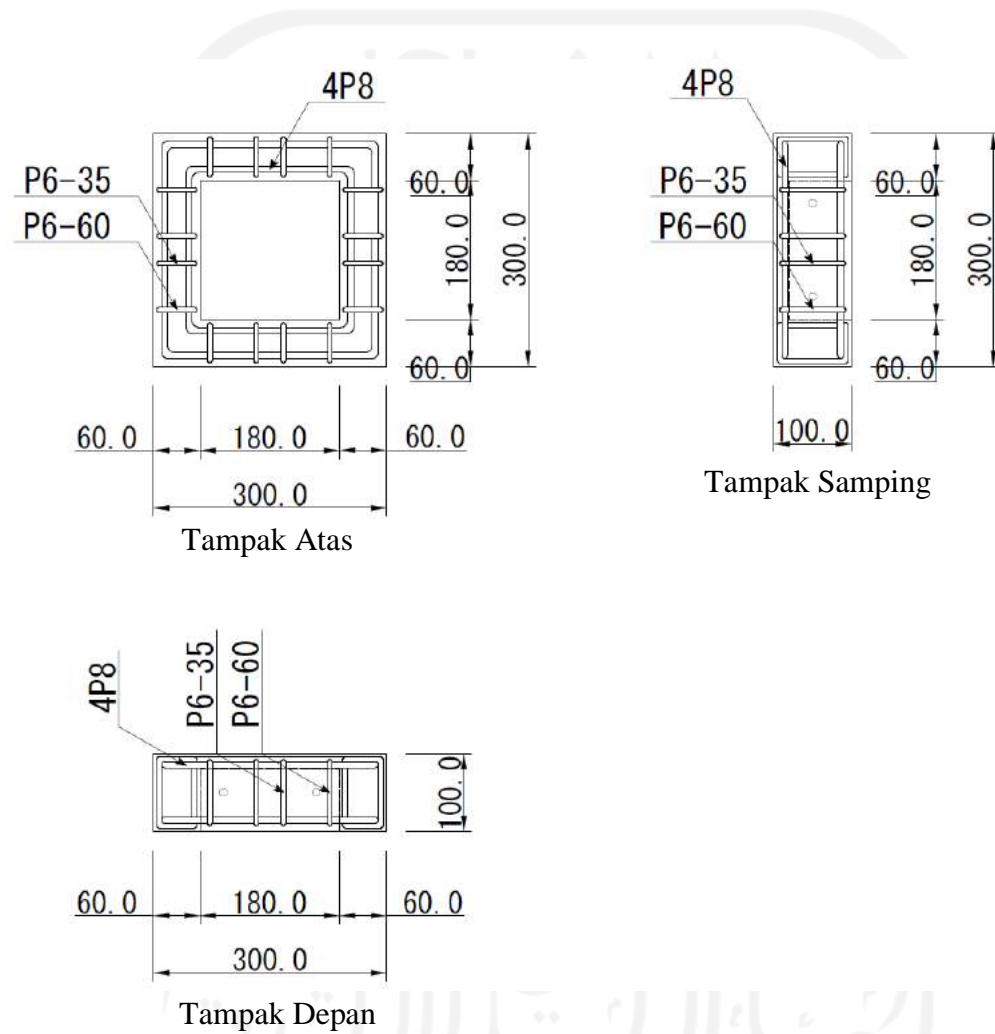
Gambar 4.1 Tampak Komponen P150 *Full* RISHA MAE



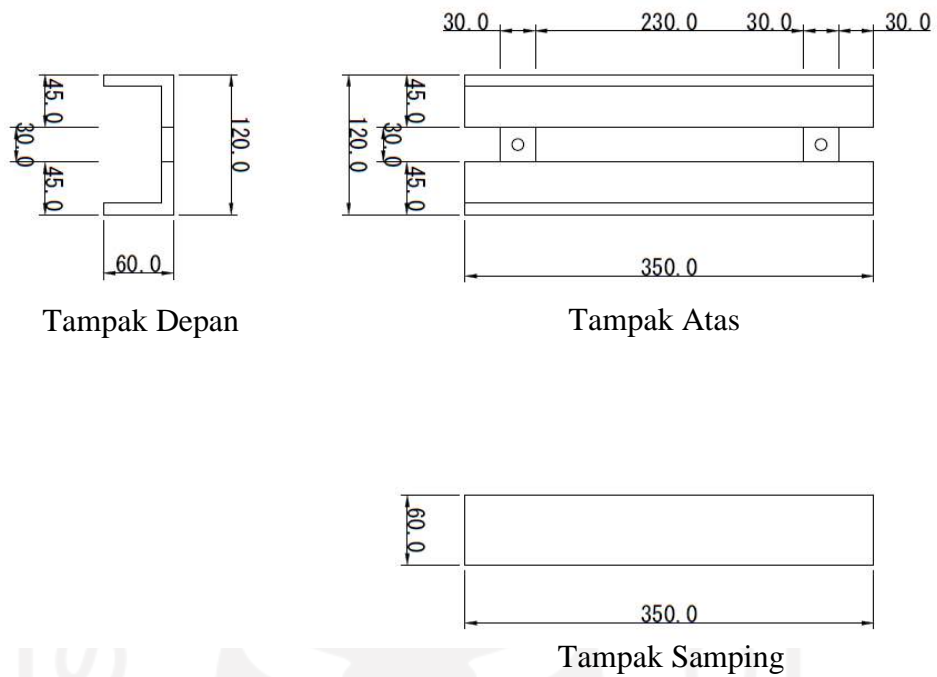
Gambar 4.2 Pembesian Komponen P150 Full RISHA MAE



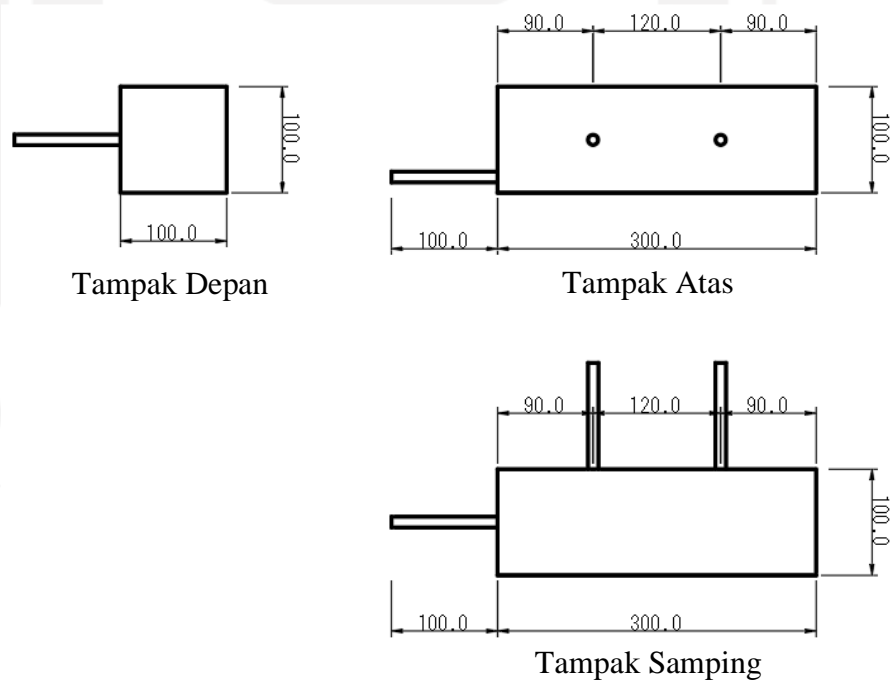
**Gambar 4.3 Tampak Komponen P30 Full RISHA MAE**



**Gambar 4.4** Pembesian Komponen P30 *Full* RISHA MAE



**Gambar 4.5 Tampak Komponen *Stoper* RISHA MAE**

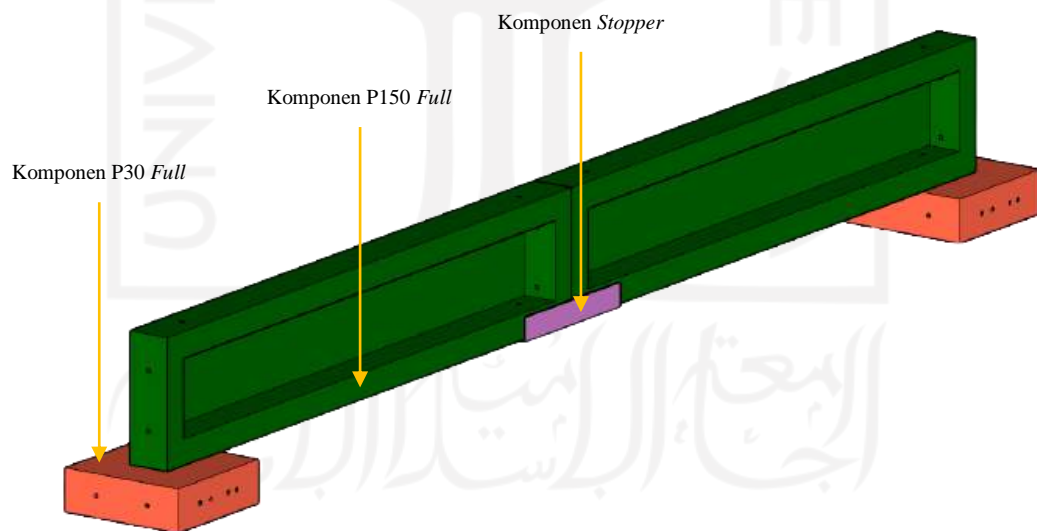


**Gambar 4.6 Tampak Komponen Konektor RISHA MAE**

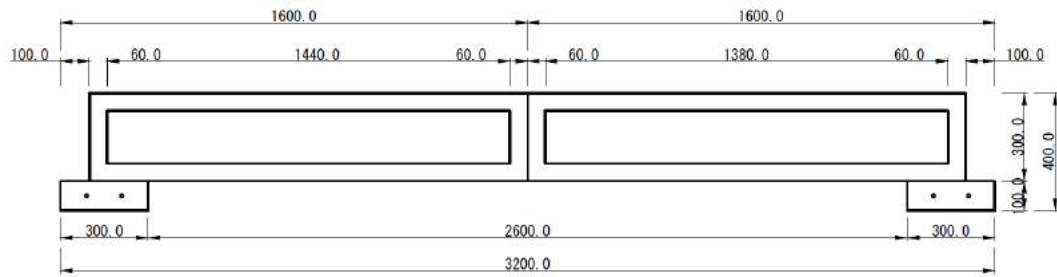
Pada penelitian kali ini terdapat dua macam variabel berupa dua macam balok. Untuk yang pertama berupa Balok

#### 4.2.1 Balok Polos (BP)

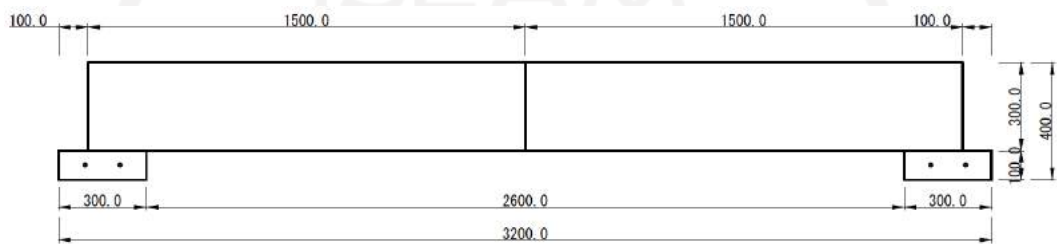
Benda uji balok polos adalah elemen balok ukuran 3 m yang mana disusun atas dua buah susunan panel P150 *Full* disusun secara memanjang digabungkan dengan baut antar sambungannya kemudian diberikan perkuatan berupa penambahan komponen *stopper*. Pada ujung-ujung tumpuan balok digunakan komponen P30 *Full* disusun mendatar untuk menopang benda uji tersebut. Jumlah benda uji tersebut sebanyak tiga buah. Pembebanan pada balok polos dilakukan pada bagian tengah bentangan oleh alat *loading test* dan diberikan alat tambahan berupa LVDT (*Linear Variable Differential Transformer*) untuk mendapatkan data *displacement* atau penurunan yang terjadi akibat pembebanan. Berikut adalah gambar benda uji tersebut serta perletakan titik beban dan LVDT (*Linear Variable Differential Transformer*). Berikut adalah gambar 3D dan gambar 2D dari rencana benda uji balok polos.



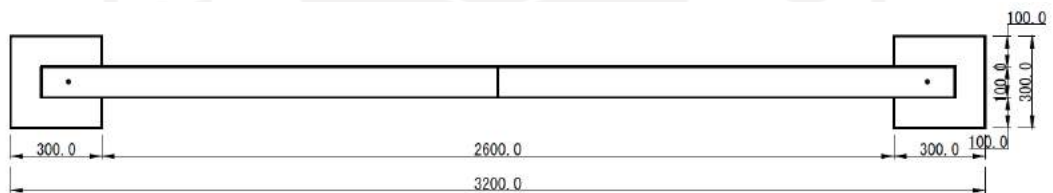
**Gambar 4.7 Gambar 3D Benda Uji Balok Polos**



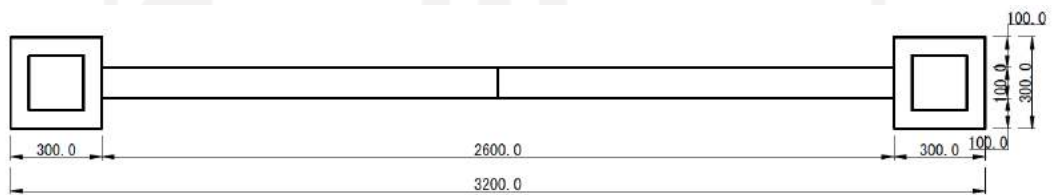
**Gambar 4.8 Benda Uji Balok Polos Tampak Depan**



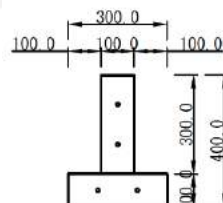
**Gambar 4.9 Benda Uji Balok Polos Tampak Belakang**



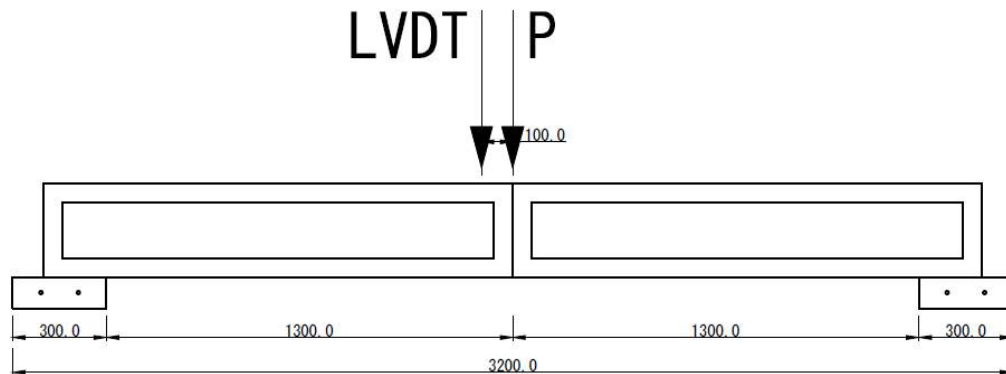
**Gambar 4.10 Benda Uji Balok Polos Tampak Atas**



**Gambar 4.11 Benda Uji Balok Polos Tampak Bawah**



**Gambar 4.12 Benda Uji Balok Polos Tampak Samping**



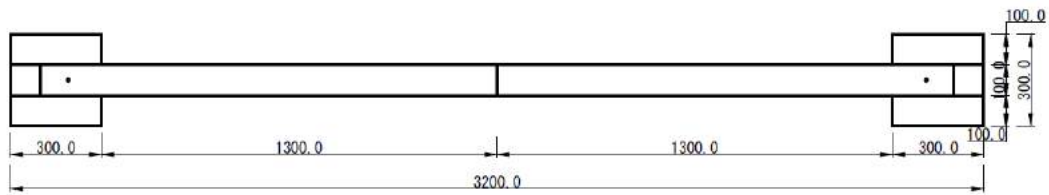
**Gambar 4.13 Letak Pembebanan dan LVDT Benda Uji Balok Polos**

#### 4.2.2 Balok dengan Konektor (BK)

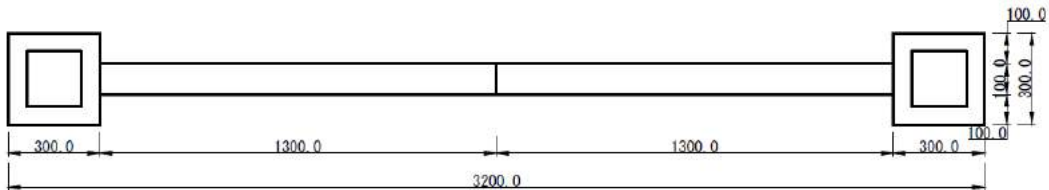
Balok dengan konektor merupakan benda uji yang sama dengan balok polos diatas khusus pada bagian elemen utamanya. Perbedaannya benda uji kali ini digunakan konektor diujung – ujung tumpuan balok. Oleh karena terdapat konektor maka diberikan kolom pendek sebagai tumpuannya, konektor ini menghubungkan balok menggunakan baut tanam yang ada di konektor itu sendiri, begitu pula ketika konektor menghubungkan kolom juga terdapat baut tanamnya. Kolom tersebut menggunakan komponen P30 *Full* RISHA MAE begitu pula dudukannya digunakan P30 *Full* RISHA MAE disusun sama persis seperti benda uji balok polos sebelumnya. Balok dengan konektor berjumlah 3 buah sama dengan balok polos. Berikut adalah gambar 3D dan gambar 2D dari rencana benda uji balok dengan konektor.



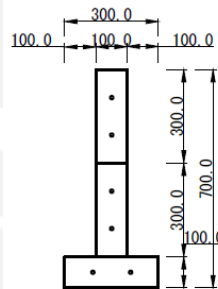




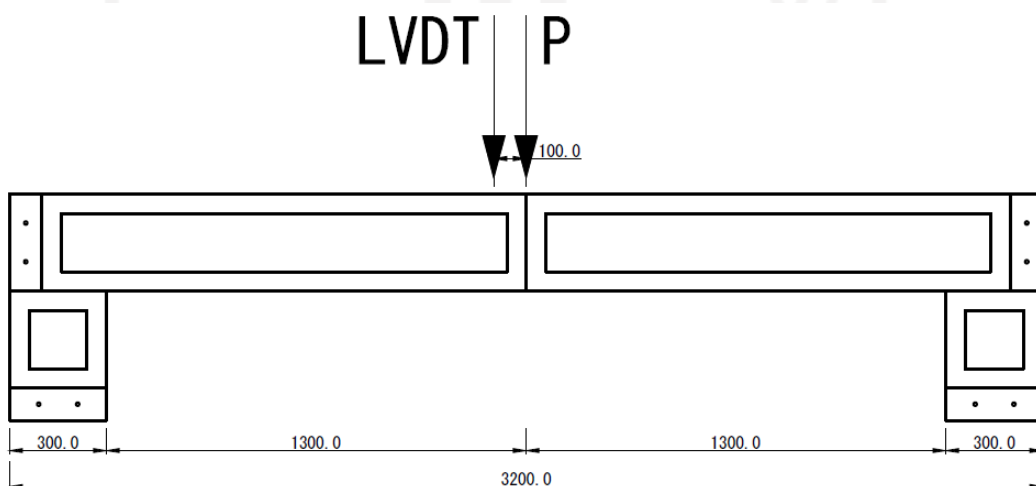
**Gambar 4.17 Benda Uji Balok dengan Konektor Tampak Atas**



**Gambar 4.18 Benda Uji Balok dengan Konektor Tampak Bawah**



**Gambar 4.19 Benda Uji Balok dengan Konektor Tampak Samping**



**Gambar 4.20 Letak Pembebanan dan LVDT Benda Uji Balok dengan Konektor**

### 4.3 Peralatan Penelitian

Berikut adalah alat yang digunakan pada penelitian kali ini.

1. Alat *Loading Test* (Tes Pembebanan) di Lab TBK Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
2. Alat LVDT (*Linear Variable Differential Transformer*) di Lab TBK Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
3. Microsoft Excel untuk analisis data.

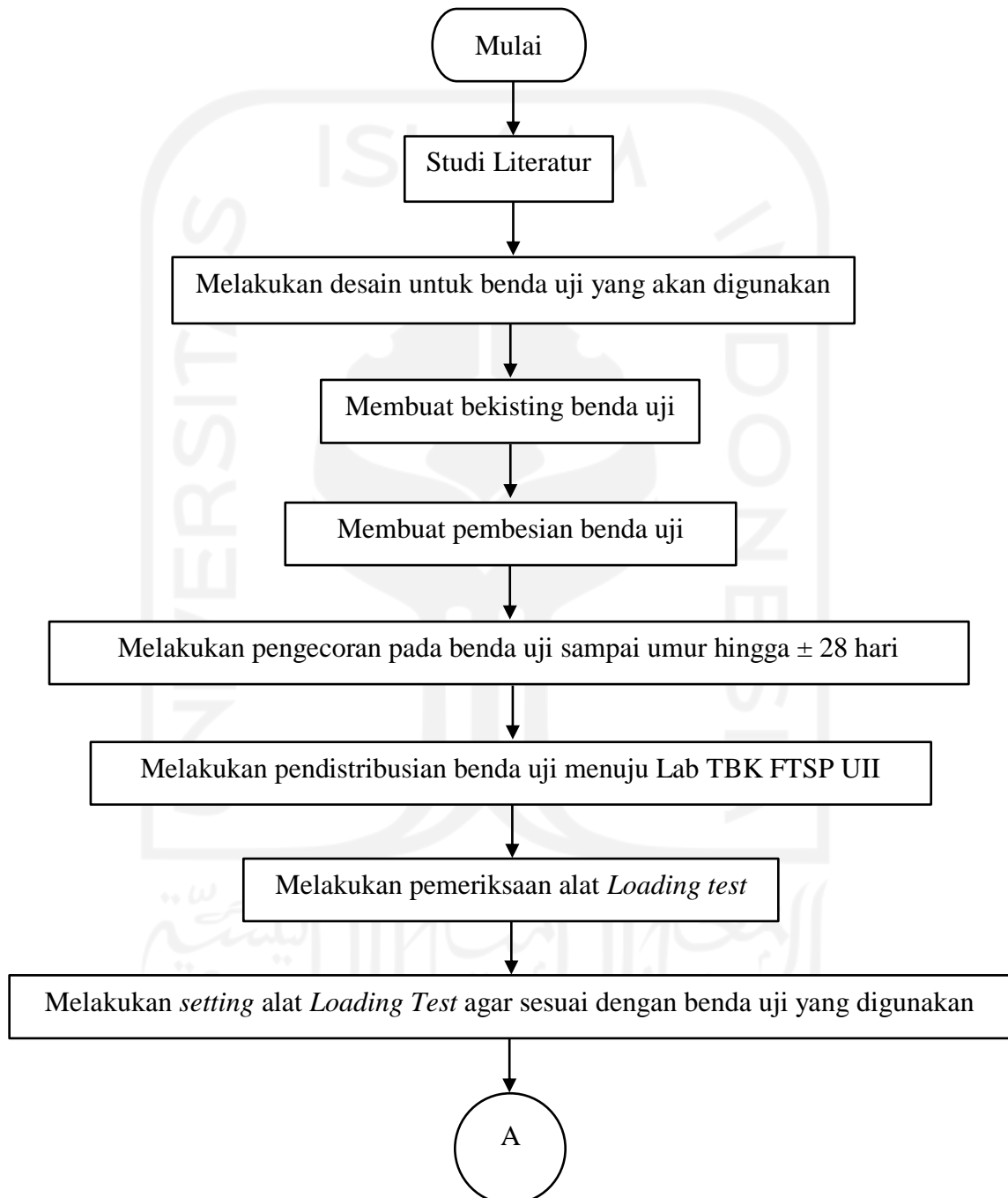
### 4.4 Tahapan Penelitian

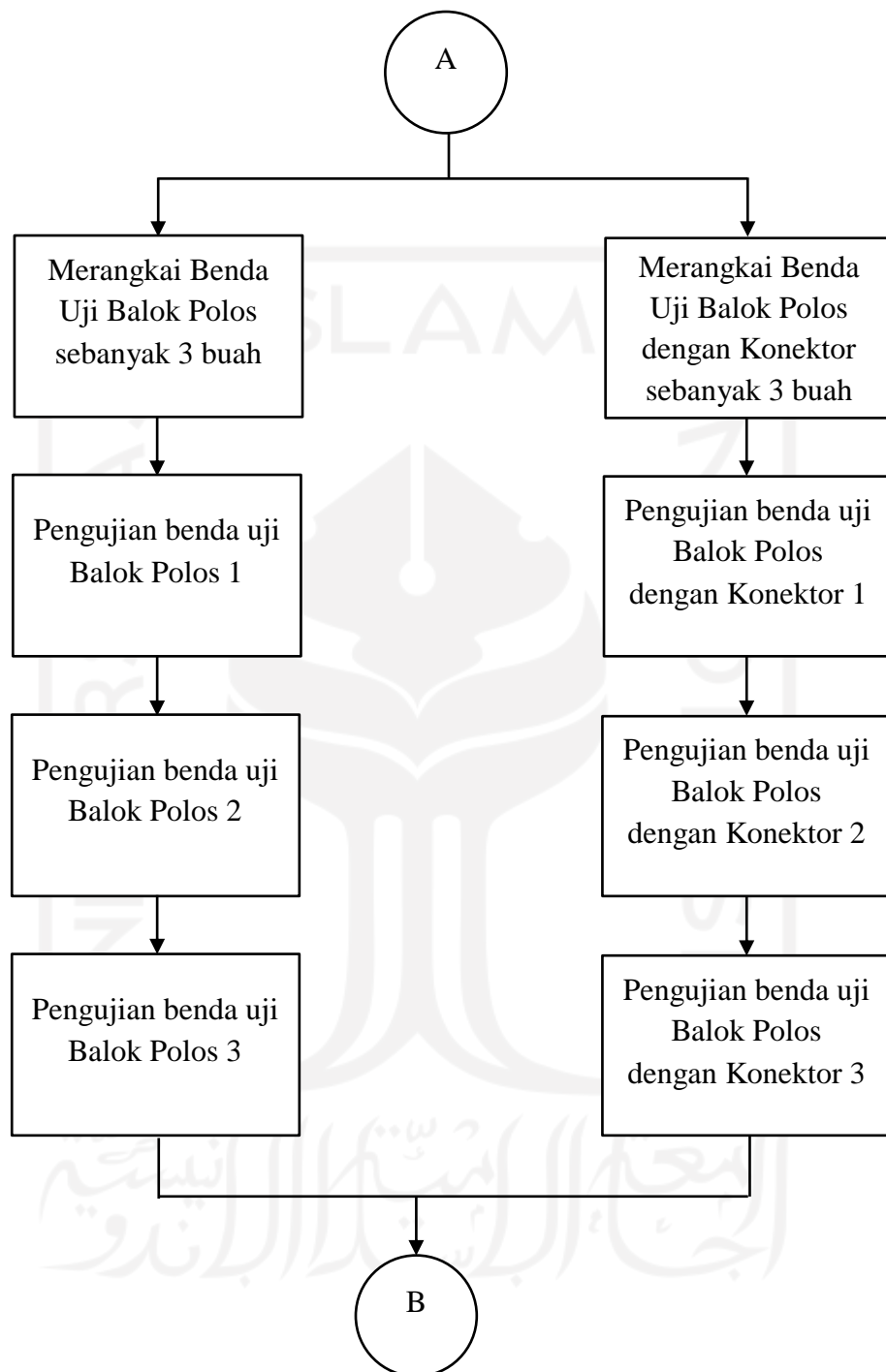
Penelitian ini akan dilaksanakan secara berurutan agar bisa mencapai tujuan dan maksud yang diinginkan. Berikut beberapa tahapan dalam melaksanakan penelitian ini.

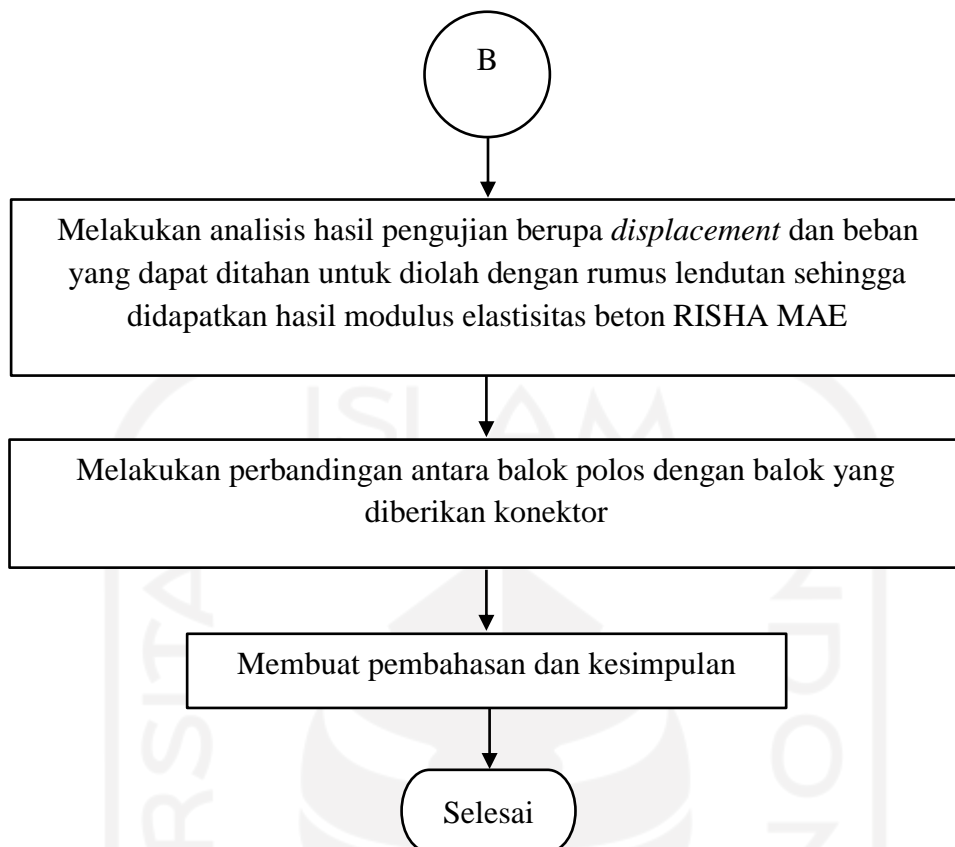
1. Melakukan studi literatur
2. Melakukan desain untuk benda uji yang akan digunakan
3. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk membuat benda uji
4. Membuat tiga benda uji Balok Polos
5. Membuat tiga Benda uji Balok dengan Konektor
6. Melakukan pendistribusian benda uji menuju Lab TBK FTSP UII
7. Melakukan pemeriksaan alat *Loading test*
8. Melakukan *setting* alat *Loading Test* agar sesuai dengan benda uji yang digunakan
9. Pengujian benda uji Balok Polos sebanyak tiga kali hingga retak pertama dan sebelum pengujian disertai pemasangan alat LVDT
10. Pengujian benda uji Balok dengan Konektor sebanyak tiga kali hingga retak pertama dan sebelum pengujian disertai pemasangan alat LVDT
11. Melakukan analisis hasil pengujian berupa *displacement* yang didapat dari alat LVDT dan beban yang diperoleh dari alat *loading test* untuk diolah menjadi nilai kekakuan
12. Melakukan perbandingan antara balok polos dengan balok yang diberikan konektor
13. Membuat pembahasan dan kesimpulan

#### 4.5 Bagan Alir

Langkah penelitian tersebut dapat dilihat pada bagan alir seperti dibawah ini.







**Gambar 4.21 Bagan Alir Penelitian**

#### **4.6 Jadwal Penelitian**

Jadwal penelitian Tugas Akhir dapat dilihat pada halaman lampiran.

## **BAB V**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1 Tinjauan Umum**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik FTSP Universitas Islam Indonesia dan juga Laboratorium Struktur dan Mekanika Rekayasa FTSP Universitas Islam Indonesia. Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik FTSP Universitas Islam Indonesia digunakan untuk memeriksa sifat fisik baja tulangan agar sesuai dengan SNI 2052:2017 kemudian peminjaman cetakan untuk membuat benda uji silinder serta peminjaman kerucut abrasi untuk menemukan nilai *slump*. Pada Laboratorium Bahan Konstruksi seharusnya juga dilakukan pengujian pada material-material penyusun beton yang lain yaitu pemeriksaan bahan agregat yang digunakan baik halus maupun kasar yang dimana terdapat pemeriksaan analisis saringan dan pemeriksaan modulus halus butir hingga pada akhirnya data tersebut digunakan untuk keperluan *mix design*. Namun hal itu tidak perlu dilakukan karena *mix design* untuk beton RISHA MAE telah memiliki aturan baku di *workshop*. Maka dari itu Laboratorium Bahan Konstruksi hanya digunakan untuk pengujian kuat tekan beton dan kuat tarik belah beton serta kuat tarik baja tulangan. Laboratorium Struktur dan Mekanika Rekayasa FTSP Universitas Islam Indonesia digunakan untuk melakukan pengujian balok RISHA MAE baik menggunakan konektor dan tidak menggunakan konektor. Hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium masih merupakan data dasar yang perlu dianalisis untuk mendapatkan nilai kekakuan balok.

#### **5.2 Pemeriksaan Sifat Fisik Baja Tulangan**

Baja tulangan pada beton merupakan baja yang memiliki bentuk silinder batangan yang digunakan untuk penulangan beton. Baja tulangan memiliki banyak jenis mulai dari ukuran dan jenis permukaan yang biasa dikenal dengan baja polos ataupun baja ulir (*deform*). Baja tulangan sangat diperlukan dalam struktur beton

untuk menunjang kekuatan tarik, dikarenakan baja memiliki kekuatan tarik yang tinggi sedangkan beton memiliki kekuatan tarik yang relatif rendah.

Baja tulangan yang digunakan pada penelitian ini berjenis polos dengan ukuran 8 mm untuk tulangan pokok dan ukuran 6 mm untuk tulang sengkang. Produksi baja ini berasal dari Semanggi, Solo.

#### 5.4.1 Pemeriksaan Berat Volume Tarik Baja Tulangan

Berikut adalah hasil pengujian berat volume baja tulangan untuk ukuran 8 mm dan 6 mm dapat dilihat pada Tabel 5.1.

**Tabel 5.1 Berat Volume Baja**

No.	Diameter Nominal (mm)		Diameter uji/do (mm)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Berat Volume (kg/m <sup>3</sup> )	Keterangan / Kode Benda Uji
1	B (kg)	0.172	7.487	44.026	1945.594	8A
	P (m)	0.498				
2	B (kg)	0.175	7.56	44.888	1937.585	8B
	P (m)	0.497				
3	B (kg)	0.175	7.515	44.356	1984.532	8C
	P (m)	0.503				
4	B (kg)	0.091	5.3	22.062	2058.260	6A
	P (m)	0.499				
5	B (kg)	0.089	5.25	21.648	2055.661	6B
	P (m)	0.5				
6	B (kg)	0.086	5.5	23.758	1802.654	6C
	P (m)	0.498				

Dilihat dari hasil yang didapatkan rerata berat volume baja tulangan 8 mm polos dan 6 mm polos adalah 1964.048 kg/m<sup>3</sup>.

#### 5.4.2 Pemeriksaan Kuat Tarik Baja Tulangan

Berikut adalah hasil dari pemeriksaan sifat fisik baja tulangan untuk ukuran 8 mm dapat dilihat pada Tabel 5.2.



**Tabel 5.2 Pemeriksaan Baja Tulangan Ukuran 8 mm**

No.	Diameter Nominal (mm)		Diameter uji/do (mm)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Kuat Tarik Leleh (MPa)	Kuat Tarik Maksimal (MPa)	Keterangan / Kode Benda Uji
	B (kg)	P (m)					
1	B (kg)	0.172	7.487	44.026	391.771	552.042	8A
	P (m)	0.498					
2	B (kg)	0.175	7.56	44.888	399.524	565.447	8B
	P (m)	0.497					
3	B (kg)	0.175	7.515	44.356	386.648	554.564	8C
	P (m)	0.503					
<b>Rata – rata</b>						<b>392,648</b>	

Dilihat dari hasil yang didapatkan rerata nilai kuat tarik leleh atau  $f_y$  dari baja tulangan 8 mm polos adalah 392.648 MPa, dari hasil tersebut diketahui bahwa baja tulangan yang digunakan pada penelitian kali ini sudah memenuhi syarat bahwa minimal kuat tarik baja tulangan polos adalah 240 MPa. Berikut adalah hasil dari pemeriksaan sifat fisik baja tulangan untuk ukuran 6 mm dapat dilihat pada Tabel 5.3.

**Tabel 5.3 Pemeriksaan Baja Tulangan Ukuran 6 mm**

No.	Diameter Nominal (mm)		Diameter uji/do (mm)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Kuat Tarik Leleh (MPa)	Kuat Tarik Maksimal (MPa)	Keterangan / Kode Benda Uji
	B (kg)	P (m)					
1	B (kg)	0.091	5.3	22.062	399.785	573.025	8A
	P (m)	0.499					
2	B (kg)	0.089	5.25	21.648	411.963	581.729	8B
	P (m)	0.5					
3	B (kg)	0.086	5.5	23.758	350.613	507.359	8C
	P (m)	0.498					
<b>Rata – rata</b>						<b>387,455</b>	

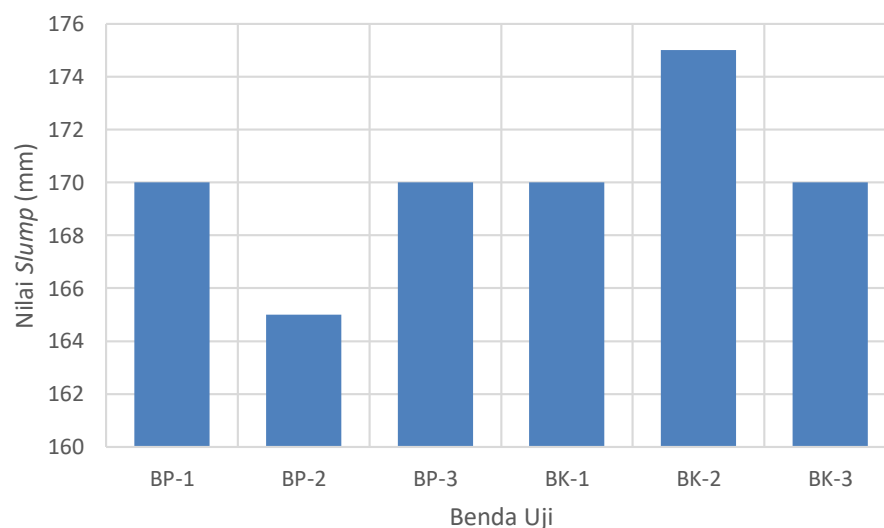
Dilihat dari hasil yang didapatkan rerata nilai kuat tarik leleh atau  $f_y$  dari baja tulangan 6 mm polos adalah 387.454 MPa, dari hasil tersebut diketahui bahwa baja tulangan yang digunakan pada penelitian kali ini sudah memenuhi syarat bahwa minimal kuat tarik baja tulangan polos adalah 240 MPa.

### 5.3 Hasil Pengujian *Slump*

Pengujian *Slump* adalah pengujian kekentalan adukan beton dinyatakan dalam mm ditentukan dengan alat kerucut abram (SNI 03-1972-1990 tentang Metode Pengujian *Slump* Beton Semen Portland). Pada pengujian kali ini direncanakan nilai *slump* sebesar 60 – 180 mm dan dilakukan sebanyak enam kali sesuai dengan jumlah benda uji yang akan digunakan. Pada pengujian ini didapati nilai yang relatif sama dikarenakan pada pembuatan komponen RISHA MAE dilakukan cukup pada satu kali tahap proses. Hasil pengujian *slump* dapat dilihat pada Tabel 5.4 dan Gambar 5.1 berikut ini.

**Tabel 5.4 Hasil Pengujian Nilai *Slump* Setiap Variasi**

No.	Nama Sampel	<i>Slump</i> (mm)
1	BP-1	170
2	BP-2	165
3	BP-3	170
4	BK-1	170
5	BK-2	175
6	BK-3	170



**Gambar 5.1 Grafik Pengujian *Slump***

Berdasarkan hasil yang didapatkan bahwa nilai *slump* beton yang digunakan untuk pengujian telah memenuhi persyaratan, sehingga benda uji bisa digunakan. Pada praktiknya nilai *slump* ini bisa berubah kembali setiap tahap proses dikarenakan pemberian air pada campuran beton dilakukan dengan kran yang mana terkadang terdapat perbedaan antara satu tahap proses satu dengan yang lainnya, namun prinsip yang dipegang adalah nilai *slump* tidak boleh kurang dari batas lebih dari yaitu 180 mm, dikarenakan apabila kurang dari batas tersebut maka ditakutkan pada pengecorannya terdapat kesulitan karena adukan beton tidak masuk ke sela sela tulangan komponen RISHA MAE yang relatif kecil kurang lebih 1 cm.

#### 5.4 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton didapatkan dengan membuat benda uji silinder sebanyak tiga buah dengan ukuran tinggi 30 cm dan lebar 15 cm. *Mix design* telah ditentukan sesuai dengan komposisi yang ada. Kuat tekan beton RISHA MAE telah ditentukan sebesar K250 atau 20,75 MPa. Beton segar dibuat di *workshop* secara langsung.

Hasil kuat tekan beton dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut ini.

**Tabel 5.5 Hasil Pengujian Kuat Desak Beton**

No Sampel	Ukuran Nominal		Kekuatan Maksimal Dial	Luas Lingkaran (mm <sup>2</sup> )	Kuat Desak Maks (MPa)
	P (cm)	L (cm)			
S1	P (cm)	29.8	530	17.203,36	30,80793
	L (cm)	14.8			
S2	P (cm)	29.8	450	17.203,36	26,15768
	L (cm)	14.8			
S3	P (cm)	29.8	453	17.203,36	26,33206
	L (cm)	14.8			
Rata - rata					27,76589

Hasil diatas menunjukkan bahwa hasil yang didapatkan memiliki perbedaan. Hal itu dikarenakan adanya perbedaan tempat pada saat pengujian dan pembuatan benda uji. Benda uji dibuat di pabrik RISHA MAE Kabupaten Klaten, Jawa Tengah

kemudian dicor pada cetakan yang sudah ditentukan kemudian tanpa menunggu waktu satu hari pengeringan langsung dibawa ke Lab Bahan Konstruksi Teknik (BKT) sehingga dimungkinkan terjadi segregasi pada sebagian benda uji yang digunakan yang mengakibatkan hasil kuat tekan sedikit memiliki perbedaan. Hasil rata – rata yang didapatkan adalah sebesar 27,77 MPa yang mana telah memenuhi syarat kuat tekan rencana sebesar 25 MPa.

### 5.5 Kuat Tarik Belah Beton

Kuat tarik beton juga didapatkan dengan membuat benda uji silinder sebanyak tiga buah dengan ukuran tinggi 30 cm dan lebar 15 cm. *Mix design* telah ditentukan sesuai dengan komposisi yang ada dan beton segar juga dibuat di *workshop* secara langsung.

Hasil tarik belah beton dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut ini.

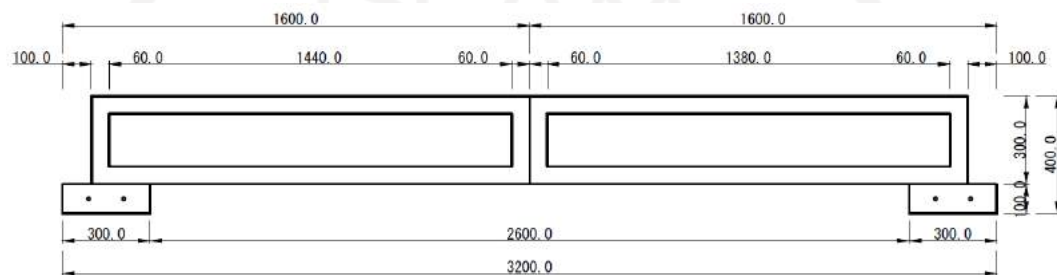
**Tabel 5.6 Hasil Pengujian Tarik/Belah Beton**

No Sampel	Ukuran Nominal		Kekuatan Maksimal Dial	Luas Persegi (mm <sup>2</sup> )	Kuat Tarik Belah Maks (MPa)
	P (cm)	L (cm)			
S4	P (cm)	29.7	238	43.362,00	3,494
	L (cm)	14.6			
S5	P (cm)	29.7	194	43.956,00	2,810
	L (cm)	14.8			
S6	P (cm)	29.9	180	44.551,00	2,572
	L (cm)	14.9			
Rata - rata					2,95869

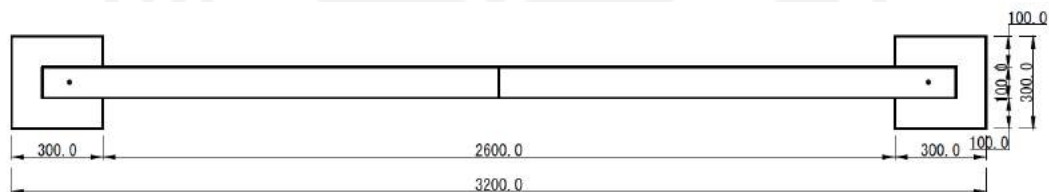
Hasil diatas menunjukkan bahwa hasil yang didapatkan memiliki perbedaan sama halnya dengan kuat tekan beton, dikarenakan pembuatan benda uji untuk tarik/belah beton bersamaan dengan pembuatan kuat tekan beton. Hasil rata – rata yang didapatkan adalah sebesar 2,959 MPa yang mana telah memenuhi syarat kuat tarik/belah beton sebesar 9 – 15% dari  $f'_c$  yaitu antara 2,5 - 4,2 MPa.

## 5.6 Pengujian Balok RISHA MAE

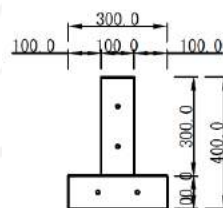
Pengujian balok RISHA MAE dilakukan menggunakan alat Loading Test yang berada di Laboratorium Struktur & Mekanika Rekayasa. Pada penelitian kali ini berhasil menguji balok polos (BP) sebanyak 3 buah dan balok dengan konektor (BK) sebanyak 3 buah. Berikut adalah kondisi benda pada pengujian yang dilakukan baik balok polos maupun balok dengan konektor.



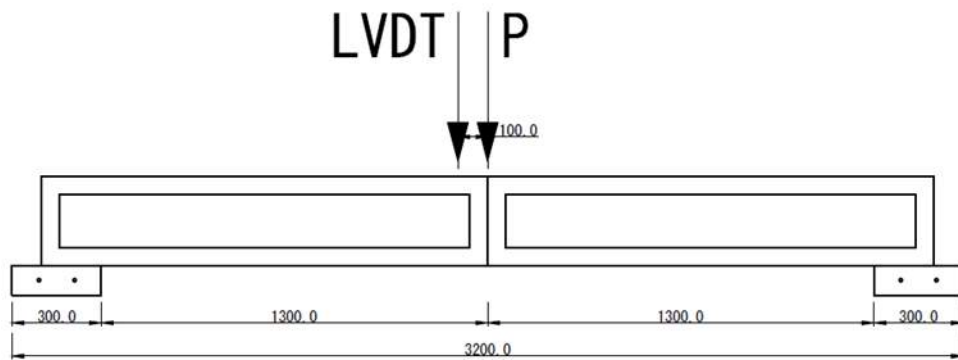
**Gambar 5.2 Benda Uji Balok Polos (BP) Tampak Depan**



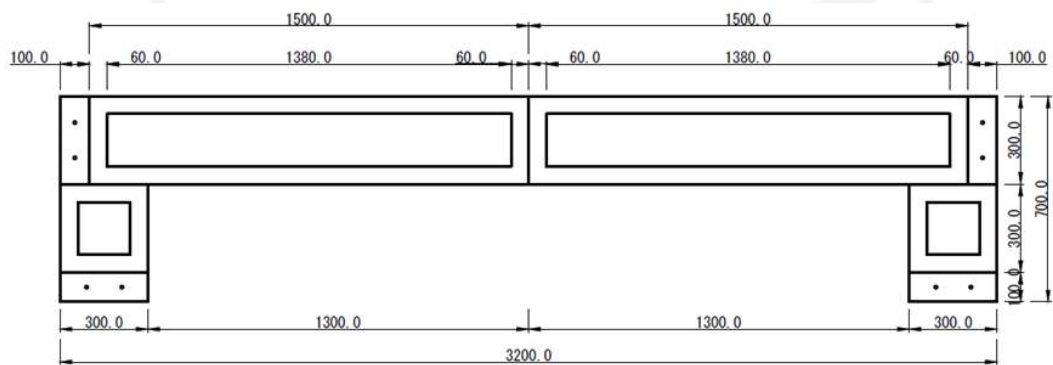
**Gambar 5.3 Benda Uji Balok Polos (BP) Tampak Atas**



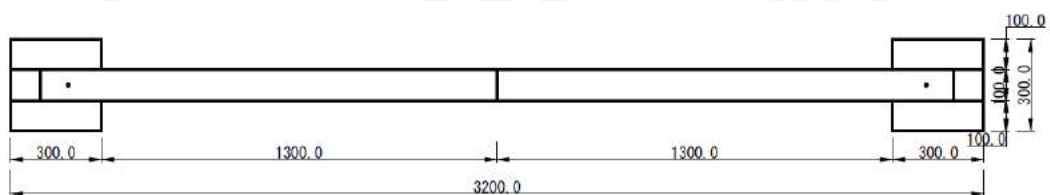
**Gambar 5.4 Benda Uji Balok Polos (BP) Tampak Samping**



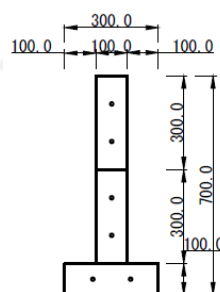
**Gambar 5.5 Letak Pembebanan dan LVDT Benda Uji Balok Polos (BP)**



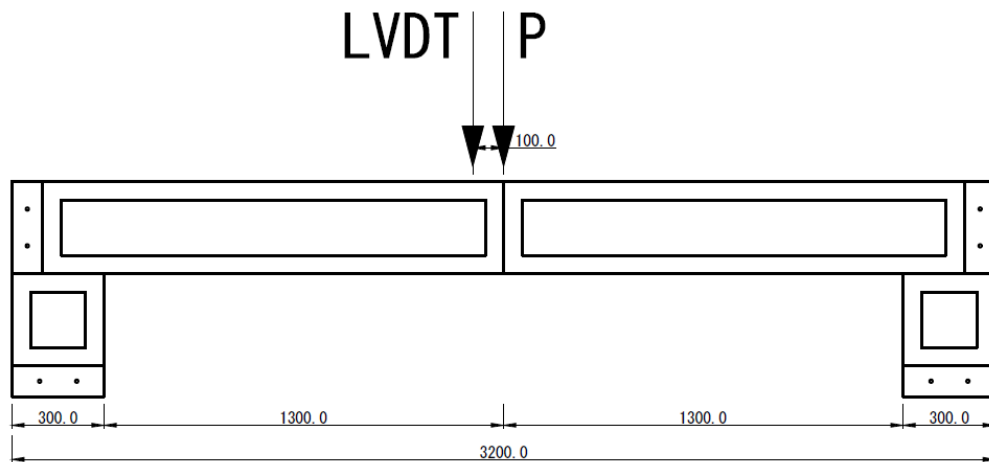
**Gambar 5.6 Benda Uji Balok dengan Konektor (BK) Tampak Depan**



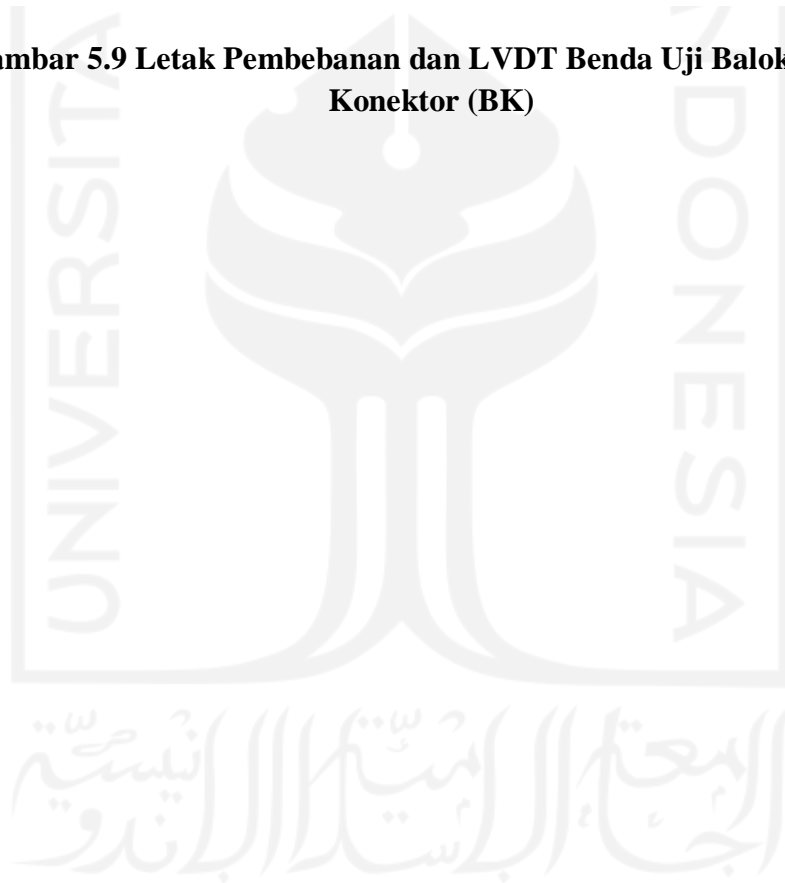
**Gambar 5.7 Benda Uji Balok dengan Konektor (BK) Tampak Atas**



**Gambar 5.8 Benda Uji Balok dengan Konektor (BK) Tampak Samping**

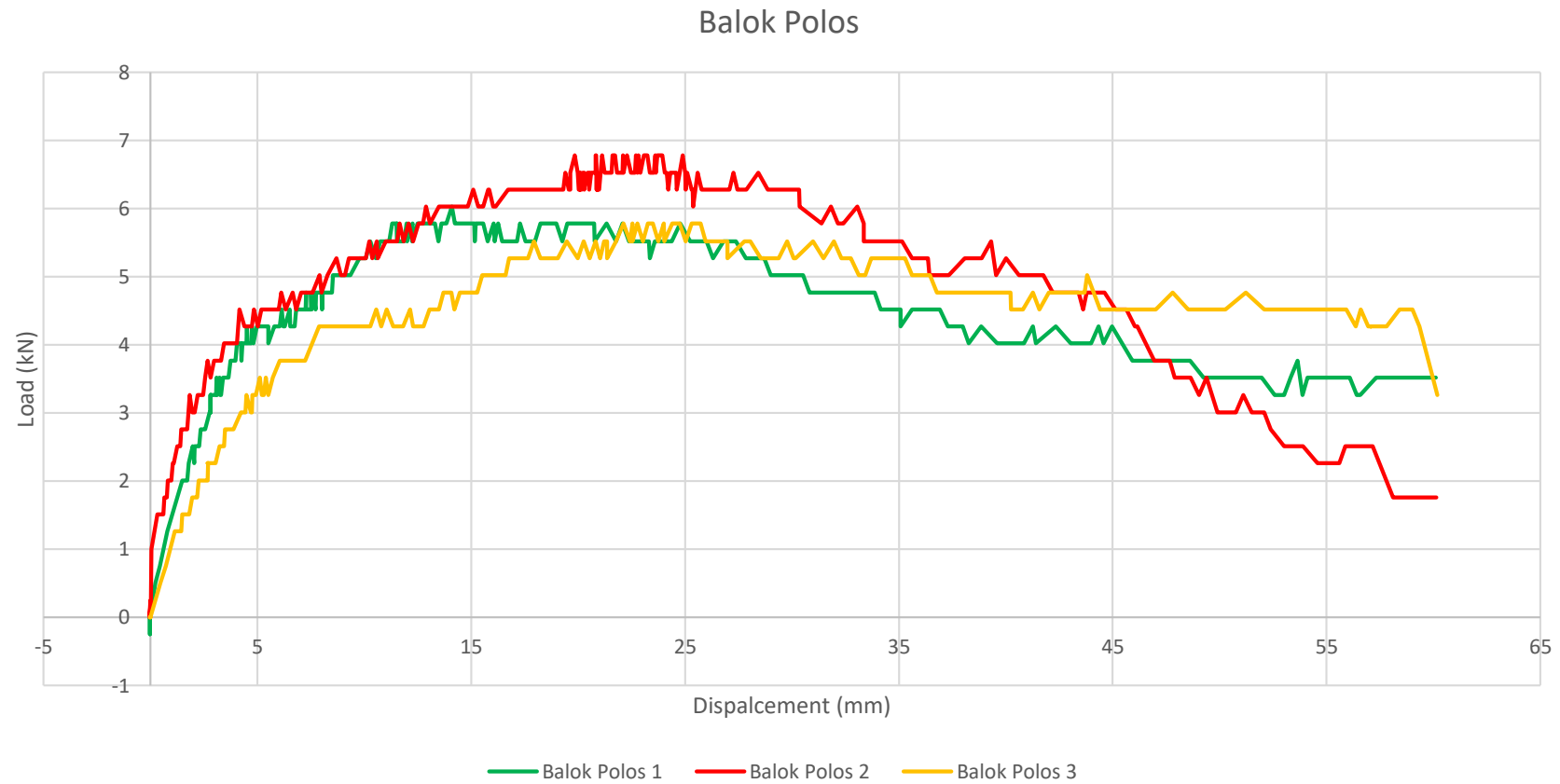


**Gambar 5.9 Letak Pembebanan dan LVDT Benda Uji Balok dengan Konektor (BK)**



### 5.7.1 Pengujian Balok Polos (BP)

Berikut adalah hasil pengujian balok polos yang ditampilkan secara grafik untuk memudahkan pembacaan.



**Gambar 5.10 Grafik Load – Displacement Balok Polos (BP)**



Dari grafik diatas didapatkan pengujian berhenti pada nilai *displacement* yang dipotong pada 60 mm namun sebenarnya pengujian dilakukan hingga mendekati 100 mm dikarenakan LVDT yang dipakai memiliki kapasitas 100 mm dimulai dari BP-1 hingga BP-3 adalah 98 mm 91,36 mm dan 92,22 mm, jadi dalam pengujian dilakukan semaksimal mungkin hingga benda uji mengalami *failure* atau LVDT telah mencapai batas maksimal, tentu sebelum terjadi telah didapatkan nilai beban maksimal terlebih dahulu. Pada grafik diatas didapatkan nilai beban maksimal pada Balok Polos 1 (BP-1) sebesar 6,03 Ton dengan *displacement* sebesar 14,1 mm atau 1,41 cm, Balok Polos 2 (BP-2) sebesar 6,78 Ton dengan *displacement* sebesar 20,85 mm atau 2,085 cm dan Balok Polos 3 (BP-3) sebesar 5,78 Ton dengan *displacement* sebesar 25,72 mm atau 2,572 cm.

Dilihat dari grafik secara keseluruhan terlihat bahwa Balok Polos (BP-1) terlihat kurang baik karena didapati pada saat penurunan beban terjadi justru setelahnya terdapat penambahan beban. Hal itu tidak selayaknya terjadi pada beton. Diketahui hal itu terjadi karena permasalahan teknis pemasangan yang kurang maksimal. Balok Polos 1 ini merupakan balok yang pertama kali diuji coba sehingga pada pelaksanaannya masih terdapat kekurangan seperti kurang kencangnya pada pemasangan baut dan kurang tengahnya titik pembebanan. Kemudian Balok Polos (BP-2) dan Balok Polos (BP-3) terlihat baik sesuai dengan grafik balok pada umumnya adanya peningkatan beban kemudian penurunan beban tanpa ada penngkatan kembali. Hal itu terjadi setelah uji coba kedua dan setelahnya dilakukan pengencangan pada sambungan baut dan memastikan kembali pada titik pengujian dilakukan pada tengah balok.

Berikut akan ditampilkan gambar pengujian Balok Polos 1 (BP-1), Balok Polos 2 (BP-2) dan Balok Polos 3 (BP-3).



**Gambar 5.11 Tampak Depan Kiri Balok Polos**



**Gambar 5.12 Tampak Depan Kanan Balok Polos**



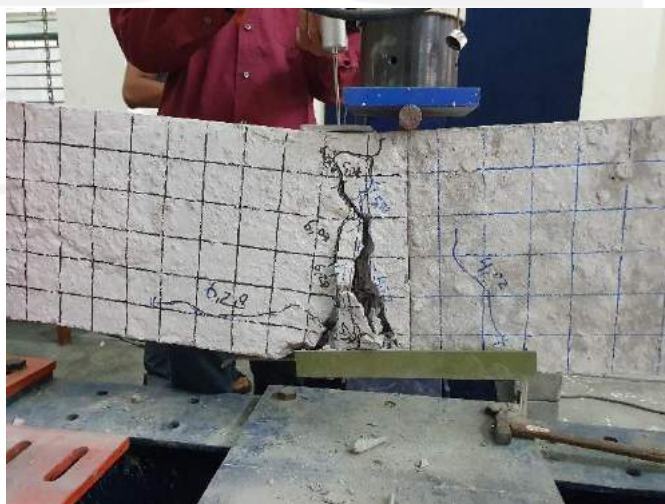
**Gambar 5.13 Tampak Belakang Kanan Balok Polos**



**Gambar 5.14 Tampak Belakang Kiri Balok Polos**

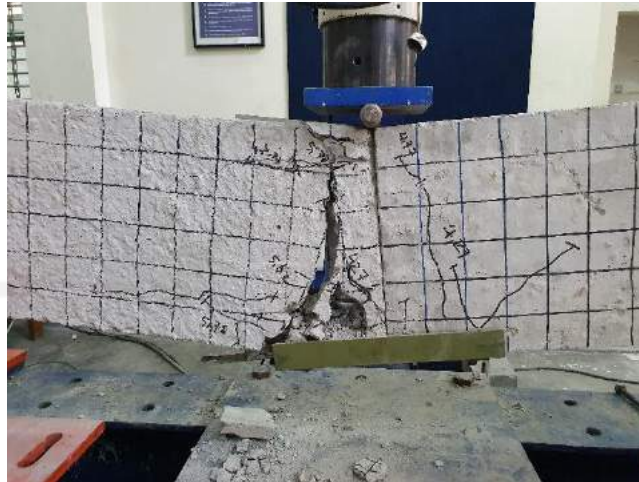


**Gambar 5.15 Tampak Depan Tengah BP-1 Setelah Pengujian**



**Gambar 5.16 Tampak Depan Tengah BP-2 Setelah Pengujian**





**Gambar 5.17 Tampak Depan Tengah BP-3 Setelah Pengujian**



**Gambar 5.18 Tampak Belakang Tengah BP-1 Setelah Pengujian**



**Gambar 5.19 Tampak Belakang Tengah BP-2 Setelah Pengujian**

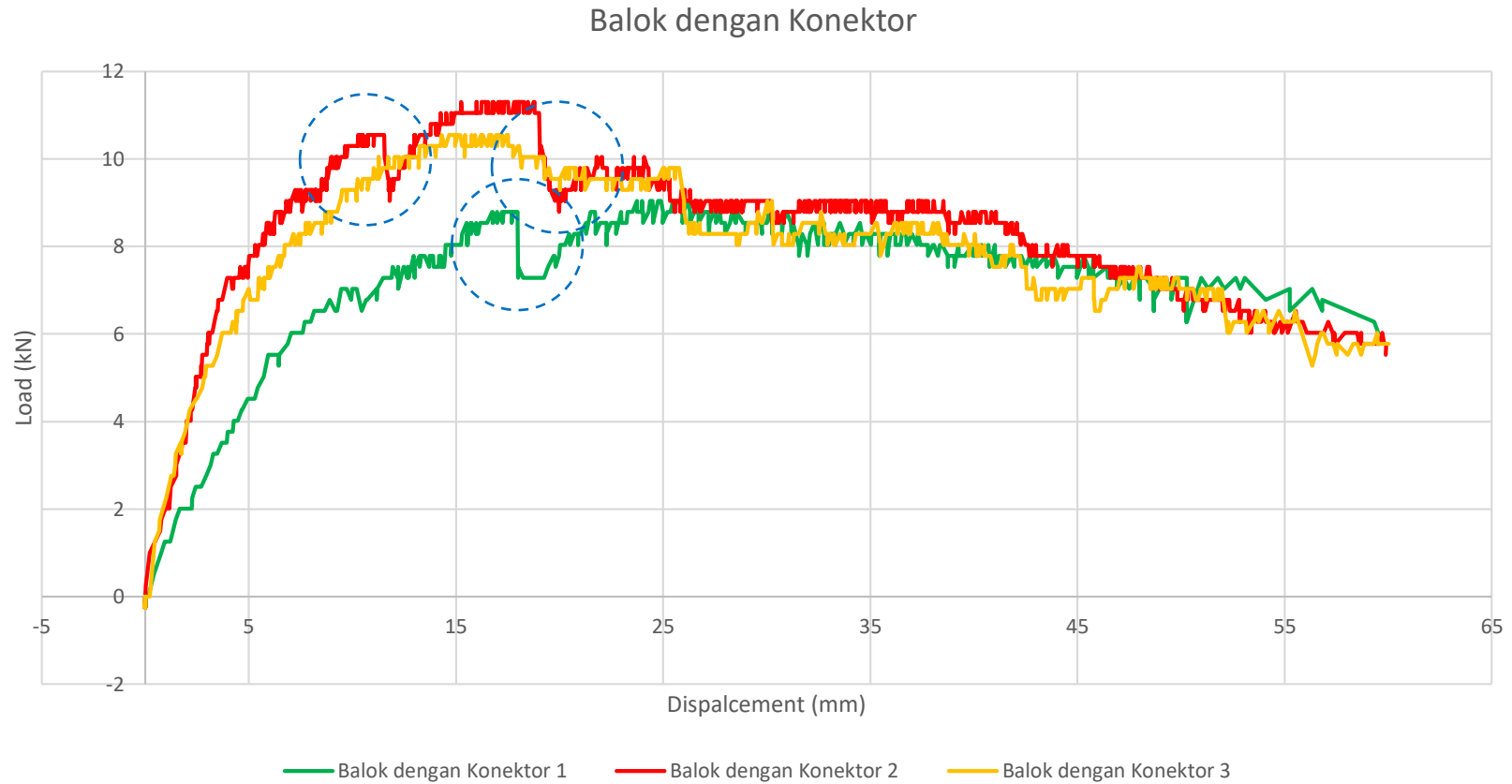


**Gambar 5.20 Tampak Belakang Tengah BP-3 Setelah Pengujian**

Gambar 5.11 hingga gambar 5.14 diatas menampilkan kondisi Balok Polos sebelum dilakukan pembebanan kemudian pada gambar 5.15 hingga gambar 5.20 menampilkan kondisi Balok Polos 1 (BP-1) hingga Balok Polos 3 (BP-3) setelah pembebanan terlihat pada grafik sebelumnya bahwa *displacement* maksimal yang didapatkan hampir mendekati 100 mm mengingat LVDT yang digunakan memiliki kapasitas 100 mm namun balok belum mengalami patah atau masih dalam kondisi menggantung, dilihat pada gambar tersebut sambungan antara elemen satu dengan yang lainnya pada bagian tengah balok masih bisa bertahan dengan kondisi baut sambungan pada bagian bawah mulai meregang sedangkan bagian atas masih dalam kondisi baik kemudian pada *stopper* masih dalam kondisi baik, namun pada bagian pembautan *stopper* – elemen balok *precast* mengalami kerusakan yang sangat parah karena mengalami reaksi tarik pada bagian tersebut, kerusakan sangat parah hingga terlepasnya baut pada salah satu elemen serta terkikisnya beton pada balok *precast* sehingga terlihat tulangan utama dan sengkang pada balok *precast*. Jika diperhatikan kembali kerusakan Balok Polos 1 (BP-1) yang parah terjadi pada elemen *precast* sisi yang berada pada bagian Timur sedangkan pada bagian Barat masih dengan kondisi baik, kemudian untuk Balok Polos 2 (BP-2) dan Balok Polos 3 (BP-3) kerusakan terjadi pada sisi Barat sedangkan pada sisi Timur elemen *precast* masih baik.

### 5.7.2 Pengujian Balok dengan Konektor (BK)

Berikut adalah hasil pengujian balok dengan konektor yang ditampilkan secara grafik untuk memudahkan pembacaan.



**Gambar 5.21 Grafik Load – Displacement Balok dengan Konektor (BK)**

Pada grafik diatas didapatkan nilai beban maksimal pada Balok dengan Konektor 1 (BK-1) sebesar 9,04 Ton dengan *displacement* sebesar 26,21 mm atau 2,621 cm, Balok dengan Konektor 2 (BK-2) sebesar 10,55 Ton dengan *displacement* sebesar 19,05 mm atau 1,905 cm dan Balok dengan Konektor 3 (BK-3) sebesar 10,55 Ton dengan *displacement* sebesar 17,52 mm atau 1,752 cm. Grafik pada BK – 1 dan BK – 2 memiliki kondisi turun mendadak kemudian naik kembali hal itu disebabkan adanya *sleek* pada sambungan tiap komponen atau adanya pemampatan pada rongga yang belum terisi atau adanya pengencangan pada beberapa tempat sambungan, sehingga ada *loss* tahanan sementara kemudian tertahan seketika. Hal ini bisa terjadi karena produk yang digunakan belum rata dan juga masih ada beberapa rongga yang terbentuk karena kurang presisinya produk.

Berikut akan ditampilkan gambar Balok dengan Konektor (BK) pada saat pengujian.



**Gambar 5.22 Tampak Depan Kanan Balok dengan Konektor**





**Gambar 5.23 Tampak Belakang Kanan Balok dengan Konektor**

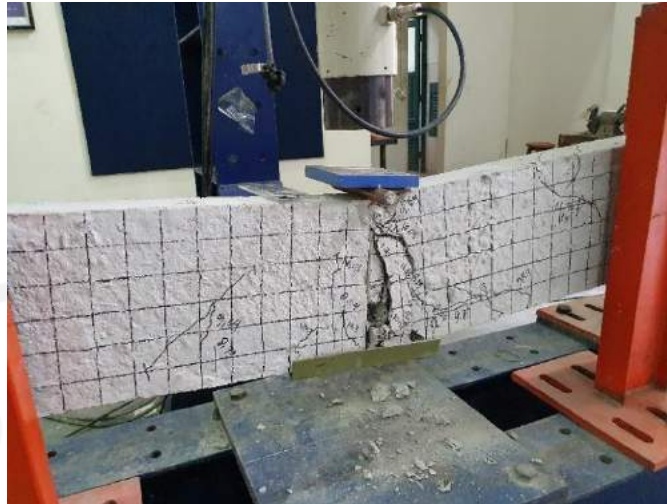


**Gambar 5.24 Tampak Depan BK-1 Tengah Setelah Pengujian**



**Gambar 5.25 Tampak Depan BK-2 Tengah Setelah Pengujian**





**Gambar 5.26 Tampak Depan BK-3 Tengah Setelah Pengujian**



**Gambar 5.27 Tampak Belakang BK-1 Tengah Setelah Pengujian**



**Gambar 5.28 Tampak Belakang BK-2 Tengah Setelah Pengujian**



**Gambar 5.29 Tampak Belakang BK-3 Tengah Setelah Pengujian**

Gambar 5.22 hingga gambar 5.23 diatas menampilkan kondisi Balok dengan Konektor sebelum dilakukan pembebanan kemudian pada gambar 5.24 hingga gambar 5.29 menampilkan kondisi Balok dengan Konektor setelah pembebanan terlihat setelah pengujian kondisi BK-1 masih dalam keadaan menggantung dikarenakan adanya tahanan pada baut, *stopper*, serta pembesian pada elemen *precast* yang masih kuat menahan, kemudian pada gambar tersebut sambungan antara elemen satu dengan yang lainnya pada bagian tengah balok masih bisa bertahan dengan kondisi baut sambungan pada bagian bawah mulai meregang sedangkan bagian atas masih dalam kondisi baik kemudian pada *stopper* masih dalam kondisi baik, namun pada bagian pembautan *stopper* – elemen balok *precast* mengalami kerusakan yang cukup parah karena pada bagian tersebut kondidi tersebut mengalami reaksi tarik maksimal pada bagian tersebut, kerusakan ini tidak separah pada pengujian Balok Polos karena pada pengujian kali ini telah diberikan konektor pada ujung – ujung balok sehingga bisa memberikan tahanan beban dan mengurangi dampak resiko kerusakan. Jika diperhatikan kembali balok dengan konektor ini memiliki kesamaan kerusakan terjadi pada sebagian sisi balok, pada pengujian ini pada sisi Barat memiliki kerusakan yang lebih parah dibandingkan dengan sisi Timur.

Balok dengan Konektor 2 ini memiliki kerusakan yang lebih parah dari Balok dengan Konektor 1, terlihat pada bagian baut bawah penyambung elemen rusak sangat parah kemudian pada *stopper* juga terlihat masih baik namun seperti biasa pada bagian *stopper* – elemen *precast* mengalami kerusakan yang sangat parah terlihat pada dudukan pembautan bagian sisi Timur amblas kebawah hingga merusak elemen *precast* hingga terlihat penulangannya. Pada pengujian BK – 2 ini bagian sisi Barat lebih parah kerusakannya daripada sisi Timur.

Balok dengan Konektor 3 ini memiliki kerusakan yang lebih parah dari pada Balok dengan Konektor 2, terlihat yang paling kentara adalah bagian *stopper* – elemen *precast* dimana hingga *ring plate* baut yang digunakan terangkat karena gaya tarik pada bautnya dan kondisi dudukan baut pada elemen *precast* mengalami amblas. Pada pengujian BK – 3 ini bagian sisi Timur lebih parah kerusakannya daripada sisi Barat.

Berikut adalah rekapitulasi tabel yang didapatkan dari pengujian Balok Polos dan Balok dengan Konektor.

**Tabel 5.7 Rekapitulasi Pengujian Balok Polos dan Balok dengan Konektor RISHA MAE**

Benda Uji	Beban maks (Ton)	Beban maks (kN)	Displacement (mm)	Kekakuan maks (kN/mm)
BP-1	6,03	59,134	14,1	4,194
BP-2	6,78	66,480	24,9	2,670
BP-3	5,78	56,683	25,72	2,204
<b>Rata - rata</b>				<b>3,023</b>
BK-1	9,04	88,653	26,21	3,382
BK-2	11,55	110,816	19,02	5,826
BK-3	10,55	103,461	17,52	5,905
<b>Rata - rata</b>				<b>5,038</b>

Pada tabel tersebut masih digunakan parameter beban maksimal untuk mendapatkan *displacement* maksimal, namun peraturan yang digunakan pada SNI terbaru menyebutkan bahwa *displacement* maksimal didapatkan ketika beban maksimal mengalami penurunan sebesar 20%. Oleh karena itu didapatkan data terbaru sebagai tabel berikut ini.

**Tabel 5.8 Rekapitulasi Pengujian Balok Polos dan Balok dengan Konektor RISHA MAE dengan Penurunan 20% Beban Maksimal**

Benda Uji	Beban 20 % Penurunan dari maks (Ton)	Beban maks (kN)	Displacement (20% Penurunan) (mm)	Kekakuan maks (kN/mm)
BP-1	4,824	47,308	30,83	1,535
BP-2	5,424	53,192	33,36	1,595
BP-3	4,624	45,346	40,24	1,127
<b>Rata – rata</b>				<b>1,419</b>
BK-1	7,232	70,922	44,05	1,610
BK-2	9,04	88,653	19,91	4,453
BK-3	8,44	82,769	26,1	3,171
<b>Rata - rata</b>				<b>3,078</b>

Dari tabel diatas diketahui nilai kekakuan masing - masing benda uji dengan merujuk rumus kekakuan pada penelitian sebelumnya yaitu beban dibagi dengan defleksi. Kekakuan Balok Polos 1 adalah 1,535 kN/mm kemudian Balok Polos 2 adalah 1,595 kN/mm dan Balok Polos 3 adalah 1,127 kN/mm dengan rata – rata 1,419 kN/mm. Kemudian untuk Balok dengan Konektor 1 adalah 1,610 kN/mm, Balok dengan Konektor 2 adalah 4,453 kN/mm, dan Balok dengan Konektor 3 adalah 3,171 kN/mm dengan rata rata 3,078 kN/mm. Dapat disimpulkan adanya pengaruh penambahan kekakuan pada balok RISHA MAE dengan menggunakan konektor daripada tidak menggunakan konektor (Balok Polos) dilihat dari nilainya terdapat selisih diantara keduanya BP sebesar 1,419 kN/mm dan BK sebesar 3,078 kN/mm. Hal ini terjadi karena adanya penambahan konektor pada ujung – ujung balok yang berfungsi untuk menjepit balok secara merata dari sisi atas dan sisi

bawah sehingga menambah kekuatan balok untuk menahan beban yang diterima, sedangkan balok polos tidak memiliki tambahan perkuatan alias tidak ada yang menjepit bagian ujung balok tersebut hanya mengandalkan bagian inti baloknya saja dan berpusat pada sambungan itu sendiri. Balok dengan Konektor memiliki kecenderungan jepit sehingga pada saat pengujian balok dengan konektor bisa lebih optimal untuk menahan beban sedangkan balok polos cenderung tidak memiliki jepit/bebas sehingga kurang mampu menahan beban yang besar, oleh karena itu balok polos memiliki *displacement* yang sangat besar serta beban yang ditahan juga tidak sebesar balok dengan konektor. Sehingga penggunaan balok dengan konektor ini dirasa sangat efektif nantinya dalam pelaksanaan karena dengan konektor ini bisa menahan balok secara merata dari atas hingga bawah, tahanan yang merata itu disebabkan konektor mempunyai dua baut yang bisa dikoneksikan dengan RISHA MAE tipe *Full* seperti pengujian kali ini dan yang paling terpenting dengan adanya konektor ini dapat membantu sebagai sambungan pada kondisi apapun baik kolom atas dan bawah kemudian dititik tersebut disatukan empat balok dari berbagai sisi, maka dengan adanya konektor hal tersebut dapat dilakukan namun apabila tidak ada konektor maka pekerjaan tersebut tentu akan susah dilakukan, dan tidak kalah penting dengan adanya konektor ini maka akan menambah kekakuan pada *beam coloumn joint* yang mana disarankan agar kaku pada kondisi tersebut dan juga menambah efek jepit sepenuhnya agar momen yang berada di area *beam coloumn joint* tersebut bisa maksimal. Konektor juga berfungsi sebagai penambahan ukuran atau dimensi bangunan dengan ketelitian 10 cm.

Baut yang digunakan merupakan baut dengan mutu tinggi namun kenyataannya pada saat pengaplikasian pada balok belum cukup efektif dalam menahan beban secara maksimal dengan cara membuat balok partial menjadi monolit dikarenakan pada pemasangan memiliki perbedaan kekencangan pada tiap titiknya, sangat diharapkan adanya penyamaan kekuatan torsi pada masing – masing baut.

Beton yang digunakan juga telah memenuhi kuat tekan rencana sebesar 25 MPa, walaupun pada kenyataannya benda uji telah memenuhi syarat tapi pada saat pembebanan yang ditumpu pertama kali adalah beton langsung pada lubang baut



yang digunakan maka akan terjadi *cracking* bahkan amblas pada bagian beton tersebut sehingga terlihat penulangannya karena penyaluran beban berfokus pada baut dan ditumpu pertama kali oleh beton.

Besi tulangan yang digunakan juga telah memenuhi syarat tegangan leleh 240 MPa, baik 8mm maupun 6mm yang masing – masing memiliki 392,648 MPa dan 387,455 MPa. Namun tegangan leleh yang telah memenuhi syarat ini tidak bisa dioptimasi secara maksimal pada pengujian balok ini terlihat bahwa pembesian yang digunakan belum mampu disambungkan secara monolit dengan baik antar elemen *precast* sehingga tegangan leleh yang ada belum bisa dicapai karena tidak bisa diposisikan pada tarik secara maksimal.

Pengujian yang dilakukan tergolong baik dengan memberikan titik pembebanan pada posisi tengah pada balok namun hasil yang diasumsikan adalah elemen *precast* pada masing – masing sisi akan melendut secara bersamaan namun kenyataan di lapangan terjadi dominasi antara dua sisi tersebut karena dipengaruhi oleh penyambungan baut dan kerataan benda uji baik yang berhubungan dengan *Load Cell* langsung maupun kerataan antara komponen *precast* RISHA MAE.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berikut adalah kesimpulan yang didapatkan pada analisa dan pembahasan sebelumnya.

1. Lendutan maksimal yang mampu ditahan oleh elemen balok dengan konektor pada kondisi beban maksimal adalah 26,21 mm sedangkan untuk balok tanpa konektor/balok polos adalah 25,72 mm. Hasil pada lendutan maksimal relatif sama, namun hal itu tidak memiliki arti jika tidak dibandingkan dengan beban yang mampu ditahan.
2. Beban maksimal yang mampu ditahan oleh elemen balok dengan konektor adalah 11,55 ton dan elemen balok tanpa konektor/balok polos adalah 6,78 ton. Hal ini disebabkan karena adanya konektor yang membuat karakter titik tumpu pada balok konektor menjadi jepit kemudian untuk yang polos masih pada kondisi bebas
3. Nilai kekakuan yang didapat oleh elemen balok dengan konektor adalah 5,038 kN/mm sedangkan untuk balok tanpa konektor/balok polos adalah 3,023 kN/mm. Hal tersebut memiliki arti bahwa dengan konektor maka balok akan menjadi lebih kaku daripada tanpa menggunakan konektor

#### **6.2 Saran**

Berdasarkan analisa dan pembahasan serta hasil yang didapatkan maka penulis memberikan saran untuk penelitian yang akan datang sebagai berikut.

1. Memperhatikan kondisi tumpuan yang digunakan supaya penelitian bisa dilakukan secara adil.
2. Penguatan pada sambungan baut bisa dilakukan dengan sesuai standar yang berlaku agar tidak terjadi perbedaan kekuatan.
3. Membuat variasi penyusun komponen balok RISHA MAE pada bentang 3 meter.

## DAFTAR PUSTAKA

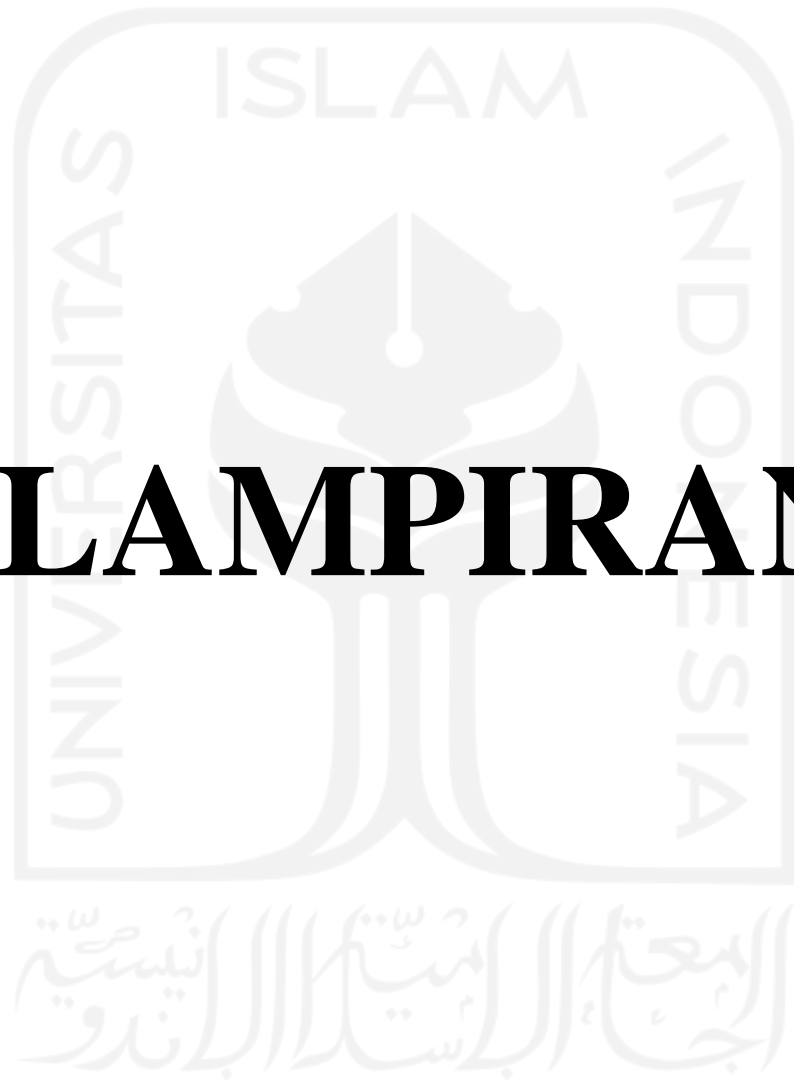
- SNI 1726-2012. 2012. Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 2847-2013. 2013. Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-2847-2002. 2002. Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Abrar, A., Thamrin, R. And Tanjung, J., 2015. Kajian Eksperimental Kuat Lentur Balok Pada Sambungan Balok Kolom Beton Bertulang. *Jurnal Rekayasa Sipil (Jrs-Unand)*, 11(2), Pp.107-116.
- Alaydrus, M. And Nurlina, S., 2016. Analisis Deformasi Struktur Balok Beton Bertulang Dengan Lubang Hollow Core Pada Tengah Balok. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil*, 1(3), Pp. Pp-143.
- Arrahman, F., Djauhari, Z. And Yuniarto, E., *Perbandingan Kapasitas Sambungan Balok-Kolom Konvensional Dan Pracetak Sistem Rigid Joint Precast (Rjp)(Studi Kasus Gedung Rumah Susun Sederhana Sewa Pekanbaru)* (Doctoral Dissertation, Riau University).
- Dewi, M.S., 2018. *Analisis Sambungan Balok-Kolom Eksterior Pada Struktur Apartemen Marrakech Suites Dengan Menggunakan Program Abaqus Cae V6. 14 Pada Wilayah Gempa 4* (Doctoral Dissertation, Unnes).
- Gusanti, W., Adi Sambowo, K. And Wibowo, W., 2014. Tinjauan Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton Dengan Menggunakan Limbah Batu Candi Sebagai Pengganti Agregat Kasar. *Matriks Teknik Sipil*, 2(2), Pp.50-57.
- Hana, M.A., Siswadi.(2008). Studi Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton Dengan Agregat Halus Cooper Slag. *Jurnal Konferensi Nasional Teknik Sipil*, 2.
- Hermawan, A.R. And Mulya, E.S., 2018. Analisis Sambungan Balok Precast Sederhana Sistem Mechanic and Wet Connection Pada Momen Maksimum. *Jurnal Poli-Teknologi*, 17(1).
- Hermawan, K.K.C., 2018. *Studi Perilaku Kinerja Kekuatan Pengujian Sambungan Balok-Kolom Beton Bertulang Rumah Modular* (Doctoral Dissertation, Universitas Kristen Maranatha).
- Nasrullah, N., Djauhari, Z. And Sitompul, I.R., 2014. *Perbandingan Analisa Kapasitas Sambungan Balok-Kolom Konvensional Dan Pracetak Sistem U-*



*Shell (Studi Kasus Gedung A Rumah Sakit Pendidikan Universitas Riau)* (Doctoral Dissertation, Riau University).

- Noorhidana, V.A. And Syahland, S.J., 2009. Kajian Eksperimental Pengaruh Bentuk Penampang Balok Terhadap Beban Maksimum Dan Kekakuan Balok Beton Bertulang. *Rekayasa: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Lampung*, 13(2), Pp.199-208.
- Nur, O.F., 2009. Kajian Eksperimental Perilaku Balok Beton Tulangan Tunggal Berdasarkan Tipe Keruntuhan Balok. *Jurnal Rekayasa Sipil (Jrs-Unand)*, 5(2), Pp.39-52.
- Pertiwi, H., 2011. Pengaruh Bahan Tambah Berbasis Gula Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton.
- Setyowati, E.W. and Wisnumurti, W., 2017. Pengaruh Suhu Tinggi Terhadap Lendutan Dan Kekakuan Balok Beton Bertulang. *Rekayasa Sipil*, 11(1), pp.24-30.
- Sitompul, I.R., *Perbandingan Kapasitas Sambungan Balok Kolom Sistem Konvensional Dengan Sistem Pracetak Yang Menggunakan Dywidag Ductile Connector (Ddc)* (Doctoral Dissertation, Riau University).
- Susanto, Y., 2013. Prediksi Nilai Kekakuan Lentur Pada Balok Beton Bertulang. *Konstruksia*, 4(2).
- Ujiyanto, M., 2006. Lendutan dan Kekakuan Balok Beton Bertulang Dengan Lubang Segi Empat Di Badan.

# LAMPIRAN



Lampiran 1 Jadwal Penelitian Tugas Akhir

Tabel Jadwal Penelitian Tugas Akhir

Bulan Ke - Minggu Ke -			1				2				3				4				5					
Kegiatan	Jam	Bobot	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Studi Literatur	15	7,01%	1,75%	1,75%	1,75%	1,75%																		
Melakukan desain untuk benda uji yang akan digunakan	10	4,67%			1,17%	1,17%	1,17%	1,17%																
Membuat bekisting benda uji	24	11,21%					2,24%	2,24%	2,24%	2,24%	2,24%													
Membuat penbesian benda uji	20	9,35%							1,87%	1,87%	1,87%	1,87%	1,87%	1,87%										
Melakukan pengecoran pada benda uji	48	22,43%								4,49%	4,49%	4,49%	4,49%	4,49%										
Melakukan pendistribusian benda uji menuju Lab TBK FTSP UII	12	5,61%												2,80%										
Melakukan pemeriksaan alat <i>Loading test</i>	6	2,80%												2,80%										
Melakukan <i>setting</i> alat <i>Loading Test</i> agar sesuai dengan benda uji yang digunakan	3	1,40%												1,40%										
Benda Uji 1 (Balok Polos)																								
Merangkai Benda Uji Balok Polos sebanyak 3 buah	6	2,80%												2,80%										
Pengujian benda uji Balok Polos 1	2	0,93%												0,93%										
Pengujian benda uji Balok Polos 2	2	0,93%												0,93%										
Pengujian benda uji Balok Polos 3	2	0,93%												0,93%										
Benda Uji 1 (Balok dengan Konektor)																								
Merangkai Benda Uji Balok Polos dengan Konektor sebanyak 3 buah	6	2,80%													2,80%									
Pengujian benda uji Balok Polos dengan Konektor 1	2	0,93%												0,93%										
Pengujian benda uji Balok Polos dengan Konektor 2	2	0,93%												0,93%										
Pengujian benda uji Balok Polos dengan Konektor 3	2	0,93%												0,93%										
Melakukan analisis hasil pengujian berupa <i>displacement</i> dan beban	8	3,74%													1,87%	1,87%								
Melakukan perbandingan antara balok polos dengan balok yang diberikan konektor	4	1,87%													1,87%	1,87%								
Membuat pembahasan dan kesimpulan	15	7,01%														3,50%	3,50%	3,50%						
Penyusunan Laporan	25	11,68%															2,92%	2,92%	2,92%	2,92%				
	214	100%																						
			1,75%	1,75%	2,92%	2,92%	1,17%	3,41%	4,11%	8,60%	8,60%	8,60%	6,36%	7,29%	12,62%	7,48%	7,24%	6,43%	2,92%	2,92%	2,92%	2,92%		
			1,75%	3,50%	6,43%	9,35%	10,51%	13,93%	18,04%	26,64%	35,23%	43,83%	50,19%	57,48%	70,09%	77,57%	84,81%	91,24%	94,16%	97,08%	100,00%			



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Kampus: Jalan Kaliurang km 14,4 Yogyakarta Telp. (0274)898471, 898472 eks. 3250

email lab.bkt@uii.ac.id

## PENGAMATAN UJI DESAK DAN REGANGAN SILINDER BETON

(SNI 03-4169-1996)

No Sampel	Ukuran Nominal		Kekuatan Maksimal Dial	Luas Lingkaran (mm <sup>2</sup> )	Kuat Desak Maks (MPa)
	P (cm)	L (cm)			
S1	P (cm)	29.8	530	17.203,36	30,80793
	L (cm)	14.8			
S2	P (cm)	29.8	450	17.203,36	26,15768
	L (cm)	14.8			
S3	P (cm)	29.8	453	17.203,36	26,33206
	L (cm)	14.8			
Rata - rata					27,76589

## PENGAMATAN UJI TARIK/BELAH SILINDER BETON

(SNI 03-2491-2002)

No Sampel	Ukuran Nominal		Kekuatan Maksimal Dial	Luas Persegi (mm <sup>2</sup> )	Kuat Tarik Belah Maks (MPa)
	P (cm)	L (cm)			
S4	P (cm)	29.7	238	43.362,00	3,494
	L (cm)	14.6			
S5	P (cm)	29.7	194	43.956,00	2,810
	L (cm)	14.8			
S6	P (cm)	29.9	180	44.551,00	2,572
	L (cm)	14.9			
Rata - rata					2,95869

Yogyakarta, Maret 2021

Mengetahui,

Laboratorium BKT

Darusalam  
Laboran

Dikerjakan oleh

Mochamad Faisal Azhar



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK**

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Kampus: Jalan Kaliurang km 14,4 Yogyakarta Telp. (0274)898471, 898472 eks. 3250  
email lab.bkt@uii.ac.id**PEMERIKSAAN KUAT TARIK BAJA TULANGAN**

(SNI 03-2529-1991)

**Tabel Pemeriksaan Baja Tulangan Ukuran 8 mm**

No.	Diameter Nominal (mm)		Diameter uji/do (mm)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Kuat Tarik Leleh (MPa)	Kuat Tarik Maksimal (MPa)	Keterangan / Kode Benda Uji
	B (kg)	P (m)					
1	B (kg)	0.172	7.487	44.026	391.771	552.042	8A
	P (m)	0.498					
2	B (kg)	0.175	7.56	44.888	399.524	565.447	8B
	P (m)	0.497					
3	B (kg)	0.175	7.515	44.356	386.648	554.564	8C
	P (m)	0.503					

Dilihat dari hasil yang didapatkan rerata nilai kuat tarik leleh atau  $f_y$  dari baja tulangan 8 mm polos adalah 392.648 MPa.

**Tabel Pemeriksaan Baja Tulangan Ukuran 6 mm**

No.	Diameter Nominal (mm)		Diameter uji/do (mm)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Kuat Tarik Leleh (MPa)	Kuat Tarik Maksimal (MPa)	Keterangan / Kode Benda Uji
	B (kg)	P (m)					
1	B (kg)	0.091	5.3	22.062	399.785	573.025	8A
	P (m)	0.499					
2	B (kg)	0.089	5.25	21.648	411.963	581.729	8B
	P (m)	0.5					
3	B (kg)	0.086	5.5	23.758	350.613	507.359	8C
	P (m)	0.498					

Dilihat dari hasil yang didapatkan rerata nilai kuat tarik leleh atau  $f_y$  dari baja tulangan 6 mm polos adalah 387.454 MPa.

Yogyakarta, Maret 2021

Mengetahui,

Dikerjakan oleh

Laboratorium BKT

Darusalam

Laboran



Mochamad Faisal Azhar





### PEMERIKSAAN BERAT VOLUME TARIK BAJA TULANGAN

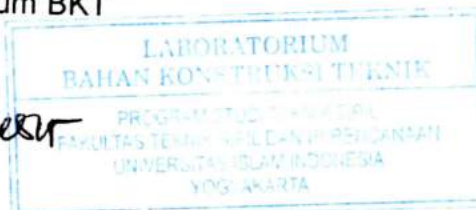
No.	Diameter Nominal (mm)		Diameter uji/do (mm)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Berat Volume (kg/m <sup>3</sup> )	Keterangan / Kode Benda Uji
	B (kg)	P (m)				
1	0.172	0.498	7.487	44.026	1945.594	8A
	0.172	0.498				
2	0.175	0.497	7.56	44.888	1937.585	8B
	0.175	0.497				
3	0.175	0.503	7.515	44.356	1984.532	8C
	0.175	0.503				
4	0.091	0.499	5.3	22.062	2058.260	6A
	0.091	0.499				
5	0.089	0.5	5.25	21.648	2055.661	6B
	0.089	0.5				
6	0.086	0.498	5.5	23.758	1802.654	6C
	0.086	0.498				

Dilihat dari hasil yang didapatkan rerata berat volume baja tulangan 8 mm polos dan 6 mm polos adalah 1964.048 kg/m<sup>3</sup>.

Mengetahui,  
Laboratorium BKT

Yogyakarta, Maret 2021

Dikerjakan oleh



Mochamad Faisal Azhar



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Kampus: Jalan Kaliurang km 14,4 Yogyakarta Telp. (0274)898471, 898472 eks. 3250  
email lab.bkt@uii.ac.id

## PEMERIKSAAN BUTIRAN YANG LOLOS AYAKAN NO. 200/UJI

### KANDUNGAN LUMPUR AGREGAT HALUS

(SNI 03-4142-1996)

Dikerjakan oleh : Mochamad Faisal Azhar/16511241

Keperluan : Tugas Akhir

Tanggal Uji : 4 Desember 2020

Uraian	Hasil Pengamatan	
	Sampel 1	Sampel 2
Berat agregat kering oven (W1), gram	500	500
Berat agregat kering oven setelah dicuci (W2), gram	480.67	481.2
Persen berat yang lolos saringan No. 200 [[ $(W1-W2)/W1$ ]]x100%	3.87%	3.76%
Kadar lumpur rata - rata %	3.81%	

Yogyakarta, Maret 2021

Dikerjakan oleh

Mengetahui,

Laboratorium BKT



Mochamad Faisal Azhar



## PEMERIKSAAN BERAT ISI PADAT AGREGAT HALUS

(SNI 03-4804-1998)

Dikerjakan oleh : Mochamad Faisal Azhar/16511241  
Keperluan : Tugas Akhir  
Tanggal Uji : 7 Desember 2020

No.	Uraian	Hasil Pengamatan
1	Berat tabung (W1), gram	10867
2	Berat tabung + agregat kering tungku (W2), gram	19850
3	Berat Agregat, (W3), gram	8983
4	Volume Tabung (V), cm <sup>3</sup>	5301.437
5	Berat Volume Gembur = $W3 / V$ , gram/cm <sup>3</sup>	1.694

Mengetahui,  
Laboratorium BKT

*denesw*



Yogyakarta, Maret 2021

Dikerjakan oleh

Mochamad Faisal Azhar





**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK**  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Kampus: Jalan Kaliurang km 14,4 Yogyakarta Telp. (0274)898471, 898472 eks. 3250  
email lab.bkt@uii.ac.id

## PEMERIKSAAN BERAT ISI GEMBUR AGREGAT HALUS

(SNI 03-4804-1998)

Dikerjakan oleh : Mochamad Faisal Azhar/16511241  
Keperluan : Tugas Akhir  
Tanggal Uji : 7 Desember 2020

No.	Uraian	Hasil Pengamatan
1	Berat tabung (W1), gram	10601
2	Berat tabung + agregat kering tungku (W2), gram	17580
3	Berat Agregat, (W3), gram	6979
4	Volume Tabung (V), cm <sup>3</sup>	5301.437
5	Berat Volume Gembur = $W3 / V$ , gram/cm <sup>3</sup>	1.316

Mengetahui,  
Laboratorium BKT



Yogyakarta, Maret 2021

Dikerjakan oleh

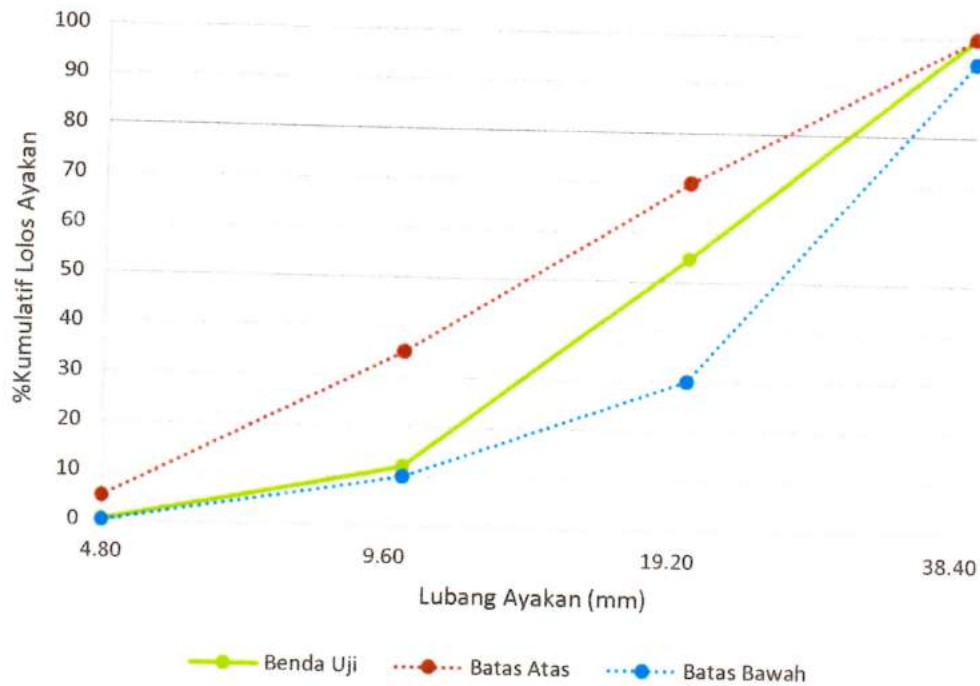
Mochamad Faisal Azhar



### GRADASI KERIKIL

Lubang Ayakan (mm)	Persen butir agregat yang lolos ayakan/besar butiran maksimum	
	40 mm	20 mm
40.00	95 – 100	100
20.00	30 – 70	95 – 100
10.00	10 – 35	25 – 55
4.80	0 – 5	0 – 10

### GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR



Yogyakarta, Maret 2021

Dikerjakan oleh

Mengetahui,  
Laboratorium BKT



Mochamad Faisal Azhar



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Kampus: Jalan Kaliurang km 14,4 Yogyakarta Telp. (0274)898471, 898472 eks. 3250

email lab.bkt@uii.ac.id

## **MODULUS HALUS BUTIR (MHB) KASAR/ANALISA SARINGAN**

### **AGREGAT KASAR**

(SNI 03-1968-1990)

Dikerjakan oleh : Mochamad Faisal Azhar/16511241

Keperluan : Tugas Akhir

Tanggal Uji : 3 – 4 Desember 2020

<b>No.</b>	<b>Lubang Ayakan (mm)</b>	<b>Berta Tertinggal (gram)</b>	<b>Berat Tertinggal (%)</b>	<b>Berta Tertinggal Kumulatif (%)</b>	<b>Persen Lolos Kumulatif (%)</b>
1	40.00	0	0	0	100
2	20.00	2259	45.307	45.307	54.693
3	10.00	2136	42.840	88.147	11.853
4	4.80	577	11.572	99.719	0.281
5	2.40	5	0.100	99.819	0.181
6	1.20	5	0.100	99.920	0.080
7	0.60	0	0.000	99.920	0.080
8	0.30	0	0.000	99.920	0.080
9	0.15	0	0.000	99.920	0.080
10	Sisa	4	0.080	100	0
11	Jumlah	4996	100	732.406	

$$\begin{aligned}\text{Modulus Halus Butir (MHB)} &= (\text{Total Berat Tertinggal Kumulatif})/100 \\ &= 732.671/100 \\ &= \mathbf{7.3267}\end{aligned}$$

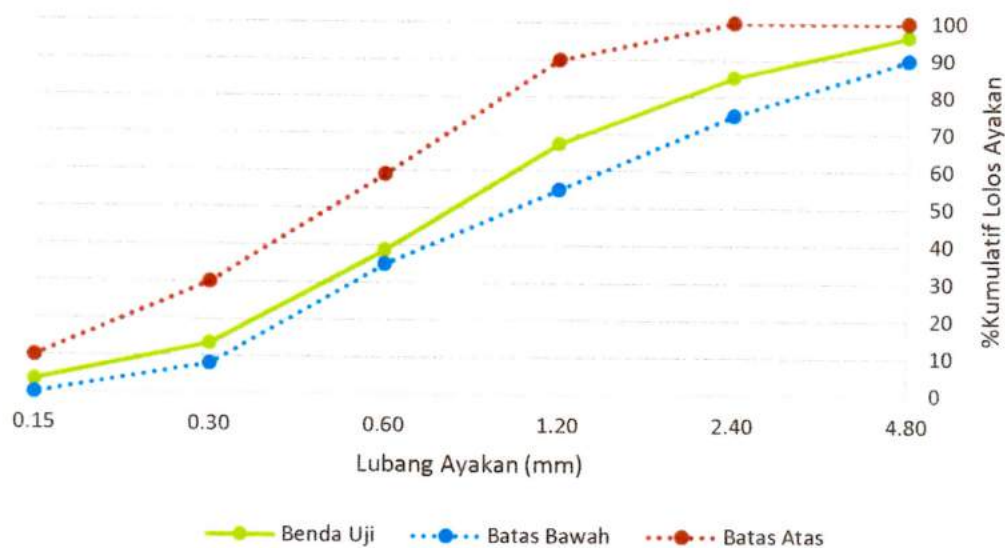
### GRADASI PASIR

No. Ayakan	Lubang Ayakan (mm)	Persen bahan butiran yang lewat ayakan			
		Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
4	4.80	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
8	2.40	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100
16	1.20	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100
30	0.60	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
50	0.30	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
100	0.15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15

#### Hasil Analisa Saringan :

- Pasir masuk daerah : II (Daerah Dua)
- Jenis Pasir :

### GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS



Yogyakarta, Maret 2021

Dikerjakan oleh

Mengetahui,

Laboratorium BKT



Mochamad Faisal Azhar





## MODULUS HALUS BUTIR (MHB) HALUS/ANALISA SARINGAN

### AGREGAT HALUS

(SNI 03-1968-1990)

Dikerjakan oleh : Mochamad Faisal Azhar/16511241

Keperluan : Tugas Akhir

Tanggal Uji : 3 – 4 Desember 2020

No.	Lubang Ayakan (mm)	Berta Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
1	10.00	0	0	0	100
2	4.80	75	3.756	3.756	96.244
3	2.40	118	5.909	9.664	90.336
4	1.20	209	10.466	20.130	79.870
5	0.60	373	18.678	38.808	61.192
6	0.30	405	20.280	59.089	40.911
7	0.15	448	22.434	81.522	18.478
8	Sisa	369	18.478	100	0
9	Jumlah	1997	100	312.969	

$$\begin{aligned}\text{Modulus Halus Butir (MHB)} &= (\text{Total Berat Tertinggal Kumulatif})/100 \\ &= 312.969/100 \\ &= \mathbf{3.1297}\end{aligned}$$



**PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT  
KASAR**  
(SNI 03-1969-1990)

Dikerjakan oleh : Mochamad Faisal Azhar/16511241  
Keperluan : Tugas Akhir  
Tanggal Uji : 3 – 4 Desember 2020

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata - rata
Berat kerikil kering mutlak (Bk), gram	4882	4948	4915
Berat kerikil kondisi jenuh kering muka (Bj), gram	5000	5000	5000
Berat kerikil dalam air (Ba), gram	3012	3015	3013.5
Berat jenis curah, (Bk/(Bj - Ba))	2.456	2.493	2.474
Berat jenis jenuh kering muka, (Bj/(Bj - Ba))	2.515	2.519	2.517
Berat jenis semu, (Bk/(Bk - Ba))	2.611	2.560	2.585
Penyerapan air, (Bj - Bk)/Bk x 100%	2.417	1.051	1.734

Yogyakarta, Maret 2021

Mengetahui,  
Laboratorium BKT

Dikerjakan oleh



Mochamad Faisal Azhar



**PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR  
AGREGAT HALUS  
(SNI 03-1970-1990)**

Dikerjakan oleh : Mochamad Faisal Azhar/16511241  
Keperluan : Tugas Akhir  
Tanggal Uji : 3 – 4 Desember 2020

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata – rata
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	483	484	483.5
Berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD), gram	500	500	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)	1167	1168	1167.5
Berat piknometer berisi air, gram (B)	860	860	860
Berat jenis curah ( $Bk/(B + 500 - Bt)$ )	2.503	2.521	2.512
Berat jenis kering muka ( $500/(B + 500 - Bt)$ )	2.591	2.604	2.597
Berat jenis semu, $Bk/(B + Bk - Bt)$	2.744	2.750	2.747
Penyerapan air, $(500 - Bk)/Bk \times 100\%$	3.520	3.306	3.413

Yogyakarta, Maret 2021

Mengetahui,  
Laboratorium BKT

Dikerjakan oleh



Mochamad Faisal Azhar





**DATA PENGUJIAN TUGAS AKHIR MAHASISWA**

Peneliti : Mochamad Faisal Azhar  
 NIM : 16511241  
 Judul Penelitian : Pengaruh Penambahan Komponen Konektor Pada Balok Sistem Pracetak Risha Mae Terhadap Kekakuan  
 Sampel : Balok Polos 1  
 Diuji Tanggal : 22 Oktober 2020

No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)
1	0	-0,03	50	3,77	4,25	99	4,77	7,75	148	5,78	13,83	197	5,52	24,38
2	-0,25	-0,02	51	3,77	4,26	100	4,77	7,79	149	6,03	14,1	198	5,78	24,78
3	0	-0,03	52	4,02	4,31	101	4,77	7,99	150	5,78	14,23	199	5,52	25,23
4	0	-0,03	53	4,02	4,34	102	4,77	8,01	151	5,78	14,35	200	5,52	25,53
5	0	-0,02	54	4,02	4,39	103	4,52	8,02	152	5,78	14,54	201	5,52	25,68
6	0,5	0,22	55	4,02	4,49	104	4,77	8,05	153	5,78	14,62	202	5,52	26,01
7	0,75	0,43	56	4,27	4,5	105	4,77	8,16	154	5,78	14,79	203	5,27	26,3
8	0,75	0,43	57	4,02	4,54	106	4,77	8,3	155	5,78	14,88	204	5,27	26,3
9	1,26	0,79	58	4,02	4,65	107	4,77	8,48	156	5,78	15,03	205	5,52	26,79
10	1,76	1,25	59	4,02	4,72	108	5,02	8,54	157	5,78	15,15	206	5,52	27,38
11	2,01	1,48	60	4,27	4,74	109	5,02	8,77	158	5,52	15,16	207	5,27	27,85
12	2,01	1,56	61	4,02	4,81	110	5,02	8,96	159	5,78	15,22	208	5,27	28,11
13	2,01	1,71	62	4,27	4,98	111	5,02	9,07	160	5,78	15,55	209	5,27	28,36
14	2,26	1,79	63	4,27	5,01	112	5,02	9,15	161	5,52	15,77	210	5,27	28,7
15	2,51	1,98	64	4,27	5,05	113	5,02	9,26	162	5,78	16,04	211	5,02	29
16	2,26	2,04	65	4,27	5,24	114	5,02	9,26	163	5,52	16,1	212	5,02	29,09
17	2,51	2,06	66	4,27	5,28	115	5,02	9,36	164	5,78	16,27	213	5,02	29,32
18	2,51	2,28	67	4,27	5,39	116	5,27	9,77	165	5,52	16,44	214	5,02	29,34
19	2,76	2,34	68	4,27	5,47	117	5,27	9,83	166	5,52	16,76	215	5,02	29,74
20	2,76	2,45	69	4,27	5,5	118	5,27	10,06	167	5,52	16,87	216	5,02	30,18
21	2,76	2,49	70	4,02	5,52	119	5,52	10,28	168	5,52	17,15	217	5,02	30,52
22	2,76	2,49	71	4,27	5,78	120	5,27	10,54	169	5,78	17,29	218	4,77	30,83
23	2,76	2,56	72	4,27	5,83	121	5,52	10,74	170	5,52	17,55	219	4,77	31,09
24	3,01	2,76	73	4,27	5,87	122	5,52	10,96	171	5,52	17,72	220	4,77	31,28
25	3,01	2,77	74	4,27	5,95	123	5,52	11,17	172	5,52	17,82	221	4,77	31,55
26	3,01	2,8	75	4,27	6,04	124	5,78	11,3	173	5,52	17,97	222	4,77	31,81
27	3,26	2,8	76	4,52	6,13	125	5,78	11,51	174	5,78	18,23	223	4,77	32,04
28	3,01	2,81	77	4,27	6,21	126	5,52	11,53	175	5,78	18,56	224	4,77	32,1
29	3,26	2,8	78	4,27	6,24	127	5,78	11,54	176	5,78	18,98	225	4,77	32,33
30	3,26	2,82	79	4,27	6,26	128	5,52	11,59	177	5,52	19,27	226	4,77	33,01
31	3,26	3,05	80	4,27	6,28	129	5,52	11,72	178	5,78	19,5	227	4,77	33,32
32	3,26	3,06	81	4,52	6,52	130	5,52	11,75	179	5,78	19,79	228	4,77	33,58
33	3,52	3,08	82	4,27	6,54	131	5,52	11,79	180	5,78	20,03	229	4,77	33,86
34	3,26	3,12	83	4,27	6,74	132	5,52	11,85	181	5,78	20,32	230	4,52	34,16
35	3,52	3,23	84	4,27	6,75	133	5,78	11,97	182	5,78	20,57	231	4,52	34,71
36	3,26	3,26	85	4,52	6,81	134	5,52	12	183	5,78	20,76	232	4,52	35,09
37	3,26	3,31	86	4,52	6,89	135	5,78	12,25	184	5,52	20,77	233	4,27	35,09
38	3,52	3,4	87	4,52	6,96	136	5,52	12,24	185	5,78	21,32	234	4,52	35,61
39	3,52	3,49	88	4,52	6,99	137	5,52	12,26	186	5,52	21,78	235	4,52	36,25
40	3,52	3,5	89	4,52	7,02	138	5,78	12,5	187	5,78	22,08	236	4,52	36,92
41	3,52	3,52	90	4,52	7,26	139	5,78	12,59	188	5,52	22,37	237	4,27	37,28
42	3,52	3,65	91	4,77	7,27	140	5,78	12,78	189	5,52	22,54	238	4,27	37,62
43	3,77	3,73	92	4,52	7,28	141	5,78	13,03	190	5,52	22,76	239	4,27	37,99
44	3,77	3,78	93	4,52	7,31	142	5,78	13,05	191	5,52	22,93	240	4,02	38,26
45	3,77	3,82	94	4,52	7,5	143	5,78	13,24	192	5,52	23,06	241	4,02	38,27
46	3,77	3,95	95	4,77	7,52	144	5,78	13,31	193	5,52	23,3	242	4,27	38,86
47	3,77	3,98	96	4,52	7,54	145	5,52	13,47	194	5,27	23,35	243	4,02	39,59
48	4,02	4,04	97	4,77	7,63	146	5,78	13,61	195	5,52	23,58	244	4,02	40,35
49	4,02	4,23	98	4,52	7,72	147	5,78	13,77	196	5,52	24,04	245	4,02	40,85



No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)
246	4,27	41,28	271	3,26	53,01	296	3,77	65,9	321	4,02	80,81	346	4,02	96,97
247	4,02	41,41	272	3,52	53,32	297	3,77	66,36	322	4,02	81,24	347	4,52	97,52
248	4,02	41,42	273	3,77	53,65	298	3,52	66,65	323	4,27	81,7	348	4,52	98
249	4,27	42,34	274	3,26	53,88	299	3,77	67,39	324	4,27	82,83	349	4,27	98
250	4,02	43,04	275	3,52	54,12	300	3,77	68,15	325	4,27	83,4	350	4,27	98
251	4,02	43,48	276	3,52	55,04	301	3,77	68,78	326	4,02	83,46	351	4,27	98,01
252	4,02	44	277	3,52	55,61	302	3,77	69,18	327	4,27	84,64	352	4,27	98,01
253	4,27	44,35	278	3,52	56,08	303	3,52	69,2	328	4,02	85,42	353	4,52	98
254	4,02	44,58	279	3,26	56,41	304	3,77	70,4	329	4,02	85,69	354	4,27	98
255	4,27	44,98	280	3,26	56,57	305	3,77	71,07	330	4,27	86,56	355	4,02	98
256	3,77	45,92	281	3,52	57,33	306	3,77	71,45	331	4,27	87,37	356	4,27	98,01
257	3,77	46,46	282	3,52	58,09	307	3,77	71,65	332	4,02	87,82	357	4,27	98
258	3,77	47,15	283	3,52	58,53	308	3,77	72,87	333	4,02	87,87	358	4,02	98,01
259	3,77	47,54	284	3,52	58,87	309	4,02	73,7	334	4,27	88,81	359	4,02	98,01
260	3,77	47,81	285	3,52	59,07	310	3,52	74,1	335	4,02	89,44	360	3,77	98
261	3,77	47,81	286	3,52	59,32	311	3,77	74,1	336	4,02	90,09	361	3,77	98
262	3,77	48,63	287	3,52	60,12	312	4,02	75,34	337	4,27	90,48	362	4,02	98
263	3,52	49,24	288	3,52	60,87	313	4,02	75,88	338	4,27	91,48	363	3,77	98
264	3,52	49,8	289	3,52	61,44	314	3,77	76,46	339	4,27	91,98	364	4,02	98
265	3,52	50,17	290	3,26	61,66	315	3,77	76,63	340	4,02	92,36	365	3,77	98
266	3,52	50,57	291	3,52	62,38	316	4,02	77,67	341	4,27	92,89	366	3,77	98,01
267	3,52	50,87	292	3,52	63,33	317	4,02	78,23	342	4,27	93,97	367	3,77	98,01
268	3,52	51,06	293	3,52	63,93	318	4,02	78,73	343	4,27	94,64	368	3,77	98,01
269	3,52	51,98	294	3,52	64,12	319	4,02	78,92	344	4,27	94,94	369	3,77	98,01
270	3,26	52,57	295	3,52	65,1	320	4,27	79,89	345	4,27	96,42	370	3,77	98

Yogyakarta, 4 Maret 2021

Mengetahui,

Ka. Lab. Struktur dan Mekanika  
Rekayasa

Hariadi Yulianto, S.T., M.Eng.

Penguji

Muchamad Amirul Yachya



**DATA PENGUJIAN TUGAS AKHIR MAHASISWA**

Peneliti : Mochamad Faisal Azhar  
 NIM : 16511241  
 Judul Penelitian : Pengaruh Penambahan Komponen Konektor Pada Balok Sistem Pracetak Risha Mae Terhadap Kekakuan  
 Sampel : Balok Polos 2  
 Diuji Tanggal : 22 Oktober 2020

No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)
1	0	0	50	4,27	4,75	99	6,03	14,36	148	6,53	20,61	197	6,78	23,24
2	0	0	51	4,52	4,84	100	6,03	14,52	149	6,53	20,76	198	6,53	23,35
3	0	0	52	4,27	5,03	101	6,03	14,74	150	6,53	20,81	199	6,53	23,53
4	0	0	53	4,52	5,18	102	6,03	14,83	151	6,78	20,83	200	6,78	23,6
5	0,25	-0,01	54	4,52	5,26	103	6,28	15,1	152	6,78	20,85	201	6,53	23,64
6	0	-0,04	55	4,52	5,7	104	6,03	15,32	153	6,53	20,87	202	6,78	23,71
7	0	-0,04	56	4,52	5,99	105	6,03	15,55	154	6,28	20,87	203	6,78	23,94
8	0,25	0,03	57	4,77	6,12	106	6,28	15,8	155	6,53	20,87	204	6,53	24,05
9	1	0,05	58	4,52	6,33	107	6,28	15,85	156	6,53	20,88	205	6,53	24,14
10	1,51	0,32	59	4,77	6,66	108	6,03	16,03	157	6,28	20,88	206	6,28	24,21
11	1,51	0,59	60	4,52	6,81	109	6,03	16,12	158	6,53	20,88	207	6,53	24,31
12	1,76	0,65	61	4,77	7,04	110	6,03	16,14	159	6,53	20,88	208	6,53	24,34
13	1,76	0,72	62	4,77	7,13	111	6,28	16,72	160	6,28	20,88	209	6,53	24,59
14	1,76	0,77	63	4,77	7,28	112	6,28	16,83	161	6,53	20,88	210	6,28	24,6
15	2,01	0,82	64	4,77	7,53	113	6,28	17,04	162	6,28	20,89	211	6,78	24,9
16	2,01	0,98	65	4,77	7,59	114	6,28	17,09	163	6,28	20,89	212	6,53	25,01
17	2,26	1,04	66	5,02	7,91	115	6,28	17,25	164	6,28	20,89	213	6,28	25,04
18	2,26	1,08	67	4,77	8,01	116	6,28	17,51	165	6,28	20,89	214	6,53	25,11
19	2,51	1,25	68	5,02	8,28	117	6,28	17,86	166	6,28	20,89	215	6,28	25,31
20	2,51	1,3	69	5,27	8,7	118	6,28	18,23	167	6,28	20,89	216	6,28	25,35
21	2,51	1,36	70	5,02	8,91	119	6,28	18,54	168	6,28	20,99	217	6,03	25,37
22	2,51	1,39	71	5,02	9,1	120	6,28	18,58	169	6,78	21,12	218	6,53	25,59
23	2,76	1,43	72	5,27	9,29	121	6,28	18,59	170	6,53	21,23	219	6,28	25,78
24	2,76	1,5	73	5,27	9,5	122	6,28	19,02	171	6,53	21,29	220	6,28	26,12
25	2,76	1,58	74	5,27	9,73	123	6,28	19,05	172	6,53	21,32	221	6,28	26,39
26	2,76	1,72	75	5,27	9,84	124	6,28	19,08	173	6,53	21,38	222	6,28	26,6
27	3,26	1,84	76	5,27	9,85	125	6,28	19,15	174	6,53	21,47	223	6,28	26,81
28	3,01	1,95	77	5,27	10,07	126	6,28	19,31	175	6,53	21,57	224	6,28	26,85
29	3,01	2,06	78	5,52	10,24	127	6,53	19,39	176	6,78	21,62	225	6,28	27,03
30	3,26	2,2	79	5,27	10,37	128	6,28	19,56	177	6,78	21,72	226	6,28	27,08
31	3,26	2,32	80	5,52	10,59	129	6,28	19,61	178	6,53	21,83	227	6,53	27,27
32	3,26	2,46	81	5,27	10,62	130	6,28	19,63	179	6,53	21,88	228	6,28	27,44
33	3,52	2,55	82	5,52	11	131	6,53	19,63	180	6,53	21,92	229	6,28	27,64
34	3,77	2,67	83	5,52	11,24	132	6,78	19,84	181	6,53	21,98	230	6,28	27,86
35	3,52	2,81	84	5,52	11,37	133	6,53	19,97	182	6,53	22,03	231	6,53	28,42
36	3,77	2,97	85	5,52	11,53	134	6,28	20,02	183	6,53	22,08	232	6,28	28,86
37	3,77	3,04	86	5,78	11,66	135	6,28	20,05	184	6,78	22,1	233	6,28	29,09
38	3,77	3,18	87	5,52	11,84	136	6,53	20,07	185	6,53	22,12	234	6,28	29,34
39	3,77	3,3	88	5,78	12,08	137	6,28	20,08	186	6,78	22,28	235	6,28	29,57
40	4,02	3,43	89	5,52	12,27	138	6,53	20,09	187	6,53	22,46	236	6,28	29,9
41	4,02	3,57	90	5,78	12,53	139	6,28	20,1	188	6,53	22,56	237	6,28	30,34
42	4,02	3,65	91	5,78	12,75	140	6,28	20,14	189	6,53	22,61	238	6,03	30,35
43	4,02	3,78	92	6,03	12,88	141	6,28	20,16	190	6,53	22,66	239	5,78	31,39
44	4,02	3,89	93	5,78	13,07	142	6,53	20,22	191	6,78	22,71	240	6,03	31,83
45	4,02	4,05	94	5,78	13,08	143	6,53	20,28	192	6,53	22,77	241	5,78	32,16
46	4,52	4,16	95	6,03	13,49	144	6,28	20,29	193	6,78	22,83	242	5,78	32,4
47	4,27	4,4	96	6,03	13,88	145	6,53	20,44	194	6,53	22,91	243	6,03	33,05
48	4,27	4,51	97	6,03	14,05	146	6,53	20,51	195	6,78	23,07	244	5,78	33,35
49	4,27	4,6	98	6,03	14,06	147	6,28	20,52	196	6,78	23,14	245	5,52	33,36

No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)
246	5,52	34,14	271	4,52	45,13	296	2,26	55,61	321	1,26	68,13	346	1	82,67
247	5,52	34,7	272	4,52	45,65	297	2,51	55,89	322	1,26	68,47	347	1	83,69
248	5,52	35,15	273	4,27	46,04	298	2,51	56,65	323	1	69,71	348	0,75	84,45
249	5,27	35,62	274	4,27	46,16	299	2,51	57,16	324	1	70,45	349	1	85,24
250	5,27	36,03	275	3,77	46,94	300	1,76	58,12	325	1	71	350	1	85,67
251	5,27	36,35	276	3,77	47,34	301	1,76	58,42	326	1	71,02	351	1	86,56
252	5,02	36,42	277	3,77	47,67	302	1,76	58,9	327	1	71,91	352	1	87,47
253	5,02	37,33	278	3,52	47,9	303	1,76	59,46	328	1	72,73	353	1	88,2
254	5,27	38,09	279	3,52	48,22	304	1,76	60,14	329	1	73,21	354	0,75	88,44
255	5,27	38,62	280	3,52	48,65	305	1,51	60,83	330	1	73,75	355	1	89,23
256	5,27	38,87	281	3,26	49,03	306	1,51	61,19	331	1	73,77	356	0,75	89,82
257	5,52	39,32	282	3,52	49,39	307	1,51	61,64	332	1	74,87	357	0,75	90,62
258	5,02	39,55	283	3,01	49,89	308	1,51	61,94	333	0,75	75,4	358	0,5	91,26
259	5,27	40,02	284	3,01	50,38	309	1,51	62,21	334	1	75,99	359	0,75	91,35
260	5,02	40,61	285	3,01	50,77	310	1,76	63,18	335	1	76,54	360	0,75	91,34
261	5,02	41,13	286	3,26	51,12	311	1,51	63,92	336	1,26	76,73	361	0,75	91,35
262	5,02	41,75	287	3,01	51,51	312	1,26	64,41	337	1	77,71	362	0,75	91,35
263	4,77	42,19	288	3,01	52,08	313	1	64,92	338	1	78,54	363	0,75	91,35
264	4,77	42,59	289	2,76	52,38	314	1	64,96	339	1	79,37	364	0,5	91,35
265	4,77	42,82	290	2,51	53,01	315	1	65,21	340	1	79,69	365	0,75	91,36
266	4,77	43,4	291	2,51	53,38	316	1,26	66,15	341	1	79,71	366	0,75	91,36
267	4,52	43,62	292	2,51	53,9	317	1,26	66,65	342	1	81,02			
268	4,77	43,78	293	2,26	54,58	318	1	67,17	343	1	81,7			
269	4,77	44,14	294	2,26	54,88	319	1,26	67,6	344	1	82,04			
270	4,77	44,62	295	2,26	55,3	320	1,26	67,95	345	1	82,5			

Yogyakarta, 4 Maret 2021

Mengetahui,

Ka.Lab. Struktur dan Mekanika

Rekayasa



Hariadi Yulianto, S.T., M.Eng.

Penguji



Muchamad Amirul Yachya



**DATA PENGUJIAN TUGAS AKHIR MAHASISWA**

Peneliti : Mochamad Faisal Azhar

NIM : 16511241

Judul Penelitian : Pengaruh Penambahan Komponen Konektor Pada Balok Sistem Pracetak Risha Mae Terhadap Kekakuan

Sampel : Balok Polos 3

Diuji Tanggal : 22 Oktober 2020

No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)
1	0	-0,01	50	3,26	5,22	99	5,02	16,29	148	5,27	28,54	197	4,52	48,54
2	0	-0,01	51	3,26	5,31	100	5,02	16,49	149	5,27	29,01	198	4,52	49,08
3	0	-0,01	52	3,52	5,39	101	5,02	16,61	150	5,27	29,38	199	4,52	49,77
4	0	-0,02	53	3,26	5,5	102	5,27	16,77	151	5,52	29,78	200	4,52	50,18
5	0	-0,01	54	3,52	5,73	103	5,27	17,06	152	5,27	30,07	201	4,52	50,27
6	0	-0,01	55	3,77	6,05	104	5,27	17,26	153	5,27	30,17	202	4,77	51,22
7	0	-0,01	56	3,77	6,49	105	5,27	17,66	154	5,52	30,98	203	4,52	52,09
8	0	-0,01	57	3,77	6,81	106	5,52	17,94	155	5,27	31,48	204	4,52	52,92
9	0,5	0,47	58	3,77	7,17	107	5,27	18,24	156	5,52	31,96	205	4,52	53,54
10	0,75	0,72	59	3,77	7,23	108	5,27	18,52	157	5,27	32,31	206	4,52	53,76
11	1,26	1,14	60	4,27	7,89	109	5,27	18,73	158	5,27	32,76	207	4,52	53,8
12	1,26	1,2	61	4,27	8,29	110	5,27	18,96	159	5,02	33,13	208	4,52	54,86
13	1,26	1,27	62	4,27	8,55	111	5,27	19,05	160	5,02	33,42	209	4,52	55,93
14	1,26	1,44	63	4,27	8,96	112	5,27	19,04	161	5,27	33,7	210	4,27	56,36
15	1,51	1,49	64	4,27	9,19	113	5,52	19,48	162	5,27	34,3	211	4,52	56,61
16	1,51	1,7	65	4,27	9,48	114	5,27	19,99	163	5,27	34,81	212	4,27	56,95
17	1,51	1,82	66	4,27	9,72	115	5,52	20,27	164	5,27	35,28	213	4,27	57,08
18	1,76	1,96	67	4,27	9,96	116	5,27	20,53	165	5,02	35,61	214	4,27	57,07
19	1,76	2,19	68	4,27	10,29	117	5,52	20,81	166	5,02	36,01	215	4,27	57,81
20	2,01	2,26	69	4,52	10,57	118	5,27	21,02	167	5,02	36,46	216	4,52	58,41
21	2,01	2,46	70	4,27	10,79	119	5,52	21,22	168	4,77	36,79	217	4,52	59,02
22	2,01	2,53	71	4,52	11,05	120	5,52	21,35	169	4,77	36,91	218	4,27	59,35
23	2,01	2,6	72	4,27	11,36	121	5,27	21,35	170	4,77	37,6	219	3,26	60,19
24	2,01	2,63	73	4,27	11,51	122	5,52	21,77	171	4,77	38	220	3,26	60,33
25	2,01	2,68	74	4,27	11,68	123	5,78	22,13	172	4,77	38,51	221	3,26	60,33
26	2,26	2,69	75	4,27	11,8	124	5,52	22,42	173	4,77	38,75	222	3,52	61,29
27	2,26	2,68	76	4,27	11,81	125	5,78	22,54	174	4,77	39,29	223	3,52	61,91
28	2,26	2,69	77	4,52	12,14	126	5,52	22,55	175	4,77	39,85	224	3,52	62,41
29	2,26	2,7	78	4,27	12,27	127	5,78	22,78	176	4,77	40,23	225	3,77	62,88
30	2,26	2,9	79	4,27	12,47	128	5,52	23,02	177	4,52	40,24	226	3,52	63,32
31	2,26	2,96	80	4,27	12,59	129	5,78	23,26	178	4,52	40,8	227	3,52	63,36
32	2,26	3,05	81	4,27	12,77	130	5,78	23,5	179	4,77	41,28	228	3,52	64,09
33	2,51	3,22	82	4,52	13,04	131	5,52	23,76	180	4,52	41,58	229	3,77	65,1
34	2,51	3,31	83	4,52	13,27	132	5,78	24	181	4,77	42,02	230	3,77	65,8
35	2,51	3,43	84	4,52	13,5	133	5,52	24,03	182	4,77	42,29	231	3,77	66,27
36	2,76	3,49	85	4,77	13,7	134	5,78	24,4	183	4,77	42,62	232	3,77	66,35
37	2,76	3,72	86	4,77	13,97	135	5,78	24,75	184	4,77	43,03	233	3,77	67,83
38	2,76	3,84	87	4,77	14,08	136	5,52	25,03	185	4,77	43,34	234	3,77	68,52
39	2,76	3,87	88	4,52	14,2	137	5,78	25,32	186	4,77	43,68	235	3,77	68,76
40	3,01	4,22	89	4,52	14,2	138	5,78	25,51	187	5,02	43,8	236	3,77	69,56
41	3,01	4,43	90	4,77	14,47	139	5,78	25,72	188	4,52	44,4	237	3,77	70,79
42	3,26	4,49	91	4,77	14,86	140	5,52	25,95	189	4,52	45,03	238	3,77	71,36
43	3,01	4,7	92	4,77	15,08	141	5,52	26,2	190	4,52	45,51	239	3,52	71,45
44	3,01	4,74	93	4,77	15,28	142	5,52	26,41	191	4,52	45,91	240	3,77	71,85
45	3,26	4,77	94	5,02	15,52	143	5,52	26,56	192	4,52	46,36	241	1,76	73,63
46	3,26	4,9	95	5,02	15,73	144	5,52	26,99	193	4,52	46,78	242	2,01	73,89
47	3,26	4,93	96	5,02	15,99	145	5,27	26,99	194	4,52	47,01	243	2,01	74,38
48	3,52	5,12	97	5,02	16,02	146	5,52	27,78	195	4,52	47,01	244	2,01	74,4
49	3,26	5,21	98	5,02	16,2	147	5,52	28,05	196	4,77	47,81	245	2,51	75,62

No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)
246	2,51	76,58	258	3,01	85,11	270	1,26	92,22	282	1,76	92,21	294	1,51	92,22
247	2,76	76,92	259	3,01	85,2	271	1,51	92,22	283	1,76	92,22	295	1,76	92,21
248	2,51	76,96	260	2,76	86,18	272	1,51	92,21	284	1,76	92,21	296	1,76	92,22
249	2,76	78,14	261	3,01	87,4	273	1,51	92,22	285	1,51	92,21	297	1,76	92,22
250	2,76	79,14	262	2,76	87,92	274	1,51	92,21	286	2,01	92,22	298	1,51	92,21
251	2,76	79,81	263	2,76	88	275	1,76	92,22	287	1,76	92,22	299	1,51	92,22
252	2,76	79,83	264	3,01	89,16	276	1,51	92,22	288	1,76	92,21	300	1,51	92,22
253	2,76	80,93	265	2,76	90,15	277	1,76	92,21	289	1,76	92,22	301	1,51	92,22
254	2,76	82,09	266	1	90,94	278	1,76	92,21	290	1,76	92,22	302	1,51	92,22
255	2,76	82,52	267	1,51	91,22	279	1,51	92,21	291	1,76	92,21			
256	3,01	82,9	268	1,51	92,2	280	1,76	92,22	292	1,76	92,22			
257	3,01	84,12	269	1,51	92,21	281	1,76	92,21	293	1,76	92,22			

Yogyakarta, 4 Maret 2021

Mengetahui,  
 Ka.Lab. Struktur dan Mekanika  
 Rekayasa  
  
 Hariadi Yulianto, S.T., M.Eng.

Penguji  


Muchamad Amirul Yachya



**DATA PENGUJIAN TUGAS AKHIR MAHASISWA**

Peneliti : Mochamad Faisal Azhar  
 NIM : 16511241  
 Judul Penelitian : Pengaruh Penambahan Komponen Konektor Pada Balok Sistem Pracetak Risha Mae Terhadap Kekakuan  
 Sampel : Balok Konektor 1  
 Diuji Tanggal : 21 Oktober 2020

No.	Load (kN)	Disp (mm)	No.	Load (kN)	Disp (mm)	No.	Load (kN)	Disp (mm)	No.	Load (kN)	Disp (mm)	No.	Load (kN)	Disp (mm)
1	0	0	44	4,02	4,47	87	7,53	12,21	130	7,79	14,19	173	8,54	16,48
2	-0,25	0	45	4,27	4,66	88	7,28	12,22	131	7,79	14,24	174	8,54	16,51
3	0	0	46	4,27	4,69	89	7,03	12,22	132	7,79	14,26	175	8,79	16,74
4	0	0	47	4,52	4,95	90	7,53	12,48	133	7,79	14,28	176	8,79	16,75
5	0	0	48	4,52	4,99	91	7,53	12,48	134	7,53	14,29	177	8,79	16,77
6	0	0	49	4,52	5,29	92	7,53	12,49	135	7,53	14,44	178	8,54	16,76
7	0	0	50	4,77	5,43	93	7,28	12,64	136	7,79	14,48	179	8,54	16,8
8	0	0	51	5,02	5,73	94	7,53	12,67	137	8,04	14,5	180	8,79	16,98
9	0	0	52	5,52	5,95	95	7,53	12,68	138	8,04	14,51	181	8,54	16,99
10	0	0	53	5,52	6,44	96	7,53	12,69	139	8,04	14,75	182	8,79	17,22
11	0	0	54	5,27	6,45	97	7,53	12,7	140	8,04	14,76	183	8,79	17,23
12	-0,25	0	55	5,52	6,47	98	7,28	12,71	141	7,79	14,76	184	8,79	17,25
13	0	0	56	5,78	6,89	99	7,79	12,96	142	7,79	14,76	185	8,54	17,26
14	0	0	57	6,03	7,06	100	7,53	12,96	143	8,04	14,79	186	8,79	17,29
15	0	0	58	6,03	7,31	101	7,53	12,97	144	8,04	14,9	187	8,79	17,5
16	0	0	59	6,03	7,61	102	7,53	12,98	145	8,04	14,94	188	8,79	17,55
17	0	0,14	60	6,28	7,69	103	7,53	12,98	146	8,04	14,99	189	8,79	17,66
18	0,5	0,42	61	6,28	7,98	104	7,53	12,98	147	8,04	15,05	190	8,79	17,69
19	1	0,77	62	6,53	8,17	105	7,53	12,99	148	8,04	15,2	191	8,54	17,69
20	1,26	0,95	63	6,53	8,45	106	7,28	13	149	8,04	15,21	192	8,54	17,69
21	1,26	0,96	64	6,53	8,66	107	7,28	13,01	150	8,04	15,21	193	8,79	17,76
22	1,26	1,22	65	6,78	8,9	108	7,53	13,01	151	8,04	15,26	194	8,79	17,96
23	1,76	1,48	66	6,53	9,17	109	7,53	13,02	152	8,29	15,29	195	8,79	17,97
24	2,01	1,68	67	6,53	9,17	110	7,79	13,26	153	8,54	15,52	196	8,54	17,98
25	2,01	1,92	68	6,53	9,17	111	7,79	13,26	154	8,29	15,53	197	7,28	18
26	2,01	1,95	69	6,53	9,26	112	7,53	13,26	155	8,04	15,54	198	7,53	18,01
27	2,01	1,98	70	7,03	9,47	113	7,79	13,32	156	8,29	15,55	199	7,28	18,25
28	2,01	2,25	71	7,03	9,72	114	7,79	13,39	157	8,29	15,56	200	7,28	18,47
29	2,26	2,28	72	6,78	9,94	115	7,79	13,42	158	8,04	15,57	201	7,28	18,69
30	2,51	2,43	73	7,03	10	116	7,79	13,43	159	8,29	15,58	202	7,28	18,99
31	2,51	2,48	74	7,03	10,22	117	7,79	13,46	160	8,54	15,7	203	7,28	19,23
32	2,51	2,7	75	6,53	10,44	118	7,79	13,48	161	8,29	15,72	204	7,28	19,26
33	2,76	2,95	76	6,78	10,67	119	7,53	13,71	162	8,29	15,73	205	7,28	19,26
34	3,01	3,16	77	6,78	10,71	120	7,53	13,71	163	8,29	15,73	206	7,53	19,46
35	3,26	3,28	78	7,03	11,17	121	7,79	13,72	164	8,54	15,75	207	7,79	19,72
36	3,26	3,47	79	6,78	11,17	122	7,79	13,74	165	8,29	15,97	208	7,79	19,77
37	3,26	3,48	80	7,03	11,21	123	7,79	13,77	166	8,54	15,98	209	7,53	19,8
38	3,26	3,49	81	7,28	11,48	124	7,79	13,91	167	8,29	16	210	7,53	19,8
39	3,52	3,7	82	7,28	11,79	125	7,53	13,93	168	8,29	16,07	211	7,79	19,98
40	3,52	3,93	83	7,28	11,91	126	7,53	13,93	169	8,54	16,18	212	8,04	20,04
41	3,77	3,99	84	7,53	11,95	127	7,53	13,94	170	8,54	16,38	213	8,04	20,24
42	3,77	4,23	85	7,28	12,19	128	7,53	13,94	171	8,54	16,44	214	8,04	20,26
43	4,02	4,28	86	7,53	12,2	129	7,53	14,16	172	8,54	16,47	215	8,04	20,26



No.	Load (kN)	Disp (mm)	No.	Load (kN)	Disp (mm)	No.	Load (kN)	Disp (mm)	No.	Load (kN)	Disp (mm)	No.	Load (kN)	Disp (mm)
216	8,29	20,47	271	8,79	25,48	326	8,29	30,75	381	8,04	36,23	436	7,79	42,29
217	8,04	20,5	272	8,79	25,49	327	8,54	30,79	382	8,04	36,46	437	7,53	42,49
218	8,29	20,71	273	9,04	25,68	328	8,79	30,96	383	8,29	36,53	438	7,53	42,49
219	8,29	20,89	274	9,04	25,91	329	8,54	31,18	384	8,29	36,72	439	7,79	42,71
220	8,04	20,89	275	8,54	25,93	330	8,29	31,19	385	8,04	36,78	440	7,53	42,85
221	8,29	20,89	276	8,54	25,93	331	8,29	31,22	386	8,04	36,78	441	7,53	42,85
222	8,29	20,93	277	8,79	25,98	332	8,54	31,28	387	8,04	36,79	442	7,79	43,01
223	8,29	20,99	278	9,04	26,21	333	8,04	31,53	388	8,04	36,8	443	7,53	43,04
224	8,54	21,28	279	8,79	26,3	334	8,04	31,55	389	8,29	37,01	444	7,53	43,04
225	8,54	21,28	280	8,54	26,3	335	7,79	31,56	390	8,04	37,26	445	7,79	43,48
226	8,54	21,28	281	8,54	26,31	336	8,29	31,7	391	8,04	37,25	446	7,53	43,5
227	8,29	21,28	282	8,79	26,5	337	8,04	31,95	392	8,29	37,29	447	7,53	43,5
228	8,79	21,51	283	8,79	26,67	338	7,79	31,96	393	8,04	37,42	448	7,79	43,86
229	8,79	21,71	284	8,79	26,72	339	7,79	31,96	394	8,04	37,43	449	7,53	44,05
230	8,54	21,74	285	8,54	26,72	340	8,29	32,08	395	8,04	37,43	450	7,28	44,05
231	8,54	21,75	286	8,54	26,72	341	8,54	32,31	396	8,04	37,73	451	7,53	44,32
232	8,29	21,74	287	8,79	27	342	8,04	32,47	397	8,04	37,78	452	7,53	44,52
233	8,54	21,97	288	8,79	27,2	343	8,04	32,47	398	8,04	37,79	453	7,53	44,52
234	8,54	22,05	289	8,54	27,2	344	8,29	32,51	399	7,79	37,79	454	7,53	44,77
235	8,54	22,26	290	8,29	27,21	345	8,54	32,77	400	8,04	38,03	455	7,53	44,97
236	8,04	22,26	291	8,54	27,24	346	8,29	32,77	401	8,04	38,08	456	7,28	44,97
237	8,29	22,27	292	8,79	27,47	347	8,04	32,77	402	7,79	38,27	457	7,79	45,32
238	8,54	22,49	293	8,79	27,55	348	8,04	33,01	403	7,79	38,27	458	7,53	45,53
239	8,54	22,73	294	8,54	27,56	349	8,29	33,07	404	8,04	38,36	459	7,28	45,54
240	8,54	22,73	295	8,54	27,56	350	8,29	33,24	405	8,04	38,47	460	7,53	45,75
241	8,54	22,74	296	8,79	27,74	351	8,04	33,31	406	7,79	38,74	461	7,79	45,77
242	8,29	22,74	297	8,54	27,8	352	8,29	33,31	407	7,53	38,74	462	7,28	45,77
243	8,79	22,97	298	8,54	27,94	353	8,54	33,53	408	7,79	38,75	463	7,28	45,77
244	8,54	22,99	299	8,54	28	354	8,29	33,72	409	7,79	38,92	464	7,53	46,45
245	8,54	23,24	300	8,29	28	355	8,29	33,73	410	7,79	39,05	465	7,28	46,46
246	8,54	23,24	301	8,54	28,22	356	8,04	33,73	411	7,53	39,05	466	7,28	46,9
247	8,54	23,24	302	8,79	28,32	357	8,29	33,98	412	8,04	39,26	467	7,03	46,91
248	8,79	23,29	303	8,54	28,5	358	8,29	34,14	413	7,79	39,29	468	7,28	47,25
249	8,79	23,52	304	8,54	28,5	359	8,29	34,2	414	7,79	39,28	469	7,03	47,5
250	9,04	23,74	305	8,54	28,51	360	8,04	34,19	415	7,79	39,5	470	7,53	47,98
251	8,79	23,74	306	8,79	28,56	361	8,29	34,27	416	7,79	39,59	471	6,78	48,01
252	8,79	23,74	307	8,54	28,85	362	8,54	34,51	417	7,79	39,58	472	7,28	48,02
253	8,79	23,96	308	8,54	28,99	363	8,29	34,6	418	8,04	39,93	473	7,28	48,31
254	9,04	23,99	309	8,29	28,99	364	8,04	34,6	419	7,79	39,95	474	7,03	48,68
255	8,79	24,02	310	8,54	29,03	365	8,29	34,74	420	7,79	40,02	475	7,03	48,67
256	8,79	24,04	311	8,54	29,23	366	8,29	34,79	421	7,79	40,19	476	6,78	48,67
257	8,54	24,04	312	8,54	29,29	367	8,04	35,03	422	8,04	40,37	477	6,78	48,67
258	8,79	24,3	313	8,54	29,36	368	8,04	35,03	423	7,79	40,38	478	6,78	48,68
259	9,04	24,37	314	8,54	29,4	369	8,29	35,05	424	8,04	40,71	479	6,78	48,68
260	9,04	24,5	315	8,54	29,62	370	8,29	35,39	425	7,79	40,74	480	6,53	48,68
261	8,79	24,52	316	8,54	29,73	371	8,29	35,43	426	7,53	40,74	481	6,78	48,68
262	8,54	24,52	317	8,29	29,77	372	7,79	35,44	427	8,04	41,02	482	7,28	49,25
263	9,04	24,76	318	8,54	29,77	373	8,04	35,45	428	7,53	41,05	483	7,03	49,52
264	9,04	24,89	319	8,54	30,02	374	8,29	35,51	429	7,79	41,2	484	6,78	49,52
265	8,79	24,99	320	8,79	30,11	375	8,29	35,79	430	7,79	41,49	485	7,28	49,75
266	8,79	24,99	321	8,54	30,25	376	8,04	35,82	431	7,79	41,51	486	7,28	50,28
267	8,54	24,98	322	8,29	30,26	377	7,79	35,82	432	7,53	41,52	487	7,03	50,27
268	8,79	25,22	323	8,54	30,28	378	8,29	35,98	433	7,79	41,82	488	6,78	50,27
269	8,79	25,36	324	8,54	30,54	379	8,29	36,21	434	7,53	41,96	489	6,78	50,27
<b>270</b>	<b>9,04</b>	<b>25,47</b>	325	8,54	30,75	380	8,04	36,22	435	7,79	41,96	490	6,78	50,27



No.	Load (kN)	Disp (mm)
491	6,78	50,27
492	6,78	50,27
493	6,78	50,27
494	6,78	50,27
495	6,78	50,27
496	6,53	50,27
497	6,53	50,26
498	6,53	50,27
499	6,53	50,27
500	6,53	50,27
501	6,78	50,27
502	6,53	50,27
503	6,53	50,28
504	6,53	50,27
505	6,53	50,27
506	6,28	50,28
507	6,53	50,28
508	6,53	50,27
509	6,53	50,27
510	6,53	50,27
511	6,53	50,27
512	6,28	50,27

No.	Load (kN)	Disp (mm)
513	6,53	50,26
514	6,53	50,27
515	6,53	50,27
516	6,53	50,27
517	6,53	50,28
518	6,53	50,28
519	6,53	50,28
520	6,53	50,27
521	6,53	50,27
522	6,28	50,26
523	6,53	50,26
524	6,53	50,26
525	6,53	50,27
526	6,53	50,26
527	6,53	50,29
528	6,53	50,28
529	6,28	50,28
530	6,53	50,28
531	6,53	50,28
532	6,53	50,28
533	6,28	50,28
534	6,28	50,29

No.	Load (kN)	Disp (mm)
535	6,28	50,28
536	6,28	50,29
537	6,28	50,28
538	6,28	50,29
539	7,28	50,97
540	7,03	51,31
541	7,28	51,77
542	7,03	52,1
543	7,28	52,65
544	7,03	52,87
545	7,28	53,07
546	6,78	54,09
547	6,78	54,09
548	7,03	55,26
549	6,53	55,26
550	7,03	56,33
551	6,53	56,81
552	6,78	56,82
553	6,28	59,33
554	6,03	59,51
555	6,28	61,97
556	6,03	63,58

No.	Load (kN)	Disp (mm)
557	6,03	63,61
558	5,78	63,63
559	6,28	66,11
560	6,03	68,76
561	5,78	68,85
562	5,78	68,88
563	5,78	68,94
564	5,78	68,94
565	5,52	68,94
566	5,78	68,94
567	5,52	68,94
568	5,52	68,94
569	5,78	68,94
570	5,52	68,94
571	5,52	68,94
572	5,52	68,95
573	5,78	68,94
574	5,52	68,94
575	5,52	68,94
576	5,52	68,94
577	5,52	68,94
578	5,27	68,94

No.	Load (kN)	Disp (mm)
579	5,52	68,94
580	5,52	68,95
581	5,27	68,94
582	5,52	68,94
583	5,52	68,94
584	5,52	68,95
585	5,52	68,95
586	5,52	68,94
587	5,27	68,95
588	5,52	68,94
589	5,52	68,94
590	5,52	68,94
591	5,52	68,95
592	5,52	68,95
593	5,52	68,95
594	5,52	68,94
595	5,52	68,95
596	5,27	68,95
597	5,52	68,95
598	5,52	68,95

Mengetahui,  
 Ka.Lab. Struktur dan Mekanika  
 Rekayasa



Hariadi Yudianto, S.T., M.Eng.

Yogyakarta, 4 Maret 2021

Penguji

Muchamad Amirul Yachya

**DATA PENGUJIAN TUGAS AKHIR MAHASISWA**

Peneliti : Mochamad Faisal Azhar  
 NIM : 16511241  
 Judul Penelitian : Pengaruh Penambahan Komponen Konektor Pada Balok Sistem Pracetak Risha Mae Terhadap Kekakuan  
 Sampel : Balok Konektor 3  
 Diuji Tanggal : 21 Oktober 2020

No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)
1	0	0	50	5,52	2,76	99	7,79	5,4	148	9,04	6,97	197	9,04	8,46
2	0	0	51	5,52	2,95	100	7,79	5,41	149	9,04	6,98	198	9,29	8,48
3	-0,25	-0,01	52	5,52	2,96	101	7,79	5,41	150	9,04	6,99	199	9,29	8,49
4	0	0	53	5,52	2,96	102	8,04	5,48	151	8,79	7	200	9,29	8,49
5	-0,25	0	54	5,52	2,98	103	8,04	5,5	152	9,04	7,05	201	9,54	8,51
6	0	0	55	5,78	2,99	104	8,04	5,51	153	9,29	7,24	202	9,54	8,53
7	0,25	0,04	56	5,78	3,01	105	8,04	5,54	154	9,04	7,26	203	9,54	8,53
8	1	0,23	57	5,78	3,03	106	8,04	5,65	155	9,04	7,28	204	9,54	8,55
9	1,51	0,72	58	6,03	3,05	107	8,29	5,69	156	9,04	7,28	205	9,29	8,58
10	1,76	0,77	59	5,78	3,06	108	8,04	5,71	157	9,04	7,31	206	9,54	8,72
11	2,01	0,98	60	5,78	3,09	109	8,29	5,73	158	9,29	7,34	207	9,54	8,72
12	2,01	0,99	61	6,03	3,12	110	8,29	5,74	159	9,04	7,41	208	9,29	8,74
13	2,01	1	62	6,03	3,19	111	8,04	5,75	160	9,29	7,45	209	9,54	8,75
14	2,01	1,02	63	6,03	3,23	112	8,04	5,75	161	9,04	7,48	210	9,29	8,76
15	2,26	1,16	64	6,53	3,46	113	8,04	5,76	162	9,04	7,48	211	9,54	8,76
16	2,26	1,16	65	6,53	3,5	114	8,54	5,87	163	9,29	7,52	212	9,54	8,77
17	2,01	1,17	66	6,78	3,52	115	8,54	5,99	164	8,79	7,59	213	9,79	8,78
18	2,51	1,24	67	6,78	3,71	116	8,29	6	165	9,04	7,65	214	9,54	8,78
19	2,76	1,49	68	6,78	3,73	117	8,29	6,01	166	9,04	7,68	215	9,54	8,79
20	3,01	1,51	69	6,78	3,73	118	8,29	6,03	167	9,04	7,71	216	9,54	8,79
21	3,26	1,67	70	7,28	3,96	119	8,29	6,08	168	9,04	7,74	217	9,54	8,8
22	3,26	1,74	71	7,28	4,16	120	8,29	6,14	169	9,29	7,75	218	10,05	8,99
23	3,52	1,79	72	7,03	4,21	121	8,54	6,17	170	9,04	7,76	219	9,79	9,01
24	3,52	1,97	73	7,03	4,23	122	8,54	6,19	171	9,29	7,77	220	10,05	9,02
25	3,77	1,99	74	7,03	4,25	123	8,29	6,2	172	9,29	7,98	221	9,79	9,05
26	4,02	2	75	7,03	4,25	124	8,54	6,21	173	9,04	7,99	222	9,79	9,13
27	4,02	2,02	76	7,03	4,26	125	8,29	6,22	174	9,04	7,99	223	9,79	9,17
28	4,02	2,19	77	7,28	4,27	126	8,54	6,24	175	9,29	8,02	224	10,05	9,19
29	4,27	2,21	78	7,28	4,29	127	8,79	6,28	176	9,29	8,05	225	9,79	9,2
30	4,27	2,25	79	7,28	4,48	128	8,79	6,29	177	9,29	8,09	226	9,79	9,22
31	4,27	2,26	80	7,28	4,51	129	8,79	6,49	178	9,29	8,18	227	10,05	9,24
32	4,27	2,27	81	7,28	4,54	130	8,79	6,5	179	9,29	8,2	228	9,79	9,25
33	4,52	2,34	82	7,28	4,54	131	8,54	6,51	180	9,04	8,21	229	10,05	9,27
34	4,77	2,42	83	7,53	4,59	132	8,79	6,52	181	9,04	8,21	230	9,79	9,28
35	4,77	2,43	84	7,28	4,69	133	8,79	6,54	182	9,04	8,22	231	9,79	9,29
36	4,77	2,44	85	7,28	4,73	134	8,79	6,55	183	9,29	8,22	232	9,79	9,31
37	5,02	2,45	86	7,28	4,76	135	8,54	6,55	184	9,04	8,22	233	10,05	9,43
38	5,02	2,46	87	7,53	4,81	136	8,54	6,56	185	9,04	8,22	234	10,05	9,47
39	4,77	2,46	88	7,53	4,92	137	8,79	6,57	186	9,04	8,22	235	10,05	9,5
40	4,77	2,45	89	7,53	4,94	138	8,79	6,58	187	9,29	8,23	236	10,05	9,52
41	5,02	2,48	90	7,28	4,95	139	8,79	6,6	188	9,04	8,25	237	10,05	9,54
42	5,02	2,67	91	7,53	4,98	140	8,54	6,6	189	9,29	8,27	238	10,05	9,55
43	5,02	2,7	92	7,79	5,02	141	8,79	6,74	190	9,04	8,32	239	10,05	9,62
44	5,27	2,71	93	7,79	5,18	142	8,79	6,78	191	9,04	8,43	240	10,3	9,65
45	5,02	2,71	94	7,79	5,22	143	9,04	6,8	192	9,29	8,44	241	10,05	9,66
46	5,02	2,71	95	7,79	5,25	144	8,79	6,88	193	9,29	8,45	242	10,05	9,7
47	5,27	2,72	96	7,79	5,29	145	9,04	6,94	194	9,29	8,46	243	10,05	9,72
48	5,27	2,73	97	8,04	5,32	146	9,04	6,95	195	9,29	8,46	244	10,05	9,72
49	5,27	2,74	98	7,79	5,36	147	8,79	6,96	196	9,29	8,46	245	10,05	9,73





No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)
246	10,3	9,77	309	9,29	11,79	372	10,8	13,79	435	11,3	16,55	498	10,3	19,1
247	10,3	9,89	310	9,04	11,8	373	10,8	13,8	436	11,05	16,57	499	10,05	19,24
248	10,3	9,94	311	9,29	11,83	374	10,8	13,82	437	11,05	16,76	500	9,79	19,27
249	10,3	9,95	312	9,54	11,94	375	10,8	13,85	438	11,05	16,77	501	10,05	19,29
250	10,3	9,97	313	9,29	11,95	376	10,8	14,03	439	11,3	16,78	502	9,54	19,3
251	10,3	9,98	314	9,29	11,97	377	10,55	14,04	440	11,05	16,79	503	9,79	19,3
252	10,3	9,98	315	9,29	11,97	378	10,8	14,04	441	11,05	16,79	504	9,54	19,32
253	10,3	9,99	316	9,54	11,98	379	10,8	14,06	442	11,05	16,79	505	9,54	19,36
254	10,3	10	317	9,29	11,98	380	10,8	14,09	443	11,05	16,79	506	9,54	19,51
255	10,3	10,05	318	9,54	12,01	381	10,55	14,13	444	11,3	16,8	507	9,29	19,53
256	10,3	10,23	319	9,54	12,02	382	10,8	14,23	445	11,3	16,82	508	9,54	19,53
257	10,3	10,24	320	9,54	12,04	383	11,05	14,26	446	11,05	16,83	509	9,29	19,54
258	10,3	10,25	321	9,54	12,05	384	10,8	14,28	447	11,3	17,03	510	9,29	19,55
259	10,55	10,27	322	9,54	12,23	385	10,8	14,3	448	11,05	17,05	511	9,29	19,55
260	10,55	10,28	323	9,54	12,24	386	10,8	14,5	449	11,3	17,08	512	9,29	19,56
261	10,3	10,29	324	9,79	12,26	387	10,8	14,51	450	11,3	17,13	513	9,29	19,56
262	10,3	10,31	325	9,79	12,26	388	10,8	14,5	451	11,3	17,19	514	9,29	19,57
263	10,55	10,33	326	9,79	12,27	389	10,8	14,52	452	11,05	17,21	515	9,29	19,58
264	10,55	10,44	327	9,79	12,27	390	11,05	14,53	453	11,05	17,21	516	9,29	19,58
265	10,3	10,46	328	9,79	12,28	391	10,8	14,55	454	11,3	17,27	517	9,29	19,58
266	10,55	10,47	329	9,79	12,29	392	10,8	14,77	455	11,05	17,29	518	9,29	19,58
267	10,3	10,48	330	9,79	12,49	393	11,05	14,78	456	11,3	17,32	519	9,29	19,58
268	10,3	10,49	331	9,79	12,49	394	11,05	14,79	457	11,3	17,5	520	9,04	19,78
269	10,3	10,51	332	9,79	12,51	395	11,05	14,8	458	11,3	17,52	521	9,29	19,8
270	10,55	10,52	333	9,79	12,51	396	10,8	14,83	459	11,3	17,53	522	9,29	19,82
271	10,3	10,52	334	9,79	12,51	397	11,05	14,94	460	11,05	17,55	523	9,29	19,83
272	10,3	10,7	335	9,79	12,53	398	11,05	14,99	461	11,05	17,56	524	9,29	19,84
273	10,55	10,73	336	10,05	12,54	399	11,05	15,02	462	11,05	17,57	525	9,29	19,83
274	10,55	10,74	337	10,05	12,57	400	11,05	15,05	463	11,05	17,57	526	9,29	19,85
275	10,3	10,74	338	10,05	12,7	401	11,05	15,25	464	11,05	17,71	527	9,29	19,87
276	10,3	10,75	339	10,05	12,72	402	11,3	15,26	465	11,3	17,8	528	9,04	19,91
277	10,55	10,76	340	10,05	12,74	403	11,05	15,27	466	11,3	17,82	529	9,04	19,95
278	10,55	10,76	341	10,05	12,76	404	11,05	15,27	467	11,3	17,84	530	8,79	19,99
279	10,55	10,76	342	10,3	12,79	405	11,05	15,28	468	11,05	17,85	531	9,04	20,01
280	10,55	10,77	343	10,05	12,83	406	11,05	15,29	469	11,3	17,87	532	9,04	20,03
281	10,55	10,97	344	10,05	12,85	407	11,05	15,32	470	11,3	17,97	533	9,04	20,04
282	10,55	10,99	345	10,05	12,92	408	11,05	15,32	471	11,3	18	534	9,04	20,05
283	10,55	11,01	346	10,3	12,96	409	11,05	15,32	472	11,3	18	535	9,04	20,06
284	10,55	11,02	347	10,05	12,96	410	11,05	15,31	473	11,3	18,02	536	9,04	20,07
285	10,3	11,02	348	10,3	12,99	411	11,05	15,52	474	11,05	18,02	537	9,29	20,07
286	10,55	11,05	349	10,3	13	412	11,05	15,54	475	11,3	18,03	538	9,04	20,07
287	10,55	11,12	350	10,3	13,01	413	11,05	15,55	476	11,3	18,05	539	9,04	20,08
288	10,55	11,24	351	10,3	13,02	414	11,05	15,55	477	11,3	18,22	540	9,04	20,11
289	10,55	11,27	352	10,3	13,02	415	11,05	15,6	478	11,3	18,25	541	9,29	20,26
290	10,55	11,3	353	10,55	13,02	416	11,05	15,72	479	11,05	18,26	542	9,29	20,25
291	10,55	11,39	354	10,55	13,02	417	11,05	15,73	480	11,3	18,28	543	9,04	20,26
292	10,55	11,45	355	10,3	13,02	418	11,05	15,75	481	11,05	18,42	544	9,29	20,27
293	10,55	11,48	356	10,55	13,02	419	11,05	15,78	482	11,3	18,45	545	9,04	20,27
294	10,55	11,49	357	10,55	13,03	420	11,05	15,99	483	11,3	18,48	546	9,29	20,29
295	10,55	11,49	358	10,55	13,03	421	11,3	16,01	484	11,05	18,5	547	9,04	20,3
296	10,55	11,5	359	10,3	13,03	422	11,05	16	485	11,05	18,5	548	9,29	20,32
297	10,55	11,52	360	10,55	13,26	423	11,05	16,01	486	11,05	18,53	549	9,29	20,53
298	10,55	11,54	361	10,55	13,33	424	11,05	16,04	487	11,05	18,56	550	9,29	20,53
299	10,05	11,56	362	10,55	13,4	425	11,05	16,22	488	11,3	18,75	551	9,29	20,54
300	9,54	11,73	363	10,55	13,47	426	11,3	16,25	489	11,3	18,77	552	9,29	20,55
301	9,54	11,75	364	10,55	13,49	427	11,3	16,34	490	11,3	18,79	553	9,29	20,59
302	9,29	11,75	365	10,55	13,51	428	11,3	16,42	491	11,05	18,8	554	9,54	20,72
303	9,29	11,76	366	10,3	13,52	429	11,3	16,45	492	11,05	18,82	555	9,29	20,74
304	9,29	11,77	367	10,55	13,53	430	11,05	16,45	493	11,05	19,02	556	9,29	20,74
305	9,29	11,76	368	10,55	13,56	431	11,05	16,47	494	11,05	19,02	557	9,29	20,77
306	9,29	11,77	369	10,55	13,74	432	11,05	16,5	495	10,55	19,04	558	9,54	20,79
307	9,54	11,77	370	10,55	13,76	433	11,3	16,53	496	10,55	19,05	559	9,54	20,81
308	9,29	11,78	371	10,55	13,77	434	11,3	16,54	497	10,05	19,07	560	9,54	20,85



No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)
561	9,54	20,96	624	9,79	23,82	687	9,04	26,8	750	9,04	29,02	813	9,04	31,83
562	9,54	20,98	625	9,54	23,84	688	9,04	26,82	751	9,04	29,04	814	9,04	31,86
563	9,79	21	626	9,79	23,86	689	9,04	26,83	752	9,04	29,11	815	8,79	31,89
564	9,54	21,01	627	9,79	23,89	690	8,79	26,84	753	9,04	29,23	816	8,79	31,96
565	9,54	21,03	628	9,79	24,01	691	8,79	26,84	754	9,04	29,26	817	9,04	31,98
566	9,54	21,04	629	9,54	24,01	692	9,04	27,04	755	9,04	29,27	818	8,79	32,04
567	9,54	21,05	630	9,79	24,06	693	9,04	27,06	756	9,04	29,27	819	9,04	32,05
568	9,54	21,06	631	10,05	24,07	694	9,04	27,07	757	9,04	29,29	820	8,79	32,06
569	9,29	21,05	632	9,79	24,26	695	9,04	27,08	758	9,04	29,31	821	8,79	32,06
570	9,54	21,06	633	9,79	24,28	696	9,04	27,1	759	9,04	29,34	822	8,79	32,07
571	9,54	21,27	634	9,79	24,3	697	9,04	27,13	760	9,04	29,49	823	9,04	32,08
572	9,54	21,29	635	9,29	24,32	698	9,04	27,24	761	9,04	29,51	824	9,04	32,1
573	9,54	21,3	636	9,29	24,32	699	9,04	27,26	762	9,04	29,52	825	8,79	32,15
574	9,79	21,31	637	9,54	24,54	700	9,04	27,27	763	9,04	29,53	826	9,04	32,3
575	9,79	21,33	638	9,54	24,57	701	9,04	27,3	764	9,04	29,54	827	9,04	32,32
576	9,54	21,51	639	9,54	24,6	702	9,04	27,29	765	8,79	29,54	828	9,04	32,33
577	9,54	21,54	640	9,29	24,74	703	8,79	27,31	766	9,04	29,6	829	9,04	32,37
578	9,54	21,56	641	9,54	24,78	704	9,04	27,43	767	9,04	29,81	830	8,79	32,41
579	9,54	21,59	642	9,54	24,8	705	9,04	27,53	768	9,04	29,83	831	9,04	32,54
580	9,79	21,71	643	9,29	24,82	706	9,04	27,54	769	9,04	29,84	832	8,79	32,55
581	9,79	21,74	644	9,29	24,83	707	8,79	27,56	770	9,04	29,86	833	8,79	32,56
582	9,79	21,76	645	9,54	24,97	708	9,04	27,61	771	9,04	30,02	834	9,04	32,57
583	10,05	21,79	646	9,54	25,04	709	9,04	27,77	772	9,04	30,03	835	9,04	32,58
584	10,05	21,81	647	9,29	25,05	710	8,79	27,77	773	9,04	30,04	836	9,04	32,7
585	9,79	21,81	648	9,54	25,06	711	8,79	27,77	774	9,04	30,06	837	9,04	32,79
586	9,79	21,81	649	9,54	25,07	712	9,04	27,78	775	9,04	30,18	838	8,79	32,81
587	10,05	22,03	650	9,54	25,26	713	9,04	27,8	776	8,54	30,25	839	9,04	32,83
588	10,05	22,05	651	9,29	25,28	714	9,04	27,81	777	8,54	30,29	840	9,04	32,84
589	9,79	22,08	652	9,54	25,29	715	8,79	27,86	778	8,54	30,29	841	9,04	32,84
590	9,79	22,1	653	9,29	25,29	716	8,79	28	779	8,54	30,32	842	9,04	32,85
591	9,79	22,26	654	9,54	25,3	717	9,04	28,03	780	8,54	30,49	843	9,04	32,88
592	9,79	22,29	655	9,29	25,32	718	9,04	28,04	781	8,54	30,5	844	9,04	33,06
593	9,79	22,29	656	9,04	25,34	719	9,04	28,06	782	8,79	30,5	845	9,04	33,07
594	9,54	22,3	657	9,04	25,54	720	8,79	28,06	783	8,79	30,53	846	8,79	33,07
595	9,54	22,35	658	8,79	25,56	721	8,79	28,1	784	8,54	30,59	847	8,79	33,08
596	9,54	22,52	659	9,04	25,57	722	9,04	28,23	785	8,79	30,79	848	9,04	33,08
597	9,54	22,54	660	8,79	25,57	723	9,04	28,24	786	8,79	30,81	849	9,04	33,1
598	9,54	22,55	661	8,79	25,59	724	9,04	28,27	787	8,79	30,82	850	8,79	33,1
599	9,54	22,56	662	9,04	25,59	725	8,79	28,29	788	8,79	30,82	851	8,79	33,1
600	9,54	22,6	663	9,04	25,8	726	9,04	28,31	789	8,79	30,84	852	9,04	33,11
601	9,29	22,75	664	9,04	25,83	727	9,04	28,34	790	8,54	30,84	853	9,04	33,16
602	9,54	22,76	665	8,79	25,83	728	9,04	28,35	791	8,79	30,84	854	9,04	33,25
603	9,79	22,78	666	9,04	25,85	729	8,79	28,38	792	8,79	30,85	855	9,04	33,26
604	9,54	22,8	667	9,29	25,88	730	8,79	28,45	793	8,79	30,87	856	9,04	33,28
605	9,79	22,83	668	9,29	26,06	731	8,79	28,47	794	8,79	30,87	857	8,79	33,28
606	9,54	23,01	669	9,04	26,07	732	9,04	28,49	795	8,79	31,03	858	9,04	33,31
607	9,79	23,03	670	9,04	26,08	733	8,79	28,5	796	8,79	31,08	859	9,04	33,32
608	9,79	23,04	671	9,04	26,25	734	9,04	28,53	797	8,79	31,11	860	9,04	33,33
609	9,79	23,06	672	9,04	26,3	735	9,04	28,55	798	8,79	31,13	861	8,79	33,34
610	9,54	23,06	673	9,29	26,31	736	9,04	28,57	799	8,79	31,29	862	8,79	33,35
611	9,79	23,23	674	9,04	26,33	737	8,79	28,58	800	8,79	31,29	863	9,04	33,38
612	9,79	23,26	675	9,04	26,34	738	9,04	28,59	801	8,54	31,3	864	9,04	33,52
613	9,79	23,27	676	8,79	26,54	739	8,79	28,78	802	8,79	31,3	865	9,04	33,53
614	9,79	23,28	677	9,04	26,54	740	9,04	28,79	803	8,79	31,31	866	9,04	33,54
615	9,54	23,29	678	8,79	26,55	741	8,79	28,8	804	8,79	31,34	867	9,04	33,54
616	9,79	23,34	679	9,04	26,6	742	8,79	28,8	805	8,79	31,37	868	9,04	33,55
617	9,79	23,53	680	9,04	26,61	743	9,04	28,81	806	8,79	31,51	869	8,79	33,57
618	9,79	23,56	681	9,04	26,63	744	8,79	28,83	807	8,79	31,53	870	9,04	33,57
619	9,79	23,57	682	9,04	26,63	745	8,79	28,82	808	9,04	31,55	871	9,04	33,59
620	9,54	23,57	683	9,04	26,66	746	8,79	28,83	809	9,04	31,57	872	9,04	33,75
621	10,05	23,59	684	8,79	26,78	747	9,04	28,92	810	8,79	31,61	873	9,04	33,76
622	9,79	23,61	685	8,79	26,79	748	9,04	28,99	811	9,04	31,61	874	8,79	33,77
623	9,79	23,73	686	9,04	26,79	749	9,04	29,01	812	8,79	31,79	875	8,79	33,78



No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)
876	8,79	33,79	939	9,04	35,56	1002	8,79	38,02	1065	8,54	40,77	1128	7,79	43,77
877	9,04	33,8	940	8,79	35,59	1003	9,04	38,05	1066	8,54	40,8	1129	7,79	43,79
878	9,04	33,84	941	8,79	35,63	1004	9,04	38,08	1067	8,79	40,84	1130	7,53	43,78
879	8,79	33,85	942	9,04	35,67	1005	8,79	38,11	1068	8,54	41,05	1131	7,79	43,83
880	8,79	33,85	943	9,04	35,75	1006	8,79	38,11	1069	8,54	41,06	1132	7,79	43,86
881	8,79	33,85	944	8,79	35,76	1007	8,79	38,14	1070	8,79	41,06	1133	8,04	44,04
882	8,79	33,86	945	8,79	35,77	1008	8,79	38,3	1071	8,54	41,06	1134	7,79	44,07
883	9,04	33,87	946	8,79	35,77	1009	8,79	38,33	1072	8,54	41,07	1135	7,79	44,07
884	8,79	33,88	947	8,79	35,78	1010	8,79	38,35	1073	8,54	41,08	1136	7,79	44,11
885	8,79	33,9	948	8,79	35,85	1011	8,79	38,36	1074	8,54	41,16	1137	7,79	44,11
886	9,04	33,93	949	8,79	35,86	1012	8,79	38,49	1075	8,54	41,23	1138	7,79	44,2
887	8,79	33,96	950	8,79	35,88	1013	9,04	38,53	1076	8,54	41,25	1139	8,04	44,27
888	8,79	33,98	951	8,54	35,88	1014	8,79	38,55	1077	8,54	41,31	1140	7,79	44,3
889	8,79	33,99	952	8,54	36,02	1015	8,79	38,57	1078	8,54	41,32	1141	7,79	44,3
890	8,79	34	953	8,79	36,03	1016	8,54	38,74	1079	8,54	41,34	1142	7,79	44,37
891	8,79	34,01	954	8,54	36,03	1017	8,54	38,75	1080	8,54	41,39	1143	8,04	44,38
892	8,79	34,02	955	8,54	36,05	1018	8,29	38,78	1081	8,54	41,53	1144	7,79	44,4
893	9,04	34,03	956	8,79	36,07	1019	8,79	38,8	1082	8,29	41,53	1145	8,04	44,52
894	9,04	34,04	957	8,79	36,1	1020	8,54	38,83	1083	8,54	41,58	1146	7,79	44,56
895	9,04	34,24	958	8,79	36,28	1021	8,54	38,97	1084	8,29	41,6	1147	7,79	44,58
896	9,04	34,25	959	8,79	36,29	1022	8,54	39,06	1085	8,29	41,65	1148	7,79	44,59
897	9,04	34,26	960	8,79	36,3	1023	8,29	39,07	1086	8,54	41,78	1149	7,79	44,59
898	8,79	34,27	961	8,54	36,31	1024	8,29	39,07	1087	8,54	41,81	1150	7,79	44,61
899	8,79	34,27	962	8,54	36,32	1025	8,29	39,1	1088	8,54	41,83	1151	7,79	44,77
900	9,04	34,28	963	8,54	36,32	1026	8,54	39,13	1089	8,54	41,85	1152	7,79	44,79
901	8,79	34,29	964	8,79	36,36	1027	8,54	39,31	1090	8,29	41,85	1153	7,79	44,81
902	9,04	34,3	965	8,79	36,42	1028	8,54	39,33	1091	8,29	42,04	1154	7,79	44,84
903	8,79	34,3	966	8,54	36,46	1029	8,79	39,39	1092	8,54	42,07	1155	7,79	44,87
904	8,79	34,3	967	8,79	36,5	1030	8,54	39,57	1093	8,29	42,09	1156	7,79	44,94
905	9,04	34,32	968	8,79	36,53	1031	8,54	39,56	1094	8,29	42,21	1157	7,79	44,97
906	8,79	34,34	969	8,79	36,54	1032	8,54	39,58	1095	8,04	42,27	1158	7,53	45,01
907	9,04	34,54	970	8,54	36,54	1033	8,54	39,59	1096	8,04	42,28	1159	7,53	45
908	9,04	34,55	971	8,79	36,56	1034	8,54	39,6	1097	8,29	42,29	1160	7,53	45,02
909	8,79	34,56	972	8,79	36,78	1035	8,54	39,61	1098	8,29	42,35	1161	7,79	45,04
910	9,04	34,58	973	9,04	36,8	1036	8,54	39,62	1099	8,04	42,49	1162	7,79	45,07
911	9,04	34,61	974	8,79	36,81	1037	8,54	39,7	1100	8,04	42,53	1163	7,79	45,22
912	9,04	34,63	975	8,79	36,83	1038	8,54	39,72	1101	8,04	42,58	1164	7,79	45,25
913	9,04	34,77	976	8,79	36,84	1039	8,79	39,74	1102	8,04	42,63	1165	7,79	45,3
914	9,04	34,78	977	9,04	36,88	1040	8,54	39,75	1103	7,79	42,67	1166	7,79	45,31
915	8,79	34,79	978	8,79	37,03	1041	8,54	39,77	1104	7,79	42,68	1167	7,79	45,32
916	9,04	34,79	979	9,04	37,05	1042	8,54	39,94	1105	7,79	42,72	1168	7,79	45,33
917	8,79	34,8	980	8,79	37,06	1043	8,54	39,94	1106	7,79	42,78	1169	7,79	45,34
918	8,79	34,8	981	8,79	37,06	1044	8,79	39,95	1107	7,79	42,8	1170	7,53	45,33
919	8,79	34,8	982	8,79	37,1	1045	8,79	40	1108	8,04	42,82	1171	7,79	45,34
920	9,04	34,82	983	8,79	37,32	1046	8,54	40,03	1109	7,79	42,88	1172	7,79	45,55
921	8,79	34,82	984	9,04	37,32	1047	8,79	40,04	1110	8,04	42,99	1173	7,79	45,57
922	8,79	34,83	985	8,79	37,32	1048	8,54	40,05	1111	7,79	43,03	1174	7,79	45,59
923	8,79	35,02	986	9,04	37,33	1049	8,79	40,06	1112	7,79	43,05	1175	7,79	45,64
924	9,04	35,03	987	9,04	37,34	1050	8,54	40,08	1113	7,79	43,05	1176	7,79	45,76
925	8,79	35,04	988	9,04	37,36	1051	8,79	40,1	1114	7,79	43,06	1177	7,79	45,78
926	9,04	35,04	989	9,04	37,52	1052	8,54	40,29	1115	7,79	43,1	1178	7,79	45,81
927	8,79	35,05	990	8,79	37,53	1053	8,54	40,31	1116	7,79	43,12	1179	7,53	45,8
928	8,79	35,05	991	8,79	37,55	1054	8,54	40,32	1117	7,79	43,28	1180	7,53	45,8
929	9,04	35,06	992	8,79	37,59	1055	8,54	40,31	1118	7,79	43,29	1181	7,53	45,81
930	8,54	35,07	993	9,04	37,64	1056	8,79	40,34	1119	7,79	43,3	1182	7,53	45,82
931	8,79	35,27	994	9,04	37,69	1057	8,79	40,37	1120	7,79	43,33	1183	7,79	45,83
932	9,04	35,29	995	8,79	37,71	1058	8,79	40,58	1121	7,79	43,48	1184	7,53	45,85
933	8,79	35,31	996	8,79	37,75	1059	8,54	40,6	1122	7,79	43,49	1185	7,79	46,06
934	8,79	35,32	997	8,79	37,77	1060	8,54	40,61	1123	8,04	43,49	1186	7,53	46,08
935	8,79	35,34	998	9,04	37,79	1061	8,54	40,63	1124	8,04	43,54	1187	7,53	46,09
936	9,04	35,45	999	8,79	37,8	1062	8,54	40,63	1125	7,79	43,57	1188	7,53	46,09
937	9,04	35,48	1000	8,79	37,82	1063	8,54	40,69	1126	7,79	43,59	1189	7,53	46,1
938	8,79	35,49	1001	8,79	38,02	1064	8,54	40,73	1127	7,79	43,62	1190	7,53	46,11





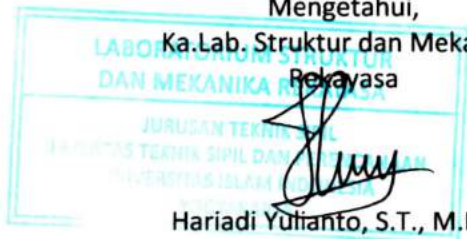
No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)
1191	7,53	46,13	1254	7,28	48,23	1317	6,78	50,09	1380	6,53	52,61	1443	6,03	58,28
1192	7,53	46,18	1255	7,28	48,22	1318	6,78	50,1	1381	6,78	52,8	1444	6,03	58,5
1193	7,53	46,2	1256	7,28	48,31	1319	6,53	50,13	1382	6,78	52,82	1445	5,78	58,6
1194	7,53	46,21	1257	7,53	48,37	1320	6,78	50,15	1383	6,53	52,82	1446	5,78	58,64
1195	7,53	46,26	1258	7,53	48,46	1321	6,78	50,16	1384	6,53	52,83	1447	6,03	58,69
1196	7,53	46,32	1259	7,28	48,52	1322	6,78	50,17	1385	6,28	52,84	1448	5,78	58,69
1197	7,53	46,35	1260	7,03	48,55	1323	6,78	50,17	1386	6,53	52,85	1449	5,78	59,31
1198	7,53	46,37	1261	7,28	48,58	1324	7,03	50,29	1387	6,28	52,85	1450	5,78	59,58
1199	7,53	46,39	1262	7,28	48,61	1325	6,78	50,32	1388	6,28	52,87	1451	6,03	59,71
1200	7,53	46,46	1263	7,03	48,7	1326	6,78	50,33	1389	6,53	52,9	1452	5,78	59,81
1201	7,53	46,51	1264	7,03	48,7	1327	7,03	50,34	1390	6,53	53,05	1453	5,78	59,85
1202	7,53	46,53	1265	7,03	48,73	1328	7,03	50,46	1391	6,53	53,22	1454	5,78	59,87
1203	7,53	46,56	1266	7,28	48,76	1329	7,03	50,56	1392	6,53	53,26	1455	5,78	59,9
1204	7,53	46,58	1267	7,28	48,82	1330	6,78	50,58	1393	6,28	53,27	1456	5,52	59,89
1205	7,53	46,59	1268	7,28	48,85	1331	6,78	50,6	1394	6,03	53,27	1457	5,78	60,26
1206	7,28	46,58	1269	7,28	48,86	1332	6,78	50,62	1395	6,53	53,3	1458	5,78	60,34
1207	7,53	46,62	1270	7,28	48,9	1333	6,78	50,63	1396	6,28	53,35	1459	5,78	60,5
1208	7,53	46,77	1271	7,03	48,94	1334	6,78	50,84	1397	6,28	53,37	1460	5,78	60,63
1209	7,28	46,78	1272	7,03	48,99	1335	6,78	50,89	1398	6,03	53,38	1461	5,78	60,79
1210	7,53	46,8	1273	7,03	49	1336	6,78	50,99	1399	6,28	53,41	1462	5,78	60,8
1211	7,53	46,8	1274	7,03	49,01	1337	6,78	51,02	1400	6,28	53,5	1463	5,52	60,81
1212	7,28	46,83	1275	7,03	49,02	1338	6,78	51,04	1401	6,53	53,57	1464	5,52	60,83
1213	7,53	46,85	1276	7,03	49,04	1339	6,53	51,07	1402	6,28	53,68	1465	5,52	60,84
1214	7,28	46,88	1277	7,03	49,06	1340	6,78	51,08	1403	6,28	53,88	1466	5,78	60,84
1215	7,28	46,95	1278	7,03	49,07	1341	6,53	51,11	1404	6,53	54,07	1467	5,52	60,85
1216	7,28	47,01	1279	7,03	49,08	1342	6,53	51,17	1405	6,28	54,1	1468	5,52	60,86
1217	7,28	47,02	1280	7,03	49,09	1343	6,78	51,29	1406	6,28	54,14	1469	5,78	60,92
1218	7,28	47,02	1281	7,03	49,1	1344	6,78	51,34	1407	6,28	54,35	1470	5,52	60,91
1219	7,28	47,04	1282	7,03	49,12	1345	6,78	51,36	1408	6,28	54,38	1471	5,78	61,18
1220	7,53	47,07	1283	7,03	49,13	1346	6,78	51,39	1409	6,28	54,41	1472	5,78	61,38
1221	7,53	47,09	1284	7,28	49,14	1347	6,78	51,55	1410	6,03	54,47	1473	5,78	61,6
1222	7,28	47,11	1285	7,03	49,2	1348	6,78	51,55	1411	6,03	54,5	1474	5,52	61,64
1223	7,53	47,13	1286	7,03	49,22	1349	6,78	51,57	1412	6,28	54,52	1475	5,52	61,69
1224	7,53	47,23	1287	7,03	49,23	1350	6,78	51,58	1413	6,03	54,52	1476	5,78	61,78
1225	7,28	47,26	1288	7,03	49,25	1351	6,78	51,61	1414	6,28	54,78	1477	5,78	61,8
1226	7,28	47,28	1289	7,03	49,27	1352	6,78	51,64	1415	6,28	54,84	1478	5,52	61,83
1227	7,53	47,29	1290	7,03	49,29	1353	6,78	51,7	1416	6,03	54,86	1479	5,78	62,1
1228	7,53	47,32	1291	7,28	49,3	1354	6,78	51,84	1417	6,03	54,87	1480	5,78	62,29
1229	7,28	47,34	1292	7,03	49,31	1355	6,78	51,86	1418	6,28	55,11	1481	5,78	62,46
1230	7,28	47,37	1293	7,03	49,32	1356	6,78	51,89	1419	6,28	55,14	1482	5,78	62,63
1231	7,28	47,43	1294	7,03	49,34	1357	6,78	51,91	1420	6,28	55,15	1483	5,52	62,64
1232	7,28	47,44	1295	7,03	49,34	1358	6,78	51,95	1421	6,28	55,16	1484	5,52	63,02
1233	7,53	47,49	1296	7,03	49,35	1359	6,78	52	1422	6,03	55,16	1485	5,52	63,28
1234	7,28	47,56	1297	7,03	49,53	1360	6,53	52,01	1423	6,53	55,53	1486	5,27	63,39
1235	7,28	47,6	1298	7,03	49,54	1361	6,78	52,04	1424	6,28	55,61	1487	5,52	63,55
1236	7,28	47,62	1299	7,03	49,55	1362	6,78	52,05	1425	6,28	55,61	1488	5,52	63,67
1237	7,53	47,68	1300	7,03	49,56	1363	6,53	52,07	1426	6,28	55,88	1489	5,52	63,88
1238	7,28	47,73	1301	7,03	49,57	1364	6,53	52,09	1427	6,03	56,06	1490	5,27	64,07
1239	7,28	47,76	1302	7,28	49,58	1365	6,53	52,13	1428	6,03	56,07	1491	5,52	64,26
1240	7,28	47,78	1303	7,03	49,6	1366	6,78	52,17	1429	6,03	56,08	1492	5,27	64,39
1241	7,28	47,81	1304	7,03	49,74	1367	6,78	52,21	1430	6,03	56,41	1493	5,27	64,57
1242	7,28	47,8	1305	7,03	49,79	1368	6,78	52,34	1431	6,03	56,41	1494	5,02	64,57
1243	7,28	47,81	1306	7,03	49,81	1369	6,53	52,35	1432	6,03	56,42	1495	5,02	64,57
1244	7,28	47,83	1307	6,78	49,82	1370	6,53	52,36	1433	6,03	56,43	1496	5,27	65,13
1245	7,28	47,85	1308	6,78	49,82	1371	6,53	52,39	1434	6,03	56,8	1497	5,27	65,55
1246	7,28	47,89	1309	6,78	49,82	1372	6,53	52,43	1435	6,03	56,86	1498	5,27	65,66
1247	7,53	48,03	1310	6,78	49,83	1373	6,53	52,49	1436	6,03	56,89	1499	5,27	65,96
1248	7,53	48,04	1311	6,78	49,86	1374	6,53	52,51	1437	6,28	57,11	1500	5,02	66,23
1249	7,28	48,06	1312	6,78	49,98	1375	6,53	52,55	1438	6,03	57,33	1501	5,27	66,33
1250	7,28	48,07	1313	6,78	50	1376	6,53	52,57	1439	5,78	57,36	1502	5,27	66,61
1251	7,28	48,07	1314	6,78	50,01	1377	6,53	52,59	1440	6,03	57,39	1503	5,27	66,73
1252	7,28	48,09	1315	6,78	50,03	1378	6,53	52,6	1441	5,78	57,48	1504	5,02	66,88
1253	7,28	48,18	1316	6,78	50,07	1379	6,53	52,61	1442	6,03	57,91	1505	5,27	67



No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)
1506	5,02	67	1537	5,52	73,76	1568	5,27	81,14	1599	5,27	88,18	1630	5,02	88,49
1507	5,27	67,29	1538	5,52	73,97	1569	5,52	81,37	1600	5,27	88,46	1631	5,02	88,49
1508	5,52	67,45	1539	5,52	74,19	1570	5,27	81,62	1601	5,27	88,48	1632	5,02	88,49
1509	5,52	67,69	1540	5,52	74,35	1571	5,27	81,87	1602	5,27	88,48	1633	5,02	88,49
1510	5,52	67,89	1541	5,27	74,34	1572	5,52	82,06	1603	5,27	88,49	1634	4,77	88,49
1511	5,52	68,22	1542	5,52	74,81	1573	5,52	82,21	1604	5,27	88,49	1635	4,27	88,49
1512	5,52	68,43	1543	5,52	74,95	1574	5,27	82,2	1605	5,27	88,49	1636	4,52	88,49
1513	5,27	68,67	1544	5,52	75,15	1575	5,52	82,75	1606	5,27	88,49	1637	4,52	88,49
1514	5,52	68,84	1545	5,52	75,36	1576	5,52	83,26	1607	5,02	88,49	1638	4,27	88,49
1515	5,27	69	1546	5,78	75,6	1577	5,52	83,56	1608	5,02	88,49	1639	4,27	88,5
1516	5,52	69,09	1547	5,52	75,74	1578	5,52	83,9	1609	5,02	88,5	1640	4,02	88,5
1517	5,27	69,13	1548	5,52	75,89	1579	5,27	84,12	1610	5,02	88,49	1641	4,27	88,49
1518	5,27	69,13	1549	5,27	76,14	1580	5,27	84,32	1611	5,27	88,49	1642	4,27	88,5
1519	5,27	69,55	1550	5,52	76,52	1581	5,52	84,51	1612	5,02	88,49	1643	3,52	88,49
1520	5,27	69,67	1551	5,52	76,84	1582	5,27	84,62	1613	5,02	88,49	1644	3,52	88,49
1521	5,27	69,9	1552	5,27	76,84	1583	5,27	84,63	1614	5,02	88,49	1645	3,52	88,49
1522	5,27	70,16	1553	5,78	77,37	1584	5,02	84,63	1615	5,02	88,49	1646	3,52	88,5
1523	5,52	70,44	1554	5,52	77,88	1585	5,52	85,15	1616	5,02	88,49	1647	3,52	88,49
1524	5,27	70,69	1555	5,27	78,17	1586	5,27	85,39	1617	5,02	88,49	1648	3,52	88,49
1525	5,27	70,93	1556	5,52	78,41	1587	5,52	85,68	1618	5,02	88,49	1649	3,52	88,49
1526	5,27	71,2	1557	5,52	78,61	1588	5,52	86	1619	5,02	88,49	1650	3,26	88,49
1527	5,27	71,43	1558	5,52	78,82	1589	5,52	86,23	1620	5,02	88,49	1651	3,26	88,49
1528	5,27	71,62	1559	5,52	79,14	1590	5,27	86,44	1621	5,02	88,49			
1529	5,27	71,68	1560	5,52	79,37	1591	5,52	86,63	1622	5,02	88,49			
1530	5,52	71,9	1561	5,52	79,6	1592	5,52	86,8	1623	5,02	88,49			
1531	5,52	72,43	1562	5,52	79,79	1593	5,52	86,9	1624	5,02	88,49			
1532	5,27	72,7	1563	5,27	80,03	1594	5,52	87,05	1625	5,02	88,49			
1533	5,27	72,91	1564	5,52	80,16	1595	5,27	87,13	1626	5,02	88,49			
1534	5,27	73,14	1565	5,52	80,4	1596	5,27	87,13	1627	5,02	88,49			
1535	5,52	73,37	1566	5,27	80,59	1597	5,27	87,48	1628	5,27	88,49			
1536	5,27	73,6	1567	5,27	80,6	1598	5,52	87,88	1629	5,02	88,49			

Yogyakarta, 4 Maret 2021

Mengetahui,  
 Ka. Lab. Struktur dan Mekanika  
 Rekayasa



Hariadi Yulianto, S.T., M.Eng.

Penguji



Muchamad Amirul Yachya



**DATA PENGUJIAN TUGAS AKHIR MAHASISWA**

Peneliti : Mochamad Faisal Azhar  
 NIM : 16511241  
 Judul Penelitian : Pengaruh Penambahan Komponen Konektor Pada Balok Sistem Pracetak Risha Mae Terhadap Kekakuan  
 Sampel : Balok Konektor 3  
 Diuji Tanggal : 21 Oktober 2020

No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)
1	0	0	50	6,53	4,41	99	8,04	6,73	148	8,54	8,98	197	9,79	11,51
2	0	0,01	51	6,28	4,42	100	8,04	6,76	149	8,54	8,99	198	9,79	11,7
3	-0,25	0	52	6,53	4,46	101	8,04	6,94	150	8,54	8,98	199	10,05	11,72
4	0	0	53	6,53	4,47	102	8,04	6,96	151	8,79	9	200	9,79	11,76
5	0	0	54	6,53	4,71	103	8,04	6,97	152	8,79	9	201	9,79	11,8
6	0	0,01	55	6,78	4,74	104	8,04	6,98	153	8,79	9,01	202	9,79	11,8
7	0	0,01	56	6,78	4,75	105	8,04	6,98	154	8,79	9,01	203	9,79	11,8
8	0	0,01	57	7,03	4,99	106	8,04	6,99	155	8,79	9,2	204	9,79	12,01
9	-0,25	-0,01	58	6,78	5,07	107	8,29	7,15	156	8,79	9,21	205	10,05	12,04
10	0	0,01	59	6,78	5,14	108	8,29	7,18	157	8,79	9,23	206	10,05	12,07
11	0	0	60	6,78	5,19	109	8,04	7,22	158	8,79	9,23	207	10,05	12,2
12	0	0,01	61	6,78	5,21	110	8,04	7,27	159	8,79	9,26	208	10,05	12,26
13	0	0,14	62	6,78	5,23	111	8,29	7,41	160	9,04	9,41	209	10,05	12,27
14	0	0,19	63	6,78	5,23	112	8,29	7,45	161	9,04	9,44	210	9,79	12,27
15	0	0,23	64	6,78	5,24	113	8,29	7,45	162	9,29	9,52	211	9,79	12,28
16	0,25	0,28	65	6,78	5,26	114	8,04	7,47	163	9,29	9,56	212	10,05	12,45
17	1,26	0,47	66	6,78	5,28	115	8,04	7,49	164	9,29	9,69	213	10,05	12,47
18	1,51	0,67	67	6,78	5,44	116	8,04	7,49	165	9,29	9,71	214	10,05	12,49
19	1,76	0,71	68	7,28	5,48	117	8,29	7,51	166	9,04	9,72	215	10,05	12,5
20	2,26	1,02	69	7,03	5,5	118	8,29	7,74	167	9,04	9,72	216	10,05	12,5
21	2,76	1,26	70	7,03	5,51	119	8,54	7,75	168	9,29	9,76	217	10,05	12,74
22	2,76	1,38	71	7,28	5,53	120	8,29	7,77	169	9,29	10,02	218	10,05	12,74
23	3,01	1,46	72	7,03	5,71	121	8,54	7,88	170	9,29	10,04	219	9,79	12,75
24	3,26	1,48	73	7,03	5,72	122	8,54	7,92	171	9,29	10,09	220	10,05	12,75
25	3,52	1,72	74	7,03	5,72	123	8,54	7,94	172	9,29	10,13	221	10,05	12,77
26	3,52	1,73	75	7,28	5,74	124	8,29	7,95	173	9,29	10,18	222	10,05	12,86
27	3,26	1,73	76	7,03	5,74	125	8,29	7,95	174	9,04	10,2	223	10,05	12,98
28	3,52	1,73	77	7,28	5,74	126	8,29	7,96	175	9,29	10,22	224	10,05	13,1
29	3,77	1,94	78	7,28	5,9	127	8,54	8,19	176	9,54	10,26	225	10,05	13,17
30	4,27	2,16	79	7,28	5,93	128	8,54	8,21	177	9,29	10,46	226	10,05	13,2
31	4,52	2,46	80	7,53	5,95	129	8,54	8,22	178	9,54	10,5	227	9,79	13,2
32	4,52	2,48	81	7,28	5,97	130	8,54	8,22	179	9,54	10,56	228	10,05	13,23
33	4,77	2,75	82	7,28	5,98	131	8,54	8,24	180	9,54	10,72	229	10,3	13,26
34	5,02	2,85	83	7,53	6	132	8,54	8,46	181	9,54	10,74	230	10,3	13,26
35	5,02	2,91	84	7,53	6,02	133	8,54	8,46	182	9,29	10,74	231	10,3	13,28
36	5,27	2,94	85	7,28	6,02	134	8,54	8,5	183	9,54	10,84	232	10,3	13,5
37	5,27	3,01	86	7,53	6,19	135	8,54	8,51	184	9,54	10,95	233	10,3	13,5
38	5,27	3,21	87	7,53	6,22	136	8,29	8,52	185	9,54	11,01	234	10,05	13,51
39	5,27	3,26	88	7,53	6,27	137	8,54	8,57	186	9,79	11,03	235	10,05	13,51
40	5,52	3,47	89	7,53	6,28	138	8,54	8,68	187	9,54	11,18	236	10,3	13,69
41	5,52	3,48	90	7,53	6,31	139	8,79	8,7	188	9,54	11,21	237	10,3	13,73
42	5,52	3,49	91	7,79	6,45	140	8,79	8,73	189	9,54	11,21	238	10,3	13,95
43	6,03	3,73	92	7,79	6,49	141	8,54	8,75	190	9,79	11,25	239	10,3	13,98
44	6,03	3,95	93	7,79	6,5	142	8,79	8,75	191	9,79	11,25	240	10,05	14,01
45	6,03	3,99	94	7,79	6,52	143	8,79	8,97	192	9,79	11,26	241	10,05	14,01
46	6,03	4,13	95	7,53	6,52	144	8,54	8,97	193	10,05	11,28	242	10,3	14,04
47	6,28	4,22	96	7,79	6,65	145	8,54	8,97	194	9,54	11,28	243	10,3	14,24
48	6,28	4,26	97	7,79	6,68	146	8,54	8,98	195	9,79	11,46	244	10,3	14,27
49	6,03	4,39	98	7,79	6,71	147	8,54	8,98	196	9,79	11,5	245	10,55	14,32



No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)
246	10,3	14,45	309	10,05	18,84	372	9,29	23,05	435	8,29	27,69	498	8,54	32,5
247	10,3	14,44	310	9,79	18,89	373	9,29	23,07	436	8,29	27,73	499	8,29	32,53
248	10,3	14,5	311	9,79	18,9	374	9,29	23,3	437	8,29	27,76	500	8,29	32,53
249	10,55	14,67	312	10,05	18,96	375	9,29	23,33	438	8,29	27,79	501	8,79	32,62
250	10,55	14,73	313	10,05	19,01	376	9,54	23,47	439	8,29	27,81	502	8,54	32,75
251	10,55	14,81	314	10,05	19,25	377	9,29	23,49	440	8,29	28	503	8,29	32,84
252	10,55	14,96	315	9,79	19,26	378	9,54	23,51	441	8,29	28,02	504	8,29	32,94
253	10,3	14,96	316	9,79	19,27	379	9,54	23,7	442	8,29	28,06	505	8,04	32,94
254	10,3	14,97	317	9,54	19,28	380	9,54	23,75	443	8,29	28,23	506	8,29	32,99
255	10,55	15,07	318	9,79	19,5	381	9,54	23,92	444	8,29	28,24	507	8,29	33,05
256	10,55	15,2	319	9,54	19,59	382	9,29	23,93	445	8,29	28,28	508	8,04	33,23
257	10,3	15,29	320	9,54	19,67	383	9,54	23,99	446	8,29	28,3	509	8,29	33,26
258	10,3	15,41	321	9,54	19,72	384	9,29	24,17	447	8,29	28,49	510	8,04	33,29
259	10,05	15,41	322	9,54	19,73	385	9,54	24,23	448	8,29	28,54	511	8,04	33,29
260	10,55	15,44	323	9,54	19,77	386	9,54	24,27	449	8,04	28,54	512	8,04	33,33
261	10,55	15,45	324	9,54	19,98	387	9,29	24,29	450	8,04	28,66	513	8,29	33,54
262	10,3	15,48	325	9,54	20	388	9,54	24,3	451	8,29	28,73	514	8,04	33,7
263	10,3	15,74	326	9,54	20,01	389	9,54	24,52	452	8,29	28,77	515	8,29	33,75
264	10,3	15,74	327	9,54	20,02	390	9,54	24,56	453	8,29	28,8	516	8,04	33,76
265	10,55	15,75	328	9,29	20,02	391	9,54	24,66	454	8,29	29,03	517	8,04	33,77
266	10,3	15,78	329	9,54	20,02	392	9,54	24,75	455	8,29	29,04	518	8,04	33,93
267	10,55	15,93	330	9,79	20,27	393	9,54	24,76	456	8,29	29,04	519	8,04	34,03
268	10,3	15,94	331	9,79	20,27	394	9,79	24,99	457	8,54	29,12	520	8,04	34,1
269	10,3	15,96	332	9,54	20,28	395	9,79	25,03	458	8,54	29,3	521	8,04	34,23
270	10,3	15,99	333	9,79	20,31	396	9,54	25,05	459	8,54	29,39	522	8,04	34,22
271	10,55	16,21	334	9,54	20,43	397	9,79	25,08	460	8,54	29,49	523	8,29	34,31
272	10,3	16,21	335	9,79	20,45	398	9,54	25,26	461	8,29	29,5	524	8,29	34,46
273	10,55	16,23	336	9,54	20,46	399	9,79	25,29	462	8,54	29,52	525	8,29	34,51
274	10,3	16,25	337	9,79	20,47	400	9,79	25,33	463	8,54	29,53	526	8,29	34,54
275	10,3	16,25	338	9,79	20,56	401	9,79	25,44	464	8,79	29,57	527	8,29	34,58
276	10,55	16,28	339	9,79	20,73	402	9,79	25,5	465	8,54	29,76	528	8,29	34,7
277	10,3	16,51	340	9,54	20,76	403	9,79	25,56	466	8,54	29,81	529	8,29	34,8
278	10,3	16,52	341	9,79	20,79	404	9,54	25,57	467	8,54	29,81	530	8,29	34,98
279	10,55	16,6	342	9,54	20,79	405	9,79	25,57	468	9,04	30,03	531	8,29	35,01
280	10,55	16,73	343	9,54	20,81	406	9,79	25,75	469	8,79	30,07	532	8,29	35,01
281	10,3	16,73	344	9,54	21,03	407	9,79	25,77	470	9,04	30,26	533	8,29	35,01
282	10,55	16,95	345	9,54	21,06	408	9,79	25,78	471	8,79	30,29	534	8,54	35,25
283	10,55	16,99	346	9,79	21,17	409	9,04	26,01	472	8,29	30,31	535	8,54	35,32
284	10,3	16,99	347	9,79	21,21	410	9,04	26,02	473	8,04	30,32	536	8,04	35,49
285	10,55	17,06	348	9,54	21,24	411	8,79	26,02	474	8,29	30,52	537	7,79	35,5
286	10,55	17,24	349	9,29	21,24	412	8,79	26,03	475	8,29	30,53	538	7,79	35,5
287	10,3	17,25	350	9,54	21,47	413	8,54	26,1	476	8,29	30,74	539	8,04	35,66
288	10,3	17,26	351	9,54	21,5	414	8,54	26,22	477	8,04	30,75	540	8,29	35,77
289	10,55	17,45	352	9,54	21,58	415	8,29	26,25	478	8,04	30,75	541	8,29	35,92
290	10,55	17,52	353	9,54	21,72	416	8,54	26,34	479	8,04	30,75	542	8,29	35,94
291	10,3	17,52	354	9,54	21,72	417	8,29	26,44	480	8,04	30,78	543	8,29	35,92
292	10,3	17,7	355	9,54	21,89	418	8,29	26,46	481	8,04	31,01	544	8,29	36,01
293	10,3	17,74	356	9,54	21,94	419	8,54	26,47	482	8,04	31,04	545	8,54	36,16
294	10,3	17,77	357	9,54	21,99	420	8,54	26,51	483	8,29	31,07	546	8,54	36,28
295	10,05	17,77	358	9,54	22,04	421	8,29	26,56	484	8,04	31,07	547	8,29	36,28
296	10,3	17,99	359	9,54	22,27	422	8,54	26,75	485	8,04	31,28	548	8,29	36,3
297	10,3	18,02	360	9,29	22,27	423	8,29	26,78	486	8,29	31,32	549	8,29	36,34
298	10,3	18,04	361	9,54	22,26	424	8,29	26,79	487	8,29	31,5	550	8,54	36,49
299	9,79	18,16	362	9,54	22,27	425	8,29	26,8	488	8,29	31,54	551	8,54	36,58
300	10,05	18,23	363	9,54	22,28	426	8,29	26,99	489	8,29	31,55	552	8,29	36,59
301	10,05	18,33	364	9,54	22,3	427	8,29	27,05	490	8,54	31,73	553	8,54	36,67
302	10,05	18,44	365	9,54	22,53	428	8,29	27,19	491	8,54	31,79	554	8,54	36,77
303	10,05	18,46	366	9,54	22,55	429	8,29	27,22	492	8,54	31,82	555	8,29	36,81
304	10,05	18,49	367	9,29	22,55	430	8,29	27,25	493	8,54	32,03	556	8,54	36,92
305	10,05	18,5	368	9,54	22,7	431	8,29	27,24	494	8,54	32,03	557	8,29	36,94
306	10,05	18,51	369	9,54	22,81	432	8,29	27,43	495	8,54	32,1	558	8,54	36,98
307	10,05	18,51	370	9,54	22,98	433	8,29	27,5	496	8,54	32,26	559	8,54	37,04
308	10,05	18,55	371	9,29	23,03	434	8,29	27,56	497	8,54	32,3	560	8,54	37,17



No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)
561	8,54	37,27	624	7,53	41,29	687	7,28	45,48	750	7,28	49,29	813	6,03	53,18
562	8,29	37,29	625	7,79	41,35	688	7,28	45,52	751	7,28	49,31	814	6,03	53,18
563	8,29	37,29	626	7,79	41,45	689	7,28	45,57	752	7,03	49,35	815	6,28	53,48
564	8,29	37,39	627	7,79	41,49	690	7,28	45,79	753	7,03	49,48	816	6,28	53,51
565	8,54	37,48	628	7,53	41,49	691	6,78	45,79	754	7,03	49,53	817	6,28	53,53
566	8,54	37,54	629	7,79	41,54	692	6,78	45,82	755	7,03	49,53	818	6,53	53,69
567	8,29	37,57	630	7,79	41,73	693	6,53	45,83	756	7,03	49,56	819	6,28	53,76
568	8,29	37,57	631	8,04	41,77	694	6,53	45,84	757	7,28	49,67	820	6,53	53,97
569	8,29	37,75	632	8,04	41,89	695	6,53	46,08	758	7,28	49,74	821	6,28	54,17
570	8,29	37,79	633	7,79	41,94	696	6,78	46,15	759	7,28	49,82	822	6,28	54,24
571	8,29	37,82	634	7,79	41,95	697	6,78	46,23	760	7,28	49,84	823	6,03	54,24
572	8,29	37,86	635	7,79	41,99	698	6,78	46,26	761	7,28	49,87	824	6,53	54,71
573	8,29	37,9	636	7,79	42,05	699	6,78	46,31	762	7,03	49,91	825	6,28	54,95
574	8,29	37,9	637	7,79	42,22	700	6,78	46,34	763	7,03	49,93	826	6,28	55,03
575	8,54	38,04	638	7,53	42,29	701	6,78	46,34	764	7,03	50,02	827	6,28	55,19
576	8,29	38,06	639	7,53	42,3	702	7,03	46,52	765	7,03	50,06	828	6,28	55,29
577	8,54	38,25	640	7,53	42,31	703	7,03	46,55	766	7,03	50,21	829	6,28	55,36
578	8,29	38,27	641	7,53	42,44	704	7,03	46,63	767	7,03	50,22	830	6,28	55,44
579	8,29	38,29	642	7,53	42,5	705	7,03	46,71	768	7,03	50,25	831	6,53	55,48
580	8,54	38,3	643	7,53	42,52	706	7,03	46,78	769	7,03	50,28	832	5,27	56,33
581	8,29	38,4	644	7,28	42,54	707	7,03	46,82	770	6,78	50,29	833	5,52	56,49
582	8,04	38,52	645	7,03	42,57	708	7,03	46,83	771	7,03	50,32	834	5,78	56,57
583	8,29	38,56	646	7,03	42,57	709	7,03	46,95	772	7,03	50,43	835	6,03	56,78
584	8,04	38,58	647	7,03	42,82	710	7,28	47,04	773	7,03	50,48	836	6,03	56,86
585	8,04	38,59	648	7,28	42,87	711	7,28	47,09	774	7,03	50,51	837	5,78	57,08
586	8,29	38,68	649	7,03	42,97	712	7,28	47,16	775	7,03	50,6	838	5,78	57,3
587	8,04	38,74	650	6,78	43,01	713	7,28	47,23	776	6,78	50,71	839	5,78	57,35
588	8,04	38,82	651	6,78	43,13	714	7,28	47,27	777	6,78	50,74	840	5,52	57,51
589	8,04	38,93	652	6,78	43,16	715	7,03	47,28	778	6,78	50,75	841	5,78	57,54
590	8,04	38,97	653	6,78	43,16	716	7,28	47,3	779	6,78	50,83	842	5,52	58,04
591	8,04	38,97	654	6,78	43,22	717	7,28	47,46	780	7,03	50,96	843	5,78	58,31
592	8,04	39	655	6,78	43,25	718	7,28	47,55	781	7,03	51,01	844	5,78	58,51
593	8,04	39,05	656	7,03	43,29	719	7,28	47,6	782	7,03	51,08	845	5,52	58,69
594	8,04	39,2	657	7,03	43,46	720	7,28	47,69	783	6,78	51,23	846	5,78	58,84
595	8,04	39,24	658	7,03	43,49	721	7,03	47,71	784	6,78	51,24	847	5,78	59,03
596	8,04	39,29	659	6,78	43,52	722	7,03	47,72	785	7,03	51,28	848	5,78	59,1
597	8,04	39,32	660	6,78	43,52	723	7,53	47,92	786	7,03	51,32	849	5,78	59,31
598	8,04	39,34	661	7,03	43,63	724	7,53	48,02	787	7,03	51,53	850	6,03	59,47
599	8,04	39,48	662	7,03	43,76	725	7,28	48,1	788	7,03	51,55	851	5,78	59,49
600	8,29	39,52	663	7,03	43,78	726	7,28	48,2	789	7,03	51,55	852	5,78	59,83
601	8,04	39,69	664	7,03	43,93	727	7,28	48,22	790	6,78	51,58	853	5,78	60,02
602	8,04	39,72	665	6,78	43,96	728	7,28	48,24	791	6,78	51,72	854	5,78	60,34
603	8,04	39,73	666	6,78	43,96	729	7,28	48,28	792	7,03	51,78	855	5,78	60,65
604	7,79	39,75	667	6,78	44	730	7,28	48,37	793	7,03	51,83	856	5,78	61,08
605	8,04	39,83	668	7,03	44,18	731	7,28	48,5	794	6,78	51,86	857	5,78	61,35
606	8,04	40	669	7,03	44,27	732	7,03	48,53	795	7,03	51,98	858	5,78	61,57
607	8,29	40,05	670	7,03	44,33	733	7,03	48,57	796	6,28	52,18	859	5,52	61,59
608	8,04	40,1	671	6,78	44,33	734	7,03	48,59	797	6,03	52,25	860	5,78	61,74
609	7,79	40,13	672	7,03	44,51	735	7,03	48,59	798	6,28	52,27	861	5,78	62,11
610	7,79	40,21	673	7,03	44,56	736	7,28	48,62	799	6,28	52,29	862	5,78	62,36
611	7,79	40,26	674	7,03	44,59	737	7,03	48,74	800	6,03	52,31	863	5,78	62,66
612	8,04	40,28	675	7,03	44,61	738	7,28	48,76	801	6,03	52,32	864	5,78	62,88
613	7,79	40,5	676	7,03	44,73	739	7,03	48,79	802	6,03	52,34	865	5,78	63,07
614	8,04	40,52	677	7,03	44,79	740	7,03	48,82	803	6,03	52,35	866	6,03	63,3
615	7,79	40,53	678	7,03	44,9	741	7,28	48,95	804	6,28	52,54	867	5,78	63,36
616	7,79	40,57	679	7,03	45,02	742	7,28	48,98	805	6,28	52,6	868	5,52	63,53
617	7,79	40,76	680	7,03	45,07	743	7,03	49,04	806	6,28	52,73	869	5,78	63,54
618	7,79	40,81	681	7,03	45,08	744	7,28	49,05	807	6,28	52,75	870	5,52	63,94
619	7,53	40,92	682	7,03	45,13	745	7,03	49,06	808	6,28	52,81	871	5,52	64,33
620	7,53	40,95	683	7,28	45,21	746	7,03	49,1	809	6,28	52,92	872	5,52	64,82
621	7,53	40,98	684	7,28	45,36	747	7,03	49,22	810	6,28	53,06	873	5,52	65,12
622	7,53	41,06	685	7,28	45,44	748	7,28	49,25	811	6,28	53,09	874	5,52	65,41
623	7,53	41,2	686	7,28	45,48	749	7,03	49,27	812	6,28	53,13	875	5,52	65,55

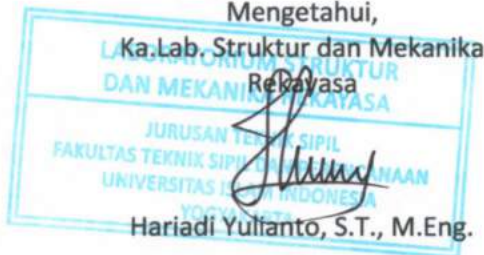




No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)	No.	Load (kN)	Disp. (mm)
876	5,52	65,72	897	5,78	74,74	918	5,52	83,14	939	5,02	93,66	960	4,27	93,96
877	5,27	65,73	898	5,78	75,35	919	5,27	83,41	940	4,77	93,66	961	4,52	93,96
878	5,78	66,43	899	5,78	75,87	920	5,52	83,77	941	5,27	93,95	962	4,52	93,96
879	5,52	66,88	900	5,52	76,07	921	5,52	84,21	942	5,02	93,96	963	4,52	93,95
880	5,52	67,43	901	5,52	76,08	922	5,52	84,59	943	5,02	93,96	964	4,27	93,96
881	5,52	67,73	902	6,03	76,67	923	5,27	84,72	944	4,77	93,95	965	4,52	93,96
882	5,52	67,89	903	4,77	77,93	924	5,52	84,95	945	5,02	93,96	966	4,27	93,95
883	5,52	67,99	904	4,77	78,12	925	5,52	85,94	946	4,77	93,96	967	4,27	93,96
884	5,78	68,32	905	5,02	78,35	926	5,27	86,6	947	5,02	93,96	968	4,52	93,96
885	5,78	69,17	906	5,02	78,61	927	5,27	87,35	948	4,77	93,96	969	4,52	93,96
886	5,78	70,03	907	5,02	78,84	928	5,27	87,6	949	4,77	93,96	970	4,27	93,96
887	5,78	70,48	908	5,02	79,08	929	5,02	87,74	950	4,77	93,96	971	4,27	93,96
888	5,78	70,65	909	5,02	79,11	930	5,27	88,04	951	4,77	93,96	972	4,27	93,96
889	5,52	70,66	910	5,52	79,75	931	5,27	89,18	952	4,52	93,96	973	4,52	93,96
890	6,03	71,57	911	5,27	80,48	932	5,02	90,03	953	4,52	93,96	974	4,27	93,96
891	5,78	72,27	912	5,27	81,01	933	5,02	90,46	954	4,77	93,95	975	4,27	93,96
892	6,03	72,73	913	5,27	81,39	934	5,02	90,71	955	4,52	93,96	976	4,52	93,96
893	6,03	73,07	914	5,27	81,71	935	4,77	90,71	956	4,52	93,96	977	4,27	93,96
894	5,27	73,37	915	5,02	81,92	936	5,02	92,06	957	4,52	93,96	978	4,27	93,96
895	5,02	73,37	916	5,27	81,92	937	5,02	92,95	958	4,52	93,96	979	4,27	93,96
896	5,52	74,07	917	5,52	82,78	938	4,77	93,39	959	4,52	93,96	980	4,27	93,95

Mengetahui,

Ka. Lab. Struktur dan Mekanika  
Rekayasa



Hariadi Yulianto, S.T., M.Eng.

Yogyakarta, 4 Maret 2021

Penguji

Muchamad Amirul Yachya