TUGAS AKHIR

PENGARUH PENGGUNAAN KAWAT HARMONIKA PADA KUAT LENTUR BALOK BERTULANG

(THE EFFECT OF USING HARMONIC WIRE ON THE FLEXURAL STRENGTH OF REINFORCED BEAM)

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

Septian Indra Alfarizy

16511060

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

2021

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENGGUNAAN KAWAT HARMONIKA PADA KUAT LENTUR BALOK BERTULANG

(THE EFFECT OF USING HARMONIC WIRE ON THE FLEXURAL STRENGTH OF REINFORCED BEAM)

Disusun oleh

Septian Indra Alfarizy
16 511 060

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

Diuji pada tanggal 24 Desember 2021

Oleh Dewan Penguji:

Pembimbing	Penguji I	Penguji II
Novi Rahmayanti, S.T., M.Eng.	Ir. Suharyatma, M.T.	Astriana Hardawati, S.T., M.Eng.
NIP: 155111306	NIP: 865110201	NIP: 165111301

Mengesahkan

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T.
NIP: 885110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan penuh kesadaran bahwa laporan Tugas Akhir yang berjudul Pengaruh Penggunaan Kawat Harmonika Pada Kuat Lentur Balok Beton Bertulang yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian Program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya sendiri. Adapun 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 dikemudian hari ditemukan baik sebagian maupun seluruh 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 peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 24 Desember 2021

Yang membuat pernyataan,

Septian Indra Alfarizy

16511060

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, sehingga dapat terselesaikannya Tugas Akhir yang berjudul Pengaruh Penggunaan Kawat Harmonika Pada Kuat Lentur Balok Beton Bertulang. 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 berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini diucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Ibu Novi Rahmayanti, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing ,
2. Bapak Ir. Suharyatma, M.T.**,** selaku dosen penguji I yang telah memberi masukan dan pembelajaran yang berguna bagi penulis,
3. Bapak Anggit Mas Arifudin, S.T., M.Eng., selaku dosen penguji II yang telah memberi masukan dan pembelajaran yang berguna bagi penulis,
4. Ibu Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T. selaku Ketua Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta,
5. Seluruh Staff dan Karyawan Prodi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia yang telah membantu kelancaran administrasi,
6. Bapak dan Ibu penulis yang telah berkorban begitu banyak baik material maupun spiritual hingga selesainya Tugas Akhir ini.
7. Teman – teman kontrakan Basecamp yang selalu menjadi pendukung penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir,
8. Tiara Hediati Sukma sebagai salah satu *main support system* dalam penyusunan Tugas Akhir.

Akhirnya Tugas Akhir ini diharapkan dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membacanya.

Yogyakarta, 24 Desember 2021
Yang membuat pernyataan,

Septian Indra Alfarizy
(16511060)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL I

HALAMAN PENGESAHAN **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI III

KATA PENGANTAR IV

DAFTAR ISI V

DAFTAR GAMBAR VIII

DAFTAR TABEL X

DAFTAR LAMPIRAN XI

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN XII

ABSTRAKSI XV

ABSTRACT xvi

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 3

1.3 Tujuan Penelitian 3

1.4 Batasan Penelitian 4

1.5 Manfaat Penelitian 5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 7

2.1 Penelitian Terdahulu 7

2.2 Perbedaan Penelitian Terdahulu 10

BAB III LANDASAN TEORI 13

3.1 Balok Beton Bertulang 13

3.2 Bahan Penyusun Balok Beton Bertulang 13

3.3 Perencanaan *Mix Design* 19

3.3 Pengujian Sifat Mekanik Beton 27

3.3.1 Kuat Tekan 27

3.3.2 Kuat Geser 28
3.3.3 Kuat Tarik Belah Beton 29
3.3.4 Kuat Lentur 30
3.4 Hubungan Beban dan Lendutan 37
3.5 Kerusakan Balok 40
3.5.1 Jenis Kerusakan 40
3.5.2 Retak pada Balok 41
BAB IV METODE PENELITIAN 43
4.1 Bahan dan Benda Uji 43
4.2 Peralatan Penelitian 46
4.3 Perancangan Dimensi Benda Uji 50
4.4 Pembuatan Benda Uji 52
4.5 Pelaksanaan Pengujian 53
4.6 Bagan Alir Penelitian 55
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 57
5.1 Pendahuluan 57
5.2 Pengujian Material Penyusun Beton 57
5.2.1 Pengujian Agregat Halus dan Kasar 57
5.2.2 Pengujian Kawat *Strimin* 58
5.3 Pengujian Pendahuluan 59
5.3.1 *Hammer Test* 59
5.3.2 Kuat Desak Beton 62
5.3.3 Kuat Tarik Belah Beton 63
5.4 Pembebanan Teoritis 63
5.5 Pengujian Balok Beton Bertulang 70
5.5.1 Mekanisme Pembebanan Eksperimental 70
5.5.2 Hubungan Beban dan Lendutan Hasil Pengujian 71
5.6 Analisa Retak Balok 75
5.6.1 Retak Balok Kode Lentur 75

5.6.2 Retak Balok Kode Geser 76
BAB VI KESIMPULAN 78
6.1 Kesimpulan 78
6.2 Saran 79
DAFTAR PUSTAKA 80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Kawat Harmonika 14
Gambar 3. 2 Hubungan Antara Faktor Air Semen Dan Kuat Desak Benda Uji Silinder 23
Gambar 3. 3 Persen Agregat Halus Terhadap Kadar Total Agregat Yang Dianjurkan Untuk Ukuran Maksimum 20 Mm 24
Gambar 3. 4 Persen Agregat Halus Terhadap Kadar Total Agregat Yang Dianjurkan Untuk Ukuran Maksimum 40 Mm 25
Gambar 3. 5 Grafik Perkiraan Berat Beton Basah Yang Telah Selesai Dipadatkan 26
Gambar 3. 6 Sketsa Pengujian Kuat Tekan Silinder 28
Gambar 3. 7 Sketsa Pengujian Kuat Tarik Belah Beton 30
Gambar 3. 8 Diagram Tegangan Regangan Pada Beberapa Jenis Keruntuhan 33
Gambar 3. 9 Variasi ∅ Dengan Regangan Tarik Netto Baja Tarik Terluar, Ɛt Dan C/Dt Untuk Tulangan Mutu 420 Dan Untuk Baja Prategang 35
Gambar 3. 10 Momen Dan Lendutan Pada Tampang Memajang Balok 37
Gambar 3. 11 Hubungan Beban Dan Lendutan 38
Gambar 3. 12 Grafik Hubungan Antara Beban-Lendutan Pada Balok 39
Gambar 4. 1 Tahu Beton 45
Gambar 4. 2 Crane 47
Gambar 4. 3 Hydraulic Pump 47
Gambar 4. 4 Loading Cell 48
Gambar 4. 5 Data Logger 48
Gambar 4. 6 Dial 49
Gambar 4. 7 Hammer 49
Gambar 4. 8 Alat Uji Tekan 50
Gambar 4. 9 Potongan Melintang Balok Uji Kode Lentur (A) 50

Gambar 4. 10 (A) Potongan Memanjang Balok Tanpa Kawat Harmonika Uji Lentur (B) Potongan Memanjang Balok Tanpa Kawat Harmonika Uji Geser 51
Gambar 4. 11 (A) Potongan Memanjang Balok Uji Lentur Menggunakan Kawat Harmonika (B) Potongan Memanjang Balok Uji Geser Menggunakan Kawat Harmonika 52
Gambar 4. 12 3d Balok Uji 52
Gambar 4. 13 Detail Pemodelan Benda Uji 55
Gambar 4. 14 Flowchart Tahapan Penelitian 56
Gambar 5. 1 Pengujian Hammer Test Pada Balok Benda Uji 60
Gambar 5. 2 Hubungan Empirik Nilai Hammer Rebound Dengan Kuat Tekan 61
Gambar 5. 3 Dimensi Benda Uji Memanjang 64
Gambar 5. 4 Dimensi Benda Uji Melintang 65
Gambar 5. 5 Pemodelan Pembebanan Benda Uji Eksperimental 70
Gambar 5. 6 Detail Pemodelan Benda Uji 70
Gambar 5. 7 Hubungan Beban-Lendutan Balok Kl Dan La 71
Gambar 5. 8 Hubungan Beban-Lendutan Balok Kg Dan Ga 72
Gambar 5. 9 Pola Retak Balok KL 76
Gambar 5. 10 Pola Retak Balok LA 76
Gambar 5. 11 Pola Retak Balok KG 77
Gambar 5. 12 Pola Retak Balok GA 77

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbedaan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Yang Dilakukan 10
Tabel 3. 1 Senyawa – Senyawa Penyusun Semen Portland 15
Tabel 3. 2 Daerah Gradasi Agregat Halus 16
Tabel 3. 3 Daerah Gradasi Agregat Kasar 18
Tabel 3. 5 Faktor Pengali Deviasi Standar Berdasarkan Jumlah Benda Uji 19
Tabel 3. 6 Pengendalian Mutu 20
Tabel 3. 7 Syarat Jumlah Semen Minimum Dan Faktor Air Semen Maksimum 21
Tabel 3. 8 Perkiraan Kuat Tekan (Mpa) Beton Faktor Air Semen = 0,5 22
Tabel 3. 9 Pakiraan Kadar Air Bebas Per M3 Beton 24
Tabel 3. 10 Nilai Regangan Tulangan Tarik Terluar Berdasarkan Jenis Penampang 35
Tabel 4. 1 Kodefikasi Benda Uji Balok 43
Tabel 4. 2 Kodefikasi Benda Uji Silinder Kuat Desak Beton 43
Tabel 5. 1 Hasil Pengujian Agregat 58
Tabel 5. 2 Hasil Uji Kuat Tarik Kawat Strimin 58
Tabel 5. 3 Hasil Uji Kuat Tarik Baja Tulangan 59
Tabel 5. 4 Hasil Pengujian Concrete Hammer Test 61
Tabel 5. 5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton 63
Tabel 5. 6 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton 63
Tabel 5. 7 Lendutan Maksimum Pada Benda Uji Balok 73
Tabel 5. 8 Perbandingan Pembebanan Hasil Perhitungan Teoritis Dan Pembebanan Eksperimental 74

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Dan Hasil Pengujian Agregat
Lampiran 2 Tabel Kuat Tekan Beton
Lampiran 3 Tabel Kuat Tarik Beton
Lampiran 4 Tabel Kuat Tarik Baja
Lampiran 5 Tabel Kuat Tarik Kawat
Lampiran 6 Tabel Hasil Pengujian Lentur
Lampiran 7 Tabel Hasil Pengujian Geser

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

LVDT = *Linear Variable Differential Transformer*
MPa = Megapascal
m3 = Meterkubik
N = Newton
kN = Kilonewton
kg = Kilogram
mm = Milimeter
cm = Centimeter
% = Persen
w/c = *Water Cement Ratio*
dmax = Ukuran Butir Maksimum
W = *Air*
S = *Pasir*
G = *Agregat Kasar*
P = *Powder*
C = *Semen*
m/s = Meter per Detik
BJTD = Baja Tulangan Ulir
BJTP = Baja Tulangan Polos
h = *Tinggi*
b = *Lebar*
ACI = *American Concrete Institute*
SNI = Standar Nasional Indonesia
ASTM = *American Society for Testing and Materials*
BN = Balok Normal

BS = Balok Shear

Ø = Diameter Tulangan Polos

D = Diameter Tulangan Ulir

α = *Sudut*

f'c = Kuat Tekan Maksimum Beton

fy = Kuat Tarik Leleh Baja

fkap = Kuat Tarik Maksimum Baja

fs = Tegangan Baja Tarik

fs' = Tegangan Baja Tekan

εy = Regangan Tarik Baja

εs = Regangan Baja Tarik

εs' = Regangan Baja Tekan

εcu = Regangan Maksimum Beton

Ec = Modulus Elastis

Es = Modulus Elastis Baja

T = *Tension*

CC = *Beton Tekan*

CS = *Baja Tekan*

AS = *Luas Tulangan Tarik*

AS' = *Luas Tulangan Tekan*

c = *Garis Netral*

β1 = *Koefisien Pada Beton*

a = *Tinggi Balok Tekan*

d = *Tinggi Efektif Beton Tarik*

dS = *Tinggi Efektif Baja Tarik*

d'S = *Tinggi Efektif Baja Tekan*

Ø = *Faktor Reduksi*

Mn = Momen Nominal

Mu = Momen Maksimum

Vu = *Kuat Geser Maksimum*

Vn = *Kuat Geset Nominal*

Vs = Kuat Geser Baja

bw = *Lebar Efektif Balok*

Av = *Luas Tulangan Geser*

Fr = Kuat Kentur Balok

P = *Gaya*

$\Delta maks$ = Lendutan Maksimum

Ln = *Panjang Bentang Bersih*

X = Jarak *P* ke Tumpuan

ABSTRAKSI

Kawat harmonika merupakan jaringan kawat baja yang saling menyilang. Kawat yang digunakan adalah kawat harmonika, dengan diameter kawat sebesar 1,45 mm dan arah bukaan kawat yang menyerupai bentuk wajik dengan memiliki jarak bukaan sebesar 25 mm. Pemasangan kawat harmonika bertujuan untuk memperkecil resiko retak rambut yang terjadi tiba – tiba pada awal pengujian dan meningkatkan kapasitas lentur balok. Perencanaan campuran beton yang digunakan pada penelitian ini menggunakan SNI 03-2834-2000, sedangkan metode pembebebanan yang dilakukan pada balok bertulang menggunakan pembebanan dua titik yang mengacu pada SNI 03-4431-1997. Balok yang akan diuji lentur dibedakan menjadi kode lentur dan koder geser berdasarkan jarak sengkang yang dipasang, pengujian dilakukan saat balok berumur 28 hari. Benda uji yang digunakan berupa balok beton bertulang dengan lebar penampang sebesar 20 cm, tinggi penampang balok sebesar 30 cm, dan Panjang balok 200 cm. Dengan pemasangan sengkang pada balok berkode lentur sejauh 100 mm dan pada balok kode geser sejauh 300 mm. Perbedaan jarak sengkang tersebut merupakan rekayasa yang dimaksudkan untuk mengetahui perbedaan perilaku yang mungkin dimunculkan dari pengaruh pemasangan kawat harmonika pada balok.

Disimpulkan pada pengujian kuat lentur balok pada kode lentur beban terbesar terjadi pada balok LA sebesar 124,86 kN dan lendutan terbesar terjadi pada balok LA dengan besar 89,46 mm. sedangkan pada pengujian kuat lentur balok pada kode geser beban terbesar terjadi pada balok GA sebesar 107,99 dan lendutan terbesar terjadi pada balok GA dengan besar 50,89 mm.

Kata Kunci : Beton bertulang, Kawat Harmonika, Kuat lentur

ABSTRACT

Harmonica wire is a network of criss-crossed steel wires. The wire used is a harmonica wire, with a wire diameter of 1.45 mm and a wire opening direction that resembles a diamond shape with an opening distance of 25 mm. The installation of harmonica wire aims to minimize the risk of hair cracks that occur suddenly at the beginning of the test and increase the flexural capacity of the beam. The design of the concrete mix used in this study uses SNI 03-2834-2000, while the loading method for reinforced beams uses two-point loading which refers to SNI 03-4431-1997. The beams to be tested for flexure are divided into flexural codes and shear codes based on the distance of the stirrups installed, the test is carried out when the beams are 28 days old. The test object used is a reinforced concrete beam with a cross-sectional width of 20 cm, a beam cross-sectional height of 30 cm, and a beam length of 200 cm. With the installation of stirrups on the beam coded bending as far as 100 mm and on the beam code shear as far as 300 mm. The difference in the spacing of the stirrups is an engineering design that is intended to determine differences in behavior that may arise from the effect of installing harmonic wires on the beam.

It was concluded that the flexural strength test of the beam at the code of flexural load the largest occurred in the LA beam of 124.86 kN and the largest deflection occurred in the LA beam with a magnitude of 89.46 mm. while in testing the flexural strength of the beam on the code shear the largest load occurs in the GA beam of 107.99 and the largest deflection occurs in the GA beam with a size of 50.89 mm.

Keywords: Reinforced concrete, Harmonica wire, Flexural strength

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan infrastruktur konstruksi dalam hal ini gedung fungsional semakin bertambah seiring dengan pesatnya perkembangan zaman dan naiknya jumlah penduduk serta naiknya permintaan lapangan kerja di suatu wilayah. Perencanaan struktur yang teiliti sangat diperlukan untuk membangun gedung yang baik, begitu pula pemilihan material konstruksi strukturalnya juga perlu diperhatikan. Terdapat beberapa jenis material konstruksi struktural yang pada umumnya digunakan di Indonesia untuk bangunan gedung antara lain menggunakan beton, baja dan kayu. Beton merupakan material konstruksi yang terbuat dari campuran antara agregat kasar, agregat halus, air dan semen serta dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah pada perbandingan berat tertentu (*mix design*). Pada pembuatan beton penggunaan semen akan menyebabkan reaksi kimiawi aktif jika bersentuhan dengan air, atau sering disebut dengan reaksi hidrasi. Reaksi hidrasi tersebut akan menjadikan campuran agegat dan pasta semen mengeras, namun pada proses tersebut juga diiringi dengan kenaikan suhu. Kenaikan suhu yang tidak dikendalikan akan menyebabkan retak pada permukaan beton. Untuk pengendaliannya sering dilakukan perawatan berupa penyiraman air pada permukaan beton (*curing*), atau perendaman beton ke dalam air.

Pemilihan beton untuk komponen struktural gedung sering dimanfaatkan karena beton memiliki kuat tekan yang tinggi. Akan tetapi beton memiliki kekurangan yaitu kuat tariknya rendah. Menurut Murdock (1981), kekuatan tarik beton berkisar antara 8-15% dari kuat tekan beton pada saat umur beton telah mencapai umur 28 hari. Untuk itu maka diperlukan rekayasa untuk mengatasi masalah lemahnya gaya tarik pada beton. Salah satu material yang dapat menahan gaya tarik besar adalah besi tulangan, kombinasi antara beton dan besi tulangan direncanakan menjadi satu kesatuan

komposit yang disebut dengan beton bertulang. Dari hal tersebut dapat direncanakan sebuah komponen structural gedung yang dapat menahan kuat tekan sekaligus kuat tarik, yaitu menggunakan kesatuan komposit beton bertulang.

Pada perencanaan balok beton bertulang harus direncanakan dapat menahan tegangan tarik dan tekan yang timbul oleh beban lentur yang terjadi pada balok tersebut. Maka dari itu, menurut Wahyudi (1997) beton bertulang sebagai elemen balok harus dipasang tulangan berupa penulanga lentur (memanjang) dan penulangan geser (sengkang). Dalam menahan tegangan tarik, balok beton ditahan oleh tulangan baja yang dipasang pada lokasi tegangan tarik bekerja. Konsep penggunaan sengkang pada beton bertulang telah mengalami perkembangan untuk menjadikan struktur balok beton bertulang lebih baik.

Untuk mengetahui kualitas balok beton bertulang yang telah dicetak, diperlukan pengujian eksperimental di laboratorium. Data yang didapatkan pada umumnya adalah pembacaan beban dan lendutan. Pengujian yang dilakukan adalah melakukan pembebanan pada balok beton bertulang hingga balok runtuh. Pada prakteknya di laboratorium, balok uji yang telah dipasang tulangan lentur maupun sengkang sering mengalami retak rambut yang kemudian retakan tersebut semakin besar seiring dengan bertambahnya pembebanan yang dilakukan. Oleh karena itu, diperlukan perkuatan pada pembesian tulangan. Perkuatan tersebut dapat dilakukan dengan menambah baja tulangan, namun penambahan baja tulangan dapat menyebabkan membengkaknya biaya dan kemungkinan terjadinya kondisi rasio tulangan berlebih (*over reinforced*)

Maka material penguat tambahan untuk meminimalisir dan menahan retakan rambut tersebut harus memiliki sifat yang menyerupai baja tulangan namun memiliki luasan permukaan yang tidak besar sehongga tidak memungkinkan timbulnya kondisi *over reinforced,* dapat menahan gaya tarik, dan memiliki *workability* yang baik.

Kawat harmonika memiliki karakteristik keuletan dan kelenturan menyerupai baja tulangan, mudah menyatu dengan campuran beton dan memiliki luasan permukaan yang tidak terlalu besar sehingga tidak memungkinkan terjadinya kondisi tulangan berlebih serta mudah dipasang sehingga pada penelitian ini digunakan sebagai

bahan penguat tulangan. Selain itu kawat harmonika memiliki arah bukaan yang menyerupai arah retakan geser, sehingga diharapkan dapat mengurangi retakan rambut dan retak geser pada balok betulang.

Untuk mengetahui pengaruh dari pemasangan kawat harmonika terhadap kinerja suatu balok beton bertulang dalam menahan geser, maka perlu dilakukan perbedaan pemasangan jarak sengkang. Perbedaan jarak sengkang tersebut bertujuan untuk mengetahui peran kawat harmonika dalam menahan geser balok beton menggantikan tulangan sengkang. Besaran yang dapat dijadikan perbandingan dalam penelitian ini adalah besar beban dan lendutan yang dapat ditahan masing – masing balok sebelum hancur. Selain itu perlu diketahui pola retak yang terjadi pada balok bertulang yang menggunakan kawat harmonika sebagai penguat tulangan, sehingga penulis melakukan penelitian dengan judul "**Pengaruh Penggunaan Kawat Harmonika Pada Kuat Lentur Balok Beton Bertulang".**

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Berapakah besar kapasitas kuat lentur pada balok kode geser beton dalam menerima beban?
2. Berapakah besar kapasitas kuat lentur pada balok kode lentur dalam menerima beban?
3. Bagaimanakah pola retak yang terbentuk pada saat balok uji menerima beban maksimum?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mendapatkan besar kapasitas kuat lentur pada balok kode geesr dalam menerima beban
2. Mendapatkan besar kapasitas kuat lentur pada balok kode lentur dalam menerima beban

3. Mengetahui pola retak yang terjadi saat menerima beban maksimum

1.4 Batasan Penelitian

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Kawat harmonika yang digunakan memiliki diameter 1,45 mm, dengan bukaan 25 mm,
2. Dimensi balok yang diuji adalah 200 mm x 300 mm x 2000 mm,
3. Pengujian balok dilakukan dengan beban vertikal berupa beban terpusat ganda (two point loads).
4. Dimensi silinder yang diuji adalah 15 cm untuk diameternya, dan tinggi 30 cm,
5. Semen yang digunakan adalah Portland tipe 1, dengan merk Holcim,
6. Pengujian kuat lentur, kuat geser, dan kuat tekan dilakukan pada hari ke-28,
7. Air yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari laboratorium Bahan
8. Konstruksi Teknik (BKT) Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia,
9. Agregat halus yang digunakan adalah agregat halus yang berasal dari Progo,
10. Agregat kasar yang digunakan adalah agregat kasar yang berasal dari Clereng dengan ukuran butiran maksimum adalah 10 mm,
11. Benda uji direncanakan merupakan beton dengan kuat tekan beton rencana (f'c) sebesar 25 Mpa,
12. Pada tulangan tekan dan tulangan sengkang menggunakan tulangan polos, sedangkan untuk tulangan tarik menggunakan tulangan ulir,
13. Pelaksanaan pengujian dilakukan di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
14. (BKT) Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia,

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi :

1. Pengaruh pemasangan kawat harmonika pada balok bertulang
2. Menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya mengenai beton bertulang, khususnya penggunaan kawat harmonika pada beton bertulang

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang akan dilakukan penulis merupakan pengembangan dari beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan, diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Tinjauan Momen Lentur Balok Beton Bertulang Dengan Penambahan Kawat yang Dipasang Menyilang Pada Tulangan Geser

   Widanarko (2013) melakukan penelitian pengujian lentur balok dengan variasi pemasangan kawat dengan beberapa diameter kawat. Pada penelitiannya menggunakan kawat galvanis dengan diameter kawat 1,02 mm, 1,29 mm dan 1,63 mm yang dipasangkan pada tulangan sengkang dengan arah menyilang. Penelitian ini menggunakan benda uji berupa balok beton bertulang dengan dimensi 15 cm x 20 cm x 100 cm. Dengan konfigurasi tulangan lentur daerah tekan dan tarik menggunakan tulangan berdiameter 8 mm, dan pada sengkang menggunakan tulangan polos diameter 6 mm dengan jarak pemasangan 50 mm. Pada penelitian tersebut metode pembebanan yang dilakukan menggunakan beban satu titik di tengah penampang yang dilakukan pada saat balok berumur 28 hari.. Hasil dari penelitian tersebut menyimpulkan bahwa :

   a. MKap rata – rata balok beton bertulangan biasa sebesar 11,694 kNm sedeangkan pada balok dengan penambahan kawat 1,02 mm MKap meningkat menjadi 14,259 kNm atau terjadi peningkatan sebesar 21,92%.
   b. MKap rata – rata balok beton bertulangan biasa sebesar 11,694 kNm sedeangkan pada balok dengan penambahan kawat 1,29 mm MKap meningkat menjadi 17,679 kNm atau terjadi peningkatan sebesar 51,18%.
   c. Kap rata – rata balok beton bertulangan biasa sebesar 11,694 kNm sedeangkan pada balok dengan penambahan kawat 1,63 mm MKap meningkat menjadi 19,941 kNm atau terjadi peningkatan sebesar 70,52%.

2. Tinjauan Kuat Lentur Balok Beton Bertulang Dengan Penambahan Kawat yang Dipasang Longitudinal di Bagian Tulangan Tarik

   Kencana (2014) melakukan penelitian pengujian lentur balok dengan pemasangan kawat yang dipasang secara longitudinal pada bagian tulangan tariknya. Kawat yang digunakan pada penelitian ini berdiameter 1,02 mm, 1,29 mm dan 1,63 mm. Dengan dimensi balok sebesar 15 x 20 x 100 cm. Dengan konfigurasi tulangan lentur daerah tekan dan tarik menggunakan tulangan berdiameter 8 mm, dan pada sengkang menggunakan tulangan polos diameter 6 mm dengan jarak pemasangan 50 mm. Pada penelitian tersebut metode pembebanan yang dilakukan menggunakan beban satu titik di tengah penampang yang dilakukan pada saat balok berumur 28 hari.. Hasil dari penelitian tersebut menyimpulkan bahwa :

   a. MKap rata – rata balok beton bertulangan biasa sebesar 11,917 kNm sedeangkan pada balok dengan penambahan kawat 1,02 mm MKap meningkat menjadi 16,521 kNm atau terjadi peningkatan sebesar 38,63%.
   b. MKap rata – rata balok beton bertulangan biasa sebesar 11,917 kNm sedeangkan pada balok dengan penambahan kawat 1,29 mm MKap meningkat menjadi 18,265 kNm atau terjadi peningkatan sebesar 53,27%.
   c. Kap rata – rata balok beton bertulangan biasa sebesar 11,917 kNm sedangkan pada balok dengan penambahan kawat 1,63 mm MKap meningkat menjadi 21,19 kNm atau terjadi peningkatan sebesar 77,81%.

3. Pengaruh Kawat Ayam Dalam Peningkatan Kekuatan Pada Balok Beton

   Novitasari dkk (2015) melakukan penelitian pengujian lentur balok dengan pemasangan beberapa variasi diameter dan bukaan grid kawat. Kawat yang digunakan pada penelitian ini memiliki diameter 0,7 mm dengan bukaan grid 12,5 mm dan kawat dengan diameter 1 mm dengan bukaan grid 25 mm. Pada penelitian ini balok yang diuji lentur memiliki dimensi 15 cm x 15 cm x 60 cm dengan pembebanan satu titik, balok diuji pada hari ke 28. Hasil dari penelitian tersebut menyimpulkan bahwa :

a. Penggunaan kawat ayam berdiameter 0,7 mm dengan bukaan grid 12,5 mm dapat meningkatkan kuat lentur beton jika dibandingkan dengan balok kontrol. Dengan kuat lentur pada balok kontrol sebesar 2,42 Mpa dan pada balok dengan pemasangan kawat sebesar 2,72 Mpa menunjukkan pemasangan kawat diameter 0,7 mm dengan bukaan 12,5 mm mampu menaikkan kuat lentur balok sebesar 12,39% jika dibandingkan dengan balok kontrol.
b. Penggunaan kawat ayam berdiameter 1 mm dengan bukaan grid 25 mm dapat meningkatkan kuat lentur beton jika dibandingkan dengan balok kontrol. Dengan kuat lentur pada balok kontrol sebesar 2,42 Mpa dan pada balok dengan pemasangan kawat sebesar 3,06 Mpa menunjukkan pemasangan kawat diameter 1 mm dengan bukaan 25 mm mampu menaikkan kuat lentur balok sebesar 26,44% jika dibandingkan dengan balok kontrol.
c. Penggunaan kawat ayam berdiameter 1 mm dengan bukaan grid 25 mm dapat meningkatkan kuat lentur beton jika dibandingkan dengan balok dengan kawat ayam diameter 0,7 mm dengan bukaan grid 12,5 mm. Dengan kuat lentur pada balok pertama sebesar 2,72 Mpa dan pada balok kedua sebesar 3,06 Mpa menunjukkan pemasangan kawat diameter 1 mm dengan bukaan 25 mm mampu menaikkan kuat lentur balok sebesar 12,50% jika dibandingkan dengan balok diameter 0,7 mm dengan bukaan 12,5 mm.

2.2 Perbedaan Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 1 Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan

Peneliti	Judul Penelitian	Parameter Pengujian	Dimensi Sampel	Konfigurasi Penulangan	Hasil Pengujian
Widanarko (2013)	Tinjauan Momen Lentur Balok Beton Bertulang Dengan Penambahan Kawat yang Dipasang Menyilang Pada Tulangan Geser	Peningkatan besar M kap	15 x 20 x 100	• Tulangan pokok tekan dan tarik berdiameter P8 mm • Sengkang P6-50	• Mkap pada balok kawat diameter 1,02 mm dapat meningkat sebesar 21,29% • Mkap pada balok kawat diameter 1,29 mm dapat meningkat sebesar 51,18% • Mkap pada balok kawat diameter 1,63 mm dapat meningkat sebesar 70,52%
Kencana (2014)	Tinjauan Kuat Lentur Balok Beton Bertulang Dengan Penambahan Kawat yang Dipasang Longitudinal di Bagian Tulangan Tarik	Peningkatan besar Mkap	15 x 20 x 100	• Tulangan pokok tekan dan tarik berdiameter P8 mm • Sengkang P6-50	• Mkap pada balok kawat diameter 1,02 mm dapat meningkat sebesar 38,63% • Mkap pada balok kawat diameter 1,29 mm dapat meningkat sebesar 53,27% • Mkap pada balok kawat diameter 1,63 mm dapat meningkat sebesar 77,81%

Sumber : Widanarko (2013), Kencana (2014)

Novitasari (2015)	Pengaruh Kawat Ayam Dalam Peningkatan Kekuatan Pada Balok Beton	Peningkatan kuat lentur	15 x 15 x 60		• Kuat lentur pada balok kawat diameter 0,7 mm bukaan 12,5 mm dapat meningkat sebesar 12,39% • Kuat lentur pada balok kawat diameter 1 mm dapat meningkat sebesar 26,44%
Septian (2021)	Pengaruh Penggunaan Kawat Harmonika Pada Kuat Lentur Balok Bertulang	Kuat lentur, kuat geser, dan pola runtuh			

Sumber : Novitasari (2015), Septian (2021)

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1 Balok Beton Bertulang

Balok adalah batang yang mengalami beban transversal dan efisien apabila luasnya disebar sedemikian rupa hingga jaraknya jauh dari garis netral (Salmon dan Johnson, 1994).

Menurut Istimawan Dipohusodo (1994), asumsi-asumsi yang digunakan dalam menetapkan kekuatan penampang balok adalah sebagai berikut :

1. Bidang penampang rata sebelum diberikan beban, tetap rata setelah terjadi lenturan dan tetap tegak lurus pada sumbu bujur balok sesuai dengan prinsip Bernoulli. Oleh karena itu, nilai regangan dalam penampang terdistribusi linier atau berbanding lurus terhadap jaraknya ke garis netral sesuai dengan prinsip Navier.
2. Tegangan sebanding dengan regangan hanya sampai pada kira-kira beban sedang, di mana tegagan beton tekan tidak melampaui kurang dari 12 fc'. Apabila beban meningkat sampai beban ultimit, maka tegangan yang timbul tidak sebanding lagi dengan regangannya yang berarti distribusi tegangan tekan tidak lagi linier.
3. Kuat tarik beton diabaikan atau tidak diperhitungkan dan seluruh gaya tarik dilimpahkan kepada tulangan baja tarik.

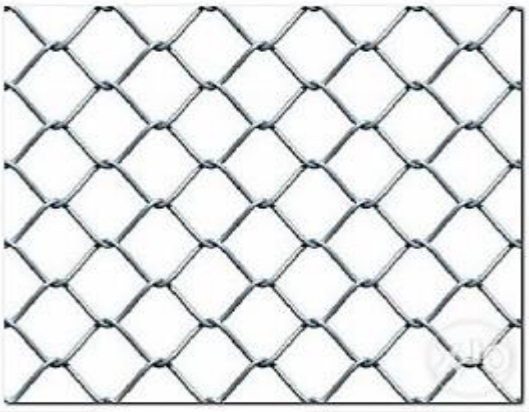
3.2 Bahan Penyusun Balok Beton Bertulang

Pada penelitian ini bahan penyusun balok beton bertulang adalah sebagai berikut.

1. Kawat Harmonika

   Kawat Harmonika memiliki peranan penting dalam perekayasaan struktur pada penelitian ini, karena kawat tersebut diharapkan dapat membantu kinerja tulangan sengkang dalam menahan retakan geser yang biasa terjadi pada beton bertulang pada umumnya. Pemilihan kawat untuk pendukung kinerja tulangan

sengkang dipilih karena kawat memiliki sifat menyerupai baja tulangan namun tetap aplikatif untuk dirangkai pada rangkaian penulangan balok. Kawat jala merupakan beberapa jaringan kawat yang memiliki diameter relative kecil. Jumlah tipe, arah dan kekuatan dari kawat jala yang digunakan sangat berpengaruh terhadap sifat mekanika beton bertulang yang dihasilkan. Menurut beberapa penilitian yang telah dilakukan sebelumnya, penulangan *strimin* dengan kerapatan bukaan kecil, diameter jala yang lebih kecil dan tebal lapisan yang lebih banyak dapat menghasilkan struktur yang memiliki ketahanan dan keterikatan lebih baik jika dibandingkan beton bertulang tanpa penambahan penggunaan *strimin*. Pada penelitian ini menggunakan kawat harmonika berbentuk wajik (*diamond shape)* dengan diameter kawat sebesar 1,45 mm dan besar bukaan pada kawat sebesar 25 mm *strimin* yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3. 1 Kawat Harmonika

2. Semen *Portland*

   Berdasarkan ASTM C-150, semen Portland termasuk ke dalam jenis semen hidrolik yang merupakan hasil dari penggilingan klinker yang berasal dari senyawa kimia kalsium silikat hidrolik, dimana campurannya mengandung salah satu atau lebih turunan kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersamaan dengan bahan utama. Semen memiliki peran penting dalam sebuah campuran beton, selain untuk merekatkan butiran butiran agregat, semen juga

berfungsi mengisi pori – pori antara agregat sehingga menjadi suatu kesatuan kompak dan padat, walaupun jumlahnya hanya berkisar 10% dari volume beton. Semen *Portland* tersusun atas beberapa senyawa seperti silika, alumina, kapur, dan magnesia. Untuk mengontrol waktu ikat semen, ditambahkan gypsum. Dalam tabel 3.1 berikut akan disebutkan beberapa senyawa yang menjadi komposisi semen menurut Tjokrodimuljo (2007).

Tabel 3. 1 Senyawa – Senyawa Penyusun Semen Portland

Senyawa	Persen (%)
Potash / Soda (Na2O + K2O)	0,5 - 1
Sulfur (SO3)	1-2
Magnesia (MgO)	0,5-4
Besi (Fe2O3)	0,5-6
Alumina (Al2O3)	3-8
Silika (SiO2)	17-25
Kapur (CaO)	60-65

Sumber: Tjokrodimuljo (2007)

Komposisi pada tabel 3.1 diolah dalam pabrik pembuat semen kemudian dengan komposisi yang berbeda dapat menjadi berbagai macam jenis semen. Menurut SNI 15-2049-2004, semen terbagi menjadi beberapa jenis sebagai berikut.

a. Jenis I : digunakan pada konstruksi umumnya, tanpa persyaratan khusus seperti yang telah ditentukan pada jenis lainnya, umumnya digunakan pada pembuatan gedung atau perumahan di daerah dengan kadar sulfat rendah dan jauh dari pantai.
b. Jenis II : semen *air-entraining* penggunaan yang serupa dengan jenis 1, biasanya digunakan pada pembuatan beton memadat sendiri (*SCC)*, bangunan dekat laut, dan tanah rawa. Jenis II memiliki karakteristik dapat tahan terhadap asam sulfat antara 0,1% - 0,2% dengan panas hidrasi sedang.
c. Jenis III : digunakan pada bangunan umum, Jenis III memiliki karakteristik daya tekan awal tinggi pada proses ikatan awal dan tidak memiliki ketahanan

terhadap asam sulfat. Penggunaannya adalah pada bangunan bertingkat tinggi, jalan bebas hambatan, dan bandar udara.

d. Jenis IV : penggunaannya pada bangunan dengan syarat memiliki tingkat hidrasi rendah. Biasanya digunakan pada bangunan air yang mengharuskan penggunaan volume pengecoran yang besar seperti dam dan bendungan.
e. Jenis V : digunakan pada bangunan yang membutuhkan ketahanan terhadap asam sulfat yang tinggi atau melebihi 0,2%. Contoh penggunaannya pada bangunan yang berada di daerah rawa – rawa dan pantai seperti pelabuhan, pembangkit listrik tenaga nuklir.

3. Agregat Halus

Agregat halus merupakan pengisi campuran mortar yang bisa didapatkan dari penambangan di sungai – sungai yang merupakan pecahan dari batu alam yang tergerus air atau bahkan dari sisa erupsi gunung berapi. Agregat halus juga bisa didapatkan dari sisa hasil pemecahan batu oleh mesin *stone crusher*. Untuk mengetahui dan memastikan spesifikasi agregat halus yang akan digunakan sebagai benda uji, harus melalui beberapa pengujian diantaranya adalah pengujian modulus butir agregat halus, pengujian berat jenis, dan pengujian lolos ayakan no. 200.

Agregat halus terdiri dari beberapa butiran yang memiliki keragaman ukuran diameter, keragaman tersebut disebut dengan gradasi agregat yang dapat diketahui melalui pengujian lolos ayakan no. 200. Daerah gradasi tersebut diklasifikasikan kembali menjadi beberapa daerah gradasi seperti pada Tabel 3.2 berikut ini.

Tabel 3. 2 Daerah Gradasi Agregat Halus

Lubang Saringan (mm)	**Persen Bahan yang Lewat Saringan**			
	Daerah I	**Daerah II**	**Daerah III**	**Daerah IV**
10	100	100	100	100
4,8	90 -100	90 - 100	90 - 100	95 - 100
2,4	60 - 95	75 - 100	85 - 100	95 -100

Sumber: Tjokrodimuljo (2007)

Lanjutan Tabel 3.2 Daerah Gradasi Agregat Halus

Lubang Saringan (mm)	Persen Bahan yang Lewat Saringan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
1,2	30 - 70	55 - 90	75 - 100	90 - 100
0,6	15 - 34	35 - 59	60 - 79	80 - 100
0,3	5 - 20	8 - 30	12 - 40	15 - 50
0,15	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15

Sumber: Tjokrodimuljo (2007)

Keterangan:

Daerah gradasi I : Pasir kasar

Daerah gradasi II : Pasir agak kasar

Daerah gradai III : Pasir agak halus

Daerah gradasi IV : Pasir halus

4. Air

Pada campuran mortar air memiliki peranan penting yaitu menjadi bahan utama yang bereaksi aktif terhadap semen sehingga terjadi proses hidrasi. Pada proses hidrasi ini terjadi proses pengerasan namun sekaligus terjadi kenaikan suhu seiring meningkatnya tingkat kekerasan. Selain itu, air juga berperan sebagai pelumas antara butiran – butiran agregat agar dapat dikerjakan. Walaupun air memiliki peran penting dalam campuran, namun penambahan air yang terlalu banyak dapat berakibat buruk terhadap kualitas beton yang dihasilkan, sehingga penambahan air harus terkontrol dengan baik.

Air yang digunakan juga perlu diperhatikan sumbernya, menurut ACI Commite 549 (1999), air yang baik digunakan adalah air yang dapat dikonsumsi dan harus segar serta bersih. Bebas dari lumpur, bahan organik, gula, minyak, klorida serta bebas dari bahan yang bersifat asam. Menurut Tri Mulyono (2004), air yang digunakan bisa bersumber pada air tawar (danau, telaga, kolam, situ, atau sungai), air laut bahkan air limbah namun harus memenuhi syarat mutu yang sudah ditetapkan. Air laut pada umumnya memiliki kandungan larutan garam

sebeasar 3,5% dimana garam - garam tersebut dapat menurunkan kualitas beton hingga 20% dari tahap perencanaan. Maka air laut tidak sesuai untuk digunakan pada beton bertulang dan beton pra tegang karena dapat meningkatkan resiko terhadap karat. Kemudian, untuk air limbah hindari air yang mengandung asam alkali.

5. Agregat Kasar

   Selain diisi oleh agregat halus, campuran juga dapat diisi dengan agregat kasar. Namun agregat kasar yang digunakan tidak boleh terlalu besar agar mortar tetap bisa mengalir melewati *kawat harmonika* dan mengisi cetakan secara merata, maka dari itu agregat kasar yang digunakan harus berdiameter kecil agar tidak terjadi keropos. Agregat kasar yang baik digunakan adalah agregat yang memiliki permukaan bersudut, hal ini dimaksudkan agar terjadi *interlocking* antar agregat yang baik.

   Menurut SNI 03-2834-2000, agregat kasar dibedakan menjadi tiga gradasi. Daerah gradasi tersebut didapatkan dari pengujian lolos saringan kasar. Daerah gradasi menurut SNI 03-2834-2000 dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut

Tabel 3. 3 Daerah Gradasi Agregat Kasar

Lubang Saringan (mm)	Persentase Lolos (%)		
	Gradasi Agregat		
	40 mm	20 mm	10 mm
76	100	-	-
38	95 - 100	100	-
19	37 - 70	95 - 100	100
9,6	10 - 40	30 - 60	50 - 85
4,8	0 - 5	0 - 10	0 - 10

Sumber: SNI 03-2834-2000

6. Baja Tulangan

   Baja tulangan merupakan elemen yang penting dalam sebuah struktur beton bertulang, yaitu berfungsi membantu kelemahan beton dalam menahan gaya tarik. Saat terjadi gaya tekan pada salah satu sisi system struktur, maka pada bagian yang lain akan mengalami tarik. Agar tidak terjadi retak dan gagal akibat

kelemahan beton menahan tarik, maka dipasanglah baja tulangan pada daerah struktur yang mengalami tarik. Macam dan jenis dari baja tulangan sendiri terdiri dari:

a. Baja tulangan ulir (BJTD) pada umumnya digunakan pada tulangan longitudinal atau tulangan pokok, memiliki tegangan leleh (*fy*) Minimal sebesar 300 Mpa.
b. Baja tulangan polos (BJTP) pada umumnya digunakan sebagai tulangan sengkang dan memiliki tegangan leleh (*fy*) minimal sebesar 240 Mpa.

3.3 Perencanaan *Mix Design*

Agar campuran dapat dikerjakan dengan mudah dan mampu menghasilkan kuat tekan yang direncanakan maka *mix design* yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada SNI 03-2834-2000. Berikut merupakan langkah – langkah untuk merencanakan *mix design* sesuai dengan SNI 03-2834-2000:

1. Menentukan terlebih dahulu kuat tekan rencana beton (F'c) pada umur tertentu
2. Menghitung besarnya deviasi standar yang akan digunakan sebagai benda uji dan berdasarkan mutu pekerjaan untuk mendapatkan nilai tambah (M).

Tabel 3. 4 Faktor Pengali Deviasi Standar Berdasarkan Jumlah Benda Uji

Jumlah Pengujian	Faktor Pengali Deviasi Standar
15	1,16
20	1,08
25	1,03
≥ 30	1

3. Menentukan nilai tambah, nilai tambah dilakukan berdasarkan kendali mutu pekerjaan, jika peneliti telah memiliki pengalaman dalam melakukan perencanaan campuran beton, digunakan nilai yang semakin kecil berdasarkan Tabel 3.6 berikut

Tabel 3. 5 Pengendalian Mutu

Tingkat Pengendalian Mutu	Sd (Mpa)
Memuaskan	2,8
Sangat baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7,0
Tanpa Kendali	8,4

Setelah menentukan standar deviasi dan nilai pengali pengendalian mutu pekerjaan, nilai tambah (M) dihitung menggunakan Persamaan 3.1 berikut.

$$M = 1{,}64 \times Sd\ k \quad (3.1)$$

Keterangan :

M = Nilai Tambah (Mpa)

1,64 = Koefisien statistic yang nilainya bergantung pada persentase kegagalan hasil uji sebesar 5%

Sd = Deviasi standar (Mpa)

k = Faktor pengali deviasi standar

4. Menentukan kuat tekan beton rata – rata yang direncanakan, dalam perhitungannya menggunakan Persamaan 3.2 berikut.

$$f'cr = f'c + M \quad (3.2)$$

Keterangan :

F’cr = kuat tekan rata – rata yang direncanakan

F’c = kuat tekan yang disyaratkan

M = nilai tambah (Mpa) pada perhitungan

5. Menentukan jenis semen yang akan digunakan pada penelitian.
6. Menentukan agregat yang akan digunakan. Pada penelitian ini menggunakan agregat kasar batu pecah dan agregat halus pasir halus dengan ukuran dari

keseluruhan agregat maksimal sebesar 10 mm. karena penggunaannya adalah untuk campuran beton bertulang dengan menggunakan *kawat harmonika*.

7. Menentukan faktor air semen (fas). Untuk menentukan nilai faktor air semen dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut.
   a. Menentukan nilai kuat tekan pada umur 28 hari menggunakan tabel 3.9, sesuai dengan memperhatikan agregat halus, agregat kasar, dan tipe semen yang digunakan berdasarkan Tabel 3.7 dan Tabel 3.8 berikut.

Tabel 3. 6 Syarat Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Semen Maksimum

Jenis pembetonan	Jumlah semen minimum per m3 beton (kg)	Nilai fas maksimum
Beton di dalam bangunan		
a. Keadaaan keliling non – kohesif	275	0,66
b. Keadaan keliling kohesif	325	0,52
Beton di luar ruang bangunan		
a. Tidak terlindungi dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk ke dalam tanah	325	0,55
Selalu mengalami keadaan basah dan kering		
Mendapatkan pengaruh alkali dan sulfat dari tanah		Tabel 5
Perliraan kadar air bebas per m3		Tabel 6

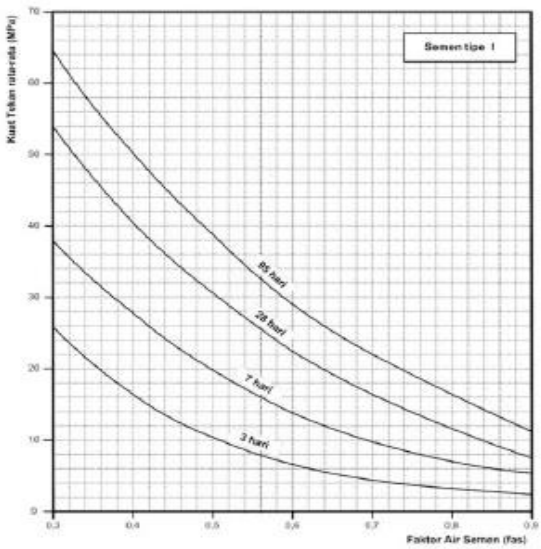
Sumber : SNI-03-2843-2000

b. Lihat Grafik 3.1 untuk mendapatkan hubungan FAS dan kuat desak benda uji silinder umur 28 hari dan Gambar 3.2 untuk benda uji berbentuk kubus,
c. Menarik garis vertikal dari sisi bawah (faktor air semen) hingga memotong kurva kuat tekan yang direncanakan sesuai dengan pada perencannan poin 1,
d. Menarik garis lengkung secara proporsional sesuai dengan umur beton silinder yang direncanakan untuk perencanaan silinder sesuai pada perencanaan poin 3,
e. Menarik garis horizontal dari sisi kiri (kuat tekan rencana) hingga memotong kurva baru yang ditentukan pada poin 4,
f. Setelah mendapatkan titik potong pada poin e di atas, kemudian menarik garis vertikal kea rah bawah (Faktor air semen)

Tabel 3. 7 Perkiraan Kuat Tekan (Mpa) Beton Faktor Air Semen = 0,5

jenis semen	Jenis Agregat Kasar	Kuat Tekan (Mpa)				
		Umur (hari)				Bentuk benda uji
		3	7	28	95	
Portland Tipe I	Batu tak dipecahkan	17	23	33	40	silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Portland Tipe II, IV	Batu tak dipecahkan	20	28	40	48	kubus
	Batu pecah	25	32	45	54	
Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kuat Tekan (Mpa)				
		Umur (hari)				Bentuk Benda Uji
		3	7	28	95	
Portland Tipe III	Batu tak dipecahkan	21	28	38	44	silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecahkan	25	31	46	53	kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	

Sumber : SNI-03-2843-2000



Gambar 3. 2 Hubungan Antara Faktor Air Semen dan Kuat Desak Benda Uji Silinder

(*Sumber : SNI-03-2843-2000*)

8. Menetapkan besarnya faktor air semen maksimum, memilih dari nilai terkecil diantara poin 7 dan nilai faktor air semen yang telah ditetapkan
9. Menentukan nilai kelecakan dari adukan beton, nilai tersebut menggambarkan tingkat kemudahan pekerjaan. Untuk menetapkan nilai kelecakan (*slump*) tersebut didsarakan pada pelaksanaan pembuatan hingga pemadatan adukan beton agar didapatkan beton yang mudah dikerjakan, dipadatkan, dan diratakan.
10. Menentukan niali kadar air bebas agerat kasar dan agregat halus yang digunakan berdasarkan Persamaan 3.3 Berikut.

$$\text{Kadar air bebas} = \frac{2}{3} \times Wh + \frac{1}{3} \times Wk \qquad (3.3)$$

Keterangan :

Wh = prakiraan jumlah air pada agregat halus

Wk = Prakiraan jumlah air pada agregat kasar

Untuk mengetahui nilai Wh dan Wk dapat dilihat pada Tabel 3.9 berikut

Tabel 3. 8 Pakiraan Kadar Air Bebas per M3 Beton

Ukuran Maksimum Agregat (mm)	Jenis Agregat	Slump (mm)			
		0-10	10-20	30-60	60-180
10	Batu tak dipecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecah	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecah	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Sumber: SNI-03-2834-2000

a. Kadar air yang digunakan per m^3 beton menggunakan nilai minimum dari 2 cara sebagai berikut :

1) Menentukan kadar air digunakan sesuai tabel

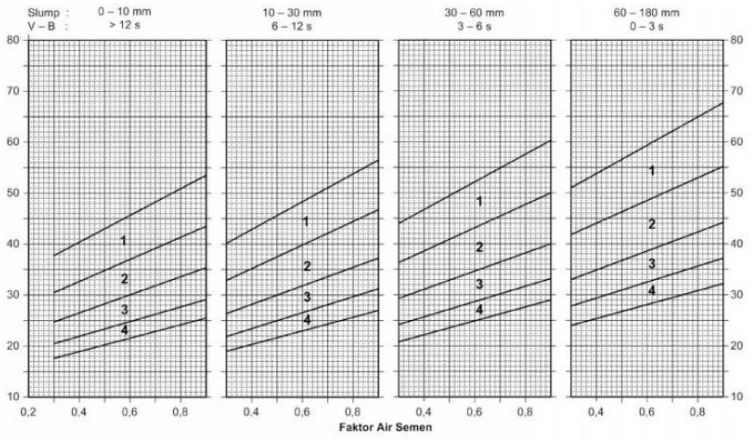
Tabel yang digunakan dalam penentuan kadar air tersebut terdapat pada Tabel 3.9 di atas

2) Menggunakan persamaan

Jumlah kadar air yang digunakan per m^3 beton dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.4 Berikut

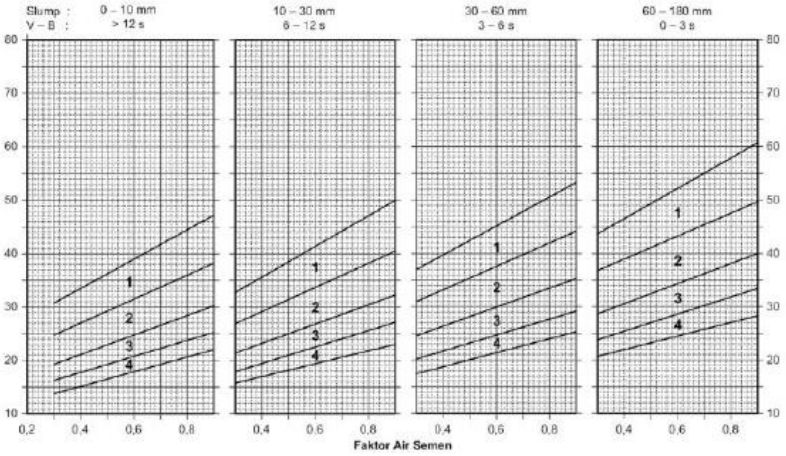
Jumlah semen minimum per m^3 beton = $\frac{kadar\ air\ bebas}{Fas}$ (3.4)

b. Menentukan persentase agregat kasar dan agregat halus menggunakan Gambar 3.3 dan Gambar 3.4 berikut



Gambar 3. 3 Persen Agregat Halus Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan Untuk Ukuran Maksimum 20 mm

(Sumber: SNI-03-2834-2000)



Gambar 3. 4 Persen Agregat Halus Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan Untuk Ukuran Maksimum 40 mm
(Sumber: SNI-03-2834-2000)

Berikut langkah – langkah untuk mendapatkan presentase agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan grafik di atas.

1) Menentukan ukuran agregat halus dan agregat kasar maksimum terlebih dahulu kemudian mengeplotkan pada grafik terpilih berdasarkan dua grafik di atas beserta nilai slump yang direncanakan.
2) Menarik garis vertikal dari sisi bawah (fas) hingga menyentuh kurva teratas diantara dua kurva yang menunjukkan gradasi pasir terpilih
3) Kemudian menarik garis horizontal ke sisi kanan, baik pada kurva batas bawah ataupun kurva batas atas, kemudian mencatat nilai yang didapatkan
4) Mengambil rata – rata dari kedua nilai yang didapatkan, kemudian untuk menghitung nilai persentase agregat kasar menggunakan Persamaan 3.5 Berikut

Nilai persentase agregat kasar = 100% - Persentase agregat halus (3.5)

11. Menghitung berat jenis relatif agregat yang digunakan berdasarkan data pengujian di laboratorium. Berat jenis tersebut dihitung menggunakan Persamaan 3.6 berikut

$$BJAG = (\%AH \times BJAH) + (\%AK \times BJAK) \quad (3.6)$$

Keterangan:

BJAG = Berat jenis agregat gabungan

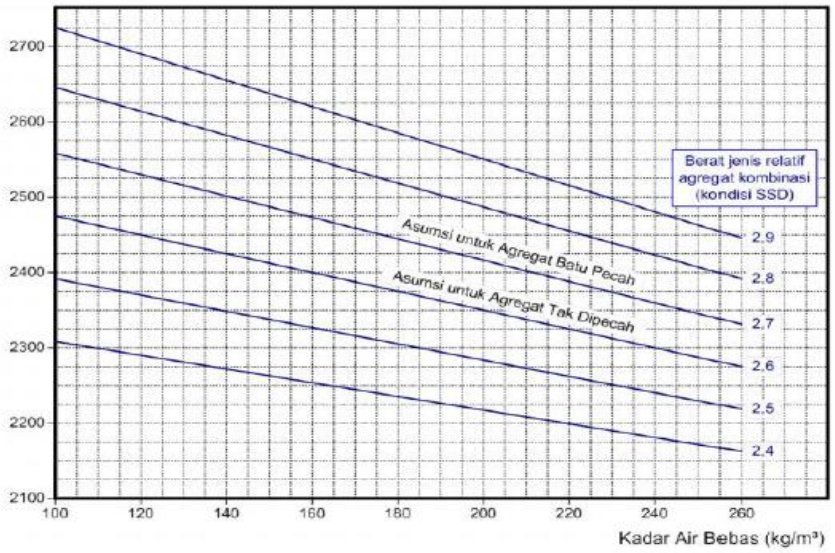
BJAH = Berat jenis agregat halus

BJAK = Berat jenis agregat kasar

%AH = Persentase agregat halus

%AK = Persentase agregat kasar

12. Mencari nilai berat isi beton dengan menggunakan grafik pada Gambar 3.5 berikut.



Gambar 3. 5 Grafik Perkiraan Berat Beton Basah yang Telah Selesai Dipadatkan

(Sumber: SNI-03-2834-2000)

Adapun langkah-langkah untuk mencari nilai berat isi beton dengan menggunakan grafik tersebut adalah sebagai berikut.

a. Pada Gambar 3.5 diatas, tarik garis sesuai dengan nilai berat jenis agregat gabungan sejajar dengan garis linier yang telah ada pada grafik,
b. Tarik garis vertikal ke atas sampai memotong garis yang telah dibuat tadi sesuai dengan nilai kadar air bebas kemudian tarik garis horizontal ke kiri pada perpotongan kedua garis diatas dan catat nilainya.

13. Menghitung kadar agregat gabungan dengan menggunakan Persamaan 3.7.

$$\text{Kadar agregat gabungan} = \text{berat isi beton} - \text{kadar semen} - \text{kadar air bebas} \quad (3.7)$$

14. Menghitung kadar agregat halus dengan menggunakan Persamaan 3.8.

$$\text{Kadar agregat halus} = \times \text{kadar agregat gabungan} \quad (3.8)$$

15. Menghitung kadar agregat kasar dengan menggunakan Persamaan 3.9.

$$\text{Kadar agregat kasar} = \times \text{kadar agregat gabungan} \quad (3.9)$$

16. Menghitung proporsi campuran (agregat dalam kondisi SSD) dan kemudian didapatkan susuan campuran proporsi teoretis untuk setiap 1 m3 beton.
17. Menghitung berat masing-masing bahan setiap variasi campuran ditambahkan faktor keamanan dari setiap proporsinya.

3.3 Pengujian Sifat Mekanik Beton

3.3.1 Kuat Tekan

Kuat tekan beton merupakan kemampuan beban uji menahan gaya persatuan luas yang dibebankan dimana tingkat pembebanannya selalu bertambah hingga benda uji hancur. Nilai kuat tekan beton bergantung pada umur beton, hal ini disebabkan oleh proses pengerasan beton dari reaksi hidraksi yang semakin hari semakin mengeras.

Berdasarkan SNI 1974-2011, nilai kuat tekan dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.10 Berikut.

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (3.10)$$

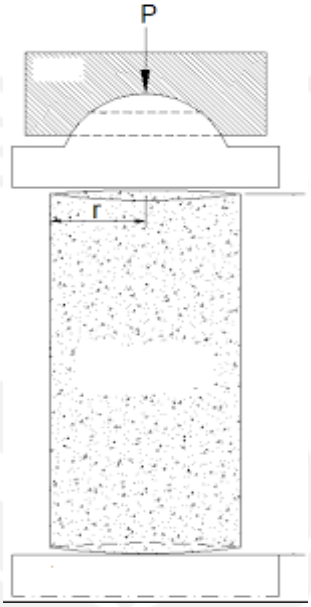
keterangan:

f'c = Kuat tekan beton (Mpa)

P = Beban Maksimum (N)

A = Luas Penampang benda uji (mm^2)

Pada penelitian ini menggunakan benda uji beton silinder untuk pengujian kuat tekan beton, sketsa pengujiannya dapat dilihat pada Gambar 3.6 berikut



Gambar 3. 6 Sketsa Pengujian Kuat Tekan Silinder

3.3.2 Kuat Geser

Pada perencanaan struktur balok beton bertulang pada umumnya memiliki tujuan untuk menghasilkan batang yang daktail sehingga dapat memberikan peringatan apabila keruntuhan terjadi. Untuk mencapai tujuan ini, maka nilai kuat geser rencana harus memiliki faktor keamanan yang lebih besar terhadap keruntuhan geser dibandingkan dengan yang diberikan untuk keruntuhan lentur.

Keruntuhan balok beton bertulang dalam geser terjadi secara tiba-tiba, bahkan tanpa peringatan sebelumnya. Oleh karena itu, balok sedapatmungkin direncanakan runtuh dalam lentur akibat beban yang lebih kecil dari beban yang menyebabkan keruntuhan geser. Batang tersebut dapat retak dan melendut cukup besar jika mendapat beban lebih, tetapi tidak akan patah seperti halnya jika terjadi keruntuhan geser (McCormac, 2004).

Kekuatan geser pada balok beton bertulang diberikan oleh kekuatan geser beton dan tulangan gesernya, sehingga dapat ditentukan dengan rumus seperti pada Persamaan 3.11.

$$Vn = Vc + Vs \quad (3.11)$$

Kekuatan geser batang yang diijinkan ϕVn, sama dengan ϕVc ditambah ϕVs (dimana menurut SNI 03-2847-2013 nilai ϕ adalah 0.75) yang harus sama dengan atau lebih besar dari gaya geser maksimum (*Vu*) seperti pada Persamaan 3.12.

$$Vu = \phi(Vc + Vs) \quad (3.12)$$

Kekuatan geser yang diberikan oleh beton dapat ditentukan dengan rumus pada Persamaan 3.13.

$$Vc = (16\sqrt{f'c})\ bw\ d\ ) \quad (3.13)$$

Dimana:
bw = lebar balok, dan
d = tinggi efektif balok.

Kekuatan geser yang diberikan oleh tulangan geser dihitung dengan rumus pada Persamaan 3.14

$$Vs = (Avfy\mathrm{d}s)/s\ ) \quad (3.14)$$

Dimana:
Av = luas area tulangan sengkang, dan
s = jarak antar tulangan sengkang.

3.3.3 Kuat Tarik Belah Beton

Kuat tarik pada penelitian ini ditentukan dengan menggunkan percobaan pembebanan silinder (*the split cylinder*) menurut ASTM C496 silinder yang digunakan memiliki dimensi yang sama dengan benda uji dalam percobaan tekan. Silinder diletakkan pada sisi atas mesin uji dengan beban tekan P dikerjakan secara merata dalam arah diameter disepanjang benda uji, kekuatan tarik pada beton silinder akan diketahui ketika beban tekan membuat silinder terbelah dua. Metode

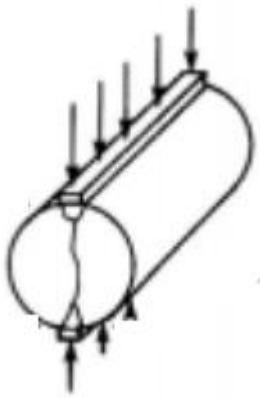
pengujian ini menggunakan mesin *compression testing machine* (CTM) yang mengacu pada SNI 03-2491-2002. Nilai kuat tarik pada beton dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.15

$$fct = \frac{2 \times P}{\pi \times l \times d} \quad (3.15)$$

keterangan:

fct = Kuat tarik belah beton (MPa)
P = Beban maksimum (N)
l = Panjang benda uji pada bagian tertekan (mm)
d = Diameter benda uji (mm)

sketsa pengujian silinder kuat tarik belah dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3. 7 Sketsa Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

3.3.4 Kuat Lentur

Kuat lentur beton merupakan kemampuan beton menahan gaya tegak lurus terhadap sumbu memanjang serat di tengah – tengah balok hingga benda uji patah yang diberikan tumpuan pada kedua ujungnya. Pemberian beban pada pengujian lentur dibedakan menjadi dua, yaitu pengujian lentur dengan pemberian beban satu titik, dan pemberian beban dua titik.

Jika nilai kapasitas momen pada balok sendiri tidak mampu menahan momen yang terjadi akibat pemberian beban, maka perlu ditambahkan tulangan desak.

Selain untuk meningkatkan nilai kapasitas momen pada balok penambahan tulangan desak juga sangat membantu pada pembebanan bolak balik akibat gempa. Tulangan tarik juga diperlukan pada balok, selain dapat mengurangi defleksi yang ditimbulkan dan meningkatkan daktalitas penampang juga dapat mempermudah pekerjaan pemasangan tulangan sengkang.

Nilai - nilai yang berpengaruh pada balok persegi yang bertulangan tekan sekaligus tarik atau balok bertulangan rangkap adalah b, d, As' dan As. Luas As diperoleh dari gabungan sejumlah luas tulangan tarik balok. Karena kekuatan tarik beton diabaikan dalam perhitungan lentur, maka bentuk dari penampang di daerah tarik dan besarnya selimut beton tidak mempengaruhi kekuatan lentur (Wang dan Salmon, 1993).

Pada analisis balok bertulangan rangkap, kapasitas momen yang timbul merupakan resultan dari gaya tegangan – regangan pada penampang dimana komponennya merupakan gaya - gaya dalam yang terjadi pada sumbu memanjang penampang. Gaya dalam tersebut diantara lain adalah adalah gaya horizontal pada baja tulangan tarik (T) sebagai gaya regangan melawan gaya tekan pada blok tekan ekuivalen beton (Cc), dan gaya tekan pada baja tulangan tekan (Cs) sebagai gaya tegangannya.

Telah diketahui bahwa nilai regangan ultimit (Ɛc) beton saat beban bekerja maksimum dan beton mulai mengalami patah adalah 0,003. Sedangkan nilai dari regangan leleh pada baja tulangan sangat bergantung pada rasio penulangan yang digunakan. Jenis keruntuhan balok bertulangan ganda yang disebabkan oleh perbedaan rasio penulangan tersebut dibedakan menjadi tiga, yaitu:

1. Keruntuhan seimbang (*Balance Strain Condition)*

   Konsep perhitungan perencanaannya adalah baja tulangan telah mencapai regangan lelehnya (Ɛy) dan juga regangan tarik baja tulangan (Ɛt atau Ɛs) telah leleh, pada saat regangan beton mencapai regangan maksimumnya (Ɛc) atau rasio tulangan yang digunakan berimbang terhadap karakteristik penampang balok pada saat beban maksimum telah tercapai. Dengan kata lain adalah tulangan yang terpasang telah leleh pada saat yang bersamaan pula beton hancur atau dapat disimpulkan balok hancur secara tiba tiba, perilaku kehancuran ini

bersifat getas sehingga tidak mampu menahan beban yang besar ataupun pembebanan bolak balik akibat gempa.

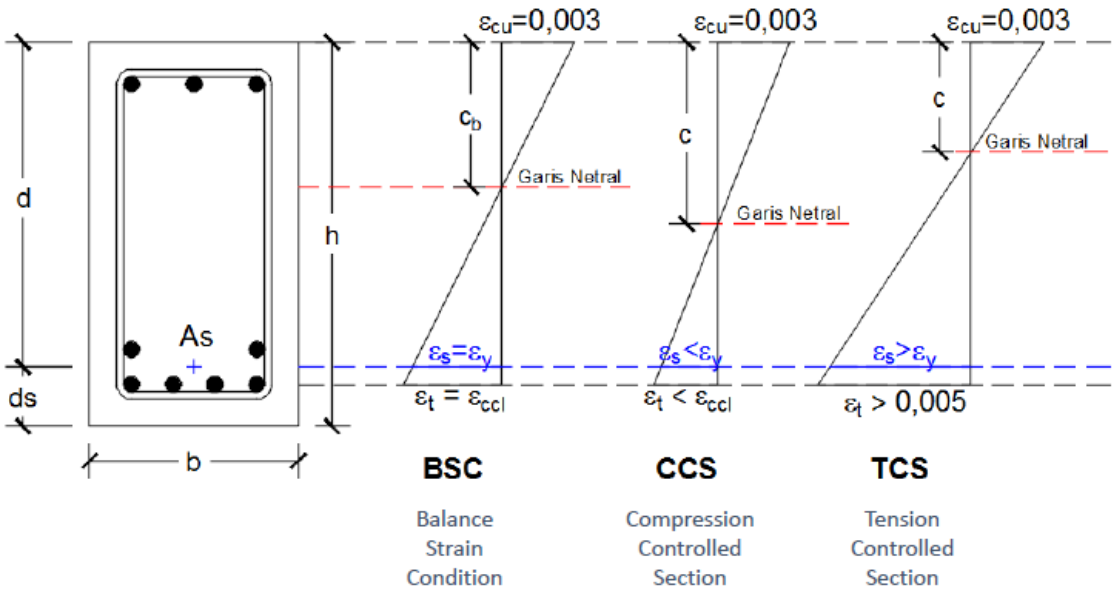
2. Keruntuhan tekan *(Tension Controlled Section)*

   Konsep perhitungan perencanaan keruntuhan tarik adalah baja tulangan belum mencapai titik regangan lelehnya (Ɛy) begitu juga regangan tekan baja (Ɛs) juga belum leleh namun beton telah mencapai regangan maksimumnya (Ɛc) atau dapat dikatakan bahwa rasio tulangannya besar terhadap karakteristik penampang balok. Dengan begitu beton telah mengalami patah namun besi tulangan masih dapat menahan tambahan beban karena baja tulangan belum mengalami leleh. Sehingga balok bertulang dapat menerima beban lebih besar dan juga tidak terjadi runtuh secara tiba – tiba dengan mengamati retakan pada permukaan balok sebagai tanda awal dari balok akan gagal. Perilaku kehancuran ini bersifat daktail.

3. Keruntuhan tarik *(Compression Controlled Section)*

   Konsep perhitungan perencanaan keruntuhan tekan adalah baja tulangan telah mencapai titik regangan lelehnya (Ɛy) begitu juga regangan tekan baja (Ɛs) juga sudah leleh terlebih dahulu sebelum beton mencapai regangan maksimumnya (Ɛc) atau dapat dikatakan bahwa rasio tulangannya kecil terhadap karakteristik penampang balok. Keruntuhan ini akan terjadi secara tiba – tiba karena baja tulangan yang tidak dapat terlihat yang diselimuti beton telah mengalami leleh terlebih dahulu tanpa ada tanda retakan yang terjadi pada permukaan balok. Perilaku kehancuran ini bersifat getas.

   Perbandingan dari ketiga jenis keruntuhan di atas dapat digambarkan ke dalam diagram tegangan regangan seperti pada Gambar 3.8 berikut



Gambar 3. 8 Diagram Tegangan Regangan Pada Beberapa Jenis Keruntuhan

Analisis balok yang dilakukan adalah perhitungan balok persegi bertulangan tunggal dan rangkap, adapun langkah – langkah perhitungannya adalah sebagai berikut.

1. Mengasumsikan tulangan tarik dan tulangan tekan telah leleh seperti pada Persamaan 3.16

$$fs = fs' = fy \tag{3.16}$$

2. Menghitung tinggi balok tekan (a) menggunakan persamaan pasangan kopel beton tekan dan tulangan baja tarik dan tekan, dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.17, Persamaan 3.18 dan Persamaan 3.19 berikut.

$$T = Cc + Cs \tag{3.17}$$

$$As \times fy = (0{,}85 \times fc) \times a \times b + As' \times fy \tag{3.18}$$

$$a = \frac{(As - As') \times fy}{0{,}85 \times fc} \tag{3.19}$$

3. Menentukan posisi garis netral seperti pada Persamaan 3.20 sebagai berikut.

$$c = \frac{\alpha}{\beta 1} \tag{3.20}$$

4. Menentukan nilai dari $\beta 1$ sesuai dengan besar fc menggunakan Persamaan 3.21 , Persamaan 3.22, dan Persamaan 3.23 berikut

   a. Jika nilai $fc < 28\ Mpa$, maka $\beta 1 = 0{,}85$ (3.21)

   b. Jika nilai $fc > 28\ Mpa$, maka $\beta 1 = 0{,}85 - \frac{0{,}05 \times (fc-28)}{7}$ (3.22)

   c. Kemudian jika nilai $\beta 1$ telah dihitung dan nilainya $\beta 1 < 0{,}65$ maka diambil $\beta 1 = 0{,}65$ (3.23)

5. Melakukan pengecekan ulang terhadap asumsi awal pada kondisi kelelehan baja tulangan menggunakan Persamaan 3.24 untuk regangan baja tulangan tarik dan Persamaan 3.25 untuk regangan baja tulangan tekan berikut

$$\varepsilon s = \frac{d-c}{c} \times \varepsilon c \tag{3.24}$$

$$\varepsilon s' = \frac{c-ds'}{c} \times \varepsilon c \tag{3.25}$$

   Setelah menghitung regangan pada tulangan, membandingkan nilainya dengan besarnya regangan leleh baja. Dalam hal ini akan timbul dua kemungkinan sebagai berikut.

   a. Baja tulangan tekan telah leleh $\varepsilon s' \geq \varepsilon y$
   b. Baja tulangan tekan belum leleh $\varepsilon s' \leq \varepsilon y$

6. Menghitung momen nominal seperti pada Persamaan 3.26, Persamaan 3.27, Persamaan 3.28 berikut

$$\text{Cc} = (0{,}85 \times fc) \times a \times b \tag{3.26}$$

$$\text{Mn} = Cc \times \left(d - \frac{a}{2}\right) + Cs \times (d - d's) \tag{3.27}$$

$$Mu = \emptyset \times Mn \quad (3.28)$$

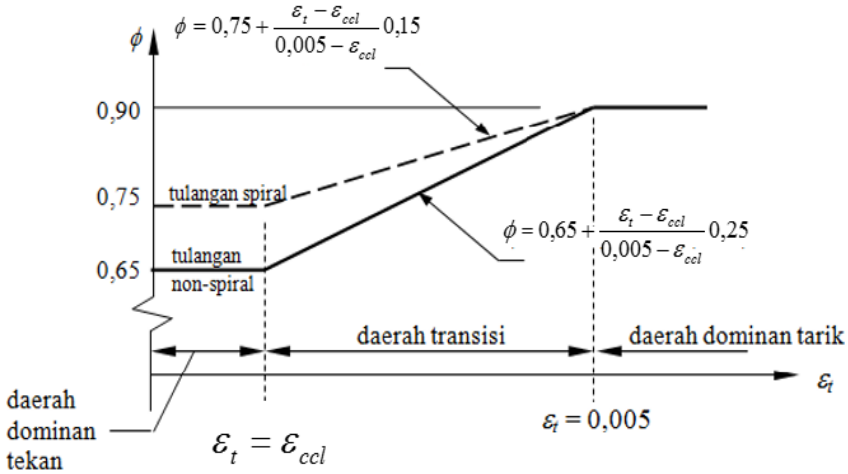
Sesuai dengan SNI 03-2847-2013 nilai momen nominal (Mn) dari komponen struktur apapun harus dikalikan dengan faktor reduksi (∅) yang memiliki nilai kurang dari satu. Penentuan nilai reduksi (∅) tersebut ditentukan berdasarkan regangan tulangan tarik pada baja terluar (εt) dan jenis penampang yang direncanakan. Penentuan nilai regangan tulangan tarik terluar (εt) ditentukan berdasarkan jenis penampang, nilainya dapat dilihat pada Tabel 3.10 berikut

Tabel 3. 9 Nilai Regangan Tulangan Tarik Terluar Berdasarkan Jenis Penampang

Jenis Penampang	Regangan Beton (Ɛc)	Regangan Tulangan (Ɛt)
Dominan Tekan	0,003	Ɛt ≤ fy / Es
Dominan Tarik	0,003	Ɛt ≥ 0,005
Daerah Transisi	0,003	Fy / Es < Ɛt < 0,005
Regangan Seimbang	0,003	Ɛt = fy / Es
Daerah Transisi (lentur)*	0,003	0,004 ≤ Ɛt ≤ 0,005

(Sumber : SNI 03-2847-2013)

Terdapat batasan khusus terhadap elemen lentur struktur beton bertulang, dimana nilai dari regangan tulangan tarik terluarnya harus sama atau lebih besar dari 0,004 (Ɛt ≥ 0,004). Kemudian untuk menentukan nilai reduksi kekuatannya sendiri (∅) dapat dilihat pada Gambar 3.9 sebagai berikut



Gambar 3. 9 Variasi ∅ dengan Regangan Tarik Netto Baja Tarik Terluar, Ɛt dan c/dt untuk Tulangan Mutu 420 dan untuk Baja Prategang

Pada penilitian ini perhitungan mengacu pada SNI 4431:2011 yaitu pengujiann lentur dengan beban terpusat pada dua titik. Analisis nilai beban maksimum kuat lentur berdasarkan bidang patahan setelah dilakukan pembebanan di laboratorium pada pengujian sebuah balok terbagi menjadi beberapa kondisi seperti berikut.

1. Kondisi I

   Terjadi kegagalan balok uji berupa patahan yang terjadi di bawah beban atau tepat di tengah balok uji bagian bawah atau setidaknya memiliki jarak keretakan 1/3 jarak perletakan, maka digunakan persamaan 3.29 Sebagai berikut.

$$flt = \frac{P \times l}{b \times h^2} \quad (3.29)$$

2. Kondisi II

   Terjadi kegagalan balok uji berupa patahan yang tidak terjadi tepat di bawah beban atau setidaknya memiliki jarak keretakan 1/3 jarak perletakan pada daerah tarik beton, dengan syarat bahwa jarak titik patah dan titik beban tidak melebihi 5% jarak titik peletakkan beban. Pada kondisi ini digunakan persamaan 3.30 Sebagai berikut.

$$flt = \frac{P \times a}{b \times h^2} \quad (3.30)$$

3. Kondisi III

   Terjadi kegagalan balok uji berupa patahan yang tidak terjadi tepat di bawah beban pada daerah tarik beton, dengan syarat bahwa jarak titik patah dan titik beban melebihi 10% jarak titik peletakkan beban. Pada kondisi ini hasil pengujian tidak dapat digunakan.

   Keterangan:

   Flt = Kuat lentur benda uji

   P = Beban maksimum

   L = Jarak dua tumpuan

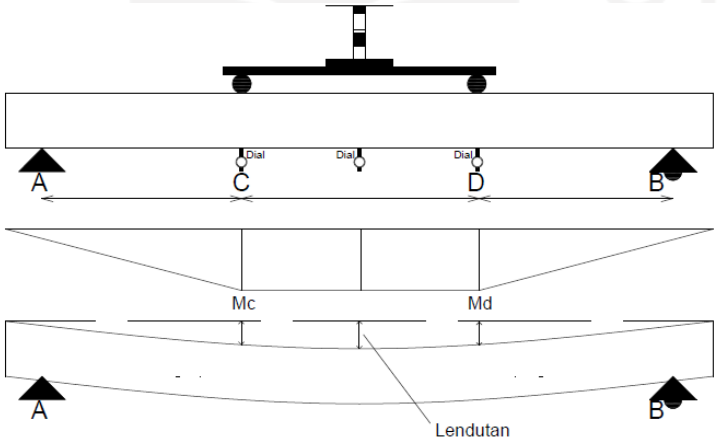
b = lebar tampang lintang tanpa patah

h = tinggi tampang lintang patah

a = jarak rata – rata antara tampang lintang patah dan tumpuan terdekat, diukur pada keempat titik pada tiap sisi bentang

3.4 Hubungan Beban dan Lendutan

Menurut Spiegel dan Limbrunner (1991), jika suatu beban diberikan pada penampang balok hingga menyebabkan timbulnya lentur, maka balok pasti akan mengalami defleksi atau lendutan seperti pada Gambar 3.10 Meskipun sudah terkontrol dan aman terhadap lentur dan geser, suatu balok dapat dikatakan tidak layak apabila terlalu fleksibel. Dengan demikian, tinjauan defleksi balok merupakan salah satu bagian dari proses desain.



Gambar 3. 10 Momen dan Lendutan pada Tampang Memajang Balok

Menurut Dipohusodo (1996), lendutan pada komponen struktur merupakan fungsi dari panjang batang, perletakan dan kondisi ujung batang (perletakan sederhana, menerus atau jepit), jenis beban (terpusat dan merata) dan kekakuan lentur komponen (EI).

Dari persamaan umum lendutan maksimum *Δmaks* seperti pada Persamaan 3.31

$$\Delta maks = \frac{\text{Pa}}{24\text{EI}} \times (3Ln^2 - 4x^2) \qquad (3.31)$$

Apabila beton tarik diabaikan, maka inersia penampang adalah seperti pada Persamaan 3.32.

$$Ix = \frac{1}{3} a^3 \mathrm{b} \times As\,(d-a)^2 \times \frac{\mathrm{Es}}{\mathrm{Ec}} \qquad (3.32)$$

dengan:

Ln = panjang bentang bersih,

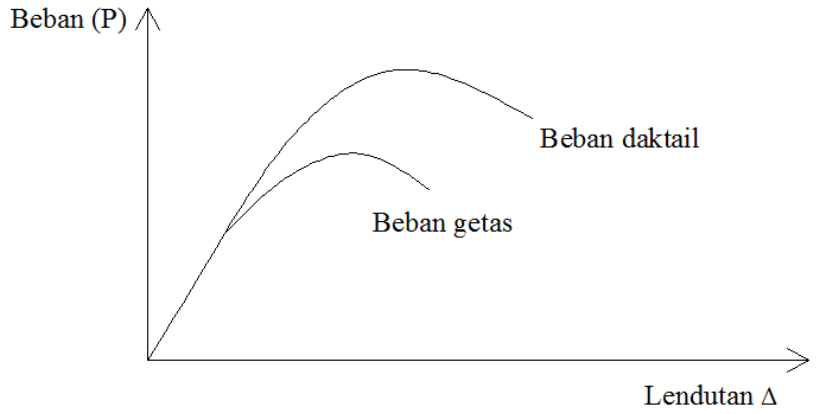
Ec = modulus elastis beton,

Ix = momen inersia penampang,

P = beban titik, dan

x = jarak *P* ke tumpuan.

Kemudian Park dan Paulay (1975) mengemukakan hubungan beban dan lendutan akibat beban seperti pada Gambar 3.11

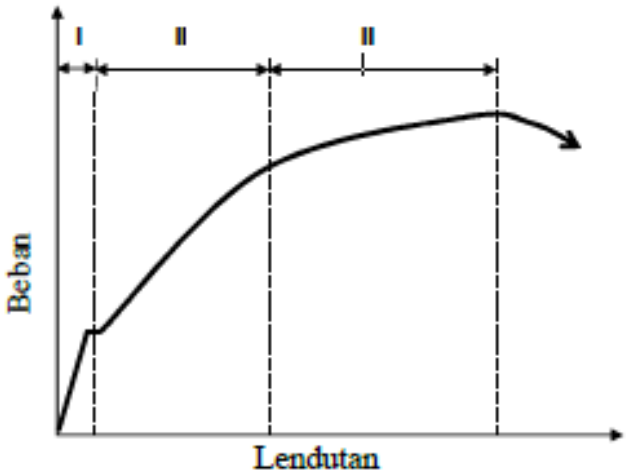


Gambar 3. 11 Hubungan Beban dan Lendutan
(Sumber: Park dan Paulay, 1975)

Dari hubungan beban (P) dan lendutan (Δ) pada Gambar 3.11 didapat kekakuan balok (k) seperti pada persamaan 3.33 berikut

$$k = \frac{\mathrm{P}}{\Delta} \qquad (3.33)$$

Hubungan beban dan lendutan balok beton bertulang pada dasarnya dapat diidealisasikan menjadi bentuk *trilinier* sebelum terjadi *rupture* seperti pada diagram Gambar 3.12



Gambar 3. 12 Grafik Hubungan antara Beban-Lendutan pada Balok
(Sumber: Nawy, 1998)

Dari grafik hubungan antara beban lendutan balok di atas, terdapat beberapa hubungan yang terjadi setelah balok diberi beban, yaitu sebagai berikut.

1. Pada daerah I (taraf praretak) batang-batang strukturalnya bebas retak. Segmen praretak dari kurva beban-defleksi berupa garis lurus yang memperlihatkan perilaku elastis penuh. Tegangan tarik maksimum pada balok lebih kecil dari kekuatan tariknya akibat lentur atau lebih kecil dari *modulus of rupture* (*fr*) beton.
2. Pada daerah II (taraf beban pasca retak) batang-batang struktural mengalami retak-retak terkontrol yang masih dapat diterima, baik distribusinya maupun lebarnya. Balok pada tumpuan sederhana retakan terjadi semakin lebar pada daerah lapangan, sedangkan pada tumpuan hanya terjadi retak minor yang tidak lebar. Apabila sudah terjadi retak lentur, maka kontribusi kekuatan tarik beton sudah dapat dikatakan tidak ada lagi. Ini berarti pula kekakuan lentur penampangnya telah berkurang, sehingga kurva beban–defleksi di daerah ini akan semakin landai dibanding pada taraf praretak. Momen inersia retak disebut *Icr*.

3. Pada daerah III (taraf retak pasca *serviceability)* tegangan pada tulangan tarik sudah mencapai tegangan lelehnya. Diagram beban defleksi daerah III jauh lebih datar dibanding daerah sebelumnya. Ini diakibatkan oleh hilangnya kekuatan penampang karena retak yang cukup banyak dan lebar sepanjang bentang. Jika beban terus ditambah, maka regangan εs pada tulangan sisi yang tertarik akan terus bertambah melebihi regangan lelehnya εy tanpa adanya tegangan tambahan. Balok yang tulangan tariknya telah leleh dikatakan telah runtuh secara struktural. Balok ini akan terus mengalami defleksi tanpa adanya penambahan beban dan retaknya semakin terbuka, sehingga garis netral terus mendekati tepi yang tertekan. Pada akhirnya terjadi keruntuhan tekan sekunder yang mengakibatkan kehancuran total pada beton daerah momen maksimum dan segera diikuti dengan terjadinya *rupture*.

3.5 Kerusakan Balok

3.5.1 Jenis Kerusakan

Jenis keruntuhan yang terjadi pada balok tergantung pada sifat-sifat penampang balok dan dapat dibedakan menjadi 3 jenis sebagai berikut ini.

1. Keruntuhan tekan (*over reinforced concrete*).

   Pada keruntuhan tekan ini, beton hancur sebelum baja tulangan leleh. Jenis keruntuhan ini terjadi pada balok dengan rasio tulangan besar, sehingga pada saat beban yang bekerja maksimum, baja tulangan belum mencapai regangan lelehnya sedangkan beton sudah mencapai regangan maksimumnya yaitu 0.003.

   Balok dengan kondisi keruntuhan tekan ini bersifat getas, sehingga pada saat beton mulai hancur baja tulangannya masih kuat, sehingga lendutan pada balok relatif tetap. Tetapi jika balok ditambahkan beban yang besar, maka baja tulangan akan meleleh dan dapat menyebabkan keruntuhan secara tiba-tiba, tanpa adanya peringatan atau tanda-tanda tentang lendutan yang membesar pada balok.

2. Keruntuhan seimbang (balance).

   Pada penampang balok dengan keruntuhan seimbang, keadaan beton hancur dan baja tulangan leleh terjadi bersamaan, sehingga pada saat beban yang

bekerja maksimum baja tulangan dan beton hancur secara bersamaan. Hal ini berarti regangan tekan beton telah mencapai regangan maksimum yaitu 0.03 dan regangan tarik baja tulangan telah mencapai leleh pada saat yang sama, atau $\varepsilon c'$ = $\varepsilon cu'$ dan $\varepsilon s = \varepsilon y$ terjadi pada saat yang sama.

Karena beton dan baja tulangan mengalami kerusakan pada saat yang sama, maka kekuatan beton dan baja tulangan dapat dimanfaatkan sepenuhnya, sehingga penggunaan material beton dan baja tulangan tersebut menjadi lebih efisien. Sistem perencanaan beton bertulang yang seperti ini merupakan sistem perencanaan beton bertulang yang ideal, tetapi sulit dipraktikan di lapangan.

3. Keruntuhan tarik (*under reinforced concrete*).

   Pada keadaan penampang beton dengan kondisi keruntuhan tarik, baja tulangan sudah leleh sebelum beton hancur. Jenis keruntuhan seperti ini terjadi pada balok dengan rasio tulangan kecil, sehingga pada saat beban yang bekerja maksimum baja tulangan sudah mencapai regangan lelehnya sedangkan beton belum hancur (belum mencapai regangan maksimumnya yaitu sebesar 0.003).

   Karena kerusakan terjadi pada baja tulangan yang menahan beban tarik lebih dulu dan baja tulangan bersifat liat, maka keruntuhan beton seperti ini kadang disebut dengan keruntuhan liat. Keruntuhan jenis ini memberi keuntungan karena pada saat baja mulai leleh betonnya masih kuat (belum hancur), sehingga dapat terjadi lendutan pada balok. Jika balok ditambahkan beban yang lebih besar maka lendutan pada balok semakin besar dan pada akhirnya akan runtuh. Lendutan yang ditimbulkan oleh balok ini merupakan peringatan sebelum runtuh.

3.5.2 Retak pada Balok

Retak terjadi pada umumnya menunjukkan bahwa lebar celah retak sebanding dengan besarnya tegangan yang terjadi pada batang tulangan baja tarik dan beton pada ketebalan tertentu yang menyelimuti batang baja tersebut. Meskipun retak tidak dapat dicegah, namun ukurannya dapat dibatasi dengan cara menyebar atau mendistribusikan tulangan.

Pada dasarnya ada tiga jenis keretakan pada balok (Gilbert, 1990), di antaranya sebagai berikut.

1. Retak lentur (*flexural crack*), terjadi di daerah yang mempunyai nilai momen lentur lebih besar dan gaya geser kecil. Arah retak terjadi hampir tegak lurus pada sumbu balok.
2. Retak geser (*shear crack*), terjadi pada bagian balok yang sebelumnya terjadi keretakan lentur. Retak geser lentur merupakan perambatan retak miring dari retak lentur yang sudah terjadi sebelumnya.
3. Retak geser pada bagian balok (*web shear crack*), yaitu keretakan miring yang terjadi pada daerah garis netral penampang dengan gaya geser maksimum dan tegangan aksial sangat kecil.

BAB IV
METODE PENELITIAN

4.1 Bahan dan Benda Uji

Dalam penelitian ini proses persiapan bahan dan benda uji adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan cetakan balok dan silinder dengan dimensi balok adalah 200 x 300 x 2000 mm, dan untuk silinder dengan dimensi diameter dan tinggi silinder berturut turut 15 x 30 cm. Kemudian memberikan kode untuk memudahkan membedakan maksud dan tujuan pembuatan dari masing - masing benda uji, selain itu untuk menghindari tertukarnya dengan benda uji oleh peneliti lain. Pengkodean dapat dilihat pada Tabel 4.1 untuk benda uji balok, kemudian Tabel 4.2 untuk benda uji silinder.

Tabel 4. 1 Kodefikasi Benda Uji Balok

Balok	Konfigurasi Tulangan Pokok		Konfigurasi Sengkang (mm)	Umur Pengujian Lentur (hari)	Dimensi (b,h,L) (mm)	Kawat Harmonika
	Tarik	Tekan				
KG	3D12	2D10	P8-300	28	20x30x2000	
GA	3D12	2D10	P8-300	28	20x30x2000	v
KL	3D12	2D10	P8-100	28	20x30x2000	
LA	3D12	2D10	P8-100	28	20x30x2000	v

Tabel 4. 2 Kodefikasi Benda Uji Silinder Kuat Desak Beton

Benda Uji Tarik Belah Beton		
No	**Kode Benda Uji**	**Jumlah Sampel**
1	$Si0._1$	1
2	$Si0._2$	1
3	$Si0._3$	1

2. Menyiapkan baja tulangan

   Baja tulangan yang digunakan untuk penelitian ini menggunakan baja tulangan berdiameter D13, P12, dan P8 yang berasal dari toko bangunan di sekitar kampus Unversitas Islam Indonesia. Baja tulangan tersebut dirangkai sesuai dengan perencanaan yang terdapat pada Gambar 4.9. Adapun pengujian yang perlu dilakukan untuk persiapan baja tulangan adalah pengujian kuat tarik baja, dimana langkahnya mengacu pada SNI 07-2052-2002.
3. Menyiapkan kawat harmonika kemudian memasangkan pada rangkaian baja tulangan yang telah dirakit sebelumnya dengan cara mengikat kawat harmonika menggunakan kawat bendrat pada setiap tulangan pokok dengan jarak pengkaitan 100 mm.
4. Menyiapkan bahan material yang akan digunakan antara lain adalah sebagai berikut.
   a. Semen *portland*

      Semen yang digunakan sebagai perekat mortar pada penelitian ini adalah semen *portland* jenis I dengan merk Holcim
   b. Air

      Air yang digunakan pada penelitian ini diambil dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia
   c. Agregat Kasar

      Agregat kasar yang digunakan merupakan batu pecah yang berasal dari Clereng, Kulon Progo. Dengan diameter maksimalnya berukuran 10 mm.
   d. Agregat Halus

      Agregat halus pengisi mortar merupakan pasir yang termasuk pada pasir halus yang berasal dari Merapi.
5. Membuat tahu beton menggunakan cetakan berupa peralon dengan tinggi 1,25 cm dan diameter 0,25 inc. Tahu beton dapat dilihat pada Gambar 4.1

Gambar 4. 1 Tahu Beton

6. Menyiapkan agregat halus

   Sebelum digunakan, agregat halus harus melewati beberapa pengujian terlebih dahulu agar kuat beton yang dihasilkan tidak terlalu jauh dari *mix design*. Pengujian yang dilakukan antara lain adalah sebagai berikut.

   a. Pengujian penyerapan air dan berat jenis agregat halus berdasarkan SNI 03-1970-1990,
   b. Pengujian berat volume gembur dan padat agregat halus, mengacu pada SNI 03-4804-1998,
   c. Analisa saringan agregat halus dilakukan berdasarkan SNI 03-1969-1996,
   d. Uji kandungan lumpur atau lolos saringan no. 200, untuk pengujian pasir ini dilakukan berdasarkan SNI 03-2834-2000. Menurut SNI 03-2834-2000

7. Menyiapkan agregat kasar

   Agregat kasar sebagai pengisi lain dari mortar juga memerlukan pengujian terlebih dahulu, hal tersebut perlu dilakukan sebagai salah satu bentuk kontrol terhadap agregat kasar sendiri agar kualitas benda uji mendekati dengan *mix design*. Pengujian terhadap agregat yang dilakukan adalah sebagai berikut.

   a. Pengujian berat jenis dan penyerapan air, pada pengujian ini langkah langkahnya mengacu pada SNI 03-1750-1990,
   b. Pengujian modulus halus butir agregat kasar. Untuk pengujian kali ini mengacu pada SNI 03-1968-1990,
   c. Pengujian Berat isi gembur dan padat agregat kasar

1) Sebelum melakukan pengujian, menyiapkan benda uji yang telah terkondisikan jenuh kering muka (SSD)
2) Menyiapkan silinder ukur yang telah ditimbang berat kosongnya pada tempat datar
3) Memasukkan pasir setiap 1/3 bagian dan menumbuknya hingga dapat dipastikan padat merata, kemudian mengisi benda uji dan menumbuknya hingga silinder ukur penuh
4) Menimbang dan mencatat berat silinder berisi pasir tersebut
5) Menghitung volume silinder ukur tersebut

4.2 Peralatan Penelitian

Dalam persiapan dan pembuatan benda uji, peralatan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut ini.

1. Mesin Pengaduk

   Pengaduk beton, berfungsi untuk membuat campuran beton.
2. Bekisting

   Bekisting dengan ukuran panjang 2000 mm, lebar 200 mm, dan tinggi 300 mm untuk membuat benda uji kuat lentur dan geser balok beton dan bekisting silinder beton berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm.
3. Neraca

   Neraca merk “OHAUS” dengan kapasitas 20 kg.
4. Kaliper

   Kaliper digunakan untuk mengukur dimensi dari benda uji balok dan benda uji silinder beton sebelum dilakukan pengujian.
5. Alat bantu lain

   Alat bantu lain yang digunakan diantaranya cangkul, sekop, cetok, ayakan, palu, tang, catut, dan peralatan penunjang lainnya.
6. Crane

   Crane berfungsi sebagai alat pemindahan benda uji seperti terlihat pada Gambar 4.2 berikut

Gambar 4. 2 *Crane*

7. Loading frame

   Loading frame berfungsi sebagai *frame*/dudukan *hydraulic jack*.

8. *Hydraulic* pump

   Hydraulic pump digunakan untuk melakukan pembebanan pada pengujian *panel* dinding dengan kapasitas maksimum 50 ton seperti terlihat pada Gambar 4.3 berikut

Gambar 4. 3 *Hydraulic Pump*

9. Loading cell

   Loading cell berfungsi sebagai alat peengukur gaya yang ditimbulkan oleh *hydraulic jack* seperti terlihat pada Gambar 4.4 berikut

Gambar 4. 4 *Loading Cell*

10. *Data logger*

Data logger merupakan mesin pembaca yang dapat menampilkan data dari pengujian yang berlangsung seperti terllihat pada Gambar 4.5 berikut

Gambar 4. 5 *Data Logger*

11. *Dial*

Dial berfungsi sebagai alat untuk mengukur lendutan/deformasi pada benda uji seperti terlihat pada Gambar 4.6 berikut

Gambar 4. 6 *Dial*

12. Palu/*Hammer*

Berfungsi sebagai alat untuk mengukur nilai lenting pada pengujian *hammer test* seperti terlihat pada Gambar 4.7 Berikut

Gambar 4. 7 *Hammer*

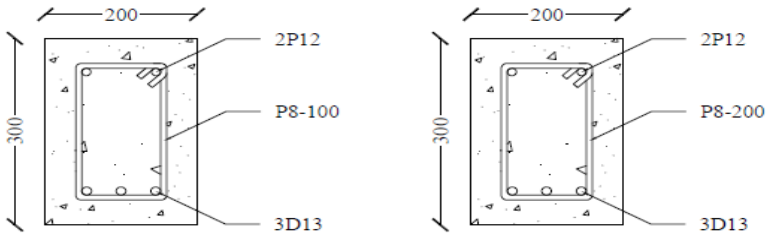
13. Alat uji tekan

Berfungsi sebagai alat untuk menguji kuat tekan silinder beton seperti terlihat pada Gambar 4.8 Berikut

Gambar 4. 8 Alat Uji Tekan

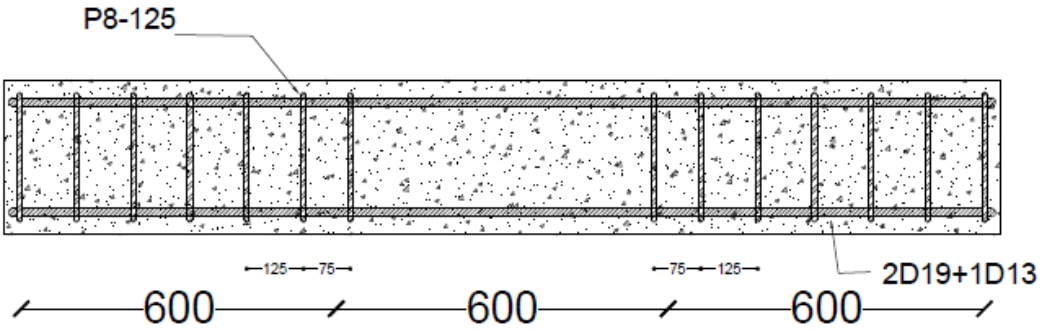
4.3 Perancangan Dimensi Benda Uji

Dimensi dan detail penulangan dari balok yang diujikan pada penelitian ini selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 4.9, Gambar 4.10, Gambar 4.11, dan Gambar 4.12 berikut

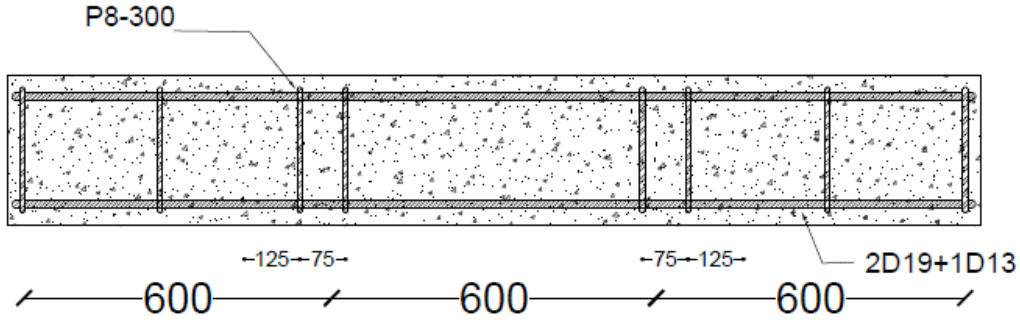


(a) **(b)**

Gambar 4. 9 Potongan Melintang Balok Uji Kode Lentur (a) dan Kode Geser (b)

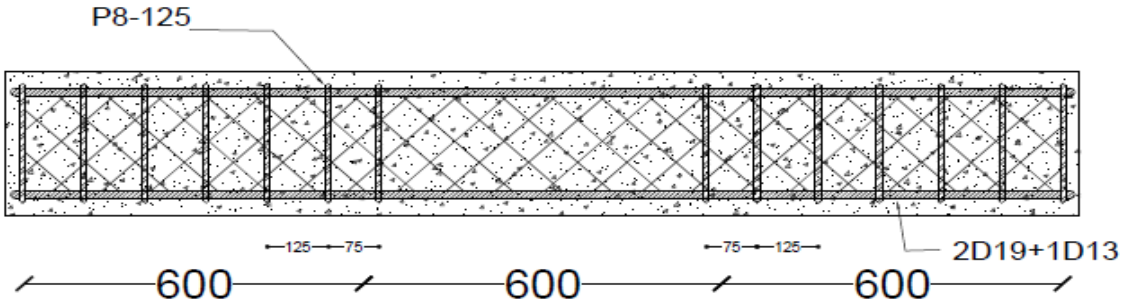


(a)

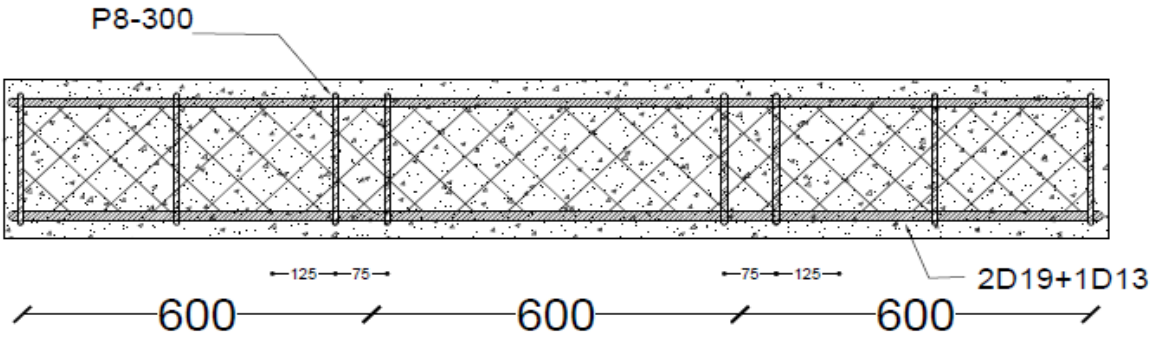


(b)

Gambar 4. 10 (a) Potongan Memanjang Balok Tanpa Kawat harmonika Uji Lentur (b) Potongan Memanjang Balok Tanpa Kawat harmonika Uji Geser

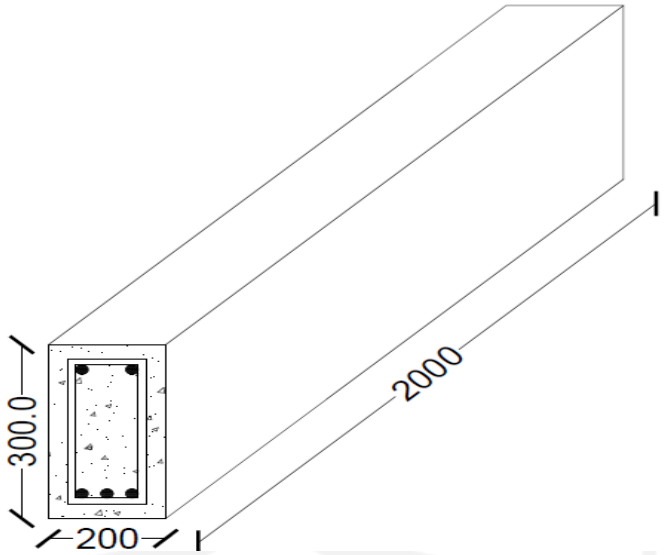


(a)



(b)

Gambar 4. 11 (a) Potongan Memanjang Balok Uji Lentur Menggunakan Kawat harmonika (b) Potongan Memanjang Balok Uji Geser Menggunakan Kawat harmonika



Gambar 4. 12 3D Balok Uji

4.4 Pembuatan Benda Uji

Setelah mendapatkan formulasi perbandingan material yang sesuai, dan persiapan telah dilakukan. Maka tahap selanjutnya adalah pembuatan uji serta perawatan benda uji, berikut langkah – langkah pembuatan benda uji:

1. Mengkondisikan agregat halus dan agregat kasar dalam keadaan SSD agar dalam pengerjaan pencampuran, jumlah air sesuai dengan *mix design*
2. Menimbang setiap bahan sesuai perencanaan,

3. Menimbang cetakan atau bekisting silinder dan balok, sebelum diisi campuran mortar
4. Memasukkan material penyusun beton yang telah direncanakan ke dalam mesin pengaduk beton perlahan - lahan, kemudian masukkan air dengan jumlah sesuai *mix design* secara merata
5. Mengamati proses pencampuran hingga campuran homogen,
6. Menuang campuran ke talam dan kemudian melakukan uji slump.
7. Memasukkan campuran beton setiap 1/3 bagian cetakan, kemudian menusuk – nusuk 25 kali secara merata, lakukan hingga cetakan penuh. proses ini dimaksudkan agar rongga – rongga dalam cetakan terisi secara merata
8. Meratakan permukaan beton alat perata
9. Menimbang beton dan cetakan dalam kondisi basah.
10. Menunggu selama 1 jam awal, kemudian mengambil air yang keluar dari beton
11. menggunakan pipet
12. Mencatat jumlah air yang keluar tersebut
13. Membuka cetakan dengan hati-hati setelah 24 jam kemudian memberi kode
14. agar benda uji tidak tertukar dengan benda uji lain
15. Merawat benda uji dengan cara merendamnya dalam air atau dengan cara
16. disiram air selama umur perawatan
17. Mengeringkan benda uji, dengan cara mengeluarkan dari rendaman.

4.5 Pelaksanaan pengujian

Pada penelitian ini dilakukan dua macam pengujian untuk mengetahui yang dilakukan.

1. Pengujian Pendahuluan

   Pengujian kuat tekan beton silinder

   Pengujian kuat tekan beton bertujuan untuk mengetahui gaya desak akibat diberi beban. Pengujian dilakukan setelah benda uji direndam dalam air selama 28 hari. Prosedur uji kuat tekan dengan benda uji silinder beton adalah sebagai berikut:

   a. Mengambil benda uji yang akan diuji kuat tekannya dari bak perendaman 24 jam sebelum pengujian, kemudian membersihkan dari kotoran

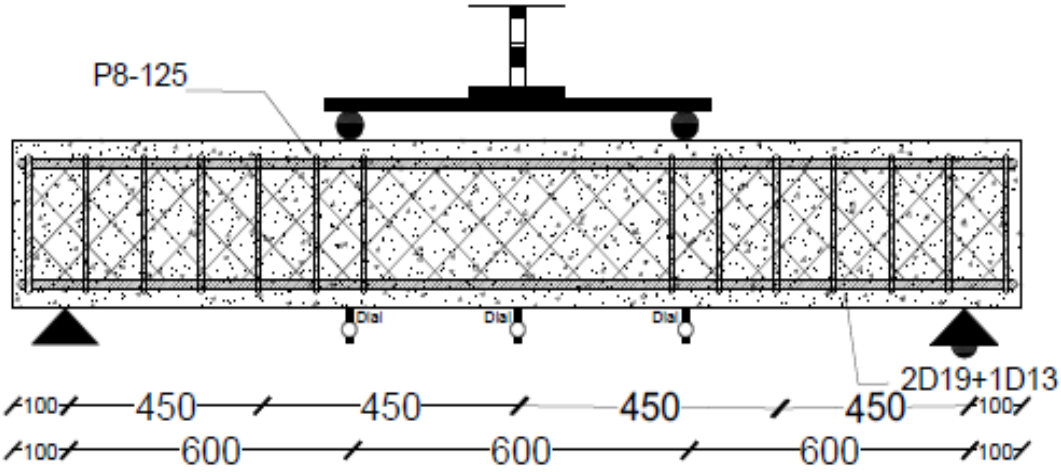
b. Menimbang dan mengukur dimensi benda uji
c. Meratakan dan melapisi permukaan atas dan bawah benda uji dengan mortar belerang.
d. Meletakkan benda uji pada mesin tekan secara sentris
e. Menjalankan mesin tekan dengan penambahan beban yang konstan, sekitar 2 sampai 4 kg/cm2 per detik.
f. Melakukan pembebanan sampai benda uji hancur, dan catat beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji.

2. Pengujian kuat lentur balok beton bertulang

Prosedur pengujian dalam pengujian kuat lentur beton adalah sebagai berikut:

a. Mengukur dan catat dimensi benda uji lentur.
b. Membuat garis-garis melintang sebagai tanda dan petunjuk titik perletakkan dan pola retak yang terjadi. Ukur garis berbentuk kotak-kotak 5cm x 5cm.
c. Memerikan tanda perletakan pada tumpuan.
d. Menempatkan benda uji yang sudah selesai diukur pada dudukan benda uji.
e. Meletakkan pembebanan beserta alat bantu lainnya pada titik pembebanan benda uji.
f. Memasang *load cell* sampai menyentuh permukaan alat bantu dengan merata.
g. Memasang *dial* untuk membaca penurunannya.
h. Melakukan pembebanan dan mengamati lendutan yang terjadi hingga beban maksimum.

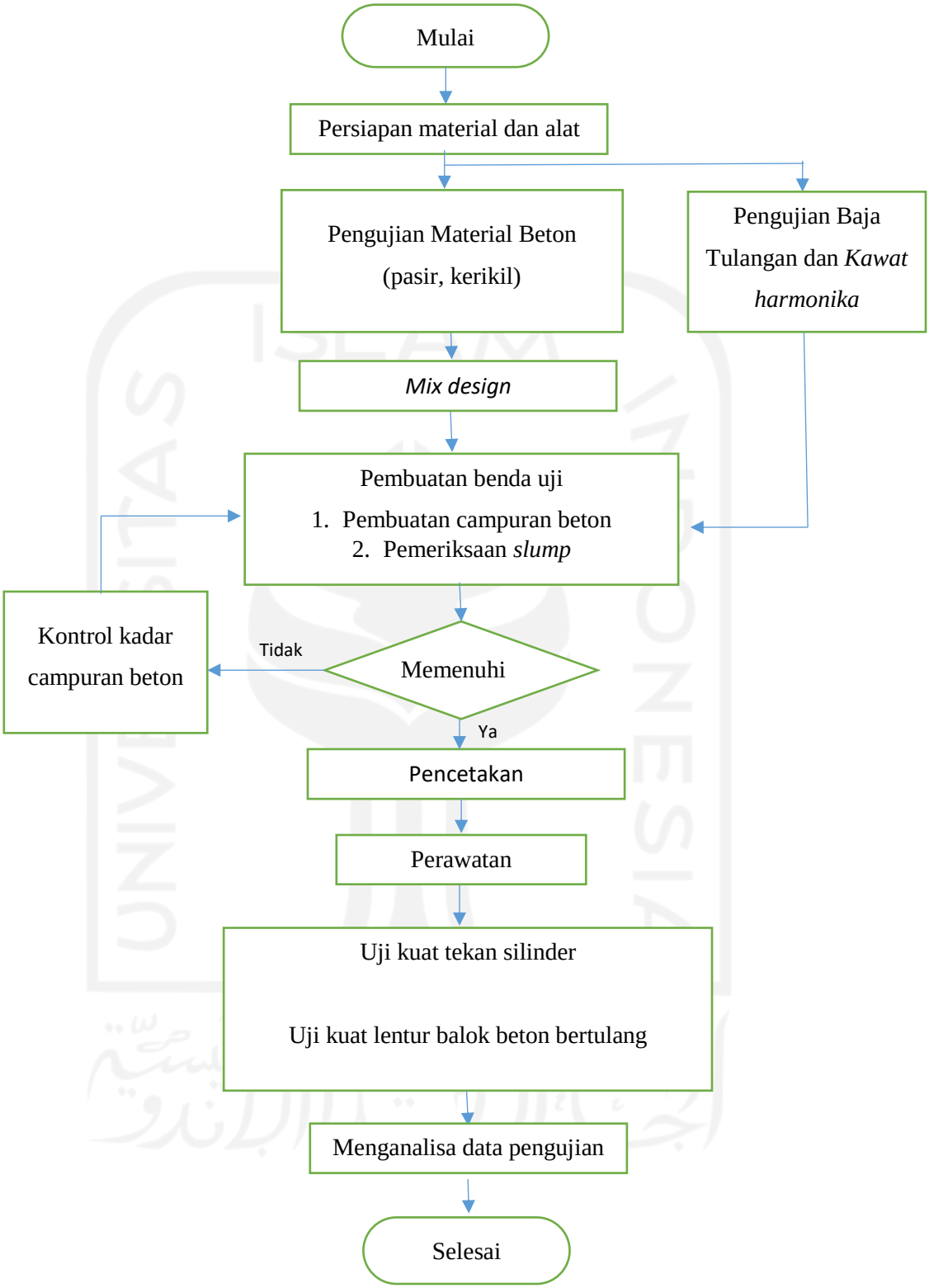
Pada penelitian ini menggunakan pembebanan dua titik, set up pengujiannya dapat dilihat pada Gambar 4.13 berikut



Gambar 4. 13 Detail Pemodelan Benda Uji

4.6 Bagan Alir Penelitian

Dari uraian metode penelitian di atas dapat digambarkan skema bagan alir penelitian pada Gambar 4.14 berikut



Gambar 4. 14 Flowchart Tahapan Penelitian

BAB V
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Pendahuluan

Hasil penelitian disajikan berupa data yang telah dianalisis kemudian ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik yang memberikan kemudahan mencapai tujuan penelitian. Hasil penelitian yang akan disajikan meliputi hasil pengujian material penyusun balok beton bertulang berupa uji kuat tarik baja, uji kuat tarik *strimin* dan pengujian agregat. Untuk pengujian karakteristik mekanis beton dilakukan beberapa pengujian meliputi uji kuat desak silinder, uji kuat lentur balok bertulang dan uji kuat geser balok bertulang.

5.2 Pengujian Material Penyusun Beton

5.2.1 Pengujian Agregat Halus dan Kasar

Tujuan dari pengujian agregat halus dan kasar pada penelitian ini adalah untuk mendapatkan data awal mengenai agregat yang digunakan. Pengujian yang dilakukan meliputi pemeriksaan modulus halus butir bertujuan untuk menentukan pembagian butir agregat kasar dan agregat halus menggunakan saringan. Pemeriksaan berat jenis agregat dan penyerapan air bertujuan untuk menentukan berat kering permukaan jenuh (SSD) dan tingkat penyerapan air dari agregat, berat jenis permukaan jenuh (SSD), yaitu perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu, sedangkan penyerapan adalah persentase berat air yang dapat diserap pori terhadap agregat kering. Hasil pemeriksaan agregat dilihat pada Tabel 5.1 berikut.

Tabel 5. 1 *Hasil Pengujian Agregat*

Pengujian	Kerikil	Pasir
Modulus halus butir (%)	4,674	2,307
Berat jenis SSD (gram)	2,405	2,688
Penyerapan air (%)	9,02	4,54
Kandungan lumpur dalam pasir (%)	-	0,45
Ukuran agregat maksimum (mm)	10	4,8
Berat volume padat (gram/cm^3)	0,313	0,379
Berat volume gembur (gram/cm^3)	0,287	0,336

Pada hasil uji agregat didapatkan kandungan lumpur pada pasir memenuhi syarat SNI 03-4142-1996 karena nilainya masih di bawah ≤5 % dan memiliki berat jenis SSD kerikil sebesar 4,674 gram, serta berat jenis SSD pasir sebesar 2,688 gram.

5.2.2 Pengujian Kawat *Strimin*

Pada penelitian ini menggunakan kawat *strimin* dengan dimeter 1,1 mm dan jarak bukaan 35 mm. Kawat *strimin* perlu diuji terlebih dahulu untuk mengetahui seberapa besar kuat tariknya. Pengujian tarik kawat strimin dilaksanakan di Laboratorium Bahan Teknik Jumsan Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada. Hasil dari pengujian kuat tarik baja dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut ini.

Tabel 5. 2 Hasil Uji Kuat Tarik Kawat Strimin

No.	Kode	Tegangan Luluh (σy) (Mpa)	Tegangan Maksimal (σu) (Mpa)	Rata – Rata Tegangan Maks. (Mpa)
1	KH.1	229,85	508,95	519,046
2	KH.2	233,91	527,12	
3	KH.3	232,68	521,07	

Hasil pengujian kawat, tegangan tarik yang terjadi di atas baja batas ulur minimum 519,046 N/mm2.

5.2.3 Pengujian Kuat Tarik Baja Tulangan

Pengujian kuat Tarik baja dilakukan untuk mengetahui kualitas baja tulangan yang akan digunakan pada balok bertulang. Kualitas dari baja tulangan yang ditunjukkan dengan nilai kuat leleh (fy) sangat berpengaruh terhadap hasil perhitungan pembebanan teoritis balok. Pada penelitian ini menggunakan baja tulangan berdiameter 13 mm, dan 12 mm sebagai tulangan pokoknya, serta menggunakan baja tulangan berdiameter 8 mm sebagai tulangan Sengkang.

Pada pengujian baja tulangan diameter 13 mm didapatkan nilai beban leleh awal sebesar 3903,333 N dan nilai beban maksimal sebesar 5756,667 N dengan luas penampang sebesar 1 mm^2, maka didapatkan nilai tegangan leleh,

$$fy = \frac{3903{,}333}{104{,}532} = 366{,}314 \text{ Mpa}$$

$$fu = \frac{5756{,}667}{104{,}532} = 540{,}243 \text{ Mpa}$$

Hasil pengujian baja tulangan lainnya dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut ini.

Tabel 5. 3 Hasil Uji Kuat Tarik Baja Tulangan

Diameter Pengenal (mm)	Diameter Penampang (mm)	Luas (mm^2)	Tegangan (Mpa)	
			Leleh Awal	Leleh Maksimal
13	11,537	104,532	366,314	540,243
12	10,117	80,383	386,869	577,659
8	6,827	36,602	413,639	597,677

5.3 Pengujian Pendahuluan

5.3.1 *Hammer Test*

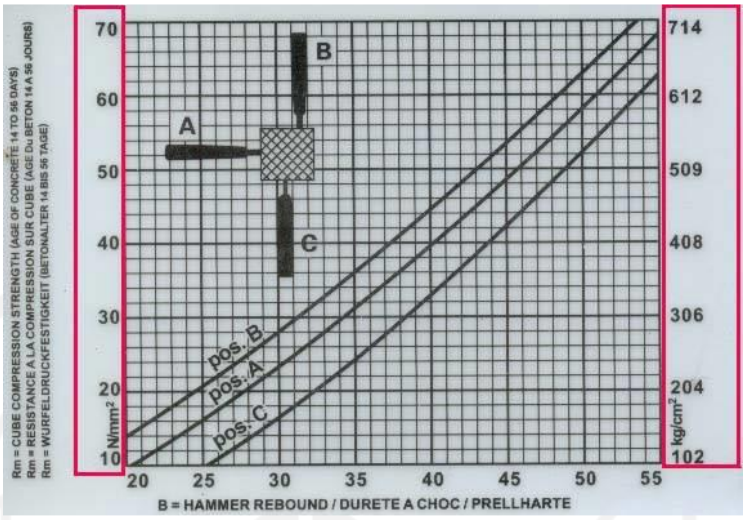
Concrete Hammer Test merupakan salah satu metode uji untuk memperkirakan mutu beton dengan mudah dan praktis. Prinsip kerja *Concrete Hammer Test* adalah memberikan beban berupa tumbukan pada permukaan beton menggunakan suatu massa yang diaktifkan dengan menggunakan *energy* yang besarnya terukur. Dengan adanya kontak tumbukan antara massa tersebut dengan permukaan beton, *energy* tumbukan dari massa tersebut akan dipantulkan kembali.

Jarak pantulan massa yang terukur memberikan indikasi kekerasan permukaan beton. Kekerasan permukaan beton yang didapatkan akan memberikan indikasi kuat tekannya.

Karena prinsip kerja dan cara penggunaan alat yang mudah, maka penggunaan alat ini banyak digunakan untuk memperkirakan mutu kuat tekan beton, terutama pada struktur bangunan *eksisting*. Dengan proses uji yang cepat maka alat ini pun sering digunakan untuk menguji beberapa bagian struktur bangunan ataupun keseluruhan struktur bangunan untuk mengindikasikan keseragaman mutu beton. Alat ini hanya dapat membaca kekerasan beton pada lapisan permukaan (+4 cm), maka dari itu untuk elemen struktur dengan dimensi yang besar, *Concrete Hammer Test* hanya menjadi indikasi awal bagi mutu kuat tekan beton dan keragaman mutu beton. Untuk mengurangi kesalahan baca alat yang peka terhadap variasi permukaan beton, maka permukaan beton uji harus dibersihkan terlebih dahulu. Pengujian *hammer test* bisa dilihat pada Gambar 5.1 berikut ini.

Gambar 5. 1 Pengujian Hammer Test pada Balok Benda Uji

Hubungan empirik dari nilai *hammer rebound* dengan kuat tekan ditunjukkan pada grafik seperti pada Gambar 5.2 berikut ini.



Gambar 5. 2 Hubungan Empirik Nilai Hammer Rebound dengan Kuat Tekan

Pada penelitian ini pengujian dilakukan pada posisi pukulan B dengan posisi *hammer* dilentingkan dari arah tegak lurus sumbu panjang benda uji. hasil dari nilai lenting uji *Concrete Hammer Test* dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut

Tabel 5. 4 Hasil Pengujian Concrete Hammer Test

Elemen Struktur	Balok	Balok	Balok	Balok
Posisi Pukulan	B	B	B	B
Kode Bidang Uji	KG	GA	KL	LA
Pukulan ke -	Nilai R	Nilai R	Nilai R	Nilai R
1	33	29	32	29
2	34	29	32	29
3	36	30	30	30
4	35	29	30	29
5	34	28	33	28
6	31	32	34	29
7	31	29	32	29
8	35	32	32	32
9	33	27	33	28
10	33	26	29	26
Jumlah Data	335	392	317	291
R Maksimum	36	32	34	32

Lanjutan Tabel 5.4 Hasil Pengujian *Concrete Hammer Test*

R minimum	31	26	29	26
R Rata - rata	34	29	34	29
Perkiraan Kuat Tekan Beton Terkoreksi (MPa)	34	26	34	26

Berdasarkan pengujian *hammer test* didapatkan nilai perkiraan kuat tekan beton terkoreksi pada masing – masing balok adalah sebagai berikut KG sebesar 34 MPa, GA sebesar 26 MPa. KL sebesar 34 MPa, LA sebesar 26 MPa. Hasil ini menunjukkan bahwa perkiraan kuat tekan beton memenuhi standar rencana beton yaitu diatas 25 MPa.

5.3.2 Kuat Desak Beton

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton dalam menahan besarnya beban per satuan luas permukaan benda uji hingga benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur karena semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki maka semakin tinggi pula mutu beton yang harus dihasilkan (Mulyono, 2004). Menurut PBI 1971 mutu beton sendiri dibedakan menjadi tiga yaitu :

a. Beton mutu rendah fc' < 125 kg/cm2 (12,259 MPa)

b. Beton mutu sedang 125 kg/cm2 <fc' < 225 kg/cm2

c. Beton mutu tinggi fc' > 225 kg/cm2 (22, 065 MPa)

Hasil pengujian kuat tekan beton dengan bentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm dapat dilihat pada Tabel 5.5 Berikut

Tabel 5. 5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

No	Nama Sample	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata – Rata (Mpa)
1	Si0.$_1$	25,336	25,423
2	Si0.$_2$	22,336	
3	Si0.$_3$	28,598	

Pada hasil pengujian kuat desak didapat kuat desak rata-rata 25,423 MPa. Hasil pengujian silinder tersebut lebih besar dari kuat tekan yang direncanakan yaitu sebesar 25 MPa. Hal ini akan berpengaruh terhadap perancangan kapasitas balok uji beton bertulang. Namun kapasitas balok dihitung berdasarkan data aktual baik kuat tekan beton maupun tegangan leleh baja.

5.3.3 Kuat Tarik Belah Beton

Jumlah benda uji yang dibuat sebanyak 6 buah, benda uji menggunakan cetakan silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Hasil pengujian tarik belah beton dapat dilihat pada Tabel 5.6 berikut.

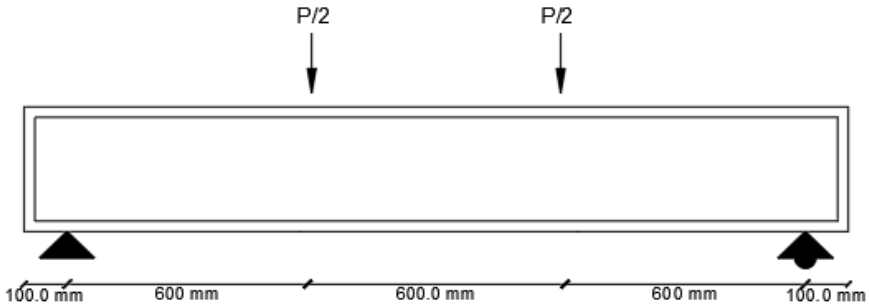
Tabel 5. 6 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

No	Nama Sample	Kuat Tarik (Mpa)	Kuat Tarik Rata – Rata (Mpa)
1	Si0.$_1$	7,825	7,7165
2	Si0.$_2$	7,955	
3	Si0.$_3$	7,368	

Dari hasil pengujian 3 silinder didapatkan kuat tarik belah beton rata-rata sebesar 7,716 MPa.

5.4 Pembebanan Teoritis

Pada penelitian ini digunakan beton bertulang dengan dimensi seperti pada Gambar 5.3 dan Gambar 5.4. Berikut ini adalah hasil perhitungan pembebanan dan perhitungan beban *P* yang dapat dipikul oleh balok pada salah satu contoh sampel yaitu BKL.



Gambar 5. 3 Dimensi Benda Uji Memanjang

$q = b \times h \times 24$

$q = 0{,}2 \times 0.3 \times 24$

$q = 1{,}44\ kN/m$

$\Sigma MB = 0$

$RA \times 1{,}8\ -\ 1{,}44\ \times 2 \times 0{,}9^2 - 0{,}5\ p \times 1{,}2\ - 0{,}5\ p\ \times 0{,}6 = 0$

$RA \times 1{,}8 = 2{,}592 + 0{,}6\ p + 0{,}3\ p$

$RA \quad\quad = 0{,}928 + 0{,}526\ p\ kN$

Momen yang terjadi :

MC = MD

MC = $RA \times 0{,}6 - q \times 0{,}7 \times 0{,}35$

= $(1{,}44 + 0{,}5\ p) \times 0{,}6 - 0{,}35 \times 28$

= $0{,}864 + 0{,}3\ p - 0{,}353$

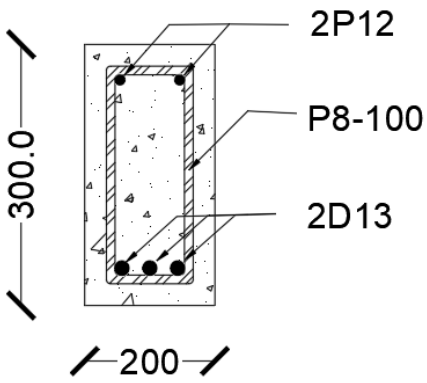
= $0{,}511 + 0{,}3\ p\ kNm$

ME = $RA \times 0{,}9 - 1{,}44 \times 1 \times 0{,}5 - 0{,}5\ p \times 0{,}3$

= $(1{,}44 + 0{,}5\ p) \times 0{,}9 - 0{,}72 - 0{,}15\ p$

= $1{,}296 + 0{,}45\ p - 0{,}72 - 0{,}15\ p$

= $0{,}3\ p + 0{,}576\ kNm$



Gambar 5. 4 Dimensi Benda Uji Melintang

b = 200 mm

h = 300 mm

fy = 365,977 Mpa

fc = 26,279 Mpa

Ec = $4700\sqrt{fc}$

= 24093,92 Mpa

Ɛc = 0,003

Ɛy = $\frac{365,977}{200000}$

= 0,00183

As = 313,778 mm^2

As’ = 160,766 mm^2

Sb = 40 mm

ds = Sb + Ø Sengkang + Ø tul pokok/2

= 40 + 6,82 + 5,77 mm

= 52,59 mm

ds' = Sb + Ø Sengkang + Ø tul pokok/2

= 40 + 6,82 + 5,055 mm

= 51,875 mm

$d = H - ds$

= 300 – 52,59

= 247,41 mm

1. Perhitungan Analisis Balok Bertulangan Tunggal Pada Tulangan Tarik

Kontrol rasio penulangan

$$\rho = \frac{As}{b \times d}$$

$$\rho = \frac{3 \times (0{,}25 \times \pi \times 11{,}54^2}{200 \times 247{,}41}$$

$$\rho = 0{,}00634$$

$$\rho min = \frac{1{,}4}{fy} = \frac{1{,}4}{366{,}314} = 0{,}00382$$

$$\rho > \rho min \ (memenuhi\ SNI\ 2847{:}\ 2019)$$

Jika nilai $fc < 28\ Mpa$, maka $\beta 1 = 0{,}85$

nilai $fc > 28\ Mpa$, maka $\beta 1 = 0{,}85 - \frac{0{,}05 \times (fc - 28)}{7}$

kemudian jika nilai $\beta 1$ telah dihitung dan nilainya $\beta 1 < 0{,}65$ maka diambil

$$\beta 1 = 0{,}65$$

Maka diambil nilai $\beta 1 = 0{,}85$

$$\rho b = \frac{0{,}85 \times f'c}{fy} \times \beta 1 \times \left(\frac{600}{600 + fy}\right)$$

$$\rho b = \frac{0{,}85 \times 26{,}94}{366{,}314} \times 0{,}85 \times \left(\frac{600}{600 + 366{,}314}\right)$$

$$\rho b = 0{,}0329$$

$$\rho < \rho b \ (memenuhi\ SNI\ 2847{:}\ 2019)$$

$$0{,}85 \times fc \times b \times a = As \times fy$$

$$a = \frac{As \times fy}{0{,}85 \times fc \times b}$$

$$a = \frac{313{,}778 \times 336{,}314}{0{,}85 \times 26{,}279 \times 200}$$

$$a = 25{,}097\ mm$$

$$c = \frac{a}{\beta 1}$$

$$c = \frac{25{,}097}{0{,}85}$$

$$c = 29{,}526 \text{ mm}$$

$$\varepsilon s = \frac{d - c}{c} \times \varepsilon c$$

$$\varepsilon s = \frac{247{,}41 - 29{,}526}{29{,}526} \times 0{,}003$$

$\varepsilon s = \ 0{,}0221 > 0{,}0018$

Maka tulangan tarik sudah leleh

$\varepsilon s = \ 0{,}0221 > 0{,}005$

Maka diambil nilai Ø = 1

$$\text{Mn} = 0{,}85 \ \times fc \times a \times b \times \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\text{Mn} = 0{,}85 \ \times 26{,}279 \times 25{,}097 \ \times 200 \times \left(247{,}41 - \frac{25{,}097}{2}\right)$$

$$\text{Mn} = 26995270{,}06 \ Nmm$$

$$\text{Mn} = 26{,}995 \ kNm$$

$$\text{Mu} = 88{,}064 \ kN$$

2. Perhitungan Analisis Balok Bertulangan Rangkap

Asumsi semua tulangan sudah leleh maka gaya – gaya dalam yang bekerja

$$\rho = \frac{As}{b \times d} = \frac{3 \times (0{,}25 \times \pi \times 11{,}54^2}{200 \times 247{,}41} = 0{,}0028$$

$$\rho' = \frac{As\prime}{b \times d} = \frac{2 \times (0{,}25 \times \pi \times 10{,}11^2}{200 \times 247{,}41} = 0{,}0021$$

$$As1 = As - As' = \ 313{,}778 - 160{,}766 = 48{,}631 \text{ mm2}$$

$$\rho - \rho' = \frac{As1}{b \times d} = \frac{48{,}631}{200 \times 247{,}41} = 0{,}000982$$

$$\rho min = \frac{1{,}4}{fy} = \frac{1{,}4}{366{,}314} = 0{,}00382$$

$$\rho > \rho min \ (memenuhi \ SNI \ 2847{:}\ 2019)$$

Periksa kondisi tulangan tekan

$$\frac{0{,}85 \times \beta 1 \times f'c \times d'}{fy \times d} \times \left(\frac{600}{600 + fy}\right)$$

$$\frac{0{,}85 \times 0{,}85 \times 26{,}279 \times 51{,}875}{366{,}314 \times 247{,}41} \times \left(\frac{600}{600 + 366{,}314}\right) = 0{,}00674$$

$$\rho - \rho' = 0{,}000982 < 0{,}00674 \ (tulangan \ tekan \ belum \ leleh)$$

$$Ts = Cc + Cs$$

$$Ts = As \ \times fy$$

$$Cc = 0{,}85 \ \times fc \times b \times a$$

$$Cs = As' \times fy$$

$$a = \frac{(As \times fy) - (As' \times fy)}{0{,}85 \times fc \times b}$$

$$a = \frac{(313{,}778 \times 366{,}314) - (160{,}554 \times 366{,}314)}{0{,}85 \times 26{,}279 \times 200}$$

$$a = 12{,}563\ mm$$

$$c = \frac{a}{\beta 1}$$

$$c = \frac{12{,}563}{0{,}85}$$

$$c = 14{,}780\ mm$$

$$\varepsilon s = \frac{d - c}{c} \times \varepsilon c$$

$$\varepsilon s = \frac{247{,}41 - 14{,}780}{14{,}780} \times 0{,}003$$

$$\varepsilon s = 0{,}0283 > 0{,}0012$$

Maka tulangan tarik sudah leleh

$$Ø = 1$$ karena dalam kontrol laboratorium

$$\varepsilon s' = \frac{c - ds}{c} \times \varepsilon c$$

$$\varepsilon s' = \frac{38{,}809 - 51{,}875}{38{,}809} \times 0{,}003$$

$$\varepsilon s' = -0{,}00101 < 0{,}0012$$

Maka tulangan tekan belum leleh, dihitung ulang menggunakan persamaan kesetimbangan

$$Cc = 0{,}85 \times fc \times b \times c \times \beta 1$$

$$Cc = 0{,}85 \times 26{,}279 \times 200 \times 0{,}85$$

$$Cs = As' \times fs'$$

$$Cs = 160{,}554 \times 200000 \times \frac{c - 51{,}875}{c} \times 0{,}003$$

$$Ts = 313{,}778 \times 366{,}314$$

Dari rumus tersebut dicari nilai *c* menggunakan rumus persamaan kuadrat, sehingga didapatkan nilai *c* = 38,809 mm

$$a = 38{,}809 \times 0{,}85$$

$$a = 32{,}987$$

$$\varepsilon t = \frac{d-c}{c} \times \varepsilon c$$

$$\varepsilon t = \frac{247{,}41 - 38{,}809}{38{,}809} \times 0{,}003$$

$$\varepsilon t = \varepsilon s = \ 0{,}0161 > \varepsilon y$$

$$\varepsilon t = \frac{c - ds'}{c} \times \varepsilon c$$

$$\varepsilon t = \frac{38{,}809 - 51{,}875}{38{,}809} \times 0{,}003$$

$$\varepsilon t = -0{,}00101$$

$$\text{M1} = Ts(d - \frac{a}{2}) \times 10^{-6}$$

$$\text{M1} = (313{,}778 \times 366{,}314 \times (247{,}41 - \frac{30{,}416}{2}) \times 10^{-6}$$

$$\text{M1} = 26{,}541\ kNm$$

$$\text{M2} = (Cs \times (d - ds')) \times 10^{-6}$$

$$\text{M2} = (160{,}554 \times -0{,}00101 \times 200000 \times (247{,}41 - 51{,}875)) \times 10^{-6}$$

$$\text{M2} = -6{,}341\ kNm$$

$$\text{Mn rangkap} = 26{,}541 - 6{,}341$$

$$\text{Mn rangkap} = 20{,}2\ kNm$$

$$\text{Mu rangkap} = 20{,}2\ kNm$$

$$20{,}2 = 0{,}576 + 0{,}3\ p$$

$$p\ rangkap = 65{,}41\ kN$$

3. Perhitungan Kapasitas Geser dengan Jarak Sengkang 100 mm

$$\text{Vc} = ({}^{1}/_{6} \times \sqrt{fc}) \times b \times d$$

$$= ({}^{1}/_{6} \times \sqrt{26{,}279}) \times 200 \times 247{,}41$$

$$= 42{,}276\ kN$$

$$vs = \frac{Av\ \times fy\ \times d}{S}$$

$$= \frac{73{,}061\ \times 336{,}316\ \times 247{,}41}{100}$$

$$= 60{,}792\ kN$$

$$Vn = Vc + Vs$$
$$= 42{,}276 + 60{,}792$$
$$= 103{,}068\ kN$$

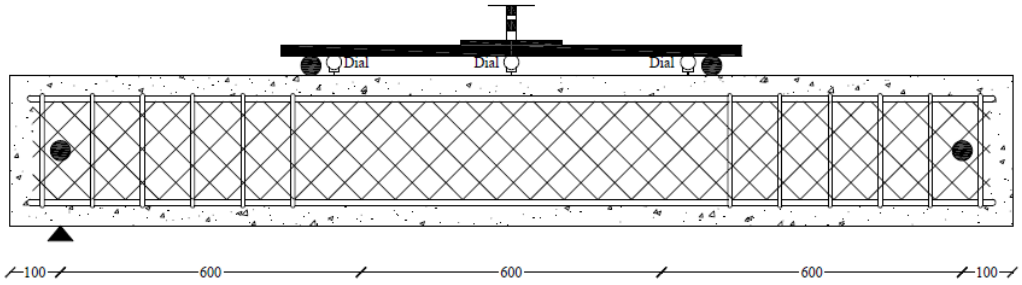
Dari hasil perhitungan secara teoritis nilai beban yang dapat dipikul oleh balok nilainya kurang dari 200 kN. Hal in menunjukkan bahwa alat yang dipakai pada penelitian ini masih dalam batas aman alat pengujian, dimana alat pengujian memiliki kapasitas 50 ton atau 500 kN.

5.5 Pengujian Balok Beton Bertulang

5.5.1 Mekanisme Pembebanan Eksperimental

Pembebanan yang diberikan pada balok menggunakan beban titik yang didistribusi menjadi 2 beban terpusat dengan jarak sepertiga bentang seperti yang terlihat pada Gambar 5.5 dan Gambar 5.6. Beban diberikan secara bertahap hingga mencapai beban maksimum, yang menyebabkan keruntuhan pada penampang balok.

Gambar 5. 5 Pemodelan Pembebanan Benda Uji Eksperimental



Gambar 5. 6 Detail Pemodelan Benda Uji

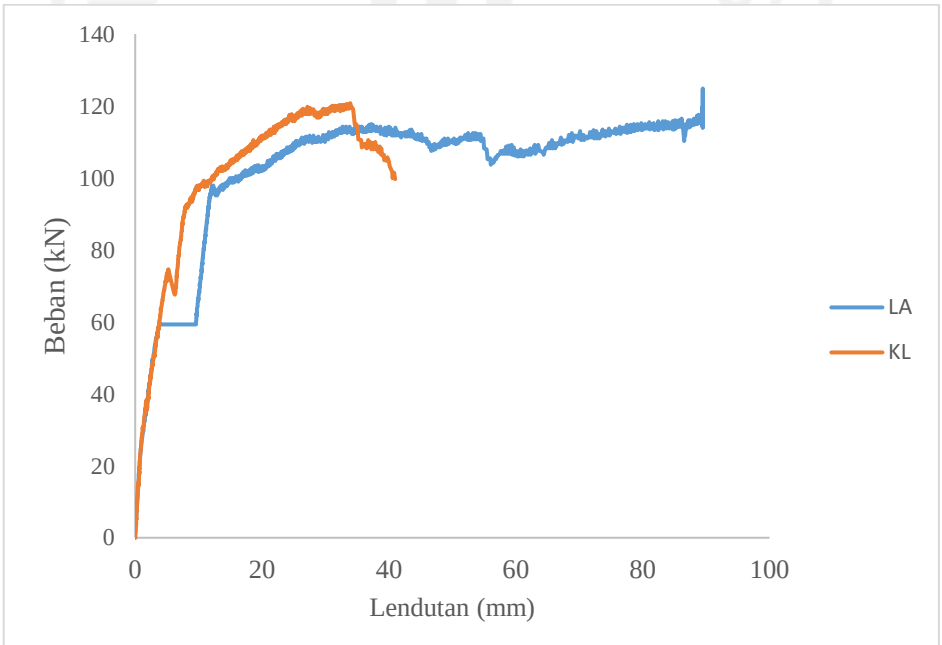
Pada penelitian ini *dial gauge* 1 dan 3 dipasang tepat berada di bawah beban. Hal ini dimaksudkan agar dapat mengukur besar lendutan pada daerah tersebut dan *dial gauge* 2 ditempatkan pada tengah balok. Pada penelitian ini difokuskan pengamatan lendutan yang terjadi pada daerah yang mengalami momen maksimum.

5.5.2 Hubungan Beban dan Lendutan Hasil Pengujian

Nilai beban dan lendutan pada pengujian balok dapat menggambarkan fleksibilitas dan defleksi yang terjadi pada setiap penambahan beban. Nilai lendutan didapatkan dari pembacaan *dial* yang dipasang pada balok. Pada pengujian ini data lendutan dari balok diambil dari pembacaan *dial* 2 pada tengah bentang dan *dial* 1 serta *dial* 3 masing – masing ditempatkan tepat di bawah beban. Selanjutnya *dial* yang terpasang dihubungkan dengan *data logger* yang berfungsi sebagai pencatat kenaikan beban dan besarnya defleksi yang terjadi pada balok.

Nilai lendutan yang terbaca oleh *dial* dapat dilihat pada Lampiran 3. Kemudian untuk grafik perbandingan hubungan lendutan dan beban pada setiap balok dapat dilihat pada Gambar 5.7 dan Gambar 5.8 berikut ini

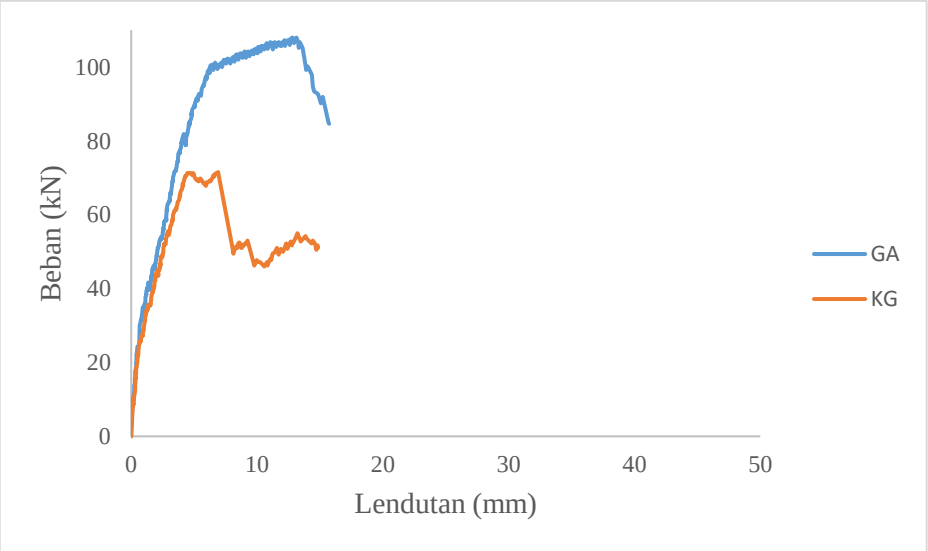
1. Hubungan beban dan lendutan balok uji lentur



Gambar 5. 7 Hubungan Beban-Lendutan Balok KL dan LA

Dari grafik di atas dapat diketahui perbandingan hubungan balok KL dengan LA. Balok KL adalah balok kontrol kode lentur dengan pemasangan tulangan sengkang jarak 100 mm tanpa adanya penambahan kawat harmonika. Sedangkan balok LA adalah balok dengan tulangan sengkang jarak 100 mm dengan penambahan kawat harmonika. Hasil pengujian menunjukkan balok LA memiliki lendutan yang lebih besar jika dibandingkan dengan balok KL. Dengan nilai lendutan maksimal pada LA sebesar 89,46 mm dibandingkan dengan KL sebesar 42,553 mm. Terjadi peningkatan pula pada besar beban yang dapat ditahan oleh balok dengan pemasangan kawat harmonika yaitu pada balok LA dengan besar beban 124,86 kN, nilai tersebut lebih besar jika dibandingkan dengan balok kontrol KL yang besar beban maksimalnya adalah 120,79 kN.

2. Hubungan beban dan lendutan balok uji geser



Gambar 5. 8 Hubungan Beban-Lendutan Balok KG dan GA

Dari grafik di atas dapat diketahui perbandingan hubungan balok KG dengan GA. Balok KG adalah balok kontrol geser dengan pemasangan tulangan sengkang jarak 300 mm tanpa adanya penambahan kawat harmonika. Sedangkan balok GA adalah balok dengan tulangan sengkang jarak 300 mm dengan pemasangan kawat harmonika pada tulangan inti. Lendutan terbesar dari kedua balok ini terjadi pada balok GA dengan besar lendutan sebesar 15,733 mm, dan untuk KG lendutan yang

terjadi adalah sebesar 13,856 mm. Kemudian untuk besar beban maksimal yang dapat ditahan oleh GA juga lebih besar jika dibandingkan dengan KG dengan besar beban yang dapat ditahan oleh GA sebesar 107,99 kN sedangkan KG sebesar 71,57 kN.

Untuk melihat hasil lendutan maksimum yang terjadi pada setiap benda uji dapat dilihat pada Tabel 5.7 berikut.

Tabel 5. 7 Lendutan Maksimum pada Benda Uji Balok

No	Kode Balok	Sample	Posisi Dial	Lendutan Maks. (mm)	Rata-rata (mm)	Beban Maks. (kN)	Perbedaan (%)
1	Lentur	KL	Barat	46,08	42,55	120,79	3,36
			Tengah	44,17			
			Timur	37,37			
2		LA	Barat	93,86	89,46	124,86	
			Tengah	84,84			
			Timur	89,69			
3	Geser	KG	Barat	11,98	13,85	71,57	50,89
			Tengah	14,97			
			Timur	17,59			
4		GA	Barat	30,08	15,73	107,99	
			Tengah	39,33			
			Timur	49,96			

Besar beban yang diberikan pada balok secara mekanik akan berpengaruh terhadap besarnya lendutan. Pada pengujian lentur balok yang menggunakan kawat harmonika, kinerja balok mengalami peningkatan pada besar lendutan dan beban maksimal yang terjadi, hasil tersebut lebih baik jika dibandingkan dengan balok tanpa pemasangan kawat harmonika. Hal ini disebabkan karena kawat harmonika dapat memberikan pengaruh yang baik terhadap tulangan sengkang dalam menahan gaya geser, walaupun perbedaannya tidak signifikan namun kawat harmonika dapat berpengaruh terhadap besar lendutan yang terjadi. Pada penelitian ini untuk kedua kode balok uji juga dapat diketahui bahwa hubungan beban dan lendutan yang terjadi adalah perbandingan searah, dimana hal ini ditunjukkan dengan nilai beban

yang semakin besar maka pada saat itu pula lendutan maksimal yang terjadi juga semakin besar, dimana hal ini juga sesuai dengan Persamaan 3.31.

Setelah didapatkan nilai maksimal beban eksperimental, untuk mengetahui perbandingan antara perhitungan pembebanan teoritis dan pembebanan eksperimental maka dapat dilihat rincian perbandingannya pada Tabel 5.8 berikut.

Tabel 5. 8 Perbandingan Pembebanan Hasil Perhitungan Teoritis dan Pembebanan Eksperimental

No	Kode balok	Beban Maksimal Eksperimental (kN)	Beban Maksimal Teoritis (kN)	Perbandingan (%)
1	KL	120,79	87,78	37,61
2	LA	124,86	87,78	36,47
3	KG	71,57	87,78	-18,46
4	GA	107,99	87,78	23,03

Dapat dilihat jika nilai pembebanan eksperimental rata rata mengalami kenaikan baik untuk blok kode lentur maupun balok kode geser jika dibandingkan dengan perhitungan pembebanan teoritis. Kecuali yang terjadi pada balok KG. hal ini terjadi karena campuran pada balok tersebut tidak sehomogen campuran beton pada balok yang lainnya, selain itu juga disebabkan balok kode geser sengkang yang terpasang memiliki jarak 300 mm yang temasuk jarak pemasangan sengkang besar sehingga kemampuan balok dalam menahan gaya geser kecil. Jarak sengkang tersebut juga berpengaruh terhadap kerusakan dan pola retak balok pada balok kode geser, yaitu mengakibatkan munculnya pola retak geser pada beberapa titik.

Selain pada balok kode geser, pemasangan jarak sengkang juga mempengaruhi hasil pada balok kode lentur. Dengan jarak pemasangan sengkang 100 mm, terjadi peningkatan kemampuan balok menahan beban. Peningkatan yang signifikan juga dapat dilihat pada balok kode lentur berkawat pada balok LA dengan nilai lebih dari 35% dari perhitungan teoritis.

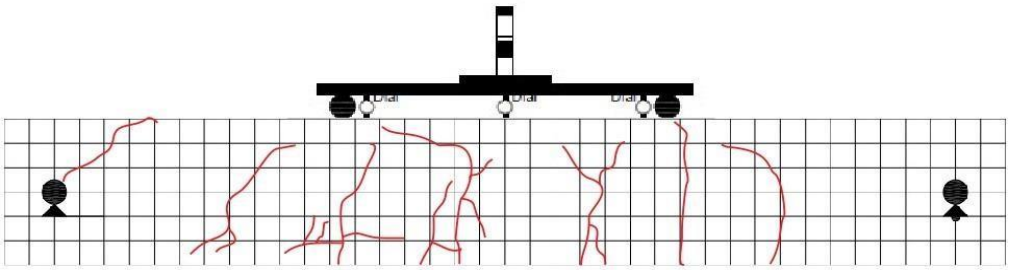
5.6 Analisa Retak Balok

5.6.1 Retak Balok Kode Lentur

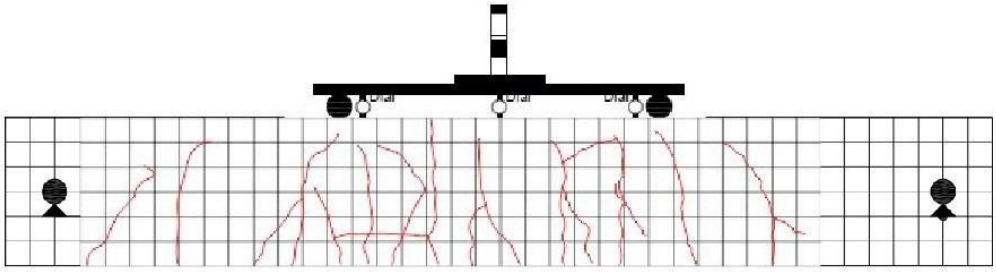
Pada balok kontrol KL terjadi retak lentur dan geser. Retak awal muncul dari bagian bawah sisi tengah balok pada beban 15,29 kN, kemudian secara perlahan merambat naik membentuk retakan lentur setelah itu retakan semakin melebar seiring dengan bertambahnya beban yang diberikan. Retakan rambut yang lain muncul dengan arah yang sama dengan jarak yang berdekatan dengan retak awal hingga retakan lentur mencapai daerah dekat tumpuan. Pada balok KL ini mengalami beberapa retak geser di beberapa titik yaitu pada daerah dekat tumpuan, retak geser tersebut muncul ketika retak lentur yang sebelumnya muncul telah melebar, tepatnya sebelum mencapai beban maksimal yang dapat ditahan balok. Berdasarkan Panjang dan lebar retakan keseluruhan, retak lentur yang terjadi lebih mendominasi pada balok KL.

Pada balok kode lentur dengan pemasangan kawat harmonika yaitu balok LA, pola retak yang muncul hampir sama dengan balok KL. Dengan retak pertama pada besar beban 27,3 kN yang terjadi pada sisi bawah bagian tengah bentang balok yang kemudian merambat dan melebar mendekati sisi atas balok. Retak rambut lain juga mulai muncul dekat dengan letak retak pertama. Retak geser mulai muncul pada daerah dekat tumpuan yaitu ketika retak lentur yang sebelumnya muncul mendekati titik tersebut tepatnya adalah pada saat pembebanan mendekati beban maksimal. Pada balok LA ini pola retak yang mendominasi adalah retak lentur, walaupun pada beberapa bagian mengalami retak geser.

Pada pengamatan pola retak yang dilakukan pada balok kode lentur ini dapat disimpulkan bahwa kawat harmonika dapat membantu kinerja tulangan sengkang terpasang dalam menahan geser, hal tersebut ditunjukkan dengan kenaikan besar beban maksimal dan juga lendutan maksimal yang dapat ditahan oleh balok LA. Selain itu, dari segi munculnya retak pertama pun mengalami kenaikan besar bebannya, dan meminimalisir retak geser yang terjadi pada akhir pengujian. Untuk dapat mengetahui pola retak yang terjadi pada balok kode lentur secara jelas dapat dilihat pada sketsa Gambar 5.9 dan Gambar 5.10 berikut.



Gambar 5. 9 **Pola Retak Balok KL**



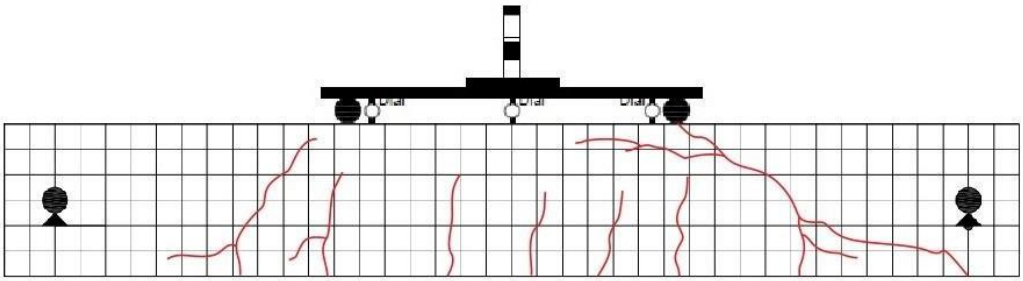
Gambar 5. 10 **Pola Retak Balok LA**

5.6.2 Retak Balok Kode Geser

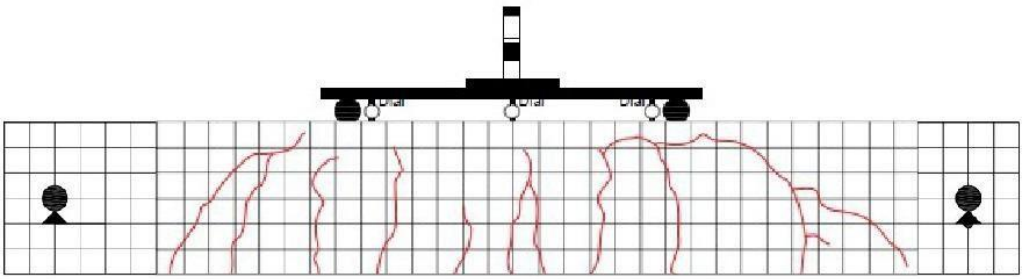
Pada balok kontrol KG terjadi retak lentur dan geser. Retak awal muncul dari bagian bawah sisi tengah balok pada beban 5,35 kN, kemudian secara perlahan merambat naik dan retakan semakin melebar seiring dengan bertambahnya beban yang diberikan. Retakan rambut yang lain muncul dengan arah yang sama dengan jarak yang berdekatan dengan retak awal. Pada balok KG ini mengalami beberapa retak geser di beberapa titik, yang terjadi ketika retak rambut telah melebar hingga ke tengah tinggi balok, tepatnya sebelum mencapai beban maksimal yang dapat ditahan balok. Berdasarkan Panjang dan lebar retakan keseluruhan, retak geser yang terjadi lebih mendominasi pada balok KG.

Pada balok kode geser yang lain yaitu balok GA dengan penambahan pemasangan kawat harmonika, pola retak juga hampir sama dengan balok KG. Dengan retak pertama pada besar beban 7,45 kN, yang terjadi pada sisi bawah bagian tengah bentang balok yang kemudian merambat dan melebar mendekati sisi atas balok. Retak rambut lain juga mulai muncul dekat dengan letak retak pertama. Retak geser juga mulai muncul ketika pembebanan mendekati beban maksimal. Pada balok GA ini pola retak yang mendominasi adalah retak lentur, walaupun pada beberapa bagian mengalami retak geser.

Pada pengamatan pola retak yang dilakukan pada balok kode geser dapat disimpulkan bahwa kawat harmonika tidak dapat sepenuhnya menggantikan peran tulangan sengkang. Hal ini ditunjukkan dengan besar beban pada saat munculnya retak pertama tidak sebesar balok kode lentur yang memiliki jarak sengkang lebih rapat. Namun demikian, penambahan kawat harmonika memiliki pengaruh dalam membantu kinerja tulangan sengkang, yang ditandai dengan retak awal yang munculnya dapat sedikit tertunda selain itu juga dapat meminimalisir munculnya retak geser yang terjadi. Untuk dapat mengetahui pola retak yang terjadi pada balok kode geser secara jelas dapat dilihat pada sketsa Gambar 5.11 dan Gambar 5.1 berikut.



Gambar 5. 11 Pola Retak Balok KG



Gambar 5. 12 Pola Retak Balok GA

BAB VI
KESIMPULAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan setelah menganalisa data hasil penelitian yang telah dilakukan pada bab sebelumnya adalah sebagai berikut.

1. Pada balok kode geser dengan pemasangan sengkang sebesar 300 mm beban terbesar terjadi pada balok GA dengan nilai 107,99 kN, dan besar lendutan 50,89 mm. Nilai beban maksimal mengalami kenaikan sebesar 110 %, lendutan masimal juga mengalami kenaikan jika dibandingkan dengan balok kontrol sebesar 3,369%. Hal ini menunjukkan bahwa pemasangan kawat dapat meningkatkan beban dan lendutan pada balok bertulang. Selain itu pemasangan kawat harmonika dapat meningkatkan beban pada saat retak pertama dan meminimalisir munculnya retakan pola geser meskipun jarak sengkangnya besar.
2. Pada balok kode lentur dengan pemasangan sengkang jarak 100 mm beban terbesar terjadi padi balok LA dengan nilai 124,86 kN, dengan besar lendutan 89,46 mm. Nilai beban dan lendutan tersebut mengalami kenaikan jika dibandingkan dengan balok kontrol, beban maksimal mengalami kenaikan sebesar 14%, dan lendutan sebesar 50,887%. Hal ini menunjukkan bahwa pemasangan kawat harmonika dapat bekerja lebih baik membantu tulangan sengkang jika pemasangan sengkang lebih rapat.
3. Setelah dilakukan pengamatan secara visual keruntuhan yang terjadi pada balok KL dan LA adalah keruntuhan lentur, kemudian pada balok KG dan GA juga terjadi keruntuhan lentur walaupun muncul beberapa retak geser.

6.2 Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya disarankan lebih memperhatikan posisi penempatan LVDT agar dapat diketahui data lendutan balok yang akurat pada daerah lapangan dan tumpuan,
2. Sebelum dilakukan pembebanan untuk lebih memperhatikan lagi pemasangan dudukan jarum LVDT, agar pembacaan beban dan lendutan dapat berjalan dengan baik,
3. Pada penelitian selanjutnya disarankan menggunakan alat yang berfungsi untuk mengatur kecepatan pembebanan pengujian, agar pembebanan dapat berjalan dengan konstan dan grafik yang dihasilkan lebih baik,
4. Variasi lapis strimin lebih dari satu perlu dilakukan pada penelitian selanjutnya guna melengkapi data.
5. Untuk lebih mengetahui pengaruh kawat harmonika terhadap jarak sengkang, maka dapat ditambahkan pula variasi jarak sengkang agar ditemukan jarak yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

Widanarko. 2013. Tinjauan Momen Lentur Balok Beton Bertulang Dengan Penambahan Kawat yang Dipasang Menyilang Pada Tulangan Geser. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta

Kencana. 2014. Tinjauan Kuat Lentur Balok Beton Bertulang Dengan Penambahan Kawat Yang Dipasang Longitudinal di Bagian Tulangan Tarik

Novitasari dkk. 2015. Pengaruh Kawat Ayam Dalam Peningkatan Kekuatan Pada Balok Beton.

American Concrete Institute Committee, 549. 1999

Standar Nasional Indonesia 03-2834-2000. Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal

Standar Nasional Indonesia 03-2847-2013. Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung

Standar Nasional Indonesia 4431:2011. Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal Dengan Dua Titik Pembebanan

Standar Nasional Indonesia 1974:2011. Cara Uji Kuat Tekan Beton DEngan Benda Uji Silinder

ASTM C496. *Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens*

Standar Nasional Indonesia 03-2491-2002. Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Standar Nasional Indonesia 03-1970-1990. Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Standar Nasional Indonesia 03-4804-1998. Metode Pengujian Bobot Isi dan Rongga Udara Dalam Agregat

Standar Nasional Indonesia 03-1969-1996. Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Standar Nasional Indonesia 03-1750-1990. Agregat Beton, Mutu dan Cara Uji

LAMPIRAN 1

Tabel dan Hasil Pengujian Agregat

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan kaliurang km 14.5 Telepon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT HALUS (SNI-03-1968-1990)

Uraian	Hasil Pengamatan		Rata-rata
	Sampel 1	Sampel 2	
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	484	486	485
Berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD), gram	500	500	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)	1175	1175	1175
Berat piknometer berisi air, gram (B)	861	861	861
Berat Jenis Curah	2.602	2.613	2.607
Berat Jenis jenuh kering muka (SSD)	2.688	2.688	2.688
Berat Jenis semu	2.8471	2.826	2.836
Penyerapan Air	3,31%	2,88%	3,09%

Diperiksa oleh
Laboran

(Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh

(Septian Indra Alfarizy)

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan kaliurang km 14.5 Telepon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS (SNI-03-1968-1990)

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40.00	0	0.00	0.00	100.00
20.00	0	0.00	0.00	100.00
10.00	0	0.00	0.00	100.00
4.80	1	0.05	0.05	99.95
2.40	72.5	3.62	3.67	96.33
1.20	205.5	10.26	13.94	86.06
0.60	535.5	26.75	40.68	59.32
0.30	757	37.81	78.50	21.50
0.15	352.5	17.61	96.10	3.90
Sisa	78	3.90	0.00	0.00
Jumlah	2002	100.00	232.94	

Diperiksa oleh
Laboran

(Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh

(Septian Indra Alfarizy)

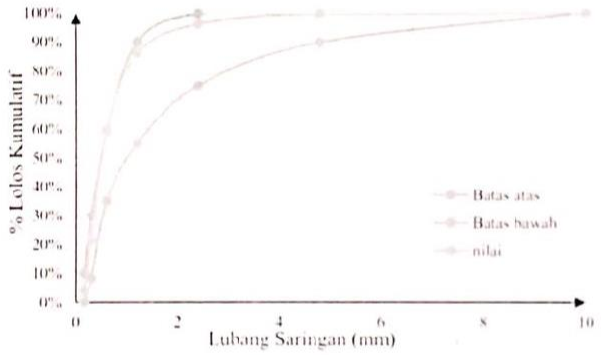
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan kaliurang km 14.5 Telepon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS (SNI-03-1968-1990)

Hasil Analisis Saringan

Pasir Masuk Daerah	= II
Jenis Pasir	= Pasir Agak Kasar

GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS



Diperiksa oleh
Laboran

(Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh

(Septian Indra Alfarizy)

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan kaliurang km 14.5 Telepon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME GEMBUR AGREGAT HALUS
(SNI-03-4804-1998)

Uraian	Hasil
Berat Tabung	11700 gram
Berat Tabung + agregat SSD	18700 gram
Berat Agregat	7000 gram
Volume Tabung	5206.894 cm^3
Berat Volume Gembur	1.34437152 gram cm^3

Diperiksa oleh
Laboran

(Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh

(Septian Indra Alfarizy)

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan kaliurang km 14.5 Telepon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME PADAT AGREGAT HALUS
(SNI-03-4804-1998)

Uraian	Hasil	
Berat Tabung	11700	gram
Berat Tabung + agregat SSD	19660	gram
Berat Agregat	7960	gram
Volume Tabung	5206,894	cm^3
Berat Volume Padat	1,517219	$gram/cm^3$

Diperiksa oleh
Laboran

(Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh

(Septian Indra Alfarizy)

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan kaliurang km 14.5 Telepon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

PEMERIKSAAN BUTIRAN YANG LOLOS AYAKAN 200 / UJI KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR
(SNI-03-4142-1996)

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat Agregat Kering Oven (W1), gram	500
Berat Agregat Kering Oven setelah di cuci (W2), gram	498
Berat Yang Lolos Ayakan No. 200	2
Persentase Lolos Ayakan No. 200	0.40%

Diperiksa oleh
Laboran

(Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh

(Septian Indra Alfarizy)

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan kaliurang km 14.5 Telepon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT KASAR UKURAN 10 MM
(SNI-03-1968-1990)

Uraian	Hasil Pengamatan		Rata-rata
	Sampel 1	Sampel 2	
Berat kerikil kering mutlak, gram (Bk)	4555	4618	4586.5
Berat kerikil kondisi jenuh kering muka (SSD), gram	5000	5000	5000
Berat kerikil dalam air, gram (Ba)	2896	2946	2921
Berat Jenis Curah	2.165	2.248	2.207
Berat Jenis jenuh kering muda (SSD)	2.376	2.434	2.405
Berat Jenis semu	2.746	2.762	2.754
Penyerapan Air	9.77%	8.27%	9.02%

Diperiksa oleh
Laboran

(Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh

(Septian Indra Alfarizy)

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan kaliurang km 14.5 Telepon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR UKURAN 10 MM (SNI-03-1968-1990)

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00	0	0.00	0.00	100.00
20,00	0	0.00	0.00	100.00
10,00	22.5	0.45	0.45	99.55
4,80	2686	53.73	54.18	45.82
2,40	1029.5	20.59	74.77	25.23
1,20	414.5	8.29	83.06	16.94
0,60	0	0.00	83.06	16.94
0,30	0	0.00	83.06	16.94
0,15	0	0.00	83.06	16.94
Sisa	847	16.94	0.00	0.00
Jumlah	4999.5	100.00	461.63	

Diperiksa oleh
Laboran

(Darussalam, A.Md.)

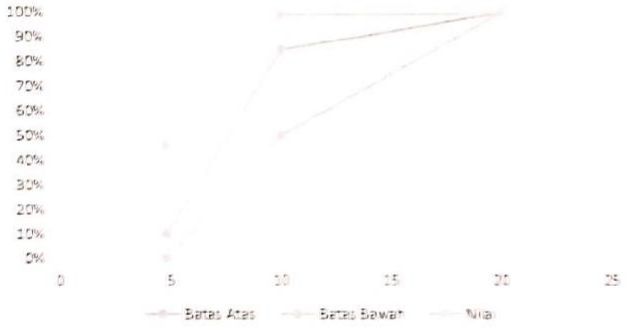
Dikerjakan oleh

(Septian Indra Alfarizy)

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan kaliurang km 14.5 Telepon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR UKURAN 10 MM
(SNI-03-1968-1990)

GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR UKURAN 10 MM



Diperiksa oleh
Laboran

(Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh

(Septian Indra Alfiansy)

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan kaliurang km 14.5 Telepon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME PADAT AGREGAT KASAR UKURAN 10 MM
(SNI-03-4804-1998)

Uraian	Hasil	
Berat Tabung	11.95	kg
Berat Tabung + agregat SSD	19.1	kg
Berat Agregat	7150	gram
Volume Tabung	21030.58	cm^3
Berat Volume Padat	0.34	$gram/cm^3$

Diperiksa oleh
Laboran

(Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh

(Septian Indra Alfarizy)

UNIVERSITAS
ISLAM
INDONESIA

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan kaliurang km 14.5 Telepon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME GEMBUR AGREGAT KASAR UKURAN 10 MM
(SNI-03-4804-1998)

Uraian	Hasil	
Berat Tabung	11.95	kg
Berat Tabung + agregat SSD	18	kg
Berat Agregat	6050	gram
Volume Tabung	21030.58	cm^3
Berat Volume Gembur	0.288	$gram/cm^3$

Diperiksa oleh
Laboran

(Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh

(Septian Indra Alfarizy)

LAMPIRAN 2

Tabel Kuat Tekan Beton

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan kaliurang km 14,5 Telepon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

LAPORAN UJI TEKAN SILINDER BETON
(SNI 03-1974-2011)

Kode Benda Uji		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat Beton (kg)	Luas Penampang (mm^2)	Beban (N)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)
S0%	a	148,7	300,5	11,74	17366,481	440000	25,336	25,424
	b	151	301	11,98	17907,864	400000	22,337	
	c	149,2	303,2	12,01	17483,466	500000	28,598	
S15%	a	150	303,1	11,94	17671,459	435000	24,616	26,940
	b	149	305,1	11,78	17436,625	440000	25,234	
	c	149	301	11,92	17436,625	540000	30,969	

Diperiksa oleh
Laboran

(Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh

(Septian Indra Alfarizy)

LAMPIRAN 3

Tabel Kuat Tarik Beton

UNIVERSITAS
ISLAM
INDONESIA

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan kaliurang km 14,5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

LAPORAN UJI TARIK SILINDER BETON
(SNI 03-1974-2011)

Kode Benda Uji		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat Beton (kg)	Luas Penampang (mm^2)	Beban (N)	Kuat Tarik (Mpa)	Kuat Tarik Rata-Rata (Mpa)
St0%	a	149,3	329	11,74	17506,910	137000	1,776	1,824
	b	157,5	328,5	11,98	19482,783	155000	1,907	
	c	149,3	307,5	12,01	17506,910	129000	1,789	
St15%	a	151,3	336	11,94	17979,091	193000	2,417	1,934
	b	149,3	306,5	11,78	17506,910	142000	1,976	
	c	158,5	302	11,92	19730,969	106000	1,410	

Diperiksa oleh
Laboran

(Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh

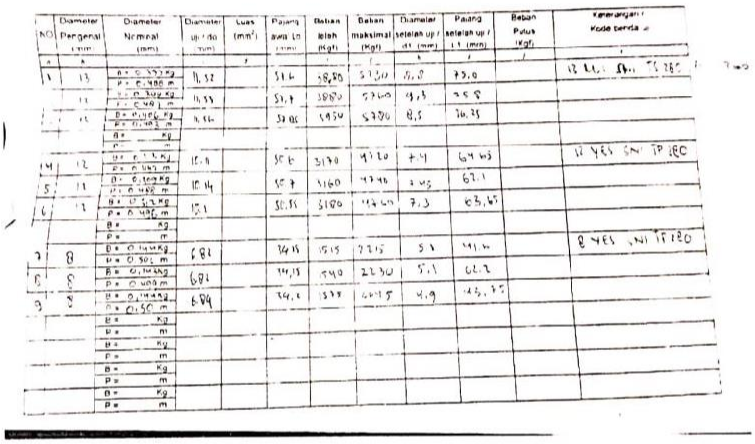
(Septian Indra Alfarizy)

LAMPIRAN 4

Tabel Kuat Tarik Baja

UNIVERSITAS
ISLAM
INDONESIA

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan kaliurang km 14.5 Telpon (0274) 898444 cks 3200 Yogyakarta



NO	Diameter Pengenal (mm)	Diameter Nominal (mm)	Diameter up / do (mm)	Luas (mm²)	Panjang awal Lo (mm)	Beban lelah (Kgf)	Beban maksimal (Kgf)	Diameter setelah up / dt (mm)	Panjang setelah up / Lt (mm)	Beban Putus (Kgf)	Keterangan / Kode benda
1	13	B = 0.393 Kg P = 0.488 m	11.52		51.6	38,80	5730	5,8	73.0		12 Ulir SNI TS 280
	13	B = 0.349 Kg P = 0.481 m	11.55		51.7	3880	5760	9,3	75.8		
	13	B = 0.496 Kg P = 0.492 m	11.56		51.85	5950	5780	8,5	76.75		
		B = Kg P = m									
4	12	B = 0.3 Kg P = 0.447 m	10.11		50.6	3170	4720	7.4	64.65		12 YES SNI TP 280
5	12	B = 0.309 Kg P = 0.488 m	10.14		50.7	3160	4740	7.45	62.1		
6	12	B = 0.312 Kg P = 0.496 m	10.1		50.55	3180	4760	7.3	63.65		
		B = Kg P = m									
7	8	B = 0.144 Kg P = 0.501 m	6.82		34.15	1515	2215	5.1	41.6		8 YES SNI TP 280
8	8	B = 0.144 Kg P = 0.488 m	6.82		34.15	1540	2230	5.1	62.2		
9	8	B = 0.144 Kg P = 0.50 m	6.84		34.2	1575	2245	4.9	43.75		
		B = Kg P = m									
		B = Kg P = m									
		B = Kg P = m									
		B = Kg P = m									

Diperiksa oleh
Laboran

(Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh

(Septian Indra Alfarizy)

LAMPIRAN 5

Tabel Kuat Tarik Kawat

LABORATORIUM BAHAN TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS GADJAH MADA

HASIL PENGUJIAN TARIK

No. 114 / P.Trk / BT.DTM.SV.UGM / 2021

Spesimen Kawat Baja, Jaringan Kawat Harmonika.

No.	Kode	Teg. Luluh (σ_Y) (MPa)	Teg. Max (σ_U) (MPa)	Regangan (ε) (%)
1	KH.1	229,85	508,95	14,1
2	KH.2	233,91	527,12	14,2
3	KH.3	232,68	521,07	12,8

Keterangan :

1. Spesimen uji wiremesh mengacu JIS Z2201 No. 9A.
2. Pengujian dilakukan pada tanggal 23 April 2021.

Yogyakarta, 23 April 2021.
Staf Laboratorium Bahan Teknik

Pengujian & Analisa Material
Lab. Bahan Teknik
Departemen Teknik Mesin
Sekolah Vokasi UGM

Dr. Lilik Dwi Setyana, ST., M.T.
NIP. 197703312002121002

Lembar asli, tidak untuk digandakan

Kampus : Jl. Grafika 2A Yogyakarta 55281

DATA SPESIMEN UJI
No. 114 / P.Trk / BT.DTM.SV.UGM / 2021

Spesimen Kawat Baja, Jaringan Kawat Harmonika.

No.	Kode	Dia (mm)	Lo (mm)	Li (mm)	ΔL (mm)	ε (%)	P_{Max} (kN)	hY (mmb)	hU (mmb)
1	KH.1	1,45	100,00	114,12	14,12	14,1	0,84	35,0	77,5
2	KH.2	1,45	100,00	114,15	14,15	14,2	0,87	35,5	80,0
3	KH.3	1,45	100,00	112,79	12,79	12,8	0,86	35,5	79,5

Keterangan :

1. Spesimen uji wiremesh mengacu JIS Z2201 No. 9A.
2. Pengujian dilakukan pada tanggal 23 April 2021.

LABORATORIUM BAHAN TEKNIK

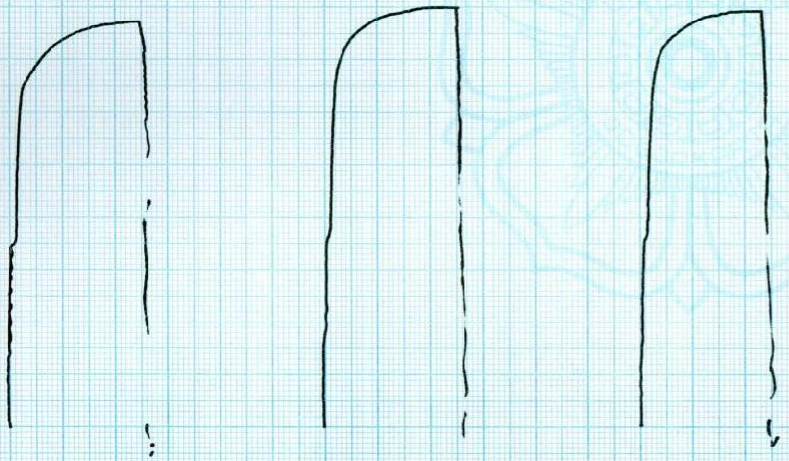
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS GADJAH MADA

Kampus: Jl. Grafika 2A Yogyakarta 55281

GRAFIK PENGUJIAN TARIK

No. 114 / P.Trk / BT.DTM.SV.UGM / 2021

Material uji : Kawat Baja, Jaringan Kawat Harmonika, Kode : KH.1, KH.2 dan KH.3



Yogyakarta, 23 April 2021.

Pengujian & Analisa Material
Lab. Bahan Teknik
Departemen Teknik Mesin
Sekolah Vokasi UGM

Dr. Lilik Dwi Setyana, ST., M.T.

LAMPIRAN 6

Tabel Hasil Pengujian Lentur

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK KL

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN KL					DATA PEMBEBANAN KL				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
0	0	0.01	0	0.00	5.02	0.22	0.16	0.13	0.17
0.75	0.02	0.02	0	0.01	5.52	0.22	0.17	0.14	0.18
1.26	0.07	0.04	0.02	0.04	5.52	0.22	0.18	0.14	0.18
2.51	0.13	0.09	0.05	0.09	5.78	0.22	0.17	0.14	0.18
2.76	0.15	0.1	0.05	0.10	5.78	0.22	0.18	0.15	0.18
3.01	0.17	0.1	0.05	0.11	6.03	0.22	0.18	0.15	0.18
3.01	0.18	0.11	0.05	0.11	6.03	0.22	0.19	0.16	0.19
3.01	0.18	0.12	0.05	0.12	6.28	0.22	0.18	0.15	0.18
3.26	0.18	0.11	0.05	0.11	6.28	0.22	0.19	0.16	0.19
3.52	0.19	0.13	0.06	0.13	6.28	0.22	0.19	0.16	0.19
3.52	0.2	0.13	0.06	0.13	6.78	0.22	0.2	0.17	0.20
3.77	0.2	0.13	0.06	0.13	6.78	0.22	0.2	0.17	0.20
4.02	0.2	0.14	0.07	0.14	7.03	0.23	0.21	0.18	0.21
4.27	0.21	0.14	0.07	0.14	7.28	0.24	0.21	0.18	0.21
4.52	0.2	0.15	0.08	0.14	7.28	0.24	0.22	0.19	0.22
4.77	0.21	0.15	0.08	0.15	7.53	0.24	0.22	0.19	0.22
4.77	0.21	0.15	0.09	0.15	7.53	0.25	0.22	0.2	0.22
5.02	0.22	0.16	0.12	0.17	8.04	0.26	0.22	0.2	0.23
5.02	0.21	0.16	0.13	0.17	8.04	0.26	0.22	0.2	0.23
5.27	0.22	0.17	0.13	0.17	7.79	0.26	0.23	0.21	0.23

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK KL

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN KL					DATA PEMBEBANAN KL				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
8.29	0.27	0.23	0.24	0.25	14.06	0.47	0.46	0.4	0.44
9.04	0.29	0.26	0.26	0.27	14.31	0.48	0.47	0.41	0.45
9.29	0.3	0.27	0.27	0.28	14.31	0.49	0.48	0.41	0.46
9.29	0.3	0.3	0.28	0.29	14.57	0.49	0.49	0.43	0.47
9.54	0.31	0.33	0.29	0.31	14.57	0.5	0.5	0.44	0.48
9.79	0.31	0.33	0.29	0.31	14.57	0.49	0.5	0.45	0.48
10.3	0.32	0.34	0.29	0.32	14.57	0.5	0.5	0.45	0.48
10.55	0.33	0.36	0.3	0.33	14.82	0.49	0.5	0.45	0.48
10.8	0.36	0.36	0.32	0.35	14.57	0.5	0.51	0.46	0.49
10.8	0.37	0.37	0.32	0.35	14.57	0.5	0.52	0.46	0.49
11.05	0.39	0.37	0.33	0.36	14.57	0.5	0.51	0.47	0.49
11.3	0.4	0.37	0.35	0.37	14.82	0.5	0.52	0.46	0.49
11.55	0.41	0.39	0.36	0.39	14.57	0.5	0.53	0.46	0.50
12.05	0.42	0.39	0.36	0.39	14.82	0.5	0.52	0.47	0.50
12.31	0.42	0.41	0.37	0.40	14.82	0.51	0.53	0.47	0.50
12.56	0.43	0.41	0.37	0.40	14.82	0.51	0.54	0.47	0.51
12.81	0.43	0.42	0.37	0.41	14.82	0.51	0.54	0.47	0.51
13.06	0.44	0.42	0.38	0.41	14.82	0.51	0.54	0.47	0.51
13.31	0.45	0.44	0.39	0.43	15.07	0.51	0.54	0.48	0.51
13.81	0.46	0.46	0.4	0.44	15.07	0.52	0.55	0.47	0.51

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK KL

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN KL					DATA PEMBEBANAN KL				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
15.07	0.51	0.55	0.48	0.51	15.82	0.57	0.59	0.51	0.56
15.07	0.52	0.55	0.48	0.52	15.82	0.59	0.59	0.5	0.56
15.07	0.51	0.55	0.48	0.51	15.82	0.6	0.59	0.5	0.56
14.82	0.52	0.56	0.48	0.52	15.82	0.6	0.59	0.5	0.56
15.07	0.52	0.56	0.48	0.52	15.82	0.6	0.6	0.5	0.57
15.07	0.52	0.57	0.48	0.52	15.82	0.6	0.59	0.51	0.57
15.07	0.52	0.56	0.48	0.52	16.07	0.61	0.59	0.51	0.57
15.07	0.52	0.56	0.48	0.52	16.07	0.61	0.6	0.51	0.57
15.32	0.52	0.56	0.48	0.52	16.07	0.61	0.6	0.51	0.57
15.32	0.52	0.57	0.48	0.52	16.32	0.62	0.6	0.51	0.58
15.07	0.52	0.57	0.49	0.53	16.32	0.62	0.6	0.51	0.58
15.32	0.53	0.57	0.49	0.53	16.32	0.62	0.6	0.51	0.58
15.32	0.52	0.57	0.49	0.53	16.32	0.62	0.6	0.51	0.58
15.32	0.53	0.57	0.48	0.53	16.32	0.62	0.6	0.52	0.58
15.32	0.53	0.58	0.49	0.53	16.32	0.62	0.6	0.52	0.58
15.32	0.53	0.58	0.49	0.53	16.32	0.62	0.6	0.52	0.58
15.32	0.54	0.58	0.49	0.54	16.32	0.62	0.6	0.52	0.58
15.57	0.54	0.57	0.49	0.53	16.57	0.63	0.61	0.52	0.59
15.82	0.55	0.58	0.5	0.54	16.57	0.63	0.6	0.53	0.59
15.82	0.56	0.59	0.5	0.55	16.57	0.63	0.61	0.52	0.59

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK KL

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN KL					DATA PEMBEBANAN KL				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
16.57	0.62	0.61	0.52	0.58	18.58	0.69	0.67	0.61	0.66
16.57	0.63	0.62	0.52	0.59	18.83	0.7	0.67	0.61	0.66
16.57	0.63	0.61	0.53	0.59	19.09	0.71	0.67	0.62	0.67
16.57	0.63	0.61	0.53	0.59	19.34	0.71	0.68	0.63	0.67
16.83	0.63	0.61	0.53	0.59	19.84	0.71	0.68	0.63	0.67
16.83	0.64	0.62	0.54	0.60	20.34	0.73	0.69	0.65	0.69
16.83	0.63	0.62	0.54	0.60	20.84	0.72	0.7	0.67	0.70
16.83	0.63	0.62	0.54	0.60	21.09	0.73	0.7	0.69	0.71
17.08	0.65	0.63	0.54	0.61	21.35	0.73	0.72	0.7	0.72
17.08	0.65	0.63	0.54	0.61	21.6	0.73	0.75	0.71	0.73
17.33	0.65	0.63	0.55	0.61	21.85	0.75	0.77	0.72	0.75
17.33	0.65	0.64	0.55	0.61	21.6	0.74	0.78	0.72	0.75
17.33	0.65	0.64	0.56	0.62	21.6	0.74	0.78	0.73	0.75
17.58	0.65	0.65	0.57	0.62	22.1	0.74	0.79	0.73	0.75
17.58	0.65	0.65	0.58	0.63	22.1	0.76	0.79	0.74	0.76
17.83	0.66	0.65	0.59	0.63	22.35	0.76	0.8	0.74	0.77
18.08	0.66	0.66	0.6	0.64	22.6	0.77	0.81	0.75	0.78
18.33	0.67	0.66	0.6	0.64	23.36	0.83	0.83	0.79	0.82
18.08	0.67	0.66	0.6	0.64	24.11	0.86	0.88	0.81	0.85
18.33	0.67	0.66	0.6	0.64	24.61	0.92	0.89	0.82	0.88

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK KL

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN KL					DATA PEMBEBANAN KL				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
24.86	0.94	0.91	0.83	0.89	31.39	1.4	1.37	1.23	1.33
25.11	0.95	0.91	0.83	0.90	31.64	1.43	1.39	1.25	1.36
25.36	0.96	0.92	0.84	0.91	32.14	1.44	1.41	1.27	1.37
25.36	0.97	0.92	0.85	0.91	32.4	1.44	1.43	1.28	1.38
25.62	0.97	0.93	0.85	0.92	32.4	1.45	1.44	1.28	1.39
26.12	0.98	0.95	0.86	0.93	33.15	1.47	1.46	1.29	1.41
26.87	1	0.96	0.88	0.95	33.4	1.5	1.47	1.31	1.43
27.12	1.03	1	0.91	0.98	33.9	1.51	1.49	1.38	1.46
27.88	1.07	1.04	0.95	1.02	34.15	1.54	1.51	1.41	1.49
28.13	1.08	1.09	0.97	1.05	34.4	1.63	1.55	1.42	1.53
28.63	1.12	1.11	0.99	1.07	34.91	1.65	1.59	1.45	1.56
29.13	1.21	1.14	1.01	1.12	35.41	1.67	1.62	1.47	1.59
29.38	1.23	1.15	1.02	1.13	35.91	1.71	1.63	1.5	1.61
29.63	1.23	1.16	1.03	1.14	35.41	1.71	1.63	1.5	1.61
29.88	1.23	1.16	1.03	1.14	35.91	1.73	1.64	1.5	1.62
30.39	1.24	1.19	1.05	1.16	36.41	1.75	1.66	1.52	1.64
30.64	1.24	1.2	1.06	1.17	37.17	1.77	1.69	1.58	1.68
30.39	1.28	1.25	1.15	1.23	38.17	1.84	1.81	1.62	1.76
30.89	1.3	1.29	1.18	1.26	37.92	1.87	1.82	1.64	1.78
31.14	1.34	1.33	1.18	1.28	37.92	1.88	1.83	1.65	1.79

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK KL

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN KL					DATA PEMBEBANAN KL				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
37.67	1.9	1.83	1.65	1.79	39.18	2.14	2.13	1.92	2.06
37.42	1.9	1.83	1.66	1.80	38.67	2.15	2.14	1.92	2.07
37.42	1.91	1.83	1.65	1.80	38.93	2.15	2.14	1.93	2.07
36.66	1.95	1.89	1.73	1.86	38.67	2.15	2.13	1.92	2.07
35.91	1.96	1.91	1.76	1.88	38.93	2.17	2.15	1.93	2.08
35.91	1.96	1.91	1.77	1.88	39.18	2.18	2.15	1.93	2.09
35.66	1.97	1.91	1.77	1.88	39.43	2.18	2.15	1.94	2.09
35.91	1.97	1.91	1.78	1.89	39.68	2.2	2.17	1.95	2.11
36.16	1.97	1.92	1.79	1.89	39.68	2.2	2.17	1.96	2.11
36.41	1.97	1.92	1.8	1.90	39.93	2.2	2.18	1.96	2.11
36.92	1.98	1.94	1.81	1.91	39.93	2.21	2.18	1.96	2.12
37.67	2.02	2	1.84	1.95	40.18	2.21	2.19	1.97	2.12
38.17	2.04	2.04	1.85	1.98	40.18	2.21	2.2	1.96	2.12
38.17	2.07	2.06	1.86	2.00	40.43	2.21	2.21	1.97	2.13
38.42	2.08	2.08	1.87	2.01	40.18	2.22	2.21	1.98	2.14
38.42	2.09	2.09	1.87	2.02	40.43	2.22	2.23	1.99	2.15
38.67	2.1	2.09	1.88	2.02	40.68	2.23	2.23	2	2.15
38.93	2.1	2.11	1.89	2.03	40.93	2.24	2.24	2.02	2.17
38.67	2.12	2.12	1.9	2.05	40.93	2.23	2.24	2.03	2.17
38.93	2.13	2.12	1.91	2.05	41.44	2.25	2.25	2.04	2.18

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK KL

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN KL					DATA PEMBEBANAN KL				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
41.94	2.27	2.27	2.05	2.20	47.46	2.74	2.7	2.51	2.65
42.19	2.3	2.31	2.07	2.23	47.97	2.76	2.76	2.52	2.68
42.44	2.33	2.35	2.08	2.25	48.22	2.8	2.81	2.54	2.72
42.69	2.4	2.38	2.14	2.31	47.71	2.83	2.81	2.55	2.73
43.19	2.42	2.4	2.17	2.33	47.97	2.86	2.82	2.56	2.75
43.7	2.44	2.42	2.2	2.35	48.47	2.89	2.85	2.59	2.78
43.7	2.44	2.44	2.23	2.37	49.22	2.94	2.9	2.62	2.82
43.95	2.45	2.44	2.24	2.38	49.72	2.97	2.92	2.65	2.85
44.45	2.47	2.46	2.26	2.40	49.72	2.97	2.93	2.67	2.86
44.7	2.49	2.47	2.27	2.41	49.72	2.99	2.94	2.7	2.88
44.45	2.49	2.47	2.28	2.41	50.23	3.03	3.02	2.74	2.93
44.7	2.51	2.48	2.28	2.42	50.48	3.08	3.04	2.75	2.96
45.2	2.54	2.55	2.3	2.46	50.73	3.12	3.07	2.77	2.99
45.45	2.56	2.59	2.32	2.49	50.73	3.15	3.1	2.79	3.01
45.71	2.63	2.61	2.34	2.53	50.48	3.18	3.12	2.82	3.04
45.96	2.65	2.62	2.37	2.55	50.73	3.19	3.14	2.83	3.05
46.21	2.66	2.65	2.39	2.57	50.73	3.21	3.13	2.84	3.06
46.46	2.67	2.67	2.41	2.58	50.73	3.21	3.15	2.84	3.07
46.71	2.68	2.68	2.43	2.60	50.48	3.21	3.15	2.84	3.07
46.96	2.7	2.69	2.48	2.62	50.48	3.21	3.15	2.84	3.07

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK KL

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN KL					DATA PEMBEBANAN KL				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
50.98	3.23	3.17	2.86	3.09	55.5	3.47	3.43	3.08	3.33
51.48	3.23	3.18	2.87	3.09	55.75	3.54	3.45	3.11	3.37
51.73	3.24	3.19	2.88	3.10	56	3.61	3.48	3.17	3.42
51.73	3.23	3.19	2.89	3.10	56.25	3.64	3.52	3.21	3.46
51.73	3.24	3.2	2.89	3.11	56.25	3.65	3.56	3.25	3.49
51.98	3.24	3.21	2.9	3.12	56	3.66	3.57	3.26	3.50
51.98	3.25	3.22	2.92	3.13	56	3.66	3.58	3.26	3.50
51.98	3.25	3.22	2.92	3.13	56	3.66	3.58	3.27	3.50
52.49	3.27	3.23	2.95	3.15	55.75	3.66	3.59	3.27	3.51
52.74	3.3	3.26	2.97	3.18	55.75	3.67	3.59	3.28	3.51
52.99	3.32	3.29	2.98	3.20	55.75	3.66	3.59	3.28	3.51
53.24	3.35	3.33	3.01	3.23	56	3.67	3.6	3.29	3.52
53.49	3.39	3.36	3.02	3.26	56.5	3.68	3.61	3.3	3.53
53.74	3.4	3.37	3.03	3.27	56.76	3.68	3.62	3.31	3.54
53.74	3.4	3.37	3.03	3.27	57.01	3.69	3.62	3.31	3.54
53.49	3.41	3.37	3.03	3.27	57.26	3.7	3.64	3.32	3.55
53.99	3.42	3.38	3.04	3.28	57.51	3.71	3.65	3.32	3.56
54.24	3.42	3.39	3.05	3.29	57.76	3.73	3.67	3.33	3.58
54.75	3.43	3.4	3.06	3.30	58.01	3.74	3.68	3.34	3.59
55	3.44	3.42	3.07	3.31	58.01	3.75	3.69	3.35	3.60

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK KL

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN KL					DATA PEMBEBANAN KL				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
58.26	3.75	3.69	3.36	3.60	59.27	3.96	3.87	3.49	3.77
58.01	3.76	3.71	3.37	3.61	59.27	3.96	3.87	3.5	3.78
58.26	3.81	3.73	3.39	3.64	59.27	3.96	3.88	3.5	3.78
58.51	3.87	3.79	3.41	3.69	59.52	3.97	3.89	3.51	3.79
58.51	3.88	3.8	3.41	3.70	59.52	3.98	3.9	3.51	3.80
58.51	3.89	3.8	3.42	3.70	59.52	3.98	3.9	3.51	3.80
58.51	3.89	3.81	3.43	3.71	59.77	3.98	3.9	3.51	3.80
58.51	3.9	3.8	3.43	3.71	60.02	3.98	3.91	3.52	3.80
58.01	3.89	3.81	3.43	3.71	60.02	3.99	3.91	3.52	3.81
58.26	3.9	3.81	3.43	3.71	60.02	4	3.92	3.53	3.82
58.26	3.9	3.81	3.43	3.71	60.02	4	3.93	3.53	3.82
58.51	3.91	3.82	3.43	3.72	60.27	4.01	3.93	3.53	3.82
58.76	3.91	3.82	3.44	3.72	60.27	4.01	3.92	3.54	3.82
58.51	3.92	3.83	3.45	3.73	60.27	4.03	3.93	3.55	3.84
58.76	3.92	3.83	3.47	3.74	60.27	4.04	3.94	3.54	3.84
58.76	3.93	3.84	3.48	3.75	60.77	4.09	3.95	3.58	3.87
58.76	3.93	3.84	3.48	3.75	61.02	4.1	3.97	3.62	3.90
59.02	3.94	3.84	3.48	3.75	61.28	4.11	3.99	3.63	3.91
58.76	3.94	3.84	3.49	3.76	61.53	4.12	4.02	3.64	3.93
59.02	3.95	3.86	3.5	3.77	61.53	4.13	4.03	3.64	3.93

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK KL

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN KL					DATA PEMBEBANAN KL				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
61.78	4.14	4.04	3.65	3.94	66.05	4.52	4.41	3.99	4.31
61.78	4.15	4.05	3.67	3.96	66.05	4.52	4.41	4	4.31
61.78	4.15	4.06	3.68	3.96	66.3	4.53	4.44	4.02	4.33
62.03	4.16	4.08	3.69	3.98	66.55	4.55	4.47	4.03	4.35
62.28	4.18	4.11	3.71	4.00	67.05	4.6	4.5	4.06	4.39
62.78	4.2	4.12	3.72	4.01	67.55	4.65	4.55	4.08	4.43
63.03	4.19	4.13	3.73	4.02	67.81	4.67	4.59	4.1	4.45
63.28	4.21	4.14	3.74	4.03	68.31	4.69	4.61	4.15	4.48
63.54	4.21	4.14	3.75	4.03	68.81	4.75	4.64	4.18	4.52
63.28	4.22	4.15	3.76	4.04	68.81	4.77	4.66	4.21	4.55
63.28	4.23	4.15	3.77	4.05	68.81	4.78	4.67	4.23	4.56
63.79	4.33	4.18	3.79	4.10	68.81	4.8	4.69	4.27	4.59
64.29	4.35	4.21	3.83	4.13	69.81	4.87	4.72	4.31	4.63
64.54	4.38	4.25	3.85	4.16	70.07	4.9	4.78	4.33	4.67
64.79	4.41	4.29	3.85	4.18	70.57	4.95	4.83	4.37	4.72
64.79	4.43	4.31	3.86	4.20	70.82	4.96	4.85	4.4	4.74
65.54	4.45	4.36	3.93	4.25	71.07	4.97	4.9	4.43	4.77
65.8	4.46	4.38	3.96	4.27	71.32	4.98	4.92	4.44	4.78
66.05	4.48	4.39	3.97	4.28	71.32	4.98	4.93	4.45	4.79
66.05	4.5	4.39	3.99	4.29	71.07	4.98	4.94	4.45	4.79

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK KL

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN KL					DATA PEMBEBANAN KL				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
71.32	5.11	4.94	4.47	4.84	73.58	5.47	5.34	4.75	5.19
72.07	5.15	4.97	4.51	4.88	73.83	5.48	5.34	4.76	5.19
72.58	5.18	5.01	4.53	4.91	73.83	5.48	5.34	4.75	5.19
73.08	5.21	5.12	4.57	4.97	74.33	5.51	5.36	4.76	5.21
73.33	5.23	5.15	4.61	5.00	74.59	5.52	5.36	4.76	5.21
73.58	5.24	5.17	4.63	5.01	74.59	5.54	5.37	4.76	5.22
73.33	5.29	5.17	4.63	5.03	74.59	5.54	5.37	4.77	5.23
73.08	5.33	5.18	4.65	5.05	74.59	5.54	5.38	4.77	5.23
71.57	5.45	5.29	4.74	5.16	74.33	5.55	5.38	4.77	5.23
72.07	5.47	5.33	4.75	5.18	74.33	5.56	5.39	4.8	5.25
72.33	5.52	5.37	4.76	5.22	67.81	6.41	6.33	5.79	6.18
72.83	5.54	5.38	4.78	5.23	67.55	6.46	6.42	5.91	6.26
72.07	5.56	5.39	4.78	5.24	67.81	6.47	6.44	5.96	6.29
71.57	5.53	5.37	4.77	5.22	67.81	6.52	6.46	5.97	6.32
71.57	5.49	5.36	4.76	5.20	68.31	6.55	6.49	5.98	6.34
71.57	5.47	5.33	4.76	5.19	68.56	6.58	6.51	5.99	6.36
72.33	5.47	5.34	4.76	5.19	69.06	6.6	6.53	6	6.38
72.58	5.47	5.34	4.75	5.19	69.56	6.63	6.56	6.02	6.40
72.83	5.47	5.34	4.76	5.19	69.56	6.67	6.58	6.05	6.43
73.33	5.47	5.34	4.75	5.19	69.56	6.67	6.6	6.05	6.44

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK KL

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN KL					DATA PEMBEBANAN KL				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
70.57	6.69	6.63	6.08	6.47	81.11	7.2	7.2	6.66	7.02
71.32	6.71	6.66	6.09	6.49	81.11	7.2	7.21	6.66	7.02
72.07	6.71	6.68	6.13	6.51	81.11	7.2	7.2	6.67	7.02
72.83	6.75	6.71	6.21	6.56	81.62	7.21	7.22	6.7	7.04
72.58	6.75	6.72	6.22	6.56	82.12	7.22	7.26	6.73	7.07
73.33	6.76	6.72	6.23	6.57	82.37	7.24	7.29	6.75	7.09
74.33	6.79	6.78	6.27	6.61	82.37	7.32	7.31	6.76	7.13
75.34	6.89	6.86	6.31	6.69	82.62	7.35	7.33	6.77	7.15
75.84	6.91	6.88	6.34	6.71	82.87	7.37	7.35	6.78	7.17
75.84	6.92	6.9	6.34	6.72	82.87	7.38	7.37	6.8	7.18
76.34	6.93	6.91	6.36	6.73	82.87	7.39	7.37	6.8	7.19
77.35	6.96	6.94	6.41	6.77	82.87	7.4	7.38	6.81	7.20
78.1	7	6.96	6.45	6.80	83.12	7.42	7.39	6.82	7.21
78.6	7.03	7	6.5	6.84	83.38	7.43	7.4	6.83	7.22
78.35	7.04	7.03	6.51	6.86	83.12	7.43	7.4	6.83	7.22
78.35	7.06	7.05	6.52	6.88	82.87	7.43	7.41	6.83	7.22
78.85	7.09	7.09	6.54	6.91	83.12	7.44	7.41	6.83	7.23
79.36	7.12	7.11	6.56	6.93	83.12	7.43	7.41	6.84	7.23
80.61	7.14	7.16	6.61	6.97	83.38	7.44	7.42	6.85	7.24
81.11	7.19	7.19	6.65	7.01	83.88	7.45	7.43	6.86	7.25

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK KL

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN KL					DATA PEMBEBANAN KL				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
84.13	7.46	7.44	6.87	7.26	89.15	7.84	7.87	7.25	7.65
84.63	7.46	7.45	6.88	7.26	89.15	7.88	7.88	7.27	7.68
84.63	7.46	7.45	6.9	7.27	89.65	7.9	7.89	7.28	7.69
85.13	7.47	7.47	6.96	7.30	89.65	7.91	7.9	7.3	7.70
85.38	7.48	7.5	6.98	7.32	89.65	7.92	7.91	7.3	7.71
85.38	7.48	7.52	7	7.33	89.65	7.92	7.92	7.31	7.72
85.38	7.49	7.53	7	7.34	89.9	7.92	7.93	7.32	7.72
85.38	7.49	7.53	7	7.34	89.9	7.93	7.95	7.32	7.73
86.14	7.54	7.55	7.02	7.37	90.16	7.94	7.97	7.34	7.75
86.89	7.59	7.63	7.04	7.42	90.41	7.95	7.99	7.35	7.76
87.14	7.63	7.66	7.06	7.45	90.66	7.98	8	7.39	7.79
87.39	7.65	7.67	7.08	7.47	90.91	7.99	8.01	7.41	7.80
87.14	7.66	7.67	7.08	7.47	90.66	7.99	8.01	7.42	7.81
87.14	7.66	7.68	7.08	7.47	91.16	8	8.04	7.44	7.83
87.9	7.67	7.69	7.1	7.49	91.91	8.03	8.08	7.47	7.86
88.4	7.7	7.71	7.14	7.52	91.91	8.13	8.13	7.5	7.92
88.65	7.73	7.73	7.17	7.54	91.91	8.15	8.14	7.52	7.94
88.9	7.77	7.76	7.19	7.57	91.91	8.17	8.16	7.53	7.95
88.9	7.8	7.8	7.21	7.60	91.91	8.19	8.18	7.54	7.97
89.4	7.83	7.84	7.23	7.63	92.16	8.21	8.2	7.55	7.99

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK KL

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN KL					DATA PEMBEBANAN KL				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
91.66	8.22	8.21	7.56	8.00	92.92	8.7	8.66	7.9	8.42
91.66	8.22	8.21	7.57	8.00	92.92	8.72	8.67	7.93	8.44
91.91	8.24	8.23	7.59	8.02	92.67	8.8	8.69	7.95	8.48
92.42	8.25	8.26	7.62	8.04	92.67	8.81	8.72	7.97	8.50
92.42	8.27	8.3	7.62	8.06	93.42	8.88	8.77	8	8.55
91.91	8.28	8.32	7.63	8.08	93.67	8.93	8.84	8.03	8.60
91.91	8.31	8.32	7.64	8.09	94.17	8.96	8.88	8.08	8.64
91.91	8.33	8.34	7.65	8.11	94.17	9.02	8.91	8.1	8.68
91.91	8.35	8.35	7.66	8.12	94.17	9.05	8.94	8.13	8.71
91.91	8.37	8.37	7.67	8.14	93.67	9.07	8.96	8.14	8.72
91.91	8.41	8.41	7.67	8.16	93.67	9.11	8.98	8.16	8.75
92.16	8.44	8.43	7.71	8.19	94.42	9.15	9.04	8.22	8.80
92.42	8.45	8.44	7.75	8.21	94.68	9.2	9.11	8.24	8.85
92.67	8.46	8.45	7.76	8.22	94.42	9.24	9.13	8.26	8.88
91.91	8.47	8.45	7.77	8.23	94.42	9.26	9.14	8.27	8.89
91.66	8.48	8.47	7.77	8.24	94.17	9.27	9.15	8.28	8.90
92.16	8.56	8.5	7.78	8.28	94.17	9.31	9.17	8.3	8.93
92.67	8.61	8.56	7.83	8.33	93.92	9.34	9.18	8.3	8.94
92.67	8.66	8.6	7.86	8.37	93.92	9.36	9.19	8.32	8.96
92.92	8.67	8.64	7.89	8.40	94.17	9.37	9.2	8.32	8.96

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK KL

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN KL					DATA PEMBEBANAN KL				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
93.67	9.38	9.2	8.33	8.97	95.93	9.76	9.62	8.63	9.34
93.67	9.38	9.21	8.32	8.97	95.68	9.77	9.63	8.64	9.35
93.42	9.39	9.22	8.33	8.98	95.68	9.79	9.64	8.65	9.36
93.67	9.4	9.22	8.33	8.98	95.68	9.8	9.66	8.66	9.37
93.92	9.42	9.25	8.34	9.00	95.93	9.82	9.69	8.67	9.39
94.17	9.44	9.28	8.35	9.02	96.18	9.88	9.69	8.68	9.42
94.42	9.45	9.31	8.37	9.04	96.69	9.91	9.71	8.71	9.44
94.42	9.45	9.33	8.4	9.06	96.69	9.93	9.73	8.74	9.47
94.68	9.47	9.36	8.42	9.08	96.94	9.96	9.75	8.75	9.49
94.68	9.47	9.37	8.44	9.09	96.94	9.97	9.77	8.77	9.50
94.42	9.49	9.38	8.45	9.11	96.69	10.01	9.8	8.78	9.53
94.93	9.5	9.41	8.45	9.12	96.43	10.03	9.83	8.79	9.55
94.68	9.52	9.41	8.46	9.13	96.94	10.05	9.86	8.81	9.57
94.42	9.56	9.42	8.47	9.15	97.44	10.14	9.9	8.88	9.64
95.68	9.64	9.44	8.51	9.20	97.69	10.17	9.91	8.9	9.66
95.43	9.69	9.47	8.54	9.23	97.69	10.18	9.94	8.92	9.68
95.68	9.71	9.52	8.57	9.27	97.69	10.21	9.97	8.96	9.71
95.68	9.73	9.55	8.58	9.29	97.19	10.23	10.01	8.99	9.74
95.68	9.73	9.58	8.6	9.30	96.94	10.25	10.03	9	9.76
95.68	9.74	9.6	8.61	9.32	97.69	10.27	10.12	9.02	9.80

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK KL

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN KL					DATA PEMBEBANAN KL				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
97.94	10.4	10.15	9.06	9.87	97.94	10.9	10.58	9.37	10.28
97.44	10.42	10.17	9.07	9.89	97.69	10.93	10.6	9.39	10.31
97.44	10.45	10.19	9.09	9.91	97.44	10.94	10.61	9.39	10.31
97.19	10.47	10.2	9.1	9.92	98.19	10.95	10.64	9.43	10.34
96.94	10.49	10.22	9.1	9.94	98.19	10.97	10.66	9.46	10.36
96.94	10.5	10.22	9.1	9.94	98.19	11	10.69	9.47	10.39
96.69	10.51	10.23	9.11	9.95	98.19	11.05	10.73	9.5	10.43
96.69	10.52	10.26	9.12	9.97	98.19	11.14	10.81	9.54	10.50
96.69	10.54	10.29	9.13	9.99	98.44	11.18	10.86	9.56	10.53
96.94	10.58	10.32	9.14	10.01	98.44	11.19	10.9	9.58	10.56
96.94	10.6	10.33	9.17	10.03	98.19	11.21	10.92	9.65	10.59
96.69	10.61	10.34	9.19	10.05	97.69	11.25	10.92	9.67	10.61
96.69	10.61	10.35	9.2	10.05	97.94	11.28	10.95	9.7	10.64
97.19	10.64	10.36	9.22	10.07	98.95	11.4	11.06	9.77	10.74
97.44	10.67	10.41	9.24	10.11	99.2	11.45	11.14	9.85	10.81
97.94	10.7	10.44	9.26	10.13	98.69	11.5	11.21	9.89	10.87
97.94	10.72	10.46	9.29	10.16	97.94	11.53	11.27	9.92	10.91
97.69	10.73	10.48	9.31	10.17	97.44	11.59	11.32	9.95	10.95
97.69	10.82	10.52	9.34	10.23	97.94	11.64	11.36	10.01	11.00
97.94	10.86	10.56	9.36	10.26	98.69	11.68	11.42	10.05	11.05

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK KL

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN KL					DATA PEMBEBANAN KL				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
98.95	11.72	11.46	10.12	11.10	99.2	12.27	12.13	10.59	11.66
98.69	11.75	11.56	10.15	11.15	99.2	12.3	12.15	10.61	11.69
98.44	11.81	11.6	10.19	11.20	98.95	12.34	12.17	10.65	11.72
97.94	11.84	11.65	10.22	11.24	99.2	12.4	12.22	10.69	11.77
97.69	11.86	11.66	10.23	11.25	99.2	12.42	12.27	10.71	11.80
97.69	11.87	11.67	10.24	11.26	98.69	12.43	12.32	10.75	11.83
97.94	11.89	11.68	10.26	11.28	98.69	12.43	12.34	10.78	11.85
97.69	11.91	11.69	10.27	11.29	99.2	12.48	12.4	10.82	11.90
97.94	11.93	11.7	10.28	11.30	99.45	12.52	12.45	10.87	11.95
97.69	11.94	11.71	10.29	11.31	99.7	12.62	12.48	10.93	12.01
97.69	11.95	11.74	10.3	11.33	99.95	12.66	12.56	10.98	12.07
98.19	11.96	11.77	10.33	11.35	99.7	12.7	12.6	11.01	12.10
98.95	11.98	11.84	10.35	11.39	99.7	12.74	12.63	11.02	12.13
98.95	12.06	11.9	10.44	11.47	99.45	12.75	12.65	11.03	12.14
99.2	12.1	11.91	10.48	11.50	100.45	12.77	12.68	11.06	12.17
98.69	12.18	11.94	10.51	11.54	100.7	12.85	12.77	11.13	12.25
98.44	12.19	11.96	10.52	11.56	100.45	12.89	12.83	11.16	12.29
98.69	12.2	12	10.53	11.58	100.2	12.92	12.87	11.2	12.33
99.2	12.21	12.02	10.56	11.60	99.95	12.95	12.9	11.23	12.36
98.95	12.24	12.09	10.58	11.64	100.2	12.96	12.91	11.25	12.37

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK KL

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN KL					DATA PEMBEBANAN KL				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
99.95	12.97	12.91	11.27	12.38	102.46	13.77	13.82	11.97	13.19
99.7	12.98	12.92	11.27	12.39	101.96	13.85	13.85	12	13.23
100.2	13	12.95	11.29	12.41	101.96	13.87	13.88	12.02	13.26
100.45	13.07	13.01	11.34	12.47	102.71	13.93	13.93	12.07	13.31
100.7	13.11	13.07	11.35	12.51	102.96	13.97	13.96	12.12	13.35
100.95	13.2	13.13	11.38	12.57	102.96	14	14.06	12.16	13.41
100.95	13.2	13.16	11.45	12.60	102.96	14.12	14.13	12.25	13.50
100.7	13.21	13.18	11.47	12.62	102.71	14.19	14.17	12.28	13.55
100.45	13.21	13.2	11.48	12.63	102.21	14.2	14.19	12.29	13.56
100.95	13.25	13.23	11.5	12.66	101.96	14.21	14.21	12.3	13.57
101.46	13.31	13.29	11.59	12.73	102.21	14.22	14.23	12.31	13.59
101.71	13.42	13.38	11.63	12.81	102.46	14.24	14.26	12.36	13.62
101.46	13.45	13.41	11.67	12.84	102.71	14.28	14.31	12.4	13.66
101.71	13.47	13.45	11.71	12.88	103.21	14.33	14.37	12.43	13.71
101.21	13.5	13.49	11.72	12.90	102.96	14.4	14.41	12.48	13.76
100.95	13.51	13.51	11.73	12.92	102.96	14.43	14.44	12.51	13.79
101.71	13.56	13.58	11.78	12.97	102.96	14.45	14.47	12.53	13.82
102.46	13.64	13.64	11.82	13.03	102.21	14.46	14.48	12.54	13.83
102.21	13.68	13.69	11.85	13.07	101.96	14.48	14.5	12.56	13.85
102.46	13.73	13.72	11.91	13.12	102.21	14.5	14.52	12.59	13.87

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK KL

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN KL					DATA PEMBEBANAN KL				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
102.71	14.53	14.6	12.62	13.92	102.96	15.23	15.35	13.3	14.63
102.96	14.63	14.65	12.67	13.98	103.47	15.25	15.39	13.35	14.66
102.96	14.66	14.68	12.71	14.02	103.72	15.3	15.43	13.38	14.70
102.96	14.68	14.71	12.74	14.04	103.97	15.37	15.49	13.48	14.78
102.71	14.71	14.75	12.76	14.07	104.22	15.44	15.53	13.53	14.83
102.46	14.73	14.77	12.78	14.09	103.97	15.46	15.59	13.55	14.87
102.21	14.74	14.8	12.79	14.11	103.47	15.47	15.61	13.57	14.88
102.71	14.75	14.83	12.81	14.13	104.22	15.5	15.64	13.61	14.92
102.96	14.78	14.86	12.85	14.16	104.72	15.56	15.69	13.65	14.97
103.21	14.87	14.91	12.87	14.22	104.97	15.66	15.78	13.72	15.05
103.21	14.89	14.92	12.94	14.25	104.72	15.68	15.84	13.77	15.10
102.96	14.91	14.95	12.98	14.28	104.47	15.71	15.89	13.83	15.14
102.46	14.93	14.97	12.99	14.30	103.97	15.72	15.91	13.84	15.16
102.46	14.94	15	13.01	14.32	104.22	15.74	15.93	13.85	15.17
103.47	14.97	15.05	13.05	14.36	104.97	15.83	15.95	13.93	15.24
103.72	15.02	15.13	13.09	14.41	105.22	15.9	16.07	14.02	15.33
103.72	15.12	15.17	13.17	14.49	105.22	15.94	16.16	14.06	15.39
103.72	15.18	15.24	13.24	14.55	104.72	15.97	16.2	14.08	15.42
102.96	15.19	15.27	13.27	14.58	104.22	16	16.23	14.15	15.46
102.71	15.2	15.3	13.28	14.59	104.47	16.1	16.27	14.2	15.52

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK KL

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN KL					DATA PEMBEBANAN KL				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
105.22	16.16	16.36	14.28	15.60	106.98	17.1	17.4	15.18	16.56
105.22	16.21	16.41	14.31	15.64	106.98	17.14	17.44	15.23	16.60
105.47	16.23	16.47	14.36	15.69	106.48	17.17	17.47	15.26	16.63
105.22	16.29	16.54	14.42	15.75	105.98	17.19	17.5	15.27	16.65
104.72	16.32	16.58	14.45	15.78	107.23	17.25	17.57	15.32	16.71
104.97	16.35	16.62	14.49	15.82	107.48	17.36	17.67	15.45	16.83
105.73	16.45	16.66	14.54	15.88	107.23	17.43	17.72	15.5	16.88
105.98	16.47	16.73	14.64	15.95	107.23	17.46	17.76	15.52	16.91
106.23	16.57	16.82	14.69	16.03	106.73	17.47	17.78	15.53	16.93
105.73	16.64	16.88	14.73	16.08	106.48	17.47	17.81	15.53	16.94
105.47	16.67	16.9	14.75	16.11	106.48	17.47	17.83	15.56	16.95
104.97	16.67	16.91	14.75	16.11	106.73	17.49	17.85	15.59	16.98
105.98	16.69	16.97	14.81	16.16	106.73	17.54	17.86	15.61	17.00
106.23	16.73	17.03	14.84	16.20	106.73	17.56	17.89	15.62	17.02
106.23	16.78	17.1	14.93	16.27	106.73	17.6	17.92	15.64	17.05
106.23	16.87	17.16	14.98	16.34	106.98	17.66	17.94	15.68	17.09
106.48	16.91	17.18	15.03	16.37	107.23	17.68	17.97	15.74	17.13
105.73	16.92	17.19	15.05	16.39	106.73	17.7	18	15.76	17.15
106.23	16.95	17.23	15.06	16.41	106.48	17.71	18.04	15.76	17.17
106.73	17	17.32	15.11	16.48	106.98	17.74	18.1	15.78	17.21

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK KL

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN KL					DATA PEMBEBANAN KL				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
107.23	17.79	18.14	15.83	17.25	107.48	18.68	19.06	16.55	18.10
107.99	17.87	18.17	15.85	17.30	109.24	18.71	19.14	16.65	18.17
107.99	17.92	18.22	15.89	17.34	109.49	18.83	19.25	16.74	18.27
107.99	17.96	18.32	15.95	17.41	109.49	18.93	19.34	16.81	18.36
107.48	17.98	18.35	15.96	17.43	108.99	18.97	19.4	16.87	18.41
106.98	18	18.38	15.98	17.45	108.49	18.98	19.42	16.88	18.43
107.73	18.07	18.41	16.03	17.50	108.24	18.99	19.43	16.9	18.44
107.73	18.15	18.44	16.08	17.56	109.49	19.05	19.5	16.97	18.51
107.99	18.19	18.49	16.11	17.60	110.5	19.19	19.66	17.06	18.64
108.24	18.23	18.57	16.19	17.66	109.99	19.26	19.7	17.14	18.70
108.49	18.25	18.64	16.22	17.70	108.99	19.28	19.76	17.19	18.74
107.99	18.28	18.66	16.26	17.73	108.74	19.32	19.79	17.2	18.77
107.73	18.36	18.68	16.28	17.77	109.99	19.43	19.91	17.31	18.88
107.48	18.39	18.69	16.29	17.79	109.99	19.5	20.05	17.42	18.99
107.99	18.41	18.74	16.32	17.82	109.99	19.6	20.13	17.49	19.07
108.24	18.46	18.83	16.38	17.89	109.24	19.63	20.18	17.52	19.11
108.74	18.48	18.88	16.43	17.93	108.99	19.65	20.2	17.53	19.13
108.74	18.57	18.94	16.51	18.01	109.99	19.69	20.25	17.54	19.16
108.74	18.62	18.99	16.53	18.05	109.99	19.72	20.36	17.66	19.25
107.99	18.68	19.03	16.55	18.09	110.25	19.81	20.42	17.73	19.32

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK KL

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN KL					DATA PEMBEBANAN KL				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
110.5	19.87	20.46	17.76	19.36	111.75	20.94	21.64	18.77	20.45
109.99	19.93	20.49	17.77	19.40	112	21	21.69	18.81	20.50
109.74	19.94	20.51	17.79	19.41	112.51	21.14	21.8	18.92	20.62
109.74	19.95	20.56	17.8	19.44	112	21.18	21.89	18.99	20.69
111	20.04	20.64	17.87	19.52	111.25	21.21	21.91	19	20.71
111.25	20.14	20.72	17.98	19.61	111.5	21.24	21.93	19.02	20.73
111.25	20.2	20.81	18.07	19.69	112.51	21.36	22.02	19.11	20.83
110.5	20.24	20.87	18.1	19.74	112.76	21.45	22.15	19.21	20.94
110.25	20.26	20.89	18.11	19.75	112.26	21.51	22.19	19.25	20.98
111.25	20.31	20.92	18.15	19.79	111.75	21.52	22.21	19.26	21.00
111.75	20.42	21.06	18.25	19.91	112.26	21.57	22.26	19.3	21.04
111.75	20.49	21.15	18.33	19.99	113.26	21.69	22.39	19.38	21.15
111.25	20.51	21.2	18.37	20.03	113.51	21.79	22.48	19.51	21.26
110.75	20.54	21.22	18.4	20.05	112.76	21.9	22.61	19.56	21.36
111.5	20.61	21.26	18.46	20.11	112.26	21.94	22.63	19.58	21.38
111.75	20.69	21.38	18.54	20.20	112	21.95	22.64	19.59	21.39
111.75	20.73	21.43	18.59	20.25	113.01	21.98	22.69	19.66	21.44
111.75	20.82	21.51	18.66	20.33	113.51	22.07	22.78	19.75	21.53
111	20.84	21.56	18.69	20.36	113.51	22.2	22.91	19.81	21.64
111	20.88	21.58	18.73	20.40	113.01	22.23	22.95	19.87	21.68

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK KL

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN KL					DATA PEMBEBANAN KL				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
112.51	22.27	22.97	19.9	21.71	114.26	23.45	24.23	20.97	22.88
112.76	22.3	22.99	19.93	21.74	114.77	23.5	24.29	21.01	22.93
114.26	22.41	23.13	20.01	21.85	115.27	23.61	24.41	21.12	23.05
114.01	22.46	23.17	20.06	21.90	115.52	23.71	24.49	21.18	23.13
113.26	22.5	23.23	20.09	21.94	114.77	23.76	24.57	21.22	23.18
112.76	22.51	23.26	20.11	21.96	114.52	23.78	24.59	21.24	23.20
112.51	22.52	23.28	20.12	21.97	115.77	23.96	24.7	21.35	23.34
113.01	22.61	23.35	20.21	22.06	116.02	24.04	24.86	21.51	23.47
114.26	22.68	23.42	20.26	22.12	115.02	24.11	24.91	21.53	23.52
114.52	22.73	23.51	20.37	22.20	115.02	24.2	24.95	21.55	23.57
113.76	22.79	23.59	20.43	22.27	116.27	24.26	25.09	21.67	23.67
113.26	22.83	23.6	20.45	22.29	115.77	24.42	25.2	21.77	23.80
114.26	22.95	23.66	20.49	22.37	115.02	24.44	25.24	21.8	23.83
114.77	23	23.74	20.57	22.44	115.77	24.48	25.33	21.84	23.88
114.77	23.09	23.84	20.67	22.53	116.52	24.65	25.43	21.96	24.01
114.01	23.15	23.9	20.73	22.59	116.52	24.71	25.53	22.01	24.08
114.01	23.17	23.92	20.74	22.61	115.52	24.74	25.59	22.03	24.12
115.02	23.22	24.02	20.8	22.68	116.27	24.77	25.64	22.1	24.17
115.02	23.33	24.15	20.88	22.79	117.53	24.96	25.76	22.25	24.32
115.02	23.44	24.21	20.93	22.86	116.78	25.04	25.89	22.32	24.42

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK KL

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN KL					DATA PEMBEBANAN KL				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
116.27	25.08	25.92	22.36	24.45	117.28	26.5	27.53	23.82	25.95
116.78	25.15	25.96	22.38	24.50	118.03	26.57	27.61	23.87	26.02
117.78	25.26	26.16	22.52	24.65	118.78	26.7	27.74	24.03	26.16
117.28	25.4	26.22	22.62	24.75	117.78	26.78	27.87	24.09	26.25
116.27	25.44	26.27	22.66	24.79	117.28	26.85	27.91	24.12	26.29
115.77	25.45	26.3	22.68	24.81	119.29	26.96	28.05	24.26	26.42
116.27	25.47	26.36	22.73	24.85	119.04	27.14	28.19	24.4	26.58
117.03	25.53	26.45	22.79	24.92	117.78	27.18	28.25	24.44	26.62
117.03	25.65	26.52	22.91	25.03	118.03	27.21	28.32	24.5	26.68
116.27	25.69	26.61	22.97	25.09	118.78	27.3	28.42	24.59	26.77
115.77	25.71	26.63	23.01	25.12	118.78	27.44	28.51	24.67	26.87
116.52	25.76	26.68	23.07	25.17	117.78	27.47	28.57	24.72	26.92
117.53	25.91	26.85	23.19	25.32	118.53	27.5	28.63	24.77	26.97
116.52	25.94	26.9	23.24	25.36	119.79	27.69	28.82	24.93	27.15
117.28	25.99	26.95	23.28	25.41	118.78	27.76	28.89	25	27.22
118.03	26.16	27.13	23.46	25.58	117.78	27.81	28.93	25.03	27.26
117.28	26.22	27.2	23.52	25.65	119.04	27.92	29.03	25.08	27.34
116.78	26.23	27.22	23.56	25.67	119.54	28.1	29.2	25.23	27.51
118.28	26.37	27.4	23.7	25.82	118.53	28.16	29.27	25.29	27.57
118.28	26.47	27.49	23.8	25.92	117.78	28.21	29.31	25.31	27.61

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK KL

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN KL					DATA PEMBEBANAN KL				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
119.04	28.34	29.41	25.42	27.72	117.78	30.38	31.41	26.87	29.55
119.04	28.45	29.57	25.52	27.85	119.29	30.49	31.52	26.98	29.66
118.28	28.5	29.62	25.56	27.89	118.78	30.64	31.65	27.06	29.78
118.28	28.57	29.65	25.61	27.94	117.78	30.68	31.67	27.07	29.81
119.04	28.73	29.81	25.72	28.09	117.78	30.72	31.7	27.09	29.84
118.53	28.89	29.96	25.82	28.22	119.04	30.85	31.82	27.19	29.95
117.28	28.94	30	25.84	28.26	118.53	30.97	31.9	27.24	30.04
118.03	29.02	30.1	25.95	28.36	117.78	31	31.91	27.26	30.06
118.28	29.21	30.27	26.05	28.51	118.78	31.06	31.99	27.29	30.11
117.28	29.32	30.4	26.1	28.61	119.04	31.21	32.14	27.42	30.26
116.78	29.38	30.43	26.16	28.66	118.28	31.25	32.18	27.46	30.30
118.03	29.51	30.58	26.29	28.79	117.78	31.29	32.21	27.49	30.33
117.53	29.67	30.7	26.35	28.91	119.29	31.43	32.32	27.56	30.44
116.78	29.71	30.76	26.41	28.96	119.04	31.56	32.43	27.65	30.55
118.28	29.85	30.89	26.51	29.08	118.28	31.62	32.45	27.67	30.58
118.28	29.96	31.02	26.59	29.19	119.29	31.7	32.51	27.74	30.65
117.03	30.02	31.09	26.6	29.24	119.79	31.88	32.68	27.85	30.80
118.28	30.15	31.18	26.75	29.36	118.53	31.95	32.7	27.89	30.85
118.78	30.24	31.32	26.83	29.46	119.29	32.02	32.82	27.98	30.94
117.78	30.35	31.37	26.85	29.52	120.04	32.2	32.96	28.05	31.07

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK KL

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN KL					DATA PEMBEBANAN KL				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
118.78	32.25	33.01	28.08	31.11	119.54	34.17	34.72	29.47	32.79
118.78	32.29	33.06	28.11	31.15	118.78	34.17	34.78	29.49	32.81
120.04	32.47	33.2	28.25	31.31	120.29	34.37	34.91	29.54	32.94
119.54	32.61	33.31	28.31	31.41	119.79	34.54	34.98	29.63	33.05
118.53	32.66	33.35	28.33	31.45	119.04	34.66	35.03	29.66	33.12
120.04	32.74	33.45	28.43	31.54	120.54	34.82	35.15	29.76	33.24
119.54	32.95	33.6	28.53	31.69	120.04	34.95	35.25	29.81	33.34
118.78	32.97	33.62	28.55	31.71	119.29	35.02	35.29	29.85	33.39
120.04	33.13	33.71	28.66	31.83	120.54	35.18	35.4	29.97	33.52
120.04	33.28	33.9	28.76	31.98	120.29	35.35	35.59	30.07	33.67
119.04	33.38	33.92	28.77	32.02	119.29	35.42	35.62	30.11	33.72
119.54	33.43	33.96	28.82	32.07	120.79	35.65	35.82	30.25	33.91
120.29	33.61	34.14	28.98	32.24	119.54	35.74	35.92	30.32	33.99
119.54	33.71	34.2	29	32.30	119.79	35.9	36.03	30.43	34.12
118.53	33.74	34.22	29.01	32.32	119.04	36.2	36.24	30.58	34.34
119.79	33.84	34.35	29.1	32.43	114.77	36.69	36.43	30.69	34.60
120.04	33.98	34.44	29.2	32.54	115.02	37.01	36.64	30.83	34.83
119.04	34	34.47	29.21	32.56	114.01	37.25	36.88	31	35.04
119.04	33.98	34.52	29.24	32.58	110.75	37.19	37.15	31.13	35.16
120.29	34.08	34.66	29.33	32.69	110.5	37.76	37.59	31.47	35.61

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK KL

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN KL					DATA PEMBEBANAN KL				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
108.49	37.97	37.71	31.55	35.74	108.24	41.01	41.33	34.07	38.80
109.49	38.19	37.93	31.69	35.94	106.23	41.2	41.42	34.14	38.92
108.74	38.25	38.12	31.81	36.06	106.48	41.36	41.5	34.23	39.03
109.49	38.44	38.25	31.9	36.20	106.48	41.59	41.68	34.38	39.22
109.49	38.68	38.47	32.05	36.40	104.97	41.7	41.73	34.4	39.28
108.24	38.71	38.57	32.12	36.47	105.22	41.91	41.81	34.47	39.40
110.5	39.01	38.85	32.32	36.73	105.47	42.13	41.89	34.53	39.52
108.49	39.15	38.94	32.41	36.83	104.72	42.22	41.97	34.61	39.60
109.99	39.36	39.15	32.54	37.02	105.73	42.43	42.11	34.74	39.76
109.24	39.46	39.36	32.7	37.17	104.47	42.72	42.34	34.91	39.99
107.99	39.56	39.43	32.76	37.25	103.21	42.96	42.44	34.99	40.13
109.74	39.87	39.69	32.95	37.50	101.71	43.4	42.86	35.28	40.51
107.99	39.94	39.83	33.02	37.60	99.95	43.48	42.9	35.35	40.58
109.99	40.16	40.06	33.23	37.82	101.46	43.72	43.21	35.59	40.84
107.99	40.24	40.2	33.29	37.91	99.7	43.95	43.31	35.66	40.97
108.99	40.41	40.38	33.41	38.07	101.46	44.19	43.55	35.89	41.21
108.49	40.5	40.63	33.59	38.24	84.38	42.7	43.91	36.85	41.15
107.23	40.56	40.67	33.62	38.28	84.88	43.35	43.93	36.89	41.39
108.74	40.8	40.97	33.83	38.53	85.13	43.7	43.97	36.95	41.54
106.73	40.93	41.1	33.92	38.65	85.13	44.2	43.98	36.97	41.72

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK KL

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN KL					DATA PEMBEBANAN KL				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
84.88	44.49	43.98	36.98	41.82	86.14	45.82	43.75	37.31	42.29
84.63	44.72	43.99	36.99	41.90	86.14	45.87	43.75	37.33	42.32
84.63	45.15	43.99	36.99	42.04	86.14	45.93	43.73	37.34	42.33
84.63	45.18	43.99	37	42.06	85.89	45.95	43.73	37.34	42.34
84.38	45.21	43.98	37	42.06	85.89	45.96	43.72	37.35	42.34
84.63	45.31	43.99	37.02	42.11	85.64	45.96	43.71	37.36	42.34
88.4	45.52	44.16	37.16	42.28	85.89	45.97	43.7	37.35	42.34
87.64	45.62	44.17	37.19	42.33	85.64	45.99	43.69	37.36	42.35
86.89	45.69	43.89	37.26	42.28	85.89	46.08	43.69	37.37	42.38
86.39	45.7	43.85	37.28	42.28	85.64	46.12	43.68	37.37	42.39
86.39	45.72	43.78	37.3	42.27					

Yogyakarta, 29 September 2021
Kepala Lab Struktur

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

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK LA

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN LA					DATA PEMBEBANAN LA				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
-	-	-	0.03	0.01	16.57	0.41	0.48	0.69	0.53
0.50	-	-	0.03	0.01	16.83	0.42	0.51	0.70	0.54
0.75	-	-	0.05	0.02	16.83	0.42	0.52	0.71	0.55
2.76	-	0.01	0.16	0.06	16.83	0.43	0.52	0.72	0.56
5.02	0.08	0.05	0.23	0.12	17.08	0.42	0.53	0.72	0.56
5.78	0.12	0.08	0.28	0.16	17.83	0.44	0.54	0.73	0.57
6.28	0.14	0.09	0.29	0.17	17.83	0.45	0.54	0.74	0.58
8.04	0.18	0.21	0.39	0.26	18.33	0.46	0.55	0.75	0.59
9.29	0.22	0.24	0.41	0.29	18.58	0.47	0.56	0.76	0.60
11.30	0.27	0.30	0.45	0.34	18.83	0.49	0.56	0.78	0.61
12.81	0.35	0.32	0.49	0.39	19.34	0.50	0.56	0.82	0.63
13.81	0.38	0.33	0.51	0.41	19.09	0.50	0.56	0.83	0.63
14.06	0.38	0.34	0.53	0.42	19.34	0.52	0.57	0.83	0.64
14.06	0.38	0.34	0.53	0.42	20.09	0.59	0.58	0.87	0.68
14.06	0.39	0.36	0.61	0.45	20.84	0.61	0.61	0.92	0.71
14.06	0.39	0.39	0.63	0.47	21.35	0.62	0.65	0.94	0.74
14.31	0.38	0.42	0.63	0.48	21.85	0.63	0.66	0.97	0.75
14.57	0.39	0.44	0.65	0.49	22.10	0.64	0.68	0.98	0.77
14.82	0.39	0.45	0.65	0.50	21.85	0.64	0.69	0.98	0.77
14.82	0.39	0.45	0.66	0.50	23.10	0.65	0.75	1.01	0.80

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK LA

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN LA					DATA PEMBEBANAN LA				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
24.11	0.68	0.77	1.07	0.84	30.89	1.16	1.31	1.58	1.35
24.36	0.72	0.79	1.08	0.86	32.14	1.18	1.33	1.65	1.39
24.61	0.75	0.79	1.10	0.88	32.65	1.24	1.37	1.69	1.43
24.86	0.81	0.82	1.13	0.92	32.40	1.29	1.43	1.73	1.48
24.61	0.81	0.83	1.14	0.93	32.40	1.33	1.44	1.74	1.50
25.87	0.83	0.87	1.19	0.96	32.90	1.37	1.45	1.75	1.52
26.62	0.85	0.91	1.21	0.99	33.90	1.39	1.48	1.78	1.55
27.37	0.87	0.99	1.25	1.04	34.66	1.41	1.52	1.85	1.59
27.62	0.87	1.01	1.27	1.05	33.90	1.44	1.54	1.88	1.62
27.62	0.90	1.01	1.29	1.07	34.40	1.46	1.55	1.91	1.64
27.62	0.92	1.02	1.30	1.08	34.66	1.50	1.59	1.94	1.68
27.88	0.92	1.02	1.31	1.08	34.91	1.52	1.66	1.96	1.71
27.88	0.93	1.03	1.34	1.10	35.41	1.55	1.69	1.98	1.74
28.63	0.95	1.04	1.41	1.13	35.91	1.58	1.71	2.01	1.77
29.38	1.05	1.08	1.44	1.19	36.41	1.60	1.75	2.04	1.80
29.63	1.08	1.11	1.46	1.22	35.91	1.60	1.76	2.05	1.80
29.88	1.11	1.23	1.50	1.28	36.92	1.60	1.77	2.07	1.81
29.63	1.13	1.25	1.52	1.30	37.17	1.61	1.77	2.08	1.82
29.63	1.13	1.26	1.52	1.30	37.92	1.62	1.79	2.11	1.84
30.39	1.14	1.29	1.54	1.32	38.42	1.65	1.80	2.18	1.88

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK LA

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN LA					DATA PEMBEBANAN LA				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
38.67	1.76	1.87	2.21	1.95	46.96	2.34	2.48	2.86	2.56
38.42	1.80	1.89	2.22	1.97	47.21	2.38	2.53	2.90	2.60
39.18	1.84	1.93	2.23	2.00	46.96	2.38	2.56	2.91	2.62
39.68	1.86	1.96	2.29	2.04	47.97	2.39	2.57	2.96	2.64
40.18	1.87	2.00	2.32	2.06	48.97	2.41	2.58	3.01	2.67
40.93	1.90	2.02	2.34	2.09	49.47	2.43	2.60	3.05	2.69
40.68	1.90	2.03	2.36	2.10	49.22	2.52	2.68	3.08	2.76
40.93	1.91	2.03	2.40	2.11	49.22	2.53	2.70	3.11	2.78
41.94	1.93	2.10	2.44	2.16	50.23	2.60	2.76	3.18	2.85
42.44	1.95	2.13	2.48	2.19	50.73	2.64	2.81	3.24	2.90
43.19	2.04	2.16	2.53	2.24	51.23	2.66	2.82	3.31	2.93
42.69	2.10	2.23	2.55	2.29	50.98	2.67	2.84	3.34	2.95
42.69	2.10	2.24	2.55	2.30	51.23	2.67	2.84	3.36	2.96
42.94	2.12	2.26	2.62	2.33	52.49	2.71	2.93	3.45	3.03
43.70	2.14	2.27	2.65	2.35	53.24	2.74	3.01	3.49	3.08
44.45	2.16	2.29	2.66	2.37	53.24	2.76	3.03	3.53	3.11
45.20	2.19	2.34	2.70	2.41	52.99	2.77	3.04	3.54	3.12
44.70	2.19	2.35	2.73	2.42	53.24	2.77	3.04	3.55	3.12
45.20	2.21	2.37	2.75	2.44	53.74	2.82	3.04	3.58	3.15
45.71	2.29	2.41	2.77	2.49	54.50	2.85	3.07	3.68	3.20

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK LA

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN LA					DATA PEMBEBANAN LA				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
54.75	2.86	3.10	3.71	3.22	59.27	3.19	3.54	21.96	9.56
55.50	2.89	3.14	3.80	3.28	59.27	3.20	3.56	21.97	9.58
55.25	2.90	3.16	3.81	3.29	59.27	3.20	3.56	21.97	9.58
55.00	2.91	3.17	3.83	3.30	59.77	3.19	3.56	21.97	9.57
55.25	2.92	3.18	3.89	3.33	60.02	3.20	3.58	21.97	9.58
55.75	2.97	3.25	3.94	3.39	60.52	3.33	3.59	21.96	9.63
56.25	2.98	3.25	3.99	3.41	61.02	3.34	3.61	21.97	9.64
56.76	3.01	3.26	4.03	3.43	61.28	3.35	3.63	21.97	9.65
56.76	3.04	3.28	4.14	3.49	61.53	3.37	3.68	21.98	9.68
57.26	3.07	3.30	4.21	3.53	62.28	3.38	3.71	21.98	9.69
57.01	3.07	3.32	4.25	3.55	61.78	3.38	3.71	21.98	9.69
56.76	3.07	3.33	4.29	3.56	61.78	3.38	3.71	21.98	9.69
57.26	3.08	3.34	4.35	3.59	62.78	3.40	3.73	22.00	9.71
57.76	3.09	3.35	4.47	3.64	63.28	3.41	3.76	22.02	9.73
58.26	3.11	3.36	4.55	3.67	63.79	3.42	3.78	22.06	9.75
58.76	3.14	3.40	4.64	3.73	64.04	3.44	3.80	22.11	9.78
59.02	3.15	3.48	4.75	3.79	64.04	3.46	3.81	22.12	9.80
59.27	3.16	3.50	4.93	3.86	64.04	3.49	3.81	22.12	9.81
59.77	3.16	3.51	5.04	3.90	64.29	3.52	3.82	22.13	9.82
59.27	3.17	3.53	5.39	4.03	65.04	3.53	3.84	22.15	9.84

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK LA

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN LA					DATA PEMBEBANAN LA				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
65.54	3.58	3.91	22.18	9.89	72.07	4.10	4.43	22.50	10.34
66.05	3.61	3.93	22.19	9.91	72.83	4.11	4.49	22.55	10.38
66.55	3.63	3.96	22.21	9.93	73.83	4.13	4.52	22.63	10.43
66.30	3.64	4.01	22.21	9.95	74.59	4.16	4.55	22.67	10.46
66.05	3.64	4.04	22.21	9.96	74.33	4.16	4.57	22.68	10.47
67.05	3.66	4.05	22.25	9.99	74.08	4.16	4.57	22.68	10.47
67.81	3.71	4.07	22.29	10.02	74.33	4.16	4.57	22.68	10.47
68.31	3.74	4.11	22.35	10.07	74.59	4.17	4.59	22.69	10.48
68.56	3.77	4.13	22.37	10.09	75.09	4.18	4.60	22.70	10.49
68.31	3.79	4.14	22.37	10.10	75.59	4.19	4.63	22.71	10.51
68.56	3.81	4.15	22.37	10.11	76.34	4.28	4.70	22.73	10.57
69.56	3.84	4.25	22.41	10.17	76.09	4.28	4.71	22.73	10.57
70.32	3.86	4.28	22.43	10.19	76.09	4.29	4.71	22.73	10.58
70.57	3.87	4.30	22.44	10.20	76.85	4.31	4.74	22.74	10.60
70.07	3.87	4.31	22.44	10.21	77.85	4.39	4.80	22.77	10.65
70.32	3.87	4.30	22.44	10.20	78.35	4.41	4.82	22.80	10.68
70.82	3.91	4.33	22.45	10.23	78.10	4.41	4.82	22.82	10.68
71.82	3.96	4.37	22.47	10.27	78.35	4.41	4.83	22.82	10.69
72.33	3.98	4.39	22.49	10.29	79.86	4.44	4.86	22.90	10.73
72.58	4.09	4.42	22.49	10.33	80.61	4.52	4.96	22.95	10.81

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK LA

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN LA					DATA PEMBEBANAN LA				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
80.36	4.54	4.98	22.95	10.82	87.64	5.00	5.55	23.41	11.32
80.11	4.54	4.98	22.96	10.83	88.65	5.09	5.60	23.43	11.37
80.86	4.58	5.03	22.98	10.86	89.90	5.13	5.64	23.45	11.41
81.87	4.61	5.06	23.00	10.89	89.90	5.15	5.71	23.46	11.44
82.37	4.62	5.10	23.02	10.91	89.65	5.15	5.71	23.46	11.44
81.87	4.63	5.13	23.04	10.93	90.16	5.17	5.73	23.48	11.46
81.87	4.63	5.14	23.04	10.94	91.41	5.22	5.78	23.51	11.50
83.12	4.65	5.18	23.09	10.97	92.16	5.28	5.82	23.54	11.55
84.13	4.74	5.25	23.14	11.04	91.41	5.29	5.83	23.54	11.55
84.13	4.79	5.27	23.15	11.07	92.42	5.32	5.84	23.58	11.58
83.88	4.82	5.28	23.16	11.09	93.17	5.37	5.87	23.62	11.62
84.13	4.84	5.28	23.16	11.09	93.67	5.39	5.95	23.66	11.67
85.38	4.86	5.31	23.18	11.12	93.42	5.39	5.95	23.66	11.67
85.89	4.89	5.36	23.19	11.15	93.17	5.39	5.96	23.67	11.67
85.89	4.90	5.41	23.20	11.17	93.92	5.40	6.03	23.69	11.71
85.64	4.91	5.42	23.21	11.18	94.68	5.42	6.04	23.71	11.72
86.39	4.93	5.46	23.23	11.21	94.68	5.52	6.05	23.72	11.76
87.90	4.97	5.52	23.37	11.29	94.68	5.53	6.05	23.72	11.77
88.15	4.98	5.54	23.41	11.31	94.42	5.55	6.06	23.72	11.78
87.64	4.99	5.54	23.41	11.31	95.18	5.59	6.07	23.74	11.80

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK LA

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN LA					DATA PEMBEBANAN LA				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
95.18	5.62	6.09	23.75	11.82	96.69	6.17	6.80	24.21	12.39
95.68	5.63	6.19	23.80	11.87	96.94	6.29	6.96	24.29	12.51
95.93	5.64	6.22	23.88	11.91	96.69	6.37	7.04	24.40	12.60
95.68	5.64	6.22	23.89	11.92	95.68	6.41	7.07	24.41	12.63
95.18	5.64	6.23	23.90	11.92	95.18	6.42	7.16	24.42	12.67
95.43	5.65	6.25	23.91	11.94	95.93	6.46	7.25	24.45	12.72
95.68	5.65	6.27	23.91	11.94	95.93	6.54	7.30	24.50	12.78
96.18	5.67	6.28	23.92	11.96	95.93	6.62	7.40	24.58	12.87
96.69	5.71	6.29	23.93	11.98	95.68	6.64	7.46	24.61	12.90
96.43	5.72	6.30	23.93	11.98	95.18	6.65	7.49	24.61	12.92
96.43	5.74	6.31	23.94	12.00	95.93	6.67	7.52	24.64	12.94
97.19	5.80	6.35	23.95	12.03	96.43	6.77	7.58	24.67	13.01
97.69	5.84	6.42	23.98	12.08	96.69	6.83	7.71	24.70	13.08
97.69	5.87	6.50	24.01	12.13	96.18	6.85	7.74	24.72	13.10
97.44	5.88	6.51	24.02	12.14	95.93	6.86	7.75	24.72	13.11
97.69	5.91	6.53	24.08	12.17	96.43	6.89	7.77	24.75	13.14
97.69	5.98	6.58	24.14	12.23	97.19	6.99	7.86	24.85	13.23
97.94	6.08	6.65	24.17	12.30	97.19	7.09	7.98	24.93	13.33
97.44	6.11	6.72	24.19	12.34	96.69	7.11	8.01	24.95	13.36
96.43	6.13	6.75	24.20	12.36	96.69	7.13	8.05	24.96	13.38

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK LA

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN LA					DATA PEMBEBANAN LA				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
97.69	7.19	8.11	24.99	13.43	99.20	8.49	9.60	25.94	14.68
97.69	7.29	8.27	25.03	13.53	98.69	8.58	9.67	25.97	14.74
96.94	7.32	8.29	25.05	13.55	98.44	8.60	9.72	25.99	14.77
97.44	7.35	8.31	25.13	13.60	99.95	8.72	9.87	26.11	14.90
98.19	7.46	8.48	25.22	13.72	98.95	8.80	10.00	26.17	14.99
97.44	7.57	8.54	25.24	13.78	99.20	8.85	10.03	26.21	15.03
96.69	7.59	8.56	25.26	13.80	99.95	9.00	10.25	26.31	15.19
97.19	7.63	8.63	25.30	13.85	98.69	9.06	10.30	26.41	15.26
97.94	7.74	8.76	25.39	13.96	99.45	9.12	10.37	26.43	15.31
97.69	7.84	8.81	25.44	14.03	99.95	9.22	10.56	26.51	15.43
97.19	7.86	8.84	25.45	14.05	98.69	9.29	10.58	26.60	15.49
97.69	7.90	8.90	25.46	14.09	99.95	9.36	10.74	26.68	15.59
98.44	7.94	8.99	25.48	14.14	99.70	9.48	10.86	26.73	15.69
98.44	8.01	9.06	25.54	14.20	98.95	9.53	10.89	26.75	15.72
97.69	8.07	9.09	25.62	14.26	100.45	9.68	11.09	26.95	15.91
98.19	8.10	9.14	25.64	14.29	99.20	9.73	11.24	26.98	15.98
98.69	8.20	9.31	25.68	14.40	99.95	9.83	11.31	27.05	16.06
98.44	8.31	9.34	25.73	14.46	99.95	9.91	11.50	27.22	16.21
97.69	8.34	9.39	25.75	14.49	98.95	9.95	11.55	27.23	16.24
98.95	8.39	9.49	25.82	14.57	100.45	10.05	11.62	27.28	16.32

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK LA

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN LA					DATA PEMBEBANAN LA				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
100.45	10.15	11.81	27.43	16.46	101.96	11.88	13.60	28.71	18.06
99.45	10.17	11.83	27.46	16.49	100.95	11.91	13.67	28.75	18.11
100.70	10.29	11.90	27.50	16.56	102.71	12.10	13.83	28.89	18.27
100.70	10.38	12.03	27.63	16.68	101.71	12.16	13.98	28.96	18.37
99.70	10.40	12.05	27.65	16.70	101.21	12.18	14.01	28.98	18.39
101.21	10.53	12.21	27.71	16.82	102.96	12.37	14.16	29.15	18.56
100.95	10.61	12.31	27.75	16.89	101.71	12.41	14.25	29.18	18.61
100.20	10.64	12.33	27.76	16.91	101.46	12.42	14.26	29.20	18.63
101.71	10.79	12.47	27.91	17.06	103.21	12.59	14.46	29.34	18.80
101.21	10.89	12.56	27.99	17.15	101.96	12.63	14.50	29.39	18.84
100.45	10.93	12.58	28.01	17.17	103.21	12.69	14.55	29.47	18.90
102.21	11.08	12.77	28.15	17.33	102.71	12.85	14.74	29.61	19.07
100.70	11.13	12.82	28.19	17.38	101.96	12.87	14.79	29.64	19.10
100.95	11.19	12.91	28.22	17.44	103.47	12.95	14.94	29.71	19.20
101.71	11.39	13.10	28.35	17.61	102.46	13.05	15.04	29.78	19.29
100.70	11.42	13.13	28.40	17.65	101.71	13.07	15.04	29.82	19.31
101.46	11.50	13.23	28.45	17.73	103.47	13.17	15.22	29.97	19.45
101.96	11.65	13.33	28.52	17.83	102.21	13.26	15.33	30.03	19.54
100.95	11.67	13.38	28.55	17.87	101.71	13.30	15.36	30.10	19.59
102.21	11.80	13.48	28.65	17.98	102.96	13.42	15.53	30.24	19.73

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK LA

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN LA					DATA PEMBEBANAN LA				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
101.96	13.44	15.61	30.32	19.79	104.72	14.91	17.63	31.92	21.49
101.96	13.47	15.71	30.39	19.86	103.97	14.93	17.72	31.96	21.54
103.21	13.64	15.84	30.46	19.98	105.98	15.14	17.96	32.18	21.76
101.96	13.65	15.94	30.54	20.04	104.72	15.18	18.03	32.21	21.81
103.21	13.71	16.04	30.64	20.13	105.98	15.31	18.10	32.25	21.89
102.96	13.85	16.19	30.75	20.26	105.47	15.42	18.29	32.42	22.04
102.21	13.87	16.24	30.80	20.30	104.72	15.46	18.32	32.46	22.08
103.21	13.91	16.30	30.89	20.37	106.73	15.62	18.51	32.62	22.25
103.21	14.07	16.49	30.97	20.51	105.47	15.67	18.62	32.70	22.33
102.46	14.08	16.49	31.01	20.53	105.73	15.69	18.69	32.72	22.37
103.47	14.12	16.58	31.11	20.60	106.73	15.88	18.87	32.88	22.54
103.72	14.19	16.74	31.24	20.72	105.47	15.91	18.97	32.92	22.60
102.96	14.23	16.77	31.25	20.75	106.48	15.99	19.05	32.98	22.67
104.72	14.37	16.93	31.34	20.88	106.48	16.12	19.23	33.16	22.84
103.97	14.45	17.04	31.44	20.98	105.47	16.14	19.29	33.18	22.87
103.21	14.47	17.06	31.46	21.00	107.23	16.30	19.39	33.26	22.98
104.97	14.64	17.26	31.60	21.17	106.48	16.39	19.52	33.35	23.09
104.22	14.69	17.32	31.69	21.23	105.73	16.41	19.54	33.38	23.11
103.47	14.71	17.37	31.70	21.26	107.48	16.57	19.74	33.48	23.26
104.97	14.86	17.52	31.86	21.41	106.48	16.63	19.80	33.55	23.33

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK LA

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN LA					DATA PEMBEBANAN LA				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
106.23	16.65	19.84	33.63	23.37	110.25	18.53	22.15	35.29	25.32
107.73	16.79	20.06	33.72	23.52	108.74	18.60	22.24	35.33	25.39
106.73	16.84	20.09	33.77	23.57	110.25	18.68	22.35	35.43	25.49
107.48	16.89	20.20	33.85	23.65	109.24	18.79	22.51	35.57	25.62
107.73	16.98	20.34	33.97	23.76	109.74	18.86	22.58	35.62	25.69
106.98	17.02	20.40	33.98	23.80	109.74	19.00	22.77	35.69	25.82
108.49	17.14	20.54	34.13	23.94	108.99	19.04	22.79	35.71	25.85
107.73	17.23	20.68	34.22	24.04	110.75	19.25	23.03	35.92	26.07
106.98	17.25	20.75	34.23	24.08	109.49	19.32	23.07	35.95	26.11
108.49	17.38	20.82	34.34	24.18	111.25	19.45	23.26	36.09	26.27
107.99	17.48	21.00	34.45	24.31	109.74	19.55	23.34	36.17	26.35
107.23	17.55	21.02	34.48	24.35	110.25	19.61	23.46	36.19	26.42
108.74	17.67	21.20	34.61	24.49	110.50	19.75	23.62	36.37	26.58
107.73	17.77	21.30	34.67	24.58	109.49	19.79	23.71	36.40	26.63
107.48	17.82	21.33	34.72	24.62	111.25	19.92	23.86	36.48	26.75
109.24	17.99	21.54	34.88	24.80	109.99	20.00	23.95	36.60	26.85
107.73	18.04	21.56	34.91	24.84	111.50	20.15	24.06	36.68	26.96
109.74	18.16	21.79	34.98	24.98	110.25	20.20	24.24	36.74	27.06
108.99	18.32	21.88	35.13	25.11	110.75	20.28	24.27	36.83	27.13
108.24	18.36	21.92	35.16	25.15	111.00	20.48	24.49	36.97	27.31

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK LA

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN LA					DATA PEMBEBANAN LA				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
109.99	20.52	24.53	37.00	27.35	112.00	22.82	27.19	38.78	29.60
111.75	20.66	24.74	37.16	27.52	110.50	22.86	27.28	38.87	29.67
110.25	20.74	24.82	37.22	27.59	111.00	22.94	27.35	38.90	29.73
110.75	20.84	24.92	37.28	27.68	111.50	23.13	27.54	39.05	29.91
111.00	20.95	25.09	37.42	27.82	109.99	23.16	27.59	39.07	29.94
109.74	21.02	25.19	37.44	27.88	112.00	23.31	27.76	39.17	30.08
111.75	21.23	25.44	37.65	28.11	111.00	23.39	27.86	39.20	30.15
109.99	21.34	25.51	37.69	28.18	111.75	23.49	27.96	39.27	30.24
111.00	21.41	25.65	37.80	28.29	112.00	23.62	28.12	39.39	30.38
110.50	21.59	25.78	37.90	28.42	110.75	23.64	28.20	39.42	30.42
109.99	21.63	25.85	37.92	28.47	112.76	23.80	28.33	39.51	30.55
111.00	21.82	26.08	38.11	28.67	111.75	23.91	28.45	39.64	30.67
109.99	21.87	26.17	38.13	28.72	111.75	23.97	28.54	39.66	30.72
111.50	22.02	26.32	38.23	28.86	112.26	24.11	28.74	39.80	30.88
110.25	22.13	26.46	38.31	28.97	111.25	24.16	28.76	39.83	30.92
111.00	22.21	26.53	38.40	29.05	112.76	24.37	28.91	39.91	31.06
110.25	22.39	26.70	38.44	29.18	111.50	24.41	29.00	39.93	31.11
109.99	22.41	26.74	38.46	29.20	112.76	24.49	29.09	40.04	31.21
111.00	22.59	26.97	38.65	29.40	112.26	24.63	29.27	40.15	31.35
110.25	22.62	27.02	38.68	29.44	111.50	24.65	29.29	40.17	31.37

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK LA

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN LA					DATA PEMBEBANAN LA				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
113.01	24.83	29.52	40.30	31.55	112.51	26.76	31.74	41.73	33.41
112.00	24.87	29.54	40.35	31.59	113.76	26.97	31.90	41.92	33.60
113.26	24.94	29.65	40.44	31.68	112.76	27.02	32.00	41.95	33.66
112.76	25.09	29.79	40.49	31.79	114.26	27.15	32.19	42.08	33.81
112.00	25.11	29.84	40.50	31.82	112.76	27.27	32.25	42.12	33.88
113.26	25.25	29.99	40.65	31.96	113.01	27.35	32.32	42.17	33.95
112.51	25.35	30.08	40.69	32.04	113.51	27.44	32.53	42.31	34.09
112.51	25.39	30.13	40.71	32.08	112.26	27.52	32.56	42.37	34.15
113.76	25.55	30.32	40.89	32.25	113.51	27.62	32.73	42.42	34.26
112.51	25.63	30.40	40.93	32.32	112.76	27.70	32.85	42.52	34.36
112.76	25.66	30.47	40.96	32.36	112.26	27.76	32.90	42.57	34.41
113.76	25.84	30.63	41.08	32.52	114.01	27.94	33.17	42.73	34.61
112.51	25.87	30.74	41.10	32.57	112.51	27.99	33.24	42.79	34.67
114.26	26.07	30.85	41.23	32.72	114.26	28.12	33.35	42.92	34.80
113.26	26.15	31.00	41.32	32.82	113.51	28.23	33.55	42.99	34.92
112.76	26.19	31.06	41.35	32.87	113.01	28.32	33.57	43.03	34.97
114.01	26.41	31.32	41.47	33.07	114.26	28.51	33.85	43.20	35.19
112.76	26.46	31.34	41.54	33.11	112.76	28.57	33.97	43.23	35.26
114.26	26.59	31.52	41.65	33.25	114.26	28.70	34.12	43.37	35.40
113.26	26.70	31.67	41.72	33.36	113.26	28.87	34.29	43.46	35.54

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK LA

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN LA					DATA PEMBEBANAN LA				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
114.26	29.02	34.48	43.60	35.70	112.26	32.18	38.18	45.80	38.72
112.76	29.22	34.65	43.69	35.85	113.26	32.31	38.29	45.89	38.83
113.76	29.36	34.80	43.81	35.99	113.51	32.64	38.69	46.11	39.15
112.76	29.55	35.02	43.91	36.16	112.00	32.68	38.72	46.14	39.18
113.76	29.65	35.13	44.00	36.26	114.01	32.90	38.98	46.28	39.39
112.76	29.84	35.32	44.13	36.43	113.01	33.12	39.24	46.40	39.59
114.26	29.99	35.51	44.22	36.57	111.75	33.14	39.28	46.45	39.62
113.01	30.13	35.71	44.35	36.73	114.26	33.51	39.63	46.67	39.94
114.77	30.33	35.92	44.46	36.90	112.26	33.61	39.75	46.69	40.02
113.01	30.40	36.05	44.54	37.00	114.01	33.80	39.96	46.86	40.21
115.02	30.61	36.29	44.67	37.19	112.76	33.96	40.20	46.99	40.38
113.01	30.70	36.42	44.76	37.29	111.75	34.06	40.27	47.04	40.46
114.77	30.90	36.58	44.89	37.46	113.26	34.30	40.59	47.17	40.69
113.26	31.01	36.75	44.96	37.57	111.75	34.37	40.71	47.21	40.76
114.26	31.13	36.89	45.10	37.71	114.01	34.60	41.02	47.44	41.02
113.01	31.35	37.11	45.17	37.88	111.75	34.70	41.19	47.50	41.13
114.26	31.45	37.29	45.33	38.02	113.01	34.86	41.38	47.64	41.29
113.01	31.68	37.56	45.45	38.23	112.00	35.09	41.63	47.79	41.50
113.01	31.81	37.68	45.50	38.33	111.75	35.16	41.75	47.84	41.58
114.26	32.13	38.04	45.75	38.64	112.51	35.41	42.09	48.06	41.85

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK LA

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN LA					DATA PEMBEBANAN LA				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
111.25	35.50	42.20	48.11	41.94	110.50	38.40	46.04	50.25	44.90
112.51	35.62	42.30	48.16	42.03	112.26	38.64	46.30	50.45	45.13
112.26	35.76	42.54	48.31	42.20	110.25	38.70	46.48	50.52	45.23
112.00	35.85	42.66	48.36	42.29	110.75	38.79	46.56	50.60	45.32
112.76	36.10	42.98	48.53	42.54	111.00	38.99	46.91	50.78	45.56
111.50	36.14	43.06	48.58	42.59	110.25	39.10	47.00	50.84	45.65
112.76	36.41	43.41	48.79	42.87	111.00	39.34	47.35	51.06	45.92
111.50	36.46	43.50	48.83	42.93	109.49	39.40	47.46	51.12	45.99
113.26	36.79	43.86	49.06	43.24	109.99	39.66	47.80	51.34	46.27
111.50	36.88	43.98	49.11	43.32	108.49	39.79	47.92	51.42	46.38
113.51	37.09	44.24	49.27	43.53	108.99	40.05	48.25	51.65	46.65
111.50	37.20	44.39	49.37	43.65	107.48	40.10	48.27	51.67	46.68
112.76	37.35	44.54	49.41	43.77	109.24	40.36	48.54	51.92	46.94
111.75	37.58	44.86	49.61	44.02	107.73	40.41	48.60	51.96	46.99
111.00	37.62	44.94	49.64	44.07	109.49	40.59	48.82	52.15	47.19
112.00	37.86	45.23	49.83	44.31	107.99	40.75	48.95	52.26	47.32
110.75	37.88	45.30	49.85	44.34	109.24	40.85	49.05	52.36	47.42
112.26	38.10	45.55	50.05	44.57	108.74	41.00	49.26	52.45	47.57
110.75	38.15	45.69	50.08	44.64	108.74	41.08	49.30	52.56	47.65
112.00	38.34	45.96	50.20	44.83	109.49	41.34	49.59	52.72	47.88

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK LA

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN LA					DATA PEMBEBANAN LA				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
108.49	41.37	49.67	52.79	47.94	110.75	44.25	53.45	55.05	50.92
109.99	41.62	49.98	52.99	48.20	109.74	44.31	53.51	55.10	50.97
108.74	41.67	50.00	53.05	48.24	111.25	44.51	53.79	55.31	51.20
110.50	41.88	50.27	53.22	48.46	110.25	44.59	53.89	55.34	51.27
109.24	42.00	50.35	53.28	48.54	111.25	44.84	54.26	55.52	51.54
111.00	42.17	50.57	53.43	48.72	110.75	44.92	54.34	55.61	51.62
109.24	42.28	50.75	53.50	48.84	111.00	45.22	54.71	55.80	51.91
110.50	42.43	50.95	53.65	49.01	112.00	45.35	54.88	55.89	52.04
109.24	42.57	51.14	53.72	49.14	110.75	45.55	55.14	56.07	52.25
111.00	42.68	51.29	53.87	49.28	112.51	45.76	55.40	56.22	52.46
109.49	42.87	51.52	53.95	49.45	110.50	45.83	55.54	56.27	52.55
110.25	42.91	51.72	54.07	49.57	112.00	46.15	55.92	56.51	52.86
109.99	43.14	51.97	54.20	49.77	110.50	46.23	56.02	56.59	52.95
110.50	43.28	52.18	54.30	49.92	112.51	46.49	56.39	56.83	53.24
109.74	43.46	52.43	54.44	50.11	110.75	46.59	56.51	56.89	53.33
111.00	43.58	52.58	54.56	50.24	112.51	46.88	56.90	57.12	53.63
109.99	43.79	52.82	54.67	50.43	110.75	46.98	57.02	57.17	53.72
109.49	43.82	52.88	54.70	50.47	112.26	47.27	57.38	57.40	54.02
110.50	44.02	53.13	54.88	50.68	110.75	47.35	57.51	57.46	54.11
109.49	44.07	53.19	54.91	50.72	112.26	47.62	57.92	57.72	54.42

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK LA

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN LA					DATA PEMBEBANAN LA				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
110.25	47.71	58.03	57.76	54.50	108.99	51.42	63.74	61.55	58.90
111.00	48.05	58.52	58.09	54.89	106.73	51.58	63.90	61.68	59.05
108.24	48.16	58.70	58.17	55.01	109.24	51.83	64.19	61.97	59.33
107.99	48.50	59.27	58.47	55.41	106.48	51.96	64.24	62.14	59.45
105.22	48.58	59.51	58.57	55.55	108.49	52.20	64.50	62.42	59.71
105.47	48.92	60.04	58.88	55.95	106.23	52.30	64.58	62.55	59.81
103.72	49.00	60.18	58.95	56.04	107.48	52.58	64.93	62.91	60.14
104.97	49.30	60.63	59.28	56.40	105.98	52.62	65.01	63.00	60.21
104.22	49.34	60.76	59.33	56.48	105.98	52.92	65.30	63.35	60.52
105.73	49.60	61.16	59.62	56.79	107.99	53.12	65.55	63.58	60.75
105.22	49.62	61.26	59.65	56.84	105.98	53.29	65.75	63.79	60.94
106.48	49.90	61.63	59.92	57.15	107.48	53.53	66.03	64.09	61.22
106.23	49.98	61.75	59.96	57.23	105.98	53.56	66.07	64.16	61.26
106.73	50.21	62.10	60.25	57.52	106.73	53.85	66.44	64.46	61.58
107.48	50.32	62.25	60.37	57.65	107.73	53.99	66.59	64.61	61.73
106.73	50.54	62.57	60.63	57.91	106.48	54.13	66.82	64.85	61.93
107.73	50.66	62.77	60.73	58.05	108.24	54.40	67.21	65.14	62.25
106.73	50.87	63.03	60.95	58.28	106.48	54.45	67.30	65.21	62.32
108.74	51.08	63.29	61.12	58.50	107.23	54.73	67.69	65.52	62.65
106.73	51.25	63.50	61.34	58.70	109.24	54.99	68.03	65.83	62.95

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK LA

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN LA					DATA PEMBEBANAN LA				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
106.73	55.07	68.15	65.93	63.05	110.50	59.14	73.22	70.07	67.48
107.99	55.31	68.51	66.20	63.34	109.49	59.18	73.28	70.12	67.53
109.24	55.45	68.70	66.38	63.51	110.25	59.46	73.63	70.39	67.83
107.48	55.64	68.98	66.63	63.75	110.50	59.55	73.77	70.51	67.94
107.23	56.37	69.61	67.04	64.34	109.99	59.79	74.02	70.74	68.18
106.48	56.43	69.68	67.06	64.39	112.00	59.95	74.28	70.93	68.39
108.24	56.70	70.01	67.34	64.68	110.25	60.08	74.47	71.14	68.56
108.49	56.82	70.12	67.45	64.80	112.51	60.34	74.79	71.39	68.84
108.24	57.05	70.42	67.69	65.05	109.99	60.47	74.91	71.52	68.97
109.74	57.21	70.60	67.90	65.24	111.75	60.81	75.34	71.88	69.34
108.24	57.34	70.82	68.07	65.41	111.75	60.90	75.53	71.99	69.47
110.50	57.60	71.18	68.35	65.71	111.00	61.24	75.93	72.33	69.83
108.24	57.70	71.25	68.42	65.79	113.01	61.52	76.30	72.60	70.14
109.74	57.96	71.64	68.73	66.11	110.50	61.64	76.48	72.78	70.30
108.24	58.02	71.72	68.82	66.19	112.00	61.98	76.91	73.12	70.67
109.24	58.29	72.08	69.12	66.50	110.50	62.07	77.01	73.18	70.75
109.74	58.36	72.21	69.21	66.59	111.50	62.37	77.46	73.56	71.13
109.49	58.60	72.52	69.48	66.87	111.00	62.47	77.57	73.64	71.23
111.25	58.81	72.78	69.68	67.09	111.25	62.74	77.95	73.97	71.55
109.24	58.92	72.94	69.84	67.23	112.76	62.88	78.14	74.12	71.71

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK LA

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN LA					DATA PEMBEBANAN LA				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
111.25	63.07	78.42	74.36	71.95	112.51	66.88	83.10	78.27	76.08
113.26	63.37	78.77	74.62	72.25	114.26	67.14	83.44	78.53	76.37
111.00	63.49	78.90	74.75	72.38	112.26	67.26	83.56	78.60	76.47
113.01	63.78	79.27	75.02	72.69	113.01	67.56	84.00	78.92	76.83
111.00	63.85	79.36	75.12	72.78	114.01	67.69	84.15	79.06	76.97
112.26	64.16	79.71	75.44	73.10	112.76	67.91	84.45	79.27	77.21
111.00	64.22	79.78	75.54	73.18	114.77	68.16	84.77	79.53	77.49
111.75	64.49	80.13	75.82	73.48	112.51	68.26	84.82	79.61	77.56
113.51	64.65	80.36	75.99	73.67	113.51	68.53	84.82	79.86	77.74
111.75	64.78	80.48	76.12	73.79	114.26	68.67	84.83	80.00	77.83
113.01	65.05	80.80	76.38	74.08	112.76	68.87	84.83	80.16	77.95
111.50	65.10	80.83	76.42	74.12	114.77	69.12	84.82	80.39	78.11
112.26	65.36	81.18	76.71	74.42	112.76	69.21	84.83	80.47	78.17
113.76	65.58	81.49	76.92	74.66	113.76	69.45	84.83	80.71	78.33
111.75	65.67	81.60	77.05	74.77	113.01	69.50	84.83	80.78	78.37
113.01	65.95	81.91	77.32	75.06	113.26	69.73	84.83	80.97	78.51
112.76	66.02	82.05	77.41	75.16	115.02	69.91	84.82	81.14	78.62
112.51	66.28	82.32	77.64	75.41	113.01	70.03	84.83	81.25	78.70
113.76	66.55	82.65	77.92	75.71	114.01	70.28	84.83	81.45	78.85
112.26	66.61	82.77	77.99	75.79	113.26	70.34	84.83	81.53	78.90

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK LA

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN LA					DATA PEMBEBANAN LA				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
113.51	70.57	84.82	81.73	79.04	113.76	74.53	84.83	85.37	81.58
115.02	70.77	84.83	81.91	79.17	115.27	74.83	84.83	85.64	81.77
113.26	70.86	84.82	82.06	79.25	113.26	74.91	84.83	85.73	81.82
114.52	71.14	84.83	82.28	79.42	114.26	75.24	84.83	86.02	82.03
113.76	71.24	84.83	82.35	79.47	114.52	75.34	84.83	86.10	82.09
114.01	71.51	84.82	82.60	79.64	113.51	75.60	84.83	86.35	82.26
115.27	71.68	84.83	82.81	79.77	115.77	75.90	84.82	86.60	82.44
113.26	71.83	84.83	82.89	79.85	113.26	76.01	84.83	86.68	82.51
114.52	72.09	84.82	83.16	80.02	114.52	76.36	84.83	87.02	82.74
113.51	72.17	84.82	83.24	80.08	114.52	76.45	84.83	87.11	82.80
114.52	72.51	84.82	83.52	80.28	114.01	76.78	84.83	87.38	83.00
115.02	72.62	84.82	83.66	80.37	115.77	77.06	84.83	87.64	83.18
113.76	72.83	84.83	83.85	80.50	113.51	77.15	84.83	87.72	83.23
114.77	73.09	84.83	84.07	80.66	114.52	77.46	84.82	88.05	83.44
113.76	73.18	84.82	84.15	80.72	115.77	77.68	84.83	88.18	83.56
114.01	73.46	84.83	84.41	80.90	113.76	77.88	84.82	88.40	83.70
115.52	73.65	84.83	84.58	81.02	115.02	78.20	84.83	88.69	83.91
113.51	73.82	84.83	84.73	81.13	115.52	78.35	84.83	88.88	84.02
114.52	74.13	84.83	85.02	81.33	113.76	78.57	84.83	89.07	84.16
115.02	74.28	84.83	85.13	81.41	115.02	78.88	84.83	89.36	84.36

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK LA

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN LA					DATA PEMBEBANAN LA				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
114.26	78.95	84.83	89.44	84.41	116.02	83.32	84.83	89.68	85.94
114.01	79.28	84.83	89.66	84.59	114.26	83.39	84.83	89.68	85.97
115.77	79.59	84.83	89.68	84.70	115.02	83.67	84.83	89.68	86.06
113.51	79.68	84.83	89.68	84.73	116.52	83.87	84.83	89.68	86.13
114.01	80.03	84.83	89.68	84.85	114.52	83.98	84.83	89.68	86.16
115.77	80.26	84.83	89.68	84.92	115.27	84.30	84.83	89.68	86.27
113.51	80.35	84.83	89.68	84.95	111.50	85.01	84.83	89.68	86.51
114.26	80.64	84.83	89.68	85.05	110.25	85.13	84.83	89.68	86.55
116.02	80.89	84.83	89.68	85.13	113.01	85.43	84.83	89.69	86.65
113.76	81.00	84.84	89.68	85.17	111.75	85.54	84.83	89.68	86.68
114.52	81.27	84.83	89.68	85.26	113.51	85.84	84.84	89.69	86.79
115.77	81.57	84.83	89.68	85.36	115.02	86.10	84.83	89.68	86.87
114.01	81.60	84.83	89.68	85.37	113.76	86.21	84.84	89.69	86.91
114.52	81.93	84.82	89.68	85.48	114.26	86.52	84.83	89.68	87.01
115.52	82.19	84.83	89.68	85.57	115.27	86.84	84.83	89.68	87.12
114.26	82.28	84.83	89.68	85.60	116.02	87.03	84.83	89.69	87.18
114.52	82.52	84.83	89.68	85.68	114.01	87.25	84.84	89.68	87.26
116.02	82.75	84.83	89.68	85.75	114.52	87.70	84.83	89.68	87.40
114.26	82.85	84.83	89.68	85.79	116.02	88.03	84.83	89.68	87.51
114.77	83.06	84.83	89.68	85.86	114.26	88.11	84.84	89.68	87.54

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK LA

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN LA					DATA PEMBEBANAN LA				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
114.77	88.42	84.83	89.68	87.64	116.52	93.34	84.83	89.69	89.29
115.77	88.75	84.84	89.68	87.76	117.53	93.55	84.84	89.69	89.36
115.27	88.86	84.84	89.69	87.80	115.77	93.74	84.83	89.68	89.42
114.77	89.15	84.83	89.69	87.89	116.78	93.85	84.83	89.68	89.45
115.77	89.48	84.83	89.69	88.00	118.03	93.86	84.84	89.68	89.46
116.52	89.66	84.84	89.69	88.06	115.52	93.85	84.84	89.68	89.46
114.77	89.89	84.83	89.68	88.13	116.52	93.85	84.83	89.68	89.45
116.02	90.26	84.83	89.68	88.26	118.03	93.85	84.84	89.69	89.46
116.52	90.43	84.84	89.69	88.32	116.27	93.85	84.83	89.69	89.46
115.02	90.65	84.84	89.69	88.39	116.52	93.85	84.83	89.69	89.46
115.77	90.95	84.83	89.69	88.49	117.53	93.85	84.83	89.68	89.45
117.28	91.19	84.83	89.68	88.57	116.52	93.85	84.83	89.69	89.46
115.02	91.35	84.84	89.69	88.63	116.52	93.85	84.83	89.69	89.46
115.77	91.66	84.83	89.68	88.72	117.28	93.86	84.84	89.69	89.46
117.53	91.97	84.83	89.68	88.83	117.78	93.85	84.83	89.69	89.46
115.27	92.09	84.83	89.68	88.87	116.52	93.85	84.83	89.68	89.45
115.77	92.37	84.84	89.68	88.96	117.78	93.85	84.84	89.68	89.46
116.52	92.65	84.83	89.68	89.05	118.78	93.86	84.84	89.69	89.46
117.28	92.85	84.83	89.69	89.12	116.52	93.85	84.84	89.69	89.46
115.77	93.06	84.84	89.68	89.19	117.28	93.86	84.83	89.69	89.46

LABORATORIUM MEKANIKA REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta Telp (0274)898472 esk. 3250

DATA UJI LENTUR BALOK LA

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon : Septian Indra Alfarizy 16511060
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 13 April 2021
Diuji Tanggal : 15 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN LA					DATA PEMBEBANAN LA				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
118.28	93.85	84.84	89.68	89.46	116.27	93.85	84.83	89.68	89.45
116.27	93.86	84.84	89.68	89.46	115.77	93.85	84.83	89.68	89.45
116.78	93.86	84.83	89.69	89.46	115.27	93.85	84.83	89.69	89.46
118.03	93.85	84.83	89.68	89.45	118.03	93.85	84.84	89.69	89.46
116.78	93.85	84.83	89.68	89.45	117.03	93.85	84.84	89.69	89.46
118.03	93.85	84.83	89.69	89.46	117.78	93.85	84.84	89.69	89.46
116.78	93.85	84.84	89.69	89.46	119.04	93.85	84.83	89.69	89.46
117.03	93.85	84.84	89.69	89.46	117.53	93.85	84.83	89.68	89.45
118.28	93.86	84.83	89.68	89.46	116.52	93.85	84.83	89.68	89.45
117.53	93.85	84.83	89.68	89.45	116.02	93.85	84.83	89.68	89.45
117.03	93.85	84.84	89.69	89.46	115.52	93.85	84.83	89.68	89.45
118.28	93.86	84.83	89.69	89.46	115.27	93.85	84.84	89.68	89.46
118.53	93.86	84.84	89.68	89.46	114.77	93.86	84.84	89.68	89.46
117.28	93.85	84.84	89.69	89.46	114.77	93.85	84.83	89.69	89.46
118.53	93.86	84.84	89.69	89.46	114.52	93.86	84.83	89.68	89.46
117.03	93.85	84.84	89.68	89.46	114.26	93.85	84.84	89.68	89.46
117.78	93.85	84.83	89.68	89.45	114.01	93.85	84.84	89.68	89.46
116.78	93.85	84.84	89.69	89.46	114.01	93.85	84.84	89.69	89.46
117.78	93.85	84.83	89.69	89.46	116.78	93.85	84.83	89.68	89.45
116.78	93.86	84.84	89.69	89.46	116.27	93.85	84.83	89.68	89.45

DATA UJI LENTUR BALOK LA

(BERDASARKAN SNI 03-4431-1997)

Pemohon	: Septian Indra Alfarizy 16511060	Dibuat Tanggal	: 13 April 2021
Instansi	: Teknik Sipil/FTSP/UII	Diuji Tanggal	: 15 Juni 2021
Pekerjaan	: Mahasiswa		
Lokasi	: Lab Struktur		

DATA PEMBEBANAN LA					DATA PEMBEBANAN LA				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	rata - rata
117.53	93.85	84.83	89.68	89.45	124.86	93.85	84.85	89.73	89.47
119.29	93.85	84.84	89.69	89.46	117.78	93.85	84.83	89.68	89.45
116.78	93.85	84.84	89.69	89.46	118.78	93.86	84.83	89.69	89.46
116.78	93.85	84.83	89.69	89.46	117.53	93.85	84.84	89.68	89.46
117.53	93.85	84.83	89.68	89.45	116.78	93.85	84.83	89.68	89.45
118.03	93.85	84.83	89.68	89.45	116.52	93.85	84.84	89.68	89.46
117.28	93.86	84.83	89.68	89.46	116.02	93.85	84.84	89.68	89.46
118.28	93.85	84.84	89.69	89.46	115.77	93.85	84.84	89.69	89.46
119.79	93.85	84.83	89.69	89.46	115.77	93.85	84.84	89.69	89.46
119.61	93.85	84.84	89.69	89.46	115.52	93.85	84.83	89.68	89.45
120.09	93.85	84.84	89.70	89.46	115.27	93.86	84.84	89.69	89.46
120.57	93.85	84.84	89.70	89.46	115.27	93.85	84.84	89.69	89.46
121.04	93.85	84.84	89.70	89.46	115.02	93.85	84.84	89.69	89.46
121.52	93.85	84.84	89.71	89.47	116.27	93.85	84.83	89.68	89.45
122.00	93.85	84.84	89.71	89.47	117.78	93.85	84.84	89.69	89.46
122.48	93.85	84.84	89.71	89.47	117.28	93.85	84.83	89.69	89.46
122.95	93.85	84.84	89.71	89.47	116.52	93.85	84.83	89.68	89.45
123.43	93.85	84.84	89.72	89.47	116.52	93.86	84.83	89.68	89.46
123.91	93.85	84.84	89.72	89.47	116.27	93.85	84.84	89.68	89.46
124.38	93.85	84.85	89.72	89.47	116.02	93.86	84.84	89.69	89.46

Yogyakarta, 29 September 2021
Kepala Lab Struktur

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

LAMPIRAN 7

Tabel Hasil Pengujian Geser

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Telp (0274)898472

DATA UJI GESER BALOK KG

Pemohon : Septian Indra Alfarizy (16511060)
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 14 April 2021
Diuji Tanggal : 17 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN KG					DATA PEMBEBANAN KG				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata
0	0	0	0	0.00	17.08	0.23	0.49	0.42	0.38
0.25	0	0	0	0.00	17.58	0.23	0.5	0.43	0.39
4.02	0	0.13	0.03	0.05	18.08	0.22	0.51	0.44	0.39
7.53	0.01	0.23	0.12	0.12	18.58	0.23	0.51	0.45	0.40
8.79	0.06	0.24	0.17	0.16	18.58	0.24	0.52	0.46	0.41
8.54	0.11	0.25	0.2	0.19	18.58	0.24	0.52	0.46	0.41
8.54	0.12	0.24	0.2	0.19	19.59	0.44	0.53	0.47	0.48
9.79	0.21	0.25	0.22	0.23	20.59	0.44	0.56	0.51	0.50
11.05	0.21	0.27	0.26	0.25	21.35	0.45	0.59	0.52	0.52
11.8	0.21	0.34	0.29	0.28	22.1	0.45	0.62	0.53	0.53
12.81	0.22	0.37	0.32	0.30	22.1	0.47	0.67	0.53	0.56
13.56	0.22	0.41	0.34	0.32	22.1	0.46	0.68	0.54	0.56
14.31	0.22	0.42	0.34	0.33	22.35	0.47	0.67	0.54	0.56
14.57	0.22	0.44	0.35	0.34	22.85	0.47	0.69	0.55	0.57
15.07	0.22	0.46	0.35	0.34	23.36	0.48	0.69	0.55	0.57
15.57	0.22	0.46	0.36	0.35	23.61	0.49	0.7	0.56	0.58
15.82	0.22	0.47	0.36	0.35	24.11	0.5	0.71	0.57	0.59
15.57	0.22	0.47	0.36	0.35	24.36	0.52	0.71	0.57	0.60
16.07	0.22	0.48	0.37	0.36	24.86	0.53	0.71	0.62	0.62
16.83	0.22	0.48	0.39	0.36	25.36	0.54	0.72	0.66	0.64

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Telp (0274)898472

DATA UJI GESER BALOK KG

Pemohon : Septian Indra Alfarizy (16511060)
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 14 April 2021
Diuji Tanggal : 17 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN KG					DATA PEMBEBANAN KG				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata
25.62	0.55	0.74	0.67	0.65	28.38	0.91	1.02	0.89	0.94
25.87	0.7	0.76	0.71	0.72	28.63	0.92	1.02	0.9	0.95
25.87	0.7	0.77	0.75	0.74	28.63	0.92	1.03	0.91	0.95
25.87	0.71	0.8	0.77	0.76	28.38	0.92	1.03	0.92	0.96
25.62	0.71	0.8	0.76	0.76	29.13	0.93	1.04	1.01	0.99
26.12	0.73	0.8	0.77	0.77	29.13	0.93	1.04	1.01	0.99
26.37	0.75	0.81	0.78	0.78	29.63	0.94	1.04	1.02	1.00
26.87	0.76	0.81	0.78	0.78	29.63	0.94	1.06	1.03	1.01
27.12	0.77	0.83	0.78	0.79	29.88	0.95	1.08	1.03	1.02
27.12	0.77	0.85	0.79	0.80	30.14	0.95	1.11	1.04	1.03
27.12	0.78	0.89	0.79	0.82	30.64	0.97	1.13	1.05	1.05
27.37	0.79	0.92	0.8	0.84	30.64	0.98	1.15	1.06	1.06
27.12	0.8	0.94	0.82	0.85	30.89	0.98	1.15	1.07	1.07
27.12	0.88	0.95	0.82	0.88	30.89	0.98	1.16	1.08	1.07
27.12	0.88	0.97	0.83	0.89	30.89	0.98	1.16	1.09	1.08
27.37	0.9	0.98	0.84	0.91	31.14	0.98	1.18	1.09	1.08
27.37	0.89	0.98	0.85	0.91	31.14	0.98	1.18	1.1	1.09
27.37	0.9	1	0.86	0.92	31.39	0.99	1.19	1.1	1.09
27.88	0.91	1.01	0.87	0.93	31.64	0.99	1.2	1.11	1.10
28.38	0.91	1.01	0.88	0.93	31.64	0.98	1.21	1.11	1.10

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Telp (0274)898472

DATA UJI GESER BALOK KG

Pemohon : Septian Indra Alfarizy (16511060)
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 14 April 2021
Diuji Tanggal : 17 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN KG					DATA PEMBEBANAN KG				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata
31.64	0.98	1.21	1.11	1.10	35.16	1.26	1.45	1.33	1.35
31.39	0.98	1.21	1.12	1.10	35.16	1.27	1.46	1.34	1.36
31.89	0.99	1.21	1.12	1.11	35.41	1.27	1.46	1.34	1.36
32.14	0.99	1.21	1.13	1.11	35.66	1.26	1.47	1.35	1.36
32.4	0.99	1.22	1.14	1.12	35.66	1.26	1.47	1.37	1.37
32.4	0.99	1.23	1.18	1.13	35.41	1.27	1.58	1.46	1.44
32.9	1	1.24	1.19	1.14	35.41	1.34	1.65	1.48	1.49
33.15	1	1.26	1.21	1.16	35.41	1.46	1.68	1.49	1.54
33.4	1	1.32	1.22	1.18	35.66	1.46	1.68	1.49	1.54
33.65	1	1.36	1.22	1.19	35.91	1.46	1.7	1.5	1.55
33.4	1	1.37	1.23	1.20	35.91	1.46	1.71	1.5	1.56
33.65	1	1.37	1.24	1.20	36.16	1.46	1.71	1.52	1.56
33.9	1	1.37	1.24	1.20	36.41	1.46	1.72	1.52	1.57
34.15	1.01	1.38	1.25	1.21	36.41	1.46	1.72	1.52	1.57
34.15	1.02	1.39	1.26	1.22	36.66	1.47	1.72	1.52	1.57
34.66	1.26	1.4	1.29	1.32	36.92	1.47	1.73	1.53	1.58
34.4	1.27	1.41	1.29	1.32	36.92	1.47	1.74	1.53	1.58
34.4	1.26	1.42	1.3	1.33	37.17	1.48	1.75	1.54	1.59
34.4	1.27	1.42	1.3	1.33	37.67	1.48	1.77	1.55	1.60
34.66	1.27	1.44	1.32	1.34	37.92	1.48	1.78	1.55	1.60

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Telp (0274)898472

DATA UJI GESER BALOK KG

Pemohon : Septian Indra Alfarizy (16511060)
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 14 April 2021
Diuji Tanggal : 17 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN KG					DATA PEMBEBANAN KG				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata
37.92	1.49	1.78	1.55	1.61	41.69	1.79	1.98	1.78	1.85
38.42	1.5	1.8	1.56	1.62	41.94	1.8	1.99	1.78	1.86
38.67	1.72	1.8	1.56	1.69	42.19	1.81	2	1.79	1.87
38.93	1.71	1.81	1.56	1.69	42.19	1.81	2	1.79	1.87
38.93	1.71	1.81	1.57	1.70	42.19	1.95	2	1.8	1.92
39.18	1.71	1.82	1.57	1.70	42.19	1.95	2.01	1.8	1.92
39.43	1.71	1.83	1.59	1.71	42.19	1.95	2.01	1.8	1.92
39.43	1.71	1.83	1.62	1.72	42.69	1.95	2.01	1.81	1.92
39.18	1.71	1.84	1.66	1.74	42.94	1.95	2.02	1.85	1.94
39.18	1.71	1.84	1.66	1.74	43.45	1.95	2.03	1.9	1.96
39.43	1.71	1.86	1.67	1.75	43.45	1.96	2.03	1.92	1.97
39.93	1.72	1.91	1.69	1.77	43.95	1.96	2.06	1.92	1.98
40.18	1.73	1.92	1.7	1.78	43.95	1.97	2.15	1.94	2.02
40.18	1.76	1.94	1.72	1.81	44.45	1.97	2.15	1.95	2.02
40.43	1.77	1.95	1.73	1.82	44.45	1.99	2.17	1.97	2.04
40.68	1.77	1.95	1.74	1.82	44.95	2	2.18	1.98	2.05
40.68	1.77	1.95	1.75	1.82	43.45	2.03	2.25	2.12	2.13
40.68	1.78	1.95	1.76	1.83	43.45	2.02	2.25	2.14	2.14
41.19	1.78	1.96	1.77	1.84	43.95	2.03	2.25	2.14	2.14
41.44	1.79	1.98	1.78	1.85	43.7	2.02	2.25	2.14	2.14

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Telp (0274)898472

DATA UJI GESER BALOK KG

Pemohon : Septian Indra Alfarizy (16511060)
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 14 April 2021
Diuji Tanggal : 17 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN KG					DATA PEMBEBANAN KG				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata
43.95	2.02	2.26	2.14	2.14	47.71	2.24	2.48	2.26	2.33
44.2	2.04	2.26	2.16	2.15	47.71	2.25	2.48	2.26	2.33
44.45	2.05	2.27	2.16	2.16	47.71	2.25	2.49	2.27	2.34
44.95	2.12	2.38	2.18	2.23	47.97	2.26	2.49	2.27	2.34
44.95	2.12	2.39	2.19	2.23	48.22	2.26	2.49	2.29	2.35
45.45	2.13	2.4	2.19	2.24	48.22	2.26	2.5	2.3	2.35
45.71	2.15	2.4	2.21	2.25	48.47	2.27	2.52	2.3	2.36
45.71	2.21	2.42	2.22	2.28	48.47	2.27	2.58	2.31	2.39
45.96	2.22	2.42	2.22	2.29	48.72	2.28	2.59	2.32	2.40
45.96	2.23	2.43	2.22	2.29	48.72	2.3	2.6	2.32	2.41
45.96	2.23	2.44	2.23	2.30	48.72	2.33	2.63	2.32	2.43
46.21	2.23	2.45	2.23	2.30	48.72	2.37	2.64	2.33	2.45
46.46	2.23	2.46	2.23	2.31	48.47	2.45	2.65	2.33	2.48
46.71	2.24	2.46	2.24	2.31	48.97	2.45	2.67	2.34	2.49
46.71	2.24	2.47	2.24	2.32	49.47	2.46	2.7	2.35	2.50
46.71	2.24	2.46	2.24	2.31	49.47	2.45	2.71	2.44	2.53
46.46	2.24	2.46	2.24	2.31	49.97	2.46	2.72	2.45	2.54
46.96	2.24	2.47	2.24	2.32	50.48	2.46	2.74	2.48	2.56
47.21	2.24	2.47	2.24	2.32	50.98	2.45	2.75	2.5	2.57
47.21	2.24	2.48	2.25	2.32	51.48	2.46	2.76	2.53	2.58

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Telp (0274)898472

DATA UJI GESER BALOK KG

Pemohon : Septian Indra Alfarizy (16511060)
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 14 April 2021
Diuji Tanggal : 17 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN KG					DATA PEMBEBANAN KG				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata
51.73	2.47	2.78	2.56	2.60	57.26	3.16	3.35	3.07	3.19
52.24	2.48	2.81	2.57	2.62	57.76	3.19	3.38	3.11	3.23
52.24	2.49	2.81	2.58	2.63	58.26	3.21	3.38	3.13	3.24
51.98	2.48	2.81	2.57	2.62	58.76	3.22	3.4	3.15	3.26
51.98	2.75	2.84	2.58	2.72	58.51	3.23	3.43	3.2	3.29
52.74	2.74	2.92	2.59	2.75	58.26	3.22	3.44	3.21	3.29
53.49	2.74	2.93	2.62	2.76	59.27	3.23	3.47	3.24	3.31
53.99	2.78	2.94	2.68	2.80	59.77	3.23	3.48	3.26	3.32
54.5	2.8	2.96	2.73	2.83	60.27	3.24	3.5	3.27	3.34
55	2.81	3	2.78	2.86	60.52	3.25	3.59	3.32	3.39
55.5	2.9	3.02	2.79	2.90	61.02	3.25	3.65	3.39	3.43
55.5	2.91	3.06	2.81	2.93	61.28	3.26	3.69	3.43	3.46
55	2.92	3.13	2.84	2.96	61.28	3.48	3.69	3.46	3.54
54.5	2.92	3.15	2.92	3.00	61.78	3.48	3.7	3.47	3.55
54.75	2.93	3.16	2.94	3.01	61.78	3.48	3.72	3.49	3.56
55.25	2.95	3.17	2.99	3.04	61.78	3.48	3.73	3.5	3.57
55.75	2.97	3.21	3.01	3.06	61.53	3.49	3.73	3.5	3.57
56.25	2.99	3.24	3.02	3.08	61.78	3.49	3.76	3.52	3.59
56.5	3	3.25	3.03	3.09	62.28	3.51	3.8	3.54	3.62
57.01	3.03	3.28	3.04	3.12	62.53	3.53	3.84	3.56	3.64

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Telp (0274)898472

DATA UJI GESER BALOK KG

Pemohon : Septian Indra Alfarizy (16511060)
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 14 April 2021
Diuji Tanggal : 17 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN KG					DATA PEMBEBANAN KG				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata
62.78	3.55	3.88	3.58	3.67	68.06	3.95	4.31	4.05	4.10
63.28	3.55	3.91	3.58	3.68	68.06	3.95	4.34	4.05	4.11
63.54	3.57	3.93	3.6	3.70	67.81	3.95	4.35	4.06	4.12
64.04	3.74	3.93	3.7	3.79	68.56	3.95	4.36	4.06	4.12
64.04	3.74	3.95	3.72	3.80	68.81	3.97	4.39	4.09	4.15
64.54	3.74	3.96	3.75	3.82	69.31	4	4.46	4.14	4.20
64.54	3.73	4	3.76	3.83	69.56	4.02	4.47	4.17	4.22
65.04	3.73	4.03	3.77	3.84	69.81	4.03	4.48	4.19	4.23
65.29	3.73	4.06	3.78	3.86	70.32	4.15	4.5	4.23	4.29
65.04	3.74	4.08	3.79	3.87	70.32	4.16	4.51	4.23	4.30
65.04	3.74	4.08	3.79	3.87	70.57	4.19	4.54	4.24	4.32
65.54	3.74	4.14	3.8	3.89	70.57	4.21	4.56	4.25	4.34
65.8	3.75	4.16	3.82	3.91	70.57	4.22	4.59	4.26	4.36
66.3	3.76	4.17	3.83	3.92	70.57	4.23	4.64	4.27	4.38
66.55	3.77	4.19	3.9	3.95	71.07	4.24	4.7	4.34	4.43
66.8	3.93	4.21	3.95	4.03	71.32	4.25	4.73	4.4	4.46
67.3	3.93	4.23	3.99	4.05	71.32	4.28	4.74	4.5	4.51
67.55	3.93	4.25	4.02	4.07	71.32	4.44	4.8	4.53	4.59
67.81	3.94	4.26	4.04	4.08	71.32	4.47	4.85	4.56	4.63
68.31	3.94	4.27	4.04	4.08	71.32	4.48	4.93	4.6	4.67

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Telp (0274)898472

DATA UJI GESER BALOK KG

Pemohon : Septian Indra Alfarizy (16511060)
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 14 April 2021
Diuji Tanggal : 17 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN KG					DATA PEMBEBANAN KG				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata
71.32	4.5	4.95	4.7	4.72	68.56	5.44	6.09	6.1	5.88
71.07	4.58	4.98	4.77	4.78	67.81	5.45	6.15	6.14	5.91
70.82	4.66	4.99	4.8	4.82	67.81	5.45	6.17	6.17	5.93
71.07	4.69	5.03	4.83	4.85	68.31	5.46	6.2	6.23	5.96
71.32	4.69	5.15	4.89	4.91	68.31	5.46	6.24	6.25	5.98
71.07	4.7	5.19	5.01	4.97	68.81	5.47	6.28	6.27	6.01
70.07	4.73	5.27	5.11	5.04	68.81	5.5	6.3	6.36	6.05
69.56	4.77	5.4	5.26	5.14	69.06	5.71	6.42	6.46	6.20
69.31	4.95	5.45	5.28	5.23	69.06	5.72	6.44	6.5	6.22
69.31	4.95	5.5	5.34	5.26	69.06	5.73	6.49	6.53	6.25
69.56	4.95	5.52	5.39	5.29	69.31	5.73	6.51	6.59	6.28
69.56	4.97	5.54	5.46	5.32	69.06	5.73	6.52	6.61	6.29
69.06	4.98	5.59	5.48	5.35	69.31	5.74	6.56	6.71	6.34
69.06	4.98	5.61	5.51	5.37	69.56	5.77	6.66	6.74	6.39
69.56	5.02	5.71	5.58	5.44	69.81	5.8	6.69	6.76	6.42
69.81	5.14	5.73	5.67	5.51	70.07	5.87	6.74	6.81	6.47
69.56	5.15	5.76	5.73	5.55	70.32	5.89	6.76	6.84	6.50
69.06	5.18	5.94	5.85	5.66	70.57	5.9	6.77	6.92	6.53
68.56	5.24	5.98	6	5.74	70.82	5.91	6.82	6.97	6.57
68.31	5.42	6.02	6.06	5.83	70.32	5.91	6.86	7	6.59

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Telp (0274)898472

DATA UJI GESER BALOK KG

Pemohon : Septian Indra Alfarizy (16511060)
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 14 April 2021
Diuji Tanggal : 17 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN KG					DATA PEMBEBANAN KG				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata
70.32	5.91	6.88	7.02	6.60	52.49	7.38	8.76	9.62	8.59
71.07	5.92	6.94	7.06	6.64	51.98	7.43	8.92	9.77	8.71
71.07	5.93	6.97	7.09	6.66	50.98	7.45	8.97	9.82	8.75
71.32	6.19	6.99	7.18	6.79	50.98	7.46	9	9.88	8.78
71.32	6.19	7.03	7.25	6.82	52.24	7.71	9.22	10.18	9.04
71.57	6.21	7.19	7.28	6.89	51.98	7.71	9.29	10.24	9.08
50.98	6.98	8.22	8.96	8.05	52.99	7.86	9.43	10.43	9.24
49.97	7	8.26	9.03	8.10	46.96	8.17	9.91	11.11	9.73
49.72	7	8.27	9.05	8.11	46.21	8.17	9.98	11.2	9.78
49.47	7	8.3	9.05	8.12	47.71	8.44	10.14	11.4	9.99
49.97	7.01	8.34	9.06	8.14	47.21	8.46	10.24	11.58	10.09
50.23	7.03	8.39	9.08	8.17	47.21	8.5	10.44	11.77	10.24
50.48	7.04	8.44	9.17	8.22	46.21	8.73	10.68	12.12	10.51
50.73	7.05	8.45	9.22	8.24	45.96	8.75	10.72	12.21	10.56
50.98	7.16	8.47	9.26	8.30	47.21	8.93	10.97	12.47	10.79
51.23	7.16	8.51	9.29	8.32	46.21	8.94	11	12.53	10.82
51.48	7.18	8.55	9.34	8.36	47.71	9.17	11.15	12.69	11.00
51.23	7.2	8.64	9.41	8.42	48.22	9.23	11.24	12.85	11.11
50.98	7.21	8.65	9.42	8.43	47.71	9.24	11.25	12.89	11.13
52.24	7.31	8.7	9.5	8.50	49.47	9.3	11.42	13.01	11.24

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Telp (0274)898472

DATA UJI GESER BALOK KG

Pemohon : Septian Indra Alfarizy (16511060)
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 14 April 2021
Diuji Tanggal : 17 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN KG

Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata-rata
49.72	9.43	11.47	13.19	11.36
49.72	9.44	11.52	13.23	11.40
50.98	9.6	11.7	13.43	11.58
49.22	9.68	11.86	13.6	11.71
50.73	9.71	12.06	13.91	11.89
49.97	9.94	12.21	14.04	12.06
52.24	10.13	12.46	14.35	12.31
50.73	10.18	12.56	14.49	12.41
52.74	10.43	12.83	14.81	12.69
51.73	10.44	12.93	14.9	12.76
53.74	10.71	13.22	15.25	13.06
55	10.78	13.39	15.5	13.22
52.74	10.97	13.62	15.84	13.48
54.24	11.36	13.95	16.26	13.86

Yogyakarta, 29 September 2021

Kepala Lab Struktur

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

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Telp (0274)898472

DATA UJI GESER BALOK GA

Pemohon : Septian Indra Alfarizy (16511060)
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 14 April 2021
Diuji Tanggal : 17 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN GA					DATA PEMBEBANAN GA				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata
0	0	0	0	0.00	4.02	0.09	0.01	0.01	0.04
0.25	0	0	0	0.00	7.03	0.14	0.02	0.11	0.09
0.25	0	0	0	0.00	9.04	0.18	0.04	0.14	0.12
0.25	0	0	0	0.00	8.79	0.18	0.04	0.15	0.12
0.25	0	0	0	0.00	9.29	0.17	0.04	0.15	0.12
0.25	0	0	0	0.00	10.05	0.19	0.04	0.17	0.13
0.25	0	0	0	0.00	11.05	0.21	0.17	0.2	0.19
1.26	0	0	0	0.00	11.8	0.27	0.18	0.21	0.22
1.26	0	0	0	0.00	12.31	0.28	0.19	0.22	0.23
4.27	0.08	0.02	0.01	0.04	13.06	0.28	0.2	0.21	0.23
4.27	0.09	0.01	0.01	0.04	13.56	0.29	0.2	0.23	0.24
4.27	0.09	0.02	0.01	0.04	13.81	0.3	0.21	0.24	0.25
4.02	0.08	0.01	0.01	0.03	14.31	0.3	0.21	0.33	0.28
4.02	0.08	0.01	0.01	0.03	14.57	0.31	0.22	0.35	0.29
4.02	0.09	0.01	0.01	0.04	14.82	0.31	0.22	0.34	0.29
4.02	0.08	0.02	0.01	0.04	14.82	0.31	0.22	0.35	0.29
4.02	0.08	0.01	0.01	0.03	14.82	0.3	0.22	0.35	0.29
4.02	0.09	0.01	0.01	0.04	14.82	0.3	0.22	0.35	0.29
4.02	0.08	0.02	0.01	0.04	14.82	0.31	0.22	0.36	0.30
4.02	0.09	0.01	0.01	0.04	15.07	0.3	0.22	0.36	0.29

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Telp (0274)898472

DATA UJI GESER BALOK GA

Pemohon : Septian Indra Alfarizy (16511060)
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 14 April 2021
Diuji Tanggal : 17 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN GA					DATA PEMBEBANAN GA				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata
15.07	0.31	0.22	0.36	0.30	19.34	0.37	0.38	0.42	0.39
15.32	0.31	0.22	0.36	0.30	19.59	0.37	0.38	0.41	0.39
15.57	0.32	0.22	0.37	0.30	19.59	0.38	0.4	0.42	0.40
15.57	0.31	0.22	0.37	0.30	19.59	0.37	0.4	0.42	0.40
15.32	0.31	0.22	0.37	0.30	19.84	0.38	0.41	0.42	0.40
16.07	0.32	0.22	0.37	0.30	20.09	0.38	0.41	0.42	0.40
16.32	0.34	0.22	0.37	0.31	20.34	0.38	0.42	0.42	0.41
16.57	0.35	0.23	0.38	0.32	20.59	0.38	0.42	0.43	0.41
16.83	0.35	0.22	0.38	0.32	21.09	0.38	0.42	0.43	0.41
16.83	0.36	0.22	0.39	0.32	21.09	0.39	0.42	0.43	0.41
17.08	0.36	0.23	0.39	0.33	21.6	0.39	0.44	0.43	0.42
17.33	0.36	0.23	0.39	0.33	21.85	0.39	0.44	0.43	0.42
17.58	0.36	0.23	0.39	0.33	22.1	0.39	0.45	0.44	0.43
17.83	0.37	0.24	0.4	0.34	22.1	0.39	0.45	0.44	0.43
18.08	0.36	0.23	0.4	0.33	22.1	0.39	0.45	0.43	0.42
18.08	0.36	0.24	0.4	0.33	22.6	0.41	0.45	0.44	0.43
18.33	0.37	0.36	0.41	0.38	23.1	0.52	0.46	0.44	0.47
18.33	0.37	0.37	0.41	0.38	23.36	0.53	0.46	0.44	0.48
18.33	0.37	0.37	0.41	0.38	24.11	0.55	0.47	0.45	0.49
19.09	0.37	0.37	0.41	0.38	24.36	0.57	0.47	0.47	0.50

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Telp (0274)898472

DATA UJI GESER BALOK GA

Pemohon : Septian Indra Alfarizy (16511060)
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 14 April 2021
Diuji Tanggal : 17 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN GA					DATA PEMBEBANAN GA				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata
24.61	0.61	0.67	0.59	0.62	31.39	0.8	0.71	0.83	0.78
25.11	0.61	0.68	0.62	0.64	31.39	0.81	0.72	0.85	0.79
25.87	0.62	0.67	0.63	0.64	32.14	0.83	0.81	0.86	0.83
25.87	0.62	0.68	0.64	0.65	32.14	0.83	0.82	0.86	0.84
26.37	0.62	0.68	0.64	0.65	32.9	0.83	0.84	0.87	0.85
26.62	0.62	0.68	0.64	0.65	33.15	0.84	0.9	0.87	0.87
26.62	0.63	0.68	0.65	0.65	33.4	0.85	0.91	0.88	0.88
26.62	0.63	0.68	0.64	0.65	33.65	0.86	0.91	0.88	0.88
27.37	0.63	0.68	0.64	0.65	33.9	0.87	0.92	0.89	0.89
28.13	0.64	0.69	0.65	0.66	34.4	0.88	0.92	0.89	0.90
28.38	0.64	0.68	0.65	0.66	34.4	0.91	0.91	0.89	0.90
28.63	0.64	0.69	0.66	0.66	34.91	0.94	0.92	0.91	0.92
28.88	0.64	0.69	0.66	0.66	34.66	0.96	0.93	0.92	0.94
29.13	0.65	0.68	0.66	0.66	34.91	1	0.95	0.94	0.96
29.63	0.65	0.69	0.66	0.67	34.91	1.07	0.96	0.97	1.00
29.88	0.67	0.69	0.67	0.68	35.16	1.07	1.01	0.98	1.02
30.14	0.68	0.69	0.68	0.68	34.91	1.07	1.02	0.99	1.03
30.64	0.7	0.69	0.8	0.73	34.66	1.08	1.03	1	1.04
30.89	0.71	0.7	0.81	0.74	35.16	1.08	1.03	1	1.04
31.39	0.75	0.7	0.82	0.76	35.66	1.08	1.04	1.01	1.04

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Telp (0274)898472

DATA UJI GESER BALOK GA

Pemohon : Septian Indra Alfarizy (16511060)
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 14 April 2021
Diuji Tanggal : 17 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN GA					DATA PEMBEBANAN GA				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata
35.66	1.09	1.11	1.02	1.07	39.43	1.34	1.21	1.14	1.23
35.91	1.1	1.12	1.04	1.09	39.93	1.36	1.22	1.16	1.25
35.91	1.1	1.13	1.06	1.10	39.68	1.37	1.22	1.16	1.25
36.16	1.11	1.13	1.07	1.10	40.18	1.38	1.23	1.17	1.26
36.16	1.13	1.14	1.07	1.11	40.43	1.38	1.42	1.17	1.32
36.41	1.14	1.14	1.08	1.12	40.68	1.39	1.43	1.18	1.33
36.66	1.15	1.14	1.08	1.12	40.93	1.39	1.43	1.18	1.33
36.92	1.15	1.13	1.09	1.12	41.19	1.4	1.44	1.19	1.34
37.17	1.16	1.14	1.09	1.13	41.69	1.41	1.44	1.2	1.35
37.42	1.17	1.14	1.1	1.14	39.93	1.51	1.46	1.43	1.47
37.67	1.17	1.15	1.09	1.14	39.68	1.51	1.46	1.43	1.47
38.17	1.27	1.15	1.1	1.17	40.43	1.52	1.47	1.44	1.48
38.42	1.3	1.16	1.11	1.19	40.93	1.52	1.48	1.44	1.48
38.42	1.3	1.17	1.11	1.19	40.93	1.53	1.49	1.45	1.49
38.17	1.3	1.17	1.11	1.19	41.44	1.54	1.6	1.45	1.53
38.42	1.31	1.17	1.11	1.20	41.94	1.59	1.67	1.46	1.57
38.93	1.32	1.19	1.12	1.21	42.44	1.61	1.67	1.46	1.58
39.18	1.32	1.19	1.12	1.21	42.44	1.61	1.67	1.48	1.59
39.43	1.33	1.2	1.12	1.22	42.94	1.62	1.67	1.47	1.59
39.43	1.34	1.21	1.13	1.23	42.69	1.62	1.68	1.49	1.60

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Telp (0274)898472

DATA UJI GESER BALOK GA

Pemohon : Septian Indra Alfarizy (16511060)
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 14 April 2021
Diuji Tanggal : 17 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN GA					DATA PEMBEBANAN GA				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata
43.19	1.62	1.68	1.52	1.61	48.47	2.08	2.01	1.89	1.99
43.7	1.62	1.68	1.55	1.62	48.72	2.09	2.02	1.88	2.00
43.7	1.64	1.69	1.56	1.63	48.97	2.1	2.1	1.89	2.03
43.19	1.63	1.69	1.57	1.63	49.22	2.1	2.1	1.9	2.03
43.95	1.64	1.7	1.62	1.65	48.97	2.11	2.11	1.9	2.04
44.45	1.64	1.69	1.64	1.66	49.22	2.11	2.11	1.91	2.04
44.95	1.65	1.7	1.65	1.67	49.97	2.14	2.11	1.93	2.06
45.45	1.72	1.71	1.65	1.69	49.97	2.17	2.12	1.95	2.08
45.45	1.74	1.81	1.65	1.73	50.23	2.17	2.12	1.96	2.08
45.96	1.8	1.83	1.66	1.76	50.48	2.18	2.12	1.96	2.09
46.21	1.82	1.89	1.67	1.79	50.73	2.19	2.13	1.97	2.10
45.96	1.85	1.9	1.67	1.81	50.98	2.2	2.13	1.98	2.10
45.45	1.89	1.91	1.81	1.87	50.98	2.25	2.14	2	2.13
45.45	1.91	1.91	1.83	1.88	51.23	2.28	2.14	2.02	2.15
45.2	1.92	1.91	1.83	1.89	51.48	2.29	2.15	2.06	2.17
45.96	1.95	1.92	1.85	1.91	51.73	2.29	2.21	2.08	2.19
46.96	1.98	1.93	1.86	1.92	51.98	2.3	2.23	2.1	2.21
46.96	2.04	1.95	1.87	1.95	51.98	2.31	2.24	2.1	2.22
47.71	2.07	1.99	1.87	1.98	51.98	2.31	2.24	2.1	2.22
48.22	2.08	2	1.87	1.98	51.98	2.31	2.25	2.1	2.22

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Telp (0274)898472

DATA UJI GESER BALOK GA

Pemohon : Septian Indra Alfarizy (16511060)
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 14 April 2021
Diuji Tanggal : 17 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN GA					DATA PEMBEBANAN GA				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata
52.49	2.32	2.26	2.11	2.23	55.75	2.62	2.62	2.37	2.54
52.99	2.32	2.34	2.11	2.26	56	2.62	2.64	2.39	2.55
52.99	2.35	2.35	2.12	2.27	56.25	2.62	2.65	2.4	2.56
52.99	2.36	2.37	2.13	2.29	56	2.63	2.65	2.4	2.56
53.24	2.37	2.38	2.14	2.30	56.25	2.63	2.65	2.4	2.56
53.24	2.38	2.38	2.22	2.33	56.76	2.64	2.66	2.41	2.57
53.49	2.38	2.38	2.23	2.33	57.26	2.69	2.67	2.42	2.59
53.49	2.39	2.39	2.24	2.34	57.76	2.74	2.68	2.43	2.62
53.74	2.4	2.41	2.24	2.35	58.26	2.77	2.69	2.44	2.63
53.99	2.41	2.43	2.26	2.37	58.26	2.82	2.71	2.46	2.66
53.99	2.5	2.44	2.28	2.41	58.76	2.84	2.82	2.61	2.76
53.74	2.51	2.45	2.29	2.42	59.02	2.85	2.87	2.61	2.78
53.49	2.52	2.45	2.28	2.42	58.51	2.85	2.88	2.62	2.78
53.99	2.53	2.45	2.3	2.43	58.76	2.86	2.88	2.62	2.79
54.24	2.54	2.48	2.31	2.44	59.77	2.86	2.89	2.63	2.79
54.5	2.58	2.59	2.32	2.50	60.27	2.87	2.9	2.63	2.80
54.75	2.6	2.59	2.32	2.50	60.77	2.89	2.9	2.64	2.81
55	2.6	2.6	2.33	2.51	61.02	2.92	2.9	2.64	2.82
55.25	2.61	2.6	2.34	2.52	61.53	2.94	2.91	2.64	2.83
55.5	2.61	2.62	2.35	2.53	61.28	2.95	2.92	2.65	2.84

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Telp (0274)898472

DATA UJI GESER BALOK GA

Pemohon : Septian Indra Alfarizy (16511060)
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 14 April 2021
Diuji Tanggal : 17 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN GA					DATA PEMBEBANAN GA				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata
61.28	2.96	2.91	2.65	2.84	69.31	3.37	3.42	3.08	3.29
61.53	2.97	2.91	2.65	2.84	69.31	3.39	3.45	3.09	3.31
62.28	3.02	2.92	2.66	2.87	69.06	3.39	3.44	3.08	3.30
63.03	3.1	2.95	2.66	2.90	69.06	3.39	3.45	3.09	3.31
63.28	3.12	3.12	2.7	2.98	70.07	3.43	3.46	3.1	3.33
63.79	3.13	3.14	2.88	3.05	70.57	3.54	3.48	3.11	3.38
64.04	3.13	3.15	2.89	3.06	71.07	3.55	3.49	3.12	3.39
63.79	3.13	3.15	2.89	3.06	71.32	3.56	3.51	3.14	3.40
63.79	3.14	3.15	2.89	3.06	71.82	3.57	3.62	3.19	3.46
64.54	3.15	3.15	2.9	3.07	71.82	3.6	3.65	3.2	3.48
65.04	3.16	3.16	2.91	3.08	72.07	3.63	3.68	3.28	3.53
65.8	3.2	3.18	2.92	3.10	72.07	3.63	3.68	3.35	3.55
65.8	3.23	3.2	2.93	3.12	71.82	3.63	3.68	3.35	3.55
66.05	3.29	3.21	2.94	3.15	72.33	3.64	3.69	3.37	3.57
65.54	3.29	3.23	2.94	3.15	72.58	3.65	3.69	3.38	3.57
65.8	3.3	3.23	2.96	3.16	72.58	3.67	3.7	3.38	3.58
66.8	3.31	3.25	2.99	3.18	73.08	3.74	3.71	3.39	3.61
67.81	3.33	3.37	3.02	3.24	73.58	3.76	3.72	3.4	3.63
68.31	3.34	3.38	3.03	3.25	74.33	3.84	3.75	3.41	3.67
68.81	3.36	3.38	3.06	3.27	74.59	3.86	3.82	3.41	3.70

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Telp (0274)898472

DATA UJI GESER BALOK GA

Pemohon : Septian Indra Alfarizy (16511060)
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 14 April 2021
Diuji Tanggal : 17 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN GA					DATA PEMBEBANAN GA				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata
74.33	3.86	3.83	3.42	3.70	80.11	4.17	4.14	3.81	4.04
74.33	3.86	3.83	3.41	3.70	80.61	4.19	4.14	3.83	4.05
75.34	3.87	3.84	3.43	3.71	80.86	4.22	4.15	3.85	4.07
75.84	3.88	3.88	3.44	3.73	81.11	4.3	4.16	3.87	4.11
76.59	3.89	3.9	3.47	3.75	81.62	4.31	4.33	3.87	4.17
76.85	3.96	3.91	3.56	3.81	81.87	4.32	4.38	3.88	4.19
77.1	3.99	3.92	3.59	3.83	80.11	4.34	4.39	3.91	4.21
76.85	4	3.92	3.61	3.84	79.11	4.39	4.48	4.1	4.32
76.59	4	3.93	3.61	3.85	78.85	4.39	4.49	4.11	4.33
76.59	4	3.93	3.63	3.85	79.36	4.4	4.49	4.11	4.33
77.6	4.08	3.94	3.65	3.89	80.11	4.42	4.5	4.13	4.35
78.1	4.1	4.06	3.67	3.94	80.86	4.43	4.51	4.13	4.36
78.35	4.11	4.09	3.68	3.96	81.37	4.54	4.55	4.14	4.41
78.6	4.11	4.11	3.69	3.97	81.87	4.55	4.62	4.15	4.44
79.11	4.11	4.12	3.71	3.98	81.87	4.55	4.63	4.19	4.46
79.61	4.13	4.12	3.72	3.99	81.87	4.55	4.64	4.21	4.47
79.61	4.13	4.13	3.75	4.00	81.87	4.56	4.64	4.21	4.47
79.61	4.14	4.13	3.78	4.02	82.37	4.56	4.67	4.23	4.49
79.36	4.14	4.13	3.78	4.02	82.87	4.57	4.68	4.27	4.51
79.61	4.15	4.13	3.79	4.02	83.38	4.59	4.69	4.33	4.54

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Telp (0274)898472

DATA UJI GESER BALOK GA

Pemohon : Septian Indra Alfarizy (16511060)
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 14 April 2021
Diuji Tanggal : 17 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN GA					DATA PEMBEBANAN GA				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata
83.88	4.62	4.7	4.34	4.55	89.15	5.11	5.17	4.89	5.06
84.13	4.64	4.7	4.36	4.57	89.65	5.12	5.17	4.9	5.06
84.88	4.66	4.71	4.38	4.58	90.16	5.13	5.19	4.91	5.08
85.13	4.76	4.73	4.44	4.64	91.16	5.15	5.39	4.93	5.16
84.88	4.77	4.72	4.45	4.65	91.41	5.21	5.41	4.94	5.19
84.38	4.77	4.73	4.46	4.65	91.66	5.29	5.43	5.02	5.25
85.13	4.78	4.73	4.47	4.66	91.41	5.3	5.45	5.1	5.28
86.14	4.83	4.91	4.54	4.76	90.91	5.3	5.45	5.11	5.29
86.64	4.85	4.93	4.57	4.78	91.41	5.32	5.46	5.12	5.30
87.14	4.86	4.93	4.58	4.79	91.91	5.32	5.49	5.13	5.31
87.39	4.86	4.93	4.59	4.79	92.67	5.36	5.62	5.17	5.38
87.39	4.87	4.93	4.61	4.80	92.67	5.52	5.64	5.35	5.50
87.14	4.87	4.94	4.61	4.81	92.92	5.54	5.66	5.37	5.52
86.89	4.88	4.94	4.61	4.81	92.42	5.54	5.67	5.38	5.53
87.9	4.88	4.94	4.64	4.82	92.16	5.54	5.69	5.39	5.54
88.65	4.99	4.95	4.67	4.87	92.67	5.55	5.7	5.41	5.55
89.15	5.06	5.16	4.71	4.98	93.42	5.57	5.71	5.44	5.57
89.4	5.1	5.16	4.81	5.02	94.17	5.61	5.73	5.46	5.60
89.9	5.11	5.17	4.86	5.05	94.68	5.63	5.85	5.6	5.69
89.4	5.11	5.17	4.89	5.06	94.93	5.65	5.87	5.61	5.71

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Telp (0274)898472

DATA UJI GESER BALOK GA

Pemohon : Septian Indra Alfarizy (16511060)
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 14 April 2021
Diuji Tanggal : 17 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN GA					DATA PEMBEBANAN GA				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata
95.18	5.67	5.92	5.63	5.74	99.7	6.37	6.68	6.41	6.49
94.93	5.77	5.92	5.64	5.78	99.2	6.39	6.73	6.42	6.51
94.93	5.78	5.93	5.64	5.78	100.2	6.42	6.77	6.45	6.55
95.68	5.8	5.95	5.67	5.81	101.21	6.55	6.91	6.6	6.69
96.18	5.84	5.97	5.69	5.83	100.7	6.62	6.97	6.66	6.75
96.94	5.85	6.08	5.74	5.89	100.45	6.67	7.09	6.7	6.82
97.44	5.87	6.1	5.84	5.94	99.45	6.69	7.16	6.74	6.86
97.19	5.88	6.17	5.88	5.98	100.45	6.76	7.18	6.82	6.92
96.69	5.89	6.17	5.9	5.99	100.7	6.85	7.31	6.9	7.02
96.94	5.9	6.17	5.91	5.99	101.21	7	7.43	7.09	7.17
97.94	6.01	6.18	5.93	6.04	100.2	7.03	7.45	7.11	7.20
98.95	6.07	6.21	6.01	6.10	99.95	7.04	7.5	7.12	7.22
99.2	6.09	6.39	6.07	6.18	100.2	7.06	7.54	7.13	7.24
99.2	6.1	6.4	6.11	6.20	101.21	7.1	7.62	7.15	7.29
98.69	6.11	6.4	6.12	6.21	101.96	7.14	7.65	7.27	7.35
98.44	6.11	6.4	6.12	6.21	101.46	7.25	7.86	7.41	7.51
99.45	6.13	6.41	6.13	6.22	100.95	7.3	7.87	7.45	7.54
100.45	6.27	6.5	6.15	6.31	101.21	7.32	7.9	7.47	7.56
100.7	6.34	6.64	6.38	6.45	102.21	7.37	7.96	7.53	7.62
100.45	6.35	6.66	6.39	6.47	102.21	7.48	8.13	7.63	7.75

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Telp (0274)898472

DATA UJI GESER BALOK GA

Pemohon : Septian Indra Alfarizy (16511060)
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 14 April 2021
Diuji Tanggal : 17 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN GA					DATA PEMBEBANAN GA				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata
101.71	7.56	8.21	7.81	7.86	102.46	8.61	9.65	9.07	9.11
100.95	7.57	8.22	7.83	7.87	103.21	8.64	9.66	9.09	9.13
101.21	7.58	8.25	7.84	7.89	104.22	8.8	9.8	9.33	9.31
101.96	7.63	8.39	7.87	7.96	103.97	8.86	9.92	9.37	9.38
102.71	7.78	8.41	8.05	8.08	102.96	8.87	9.94	9.38	9.40
102.46	7.83	8.62	8.12	8.19	103.21	8.88	9.96	9.45	9.43
101.46	7.85	8.63	8.13	8.20	104.47	9.01	10.15	9.62	9.59
101.96	7.86	8.63	8.14	8.21	104.47	9.09	10.23	9.71	9.68
103.21	7.9	8.65	8.26	8.27	103.47	9.09	10.29	9.73	9.70
103.47	8.01	8.86	8.35	8.41	103.47	9.1	10.36	9.76	9.74
102.71	8.09	8.94	8.4	8.48	104.97	9.28	10.45	9.87	9.87
101.96	8.11	8.95	8.45	8.50	104.97	9.33	10.58	10.07	9.99
102.71	8.12	8.97	8.58	8.56	103.97	9.34	10.66	10.09	10.03
103.72	8.23	9.11	8.62	8.65	103.72	9.35	10.67	10.09	10.04
103.72	8.31	9.19	8.67	8.72	105.47	9.44	10.68	10.13	10.08
102.71	8.33	9.22	8.77	8.77	105.47	9.56	10.84	10.18	10.19
102.46	8.33	9.36	8.82	8.84	104.72	9.58	10.9	10.33	10.27
103.72	8.44	9.42	8.89	8.92	104.22	9.58	10.91	10.35	10.28
104.22	8.57	9.48	9.04	9.03	105.73	9.71	10.93	10.39	10.34
103.21	8.59	9.65	9.06	9.10	105.73	9.8	11.13	10.58	10.50

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Telp (0274)898472

DATA UJI GESER BALOK GA

Pemohon : Septian Indra Alfarizy (16511060)
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 14 April 2021
Diuji Tanggal : 17 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN GA					DATA PEMBEBANAN GA				
Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata	Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata
105.47	9.83	11.17	10.61	10.54	106.73	11.34	12.75	12.02	12.04
104.72	9.85	11.22	10.62	10.56	107.23	11.52	12.92	12.13	12.19
105.47	9.87	11.24	10.66	10.59	106.23	11.58	12.94	12.15	12.22
106.48	10.06	11.39	10.85	10.77	105.73	11.59	12.95	12.16	12.23
105.98	10.11	11.45	10.91	10.82	106.48	11.61	13.08	12.18	12.29
104.97	10.13	11.46	10.93	10.84	107.23	11.8	13.16	12.37	12.44
105.47	10.15	11.62	10.97	10.91	107.23	11.84	13.22	12.43	12.50
106.73	10.33	11.71	11.13	11.06	106.48	11.9	13.37	12.45	12.57
106.48	10.37	11.91	11.26	11.18	105.98	11.92	13.39	12.52	12.61
105.47	10.47	11.93	11.3	11.23	107.73	12.05	13.43	12.6	12.69
104.72	10.5	11.94	11.3	11.25	107.99	12.12	13.62	12.8	12.85
105.73	10.56	11.98	11.33	11.29	107.23	12.26	13.68	12.85	12.93
106.73	10.7	12.15	11.4	11.42	106.48	12.27	13.69	12.86	12.94
105.98	10.82	12.18	11.56	11.52	106.98	12.31	13.69	12.87	12.96
105.47	10.82	12.21	11.59	11.54	107.99	12.37	13.93	13.1	13.13
106.48	10.9	12.34	11.62	11.62	106.73	12.54	14.04	13.19	13.26
106.73	11.04	12.46	11.74	11.75	105.22	12.56	14.14	13.25	13.32
106.48	11.12	12.61	11.84	11.86	106.73	12.6	14.17	13.38	13.38
105.73	11.15	12.62	11.86	11.88	105.22	12.81	14.39	13.65	13.62
105.73	11.26	12.7	11.88	11.95	99.95	12.91	14.69	14.04	13.88

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Kampus : Jalan Kaliurang Km 14,4 Telp (0274)898472

DATA UJI GESER BALOK GA

Pemohon : Septian Indra Alfarizy (16511060)
Instansi : Teknik Sipil/FTSP/UII
Pekerjaan : Mahasiswa
Lokasi : Lab Struktur

Dibuat Tanggal : 14 April 2021
Diuji Tanggal : 17 Juni 2021

DATA PEMBEBANAN GA

Beban (kN)	LVDT Barat (mm)	LVDT Tengah (mm)	LVDT Timur (mm)	Rata -rata
99.2	12.93	14.69	14.08	13.90
100.2	13.05	14.84	14.23	14.04
97.94	13.27	15.13	14.67	14.36
94.68	13.31	15.15	14.86	14.44
93.42	13.35	15.35	14.95	14.55
93.17	13.51	15.4	15.12	14.68
92.67	13.59	15.62	15.36	14.86
91.16	13.67	15.74	15.59	15.00
90.16	13.71	15.84	15.65	15.07
91.91	13.84	15.93	15.88	15.22
86.89	14.08	16.28	16.34	15.57
84.88	14.11	16.4	16.58	15.70
84.63	14.15	16.42	16.63	15.73

Yogyakarta, 29 September 2021

Kepala Lab Struktur

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