



**PENGUKURAN REGANGAN, LENDUTAN, & LEBAR RETAK
MENGUNAKAN METODE *DIGITAL IMAGE CORRELATION* PADA
BALOK DEDNGAN BERBAGAI DIAMETER TULANGAN**

*diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana pada
program studi Teknik Sipil.*

SKRIPSI

Oleh

**Berliana Asprilla Hadi
201910301114**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN
TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
JEMBER
2024**

PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan limpahan anugerah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Dengan terselesaikannya skripsi ini saya ingin mengucapkan terimakasih dan mempersembahkan skripsi ini kepada:

1. Allah SWT dengan segala rahmat dan ridho-Nya yang selalu memberikan saya yang terbaik dalam proses penyusunan skripsi ini.
2. Kedua orang tua saya Akhmad Hadi Siswoko dan Yeni Astutik, serta adik saya Bening Nisryna Masayu yang senantiasa mendoakan untuk segala kebaikan dan kelancaran dalam setiap langkah saya, memberikan dukungan dan kasih sayang, serta menyediakan segala fasilitas yang dibutuhkan.
3. Dosen pembimbing saya, Bapak Dr. Erno Widayanto, S.T., M.T., dan Bapak Dr. Ketut Aswatama Wiswamitra, S.T., M.T. yang telah meluangkan waktu, usaha, dan perhatian, serta bimbingan hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
4. Kepada semua pihak yang telah membantu keberhasilan, mendokan yang terbaik, dan mendukung saya dalam pengerjaan skripsi ini seperti Bapak Leman yang telah membantu perakitan tulangan benda uji saya, teman-teman *Geng Abu Ampas Tebu* yang telah membantu pembuatan *mix design* benda uji saya, teman-teman *Geng Penelitian Pak Krisna* yang telah membantu pengujian benda uji saya, Mas Andra dan Mas Aldi yang telah membimbing pengerjaan metode pada penelitian saya, teman kontrakan G31 dan Kheisa yang selalu mendukung dan mendoakan kebaikan untuk saya, serta seluruh sahabat-sahabat saya yang selalu memberi dukungan dan doa terbaiknya untuk saya.
5. Teman-teman Teknik Sipil angkatan 2020 yang telah saling membantu dan memberikan semangat serta pengalaman berharga selama perkuliahan.

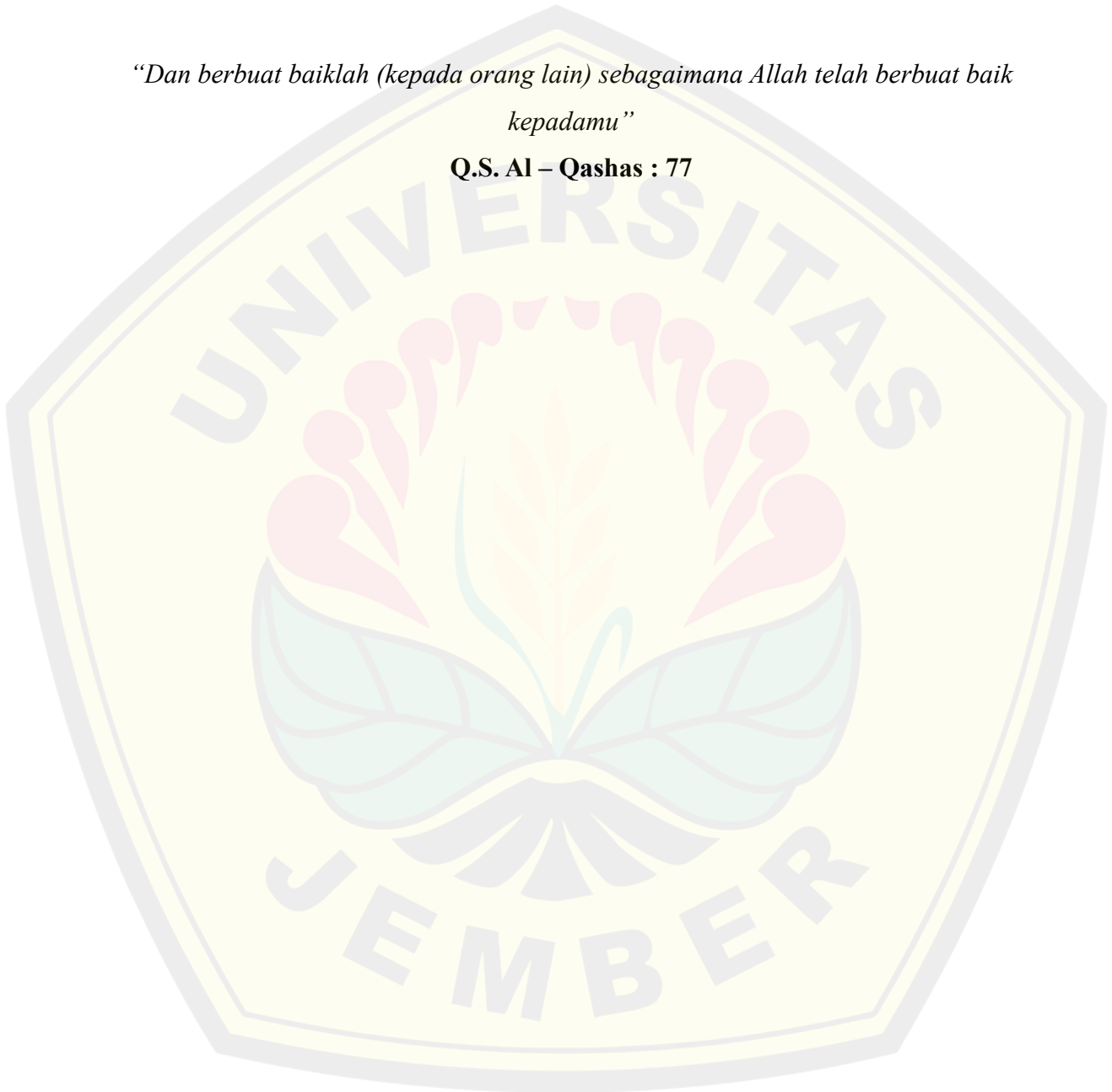
MOTTO

“Sesungguhnya jika kamu bersyukur, pasti Kami akan menambah (nikmat) kepadamu”

Q.S. Al – Ibrahim: 7

“Dan berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah telah berbuat baik kepadamu”

Q.S. Al – Qashas : 77



PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Berliana Asprilla Hadi

NIM : 201910301114

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: *Pengukuran Regangan, Lendutan, & Lebar Retak Menggunakan Metode Digital Image Correlation pada Balok dengan Berbagai Diameter Tulangan* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan skripsi ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Januari 2024

Yang menyatakan,



Berliana Asprilla Hadi

NIM 201910301114

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul *Pengukuran Regangan, Lendutan, & Lebar Retak Menggunakan Metode Digital Image Correlation pada Balok dengan Berbagai Diameter Tulangan* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada:

Hari : Selasa
Tanggal : 09 Januari 2024
Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Pembimbing

1. Pembimbing Utama

Nama : Dr. Erno Widayanto, S.T., M.T.

NIP : 197004191998031002

2. Pembimbing Anggota

Nama : Dr. Ketut Aswatama Wiswamitra, S.T., M.T.

NIP : 197007132000121001

Tanda Tangan

()

()

Penguji

1. Penguji Utama

Nama : Ir. Dwi Nurtanto, S.T., M.T.

NIP : 197007132000121001

2. Penguji Anggota

Nama : Nanin Meyfa Utami, S.T., M.T.

NIP : 19860511202312029

()

()

ABSTRAK

Metode *Digital Image Correlation* (DIC) merupakan metode alternatif dalam penelitian konstruksi, memungkinkan pengukuran yang akurat dengan biaya rendah hanya menggunakan kamera dan perangkat lunak. Penelitian ini fokus pada analisis lendutan, regangan, dan lebar retak pada balok beton bertulang menggunakan metode *Digital Image Correlation* (DIC). Akurasi metode ini dievaluasi dengan membandingkan hasil pengukuran dengan metode pengukuran alat dan rumus teoritis. Diameter tulangan dengan luas tulangan sama yang menghasilkan lendutan, regangan, dan lebar retak lebih kecil juga dianalisis untuk mendapat tulangan dengan diameter berapa yang lebih efektif. Hasil analisis menunjukkan tingkat akurasi metode *Digital Image Correlation* (DIC) yang kuat, terbukti selaras dengan rumus teoritis dan metode pengukuran alat. Diameter tulangan 10 dengan dua tulangan terbukti lebih efisien, menghasilkan nilai lendutan, regangan, dan lebar retak lebih sedikit dibandingkan dengan diameter lain.

Kata kunci: Metode *Digital Image Correlation*, Lendutan, Regangan, Lebar retak, Diameter tulangan

ABSTRAK

The Digital Image Correlation (DIC) method serves as an alternative approach in construction research, enabling precise measurements at a low cost using only a camera and software. This study focuses on analyzing the deflection, strain, and crack width in reinforced concrete beams using the Digital Image Correlation (DIC) method. The accuracy of this method is assessed by comparing measurement results with instrumental measurements and theoretical formulas. Additionally, an analysis is conducted to determine the most effective diameter of reinforcements, with the same cross-sectional area, to achieve smaller deflection, strain, and crack width. The analysis results indicate a robust accuracy level of the Digital Image Correlation (DIC) method, aligning well with theoretical formulas and instrumental measurements. A diameter 10 reinforcement with two bars proves to be more efficient, resulting in lower deflection, strain, and crack width compared to other diameters.

Keywords: Digital Image Correlation Method, Deflection, Strain, Crack Width, Reinforcement Diameter

RINGKASAN

Pengukuran Regangan, Lendutan, & Lebar Retak Menggunakan Metode Digital Image Correlation pada Balok dengan Berbagai Diameter Tulangan; Berliana Asprilla Hadi; 201910301114; halaman 65; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Metode *Digital Image Correlation* adalah alternatif metode yang dapat mempermudah penelitian-penelitian dalam dunia konstruksi dengan metode pengukuran yang hanya menggunakan kamera dan perangkat lunak untuk mendapatkan hasil pengukuran yang akurat dengan biaya rendah.

Penelitian ini akan menganalisis nilai hasil pengukuran lendutan, regangan, dan lebar retak menggunakan metode *Digital Image Correlation* pada balok beton bertulang. Selanjutnya hasil pengukuran menggunakan metode *Digital Image Correlation* akan dianalisis tingkat akurasi dengan data hasil pengukuran menggunakan metode pengukuran alat dan rumus teoritis. Penelitian ini juga akan menganalisis berapa diameter tulangan dengan luas tulangan sama yang menghasilkan lendutan, regangan, dan lebar retak lebih kecil juga dianalisis untuk mendapat tulangan dengan diameter berapa yang lebih efektif.

Hasil analisis menunjukkan tingkat akurasi metode DIC yang kuat dan selaras dengan nilai rumus teoritis dan nilai dari pengukuran alat. Selain itu juga didapatkan diameter tulangan 10 dengan jumlah tulangan sebanyak dua yang lebih efisien dengan nilai lendutan, regangan, dan lebar retak lebih sedikit dari diameter lain.

PRAKATA

Segala puja dan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas segala limpahan anugerah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Pemanfaatan Abu Ampas Tebu dan Abu Batu terhadap Sifat Mekanik Beton”. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu menyelesaikan pendidikan strata 1 (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember. Penyusun tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Bapak Dr. Ketut Aswatama Wiswamitra, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan dan Kepala Program Studi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M. selaku Dosen Pembimbing Akademik selama menjadi mahasiswa.
4. Bapak Dr. Erno Widayanto, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Bapak Dr. Ketut Aswatama Wiswamitra, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak Ir. Dwi Nurtanto, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji Utama, dan Nanin Meyfa Utami, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji Anggota yang telah memberikan saran dan pembelajaran untuk perbaikan tugas akhir ini.
6. Seluruh Dosen Teknik Sipil Universitas Jember yang telah memberikan semua ilmu dan pembelajaran selama ini.
7. Almamater Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.
8. Semua pihak yang turut berperan serta dalam penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

DAFTAR ISI

PERSEMBAHAN.....	ii
MOTTO	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRAK.....	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR NOTASI.....	1
DAFTAR LAMPIRAN	4
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2. TINJAUAN TEORI.....	5
2.1 Kajian Literatur	5
2.2 Penelitian Terdahulu	5
2.3 Analisa Hasil Menggunakan Metode Digital Image Correlation.....	7
2.3.1. ZEISS Inspect 2023 Software	7
2.3.2. ZEISS Inspect Correlate 2023 Software.....	8
2.4 Pengujian Benda Uji.....	8
2.4.1. Uji Kuat Tekan	8
2.4.2. Pengujian Forth-Point Loading	9
2.5 Persamaan Korelasi	12
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....	13
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	13
3.2 Populasi dan Sampel/Subyek Penelitian	13
3.3 Prosedur Penelitian.....	14
3.4 Pengumpulan Data Penelitian	14
3.4.1. Pembuatan Benda Uji	14
3.4.2. Pengujian Benda Uji	15

3.5 Metode Analisis.....	17
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	18
4.1 Data Hasil Metode Digital Image Correlation (DIC).....	18
4.1.1. <i>Data Hasil Lendutan Metode Digital Image Correlation (DIC)</i> 18	
4.1.2. <i>Data Hasil Regangan Metode Digital Image Correlation (DIC)</i> 22	
4.1.3. <i>Data Hasil Lebar Retak Metode Digital Image Correlation (DIC)</i>	27
4.2 Data Hasil Analisis Metode Digital Image Correlation (DIC) dengan Metode Pengukuran Alat.....	30
4.2.1. <i>Data Hasil Analisis Lendutan Beton Balok Bertulang Menggunakan Metode Digital Image Correlation (DIC) dengan Metode Pengukuran Alat</i>	30
4.2.2. <i>Data Hasil Analisis Regangan Beton Balok Bertulang Menggunakan Metode Digital Image Correlation (DIC) dengan Metode Pengukuran Alat</i>	34
4.2.3. <i>Data Hasil Analisis Lebar Retak Beton Balok Bertulang Menggunakan Metode Digital Image Correlation (DIC) dengan Metode Pengukuran Alat</i>	37
4.3 Analisa Hubungan Korelasi Metode Digital Image Correlation (DIC) dengan Metode Pengukuran Alat	41
4.3.1. <i>Lendutan</i>	41
4.3.2. <i>Regangan</i>	41
4.3.3. <i>Lebar Retak</i>	41
4.4 Analisa Hubungan Berbagai Luasan Diameter Tulangan dengan Lendutan, Regangan, serta Lebar Retak.....	42
4.4.1. <i>Lendutan</i>	42
4.4.2. <i>Regangan</i>	43
4.4.3. <i>Lebar Retak</i>	45
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Lendutan D06 Pada Beban 7 Ton.....	31
Tabel 4.2 Data Korelasi Log-Pearson Lendutan D06	31
Tabel 4.3 Data Lendutan D08 Pada Beban 7 Ton.....	32
Tabel 4.4 Data Korelasi Log-Pearson Lendutan D08	32
Tabel 4.5 Data Korelasi Log-Pearson Lendutan D10	33
Tabel 4.6 Tabel 4.4 Data Korelasi Log-Pearson Lendutan D10	33
Tabel 4.7 Data Korelasi Log-Pearson Regangan D06	34
Tabel 4.8 Data Korelasi Log-Pearson Regangan D06	35
Tabel 4.9 Data Korelasi Log-Pearson Regangan D08	35
Tabel 4.10 Data Korelasi Log-Pearson Regangan D08	36
Tabel 4.11 Data Korelasi Log-Pearson Regangan D10	36
Tabel 4.12 Data Korelasi Log-Pearson Regangan D10	37
Tabel 4.13 Data Korelasi Log-Pearson Lebar Retak D06.....	38
Tabel 4.14 Data Korelasi Log-Pearson Lebar Retak Pertama D06	38
Tabel 4.15 Data Korelasi Log-Pearson Lebar Retak Kedua D06	38
Tabel 4.16 Data Korelasi Log-Pearson Lebar Retak D08.....	39
Tabel 4.17 Data Korelasi Log-Pearson Lebar Retak D08.....	39
Tabel 4.18 Data Korelasi Log-Pearson Lebar Retak D10.....	40
Tabel 4.19 Data Korelasi Log-Pearson Lebar Retak D10.....	40
Tabel 4.20 Rekap Nilai Korelasi Log-Pearson Lendutan Seluruh Benda Uji.....	41
Tabel 4.21 Rekap Nilai Korelasi Log-Pearson Regangan Seluruh Benda Uji.....	41
Tabel 4.22 Rekap Nilai Korelasi Log-Pearson Lebar Retak Seluruh Benda Uji .	41

DAFTAR GAMBAR

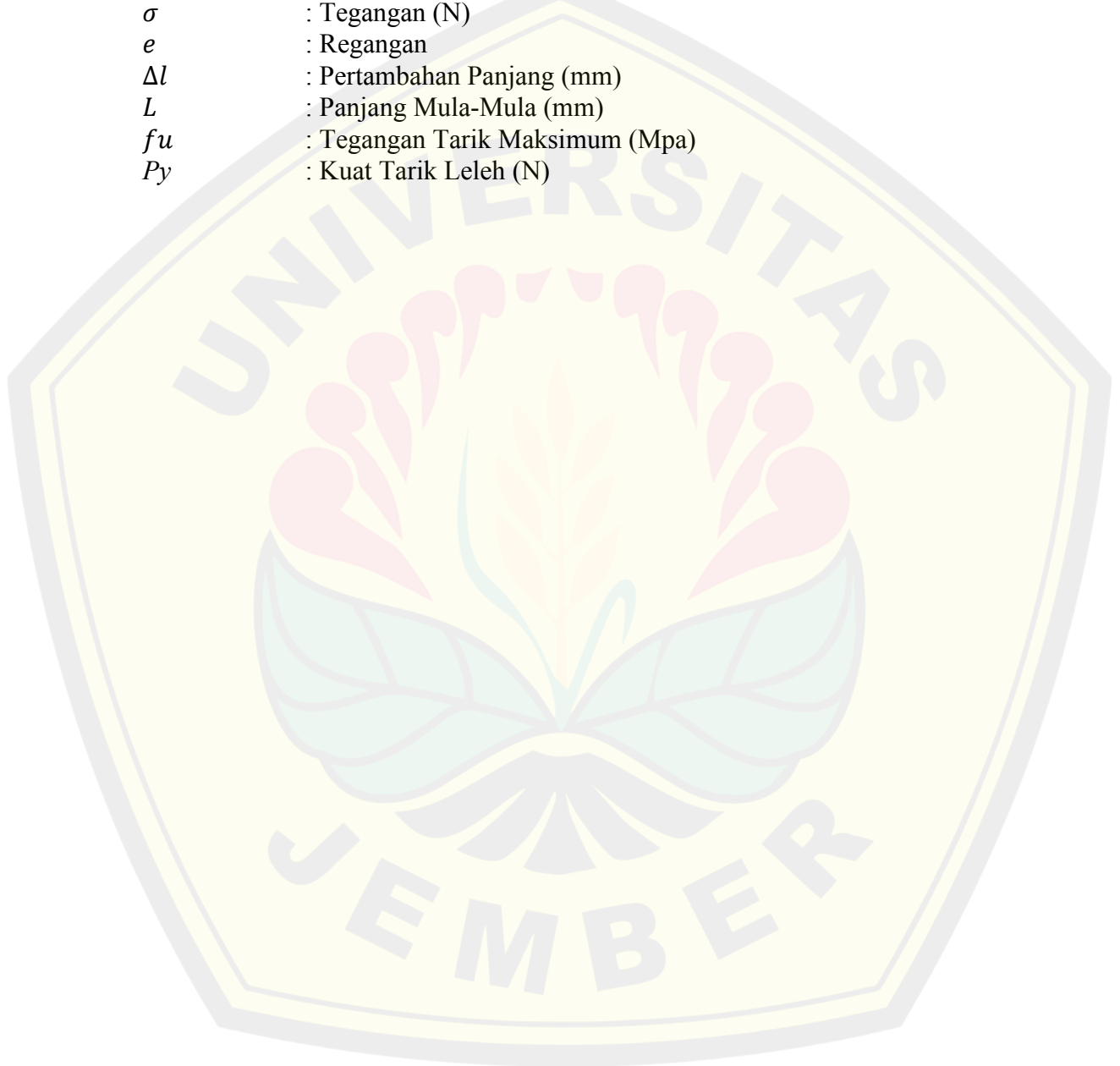
Gambar 2.1 Contoh Analisis <i>Digital Image Correlation</i>	8
Gambar 2.2 Setting-up Pengujian <i>Forth-Point Loading</i>	10
Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	14
Gambar 3.2 Benda Uji yang Telah Diberi Speckle.....	15
Gambar 3.3 Setting Perletakkan Pengujian.....	16
Gambar 3.4 Diagram Alir Analisis Metode DIC.....	17
Gambar 4.1 Metode DIC Lendutan Benda Uji D06.....	18
Gambar 4.2 Hasil Analisis Metode DIC Lendutan Benda Uji D06.....	18
Gambar 4.3 Gambar Hasil Analisis Metode DIC Lendutan Benda Uji D06.....	18
Gambar 4.4 Grafik Hasil Analisis Metode DIC Lendutan Benda Uji D06.....	19
Gambar 4.5 Metode DIC Lendutan Benda Uji D08.....	19
Gambar 4.6 Hasil Analisis Metode DIC Lendutan Benda Uji D08.....	20
Gambar 4.7 Grafik Hasil Analisis Metode DIC Lendutan Benda Uji D08.....	20
Gambar 4.8 Metode DIC Lendutan Benda Uji D10.....	21
Gambar 4.9 Hasil Analisis Metode DIC Lendutan Benda Uji D10.....	21
Gambar 4.10 Grafik Hasil Analisis Metode DIC Lendutan Benda Uji D10.....	21
Gambar 4.11 Metode DIC Regangan Benda Uji D06.....	22
Gambar 4.12 Hasil Analisis Metode DIC Regangan Benda Uji D06.....	22
Gambar 4.13 Gambar Hasil Analisis Metode DIC Regangan Benda Uji D06.....	23
Gambar 4.14 Grafik Hasil Analisis Metode DIC Regangan Benda Uji D06.....	23
Gambar 4.15 Metode DIC Regangan Benda Uji D08.....	24
Gambar 4.16 Hasil Analisis Metode DIC Regangan Benda Uji D08.....	24
Gambar 4.17 Grafik Hasil Analisis Metode DIC Regangan Benda Uji D08.....	24
Gambar 4.18 Metode DIC Regangan Benda Uji D10.....	25
Gambar 4.19 Hasil Analisis Metode DIC Regangan Benda Uji D10.....	25
Gambar 4.20 Grafik Hasil Analisis Metode DIC Regangan Benda Uji D10.....	26
Gambar 4.21 Metode DIC Lebar Retak Benda Uji D06.....	27
Gambar 4.22 Hasil Analisis Metode DIC Lebar Retak Pertama Benda Uji D06.....	27
Gambar 4.23 Hasil Analisis Metode DIC Lebar Retak Kedua Benda Uji D06.....	27
Gambar 4.24 Grafik Hasil Analisis Metode DIC Lebar Retak Benda Uji D06.....	28

Gambar 4.25 Metode DIC Lebar Retak Benda Uji D08	28
Gambar 4.26 Hasil Analisis Metode DIC Lebar Retak Benda Uji D08	29
Gambar 4.27 Grafik Hasil Analisis Metode DIC Lebar Retak Benda Uji D08	29
Gambar 4.28 Metode DIC Lebar Retak Benda Uji D10	29
Gambar 4.29 Hasil Analisis Metode DIC Lebar Retak Benda Uji D10	30
Gambar 4.30 Grafik Hasil Analisis Metode DIC Lebar Retak Benda Uji D10	30
Gambar 4.31 Grafik Hubungan Beban dengan Lendutan Benda Uji D06.....	31
Gambar 4.32 Grafik Hubungan Beban dengan Lendutan Benda Uji D08.....	32
Gambar 4.33 Grafik Hubungan Beban dengan Lendutan Benda Uji D10.....	33
Gambar 4.34 Grafik Hubungan Tegangan dengan Regangan Benda Uji D06	34
Gambar 4.35 Grafik Hubungan Tegangan dengan Regangan Benda Uji D08	35
Gambar 4.36 Grafik Hubungan Tegangan dengan Regangan Benda Uji D10	36
Gambar 4.37 Grafik Hubungan Beban dengan Lebar Retak Benda Uji D06	37
Gambar 4.38 Grafik Hubungan Beban dengan Lebar Retak Benda Uji D08	39
Gambar 4.39 Grafik Hubungan Beban dengan Lebar Retak Benda Uji D10	40
Gambar 4.40 Grafik Beban dengan Lendutan Menggunakan Metode DIC.....	42
Gambar 4.41 Grafik Beban dengan Lendutan Menggunakan Metode Alat Pengukuran (Dial Gauge).....	42
Gambar 4.42 Grafik Beban dengan Lendutan Menggunakan Metode Rumus Teoritis	43
Gambar 4.43 Grafik Tegangan dengan Regangan Menggunakan Metode DIC ...	43
Gambar 4.44 Grafik Tegangan dengan Regangan Menggunakan Metode Pengukuran Alat (Dial Gauge).....	44
Gambar 4.45 Grafik Tegangan dengan Regangan Menggunakan Rumus Teoritis	44
Gambar 4.46 Grafik Beban dengan Lebar Retak Menggunakan Metode DIC	45
Gambar 4.47 Grafik Beban dengan Lebar Retak Menggunakan Metode Pengukuran Alat (Crack Detector).....	45

DAFTAR NOTASI

P	: Beban
\emptyset	: Simbol Tulangan Ulir
d	: Simbol Tulangan Polos
f_c	: Mutu Beton (Mpa)
f_y	: Tegangan Tarik Leleh Tulangan Utama (Mpa)
f_{ys}	: Tegangan Tarik Leleh Tulangan Geser (Mpa)
D_l	: Diameter Tulangan Utama (mm)
D_s	: Diameter Tulangan Geser (mm)
b	: Dimensi Lebar Balok (mm)
h	: Dimensi Tinggi Balok (mm)
L	: Dimensi Panjang Balok (mm)
V	: Volume Balok dalam (m^3)
ρ	: Berat Jenis Beton Balok
Q	: Berat Volume Beton (Kg)
q_1	: Berat Volume Beton per Meter (Kg/m)
q_2	: Berat Volume Tulangan Senggang per Meter (Kg/m)
q_3	: Berat Volume Tulangan Utama per Meter (Kg/m)
Q_{Total}	: Berat Balok Total (Kg/m)
Mu_{Merata}	: Momen Ultimate Beban Merata (Kg.m)
$Mu_{Terpusat}$: Momen Ultimate Beban Terpusat (Kg.m)
Mu_{Total}	: Momen Ultimate Beban Total (Kg.m)
S_o	: Jarak Dua Tumpuan Benda Uji (m)
S_i	: Jarak Dua Tumpuan Benda (m)
n	: Jumlah Tulangan
A_s	: Luas Tulangan (mm^2)
a	: Tinggi Balok Tegangan (mm)
β	: Rasio Luas Pemutusan Tulangan Terhadap Luas Total Tulangan Tarik pada Penampang
c	: Tinggi Garis Netral Baru (mm)
d	: Tinggi Efektif Balok (mm)
M_n	: Momen Nominal (N.mm)
A_{tr}	: Luas Penampang Transformasi (mm^2)
y_t	: Jarak dari Garis Netral ke Tepi Serat Atas (mm)
y_b	: Jarak dari Garis Netral ke Tepi Serat Bawah (mm)
I_g	: Momen Inersia Utuh Penampang (mm^4)
E_c	: Modulus Elastisitas Beton (Mpa)
D_l	: Diameter Tulangan Utama (mm)
a	: Jarak Tumpuan dengan Titik Pembebanan (mm)
π	: Pi (3,14)
t_s	: Tebal Selimut (mm)
d'	: Tinggi Efektif Balok (mm)
V_c	: Kapasitas Geser Beton (Kn)

V_s	: Kapasitas Geser Besi Tulangan (Kn)
V_n	: Kapasitas Geser Total (Kn)
ϵ_c	: Regangan Maksimum Beton (0,003)
ϵ_s	: Kontrol Regangan Tarik Baja
C_c	: Gaya Tekan
δ	: Defleksi (mm)
M	: Momen (N.mm)
y	: Tinggi Titik Tinjau (mm^4)
σ	: Tegangan (N)
e	: Regangan
Δl	: Pertambahan Panjang (mm)
L	: Panjang Mula-Mula (mm)
f_u	: Tegangan Tarik Maksimum (Mpa)
P_y	: Kuat Tarik Leleh (N)



DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

DIC : Digital Image Correlation
CT : Computerized Tomography



DAFTAR LAMPIRAN

Dokumentasi Pengujian.....	51
Desain Perencanaan Benda Uji.....	56
Tabel Hasil Perhitungan Perencanaan Benda Uji.....	56
Rincian Perhitungan Perencanaan Benda Uji.....	60
Tabel Hasil Perhitungan Lendutan Teoritis.....	72
Rincian Perhitungan Lendutan Teoritis.....	75
Tabel Hasil Perhitungan Regangan Teoritis.....	79
Rincian Perhitungan Regangan Teoritis Benda Uji.....	90
Mix Design Beton.....	92
Laporan Hasil Pengujian Tes Tulangan Tarik.....	93
Tahapan Pengolahan Data Menggunakan Software Zeiss Inspect 2023.....	96
Tabel Hasil PERhitungan Lendutan, Regangan, Lebar Retak Pengujian.....	106



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan salah satu material utama sebuah bangunan sebab bahan pembuat beton relatif murah, mudah untuk didapat, penggunaannya yang praktis, dan adanya nilai kuat tekan yang tinggi. Beton polos (*plain concrete*) sendiri merupakan kombinasi dari semen, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), dan air (Badan Standardisasi Nasional, 2019). Pada dasarnya, material beton memiliki kekuatan tekan yang sangat tinggi namun disatu sisi beton juga memiliki kelemahan dalam memikul tegangan tarik (Sofianto, 2014). Sehingga perlu adanya tulangan baja sebagai material penguat (*reinforcement*) beton. Dengan begitu kombinasi beton dengan baja akan menghasilkan nilai kuat tekan serta kuat tarik yang tinggi. Kombinasi beton polos (*plain concrete*) dengan material penguat yang berupa tulangan baja (*rebar*) ini dikenal biasa sebagai beton bertulang (*reinforced concrete*).

Ada beberapa alasan mengapa beton dan baja tulangan (*rebar*) bisa bekerja sama menjadi material yang kuat. Salah satunya sebab adanya sifat lekatan (*bond*). Sifat lekatan ini juga salah satunya dipengaruhi oleh bentuk maupun diameter uliran baja tulangan. Sebab pada dasarnya, kuat lekat adalah kemampuan baja tulangan dan beton yang menyelimuti dalam menahan gaya-gaya dari luar ataupun faktor lain yang dapat menyebabkan lepasnya lekatan antara baja tulangan dan beton. Sehingga ukuran dari tulangan baja akan mempengaruhi kuat lekat antara beton dan baja (Badan Standardisasi Nasional, 2019). Dengan begitu, struktur beton bersifat lebih daktail, yang artinya struktur beton mampu berberdeformasi lebih besar tanpa mengalami keruntuhan secara tiba-tiba. Termasuk apabila struktur beton dibebani suatu beban hingga runtuh, maka akan terjadi kerusakan yang dapat diidentifikasi melalui lendutan (*displacement*), regangan (*strain*), dan retak (*crack*) pada beton.

Perlunya pengidentifikasian lendutan (*displacement*), regangan (*strain*), dan retak (*crack*) pada beton diawal menjadi penting sebab ketiga ciri tersebut dapat merujuk pada keruntuhan struktur beton. Salah satu metode yang dapat memberikan

hasil lendutan (*displacement*), regangan (*strain*), dan retak (*crack*) pada material beton secara akurat dengan biaya rendah serta mudah dilakukan ialah metode *Digital Image Correlation* (DIC) (Smrkić et al., 2018). *Digital Image Correlation* (DIC) mulai diteliti di Indonesia pada tahun 2017 oleh (Suryanto, dkk, 2017) mengenai pemetaan pola retak pada balok beton bertulang yang mana saat ini masih jarang dilakukan pengujian *Digital Image Correlation* (DIC) pada konstruksi khususnya konstruksi struktur beton (Yoneyama, n.d.).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi metode *Digital Image Correlation* (DIC) dengan cara mendapatkan data regangan, lendutan, serta pola retak menggunakan kamera konvensional dan dilakukan dalam satu kali pemotretan benda uji yang kemudian dibandingkan dengan hasil dari pengukuran alat di Laboratorium Struktur Universitas Jember, sehingga didapatkan hasil apakah metode *Digital Image Correlation* (DIC) memiliki hasil yang akurat dalam mendapatkan data regangan, lendutan, serta pola retak pada material beton dengan biaya yang rendah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang di atas, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil lendutan (*displacement*), regangan (*strain*), serta lebar retak (*crack*) menggunakan metode *Digital Image Correlation* (DIC) pada balok beton bertulang dengan berbagai diameter tulangan?
2. Bagaimana hasil analisis hubungan antara metode *Digital Image Correlation* (DIC) dengan metode pengukuran di laboratorium pada balok beton bertulang dengan berbagai diameter tulangan?
3. Bagaimana hubungan antara berbagai luasan diameter tulangan dengan lendutan (*displacement*), regangan (*strain*), serta lebar retak (*crack*) menggunakan metode *Digital Image Correlation* (DIC) pada balok beton bertulang dengan berbagai diameter tulangan?

1.3 Batasan Penelitian

Batasan masalah dalam penulisan proposal ini:

1. Pembuatan *Mix Design* menggunakan metode SNI 7656:2012.
2. Jumlah benda uji untuk balok beton bertulang hanya 3 sampel pada umur 28 hari dengan dimensi yang sama untuk setiap benda uji dengan berbagai diameter tulangan.
3. Hanya menganalisis lendutan (*displacement*), regangan (*strain*), serta lebar retak (*width crack*) menggunakan metode *Digital Image Correlation* (DIC).
4. Hanya menggunakan benda uji dengan diameter 06, 08, dan 10 dengan jumlah tulangan yang berbeda-beda serta menggunakan penulangan satu lapis.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis hasil lendutan (*displacement*), regangan (*strain*), serta lebar retak (*crack*) menggunakan metode *Digital Image Correlation* (DIC) pada balok beton bertulang dengan berbagai diameter tulangan.
2. Menganalisis hubungan antara metode *Digital image correlation* (DIC) dengan metode pengukuran di laboratorium pada balok beton bertulang dengan berbagai diameter tulangan.
3. Menganalisis hubungan antara berbagai luasan diameter tulangan dengan lendutan (*displacement*), regangan (*strain*), serta lebar retak (*width crack*) menggunakan metode *Digital Image Correlation* (DIC) pada balok beton bertulang dengan berbagai diameter tulangan.

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan dari penelitian ini, diharapkan mampu memberikan manfaat diantaranya:

1. Mampu memberikan wawasan lebih luas mengenai metode *Digital Image Correlation* (DIC) di dunia konstruksi.

2. Mampu menjadi manfaat dalam berkontribusi dan perkembangan ilmu di dunia konstruksi dan menjadi saran di setiap proses pelaksanaan penelitian.



BAB 2. TINJAUAN TEORI

2.1 Kajian Literatur

Digital Image Correlation adalah prinsip dasar korelasi secara digital yang digunakan untuk mengukur perpindahan. Komponen perpindahan pada suatu benda dapat diperoleh dengan merekam gambar permukaan sebelum dan sesudah deformasi (Yoneyama, n.d.). Citra suatu objek perlu didetailkan menjadi bagian kecil sehingga setiap subset akan memiliki pola yang unik dan algoritme dapat membedakan setiap subset menjadi suatu perpindahan (*displacement*) (Barris et al., 2017).

Balok beton bertulang merupakan sebuah komponen struktural yang terdiri dari beton sebagai matriks yang mengalami tekanan dan penulangan baja yang memberikan kekuatan tarikan. Balok ini memiliki peran penting dalam konstruksi bangunan, di mana fungsinya adalah untuk mengalihkan beban dari lantai atau atap ke penyangga atau kolom yang berada di bawahnya (Sofianto, 2014).

Lendutan adalah perubahan bentuk balok dalam arah y akibat pembebanan vertikal balok. Lendutan diukur dari permukaan netral asli ke posisi netral setelah deformasi (Sariman et al., 2018). Defleksi pada balok dapat ditandai dengan peralihan titik dari posisi semula, diukur dalam arah vertikal (arah y). Regangan ialah nilai perbandingan antara besarnya perubahan bentuk terhadap bentuk semula. Retak adalah akibat dari penurunan yang tidak seragam, susut, beban bertukar arah, perbedaan unsur kimia dan perbedaan suhu yang diakibatkan oleh beton yang mengalami regangan ultimit yakni melebihi $\epsilon_c = 0,003$ (Badan Standardisasi Nasional, 2019).

2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian-penelitian terkait metode *Digital Image Correlation* di dalam negeri masih terbilang jarang dilakukan. Lain halnya di luar negeri penelitian ini sudah cukup sering dilakukan dengan harapan mendapatkan hasil pengukuran yang akurat ketika menggunakan metode *Digital Image Correlation*. Berikut contoh

penelitian terdahulu terkait pengukuran beton menggunakan metode *Digital Image Correlation* di dalam negeri maupun di luar negeri.

1. “Pengukuran Regangan, Lendutan, dan Retak Menggunakan Metode Digital Image Correlation Pada Balok Beton Bertulang dan Beton Silinder” : Penelitian ini berfokus pada pembuktian akurasi dari metode *Digital Image Correlation* dengan cara membandingkan hasil pengukuran menggunakan metode konvensional dan metode *Digital Image Correlation* pada balok beton bertulang dan juga silinder (Firdaus., 2020).
2. “Application of 2D Digital Image Correlation for Displacement and Crack Width Measurement on Reinforced Concrete Elements” : Penelitian ini juga berfokus mengenai pembuktian akurasi metode *Digital Image Correlation* dengan cara membandingkan hasil pengukuran menggunakan pengukuran alat di laboratorium dan metode *Digital Image Correlation* (Smrkić et al., 2018).
3. “Experimental Study on Crack Width and Crack Spacing for Glass-FRP Reinforced Concrete Beams” : Penelitian ini mempelajari hubungan antara tegangan dan lebar dan jarak retakan pada balok beton bertulang dengan campuran *Fibre Reinforced Plastic* menggunakan metode *Digital Image Correlation* (Barris et al., 2017).
4. “2D Digital Image Correlation and Region-Based Convolutional Neural Network in Monitoring and Evaluation of Surface Cracks in Concrete Structural Elements” : Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kombinasi dari dua metode yakni metode *Digital Image Correlation* dan Metode *Region-Based Convolutional Neural Network* dalam pemantauan dan evaluasi retakan pada beton (Słoński & Tekieli, 2020).

Penelitian-penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih baik tentang akurasi metode *Digital Image Correlation* dan bagaimana penerapannya dalam dunia konstruksi terkhusus pada balok beton bertulang.

2.3 Analisa Hasil Menggunakan Metode Digital Image Correlation

Digital Image Correlation (DIC) adalah metode pengujian non-kontak yang menggunakan analisis gambar digital untuk memantau dan mengukur deformasi pada objek yang sedang diuji. Metode ini mampu menentukan perpindahan (*displacement*) dan deformasi yang dialami oleh objek melalui gambar yang menunjukkan bagian permukaan objek. Singkatnya, metode ini bekerja dengan cara membandingkan dua gambar dengan satu gambar referensi yang belum mengalami deformasi dan gambar kedua adalah gambar setelah deformasi. Perbandingan dua gambar tersebut, aplikasi bantu dapat memperkirakan perpindahan dan beberapa keperluan lain seperti regangan pada objek hanya dengan melalui gambar.

Gambar suatu objek perlu didetailkan menjadi bagian kecil. Setiap subset harus memiliki pola yang unik sehingga algoritme dapat membedakan kesamaan subset secara efektif dengan cara mencocokkan titik subset target pada gambar setelah berdeformasi dengan titik subset pada gambar referensi atau gambar sebelum deformasi. Itulah mengapa pada permukaan objek perlu diberi titik-titik subset atau yang sering disebut *speckle* guna memudahkan aplikasi bantu mendeteksi perpindahan yang terjadi pada objek.

2.3.1. ZEISS Inspect 2023 Software

Zeiss Inspect 2023 Software adalah sebuah perangkat lunak yang dapat digunakan untuk menganalisis, memvisualisasikan, dan mengevaluasi data permukaan, CT, dan gerakan 3D. Zeiss Inspect hadir dalam 4 varian. Zeiss Inspect Optical 3D yang biasa digunakan untuk perakitan digital, kompensasi gerakan, dan inspeksi kurva. Zeiss Inspect X-Ray untuk pendeteksi cacat dalam 2D & 3D. Zeiss Inspect Airfoil untuk pengukuran dan analisis blisk dan yang terakhir Zeiss Inspect Correlate yang umumnya digunakan untuk menganalisis gerak, perpindahan, dan regangan secara tiga dimensi.

2.3.2. ZEISS Inspect Correlate 2023 Software

ZEISS Inspect Corralate 2023 Software adalah perangkat lunak bagian dari Zeiss Inspect yang berfungsi untuk menganalisis gerak, perpindahan, dan regangan secara tiga dimensi dengan menggunakan korelasi gambar digital dan algoritma pelacakan titik untuk mengukur koordinat 3D dengan akurasi subpixel dan melacaknya dari gambar referensi ke gambar setelah deformasi. Gerakan dan deformasi dapat ditangkap dan dievaluasi dengan berbagai macam fungsi seperti hasil lendutan yang dapat dideteksi dari gambar melalui hasil perpindahan ke arah X atau *displacement-y*. Hasil Regangan yang juga bisa didapat dari hasil analisis fungsi major strain dan *epsylon-x* untuk mengetahui arah regangan dan untuk mengetahui hasil lebar retak bisa didapat dari perpindahan yang terjadi pada arah X atau *displacement-x*.



Gambar 2.1 Contoh Analisis *Digital Image Correlation*

2.4 Pengujian Benda Uji

Pengujian benda uji yang sudah mencapai umur rencana akan dilaksanakan untuk mendapatkan hasil benda uji:

2.4.1. Uji Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton dibutuhkan untuk melihat mutu beton pada sampel yang nantinya akan digunakan untuk meninjau apakah mutu beton

memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan dan kuat tekan rencana. Kontrol kualitas pada beton dapat ditinjau menggunakan metode statistika, seperti:

- a. Kuat tekan beton bisa didapat dari rumus sebagai berikut:

$$f'c = \frac{F}{A} \quad (2.1)$$

Dengan:

$f'c$: Kuat Tekan Beton (Mpa)

F : Gaya Tekan (N)

A : Luasan Permukaan (mm^2)

- b. Kuat tekan beton rata-rata bisa didapat dari rumus sebagai berikut:

$$\overline{f'c} = \frac{\sum f'c}{n} \quad (2.2)$$

Dengan:

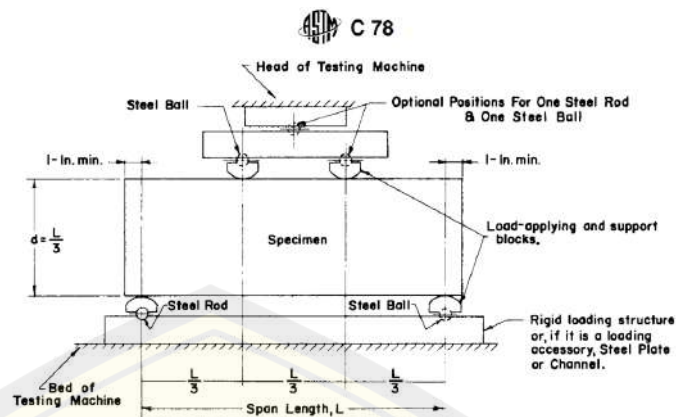
$\overline{f'c}$: Kuat Tekan Rata-Rata (N/mm^2)

$\sum f'c$: Jumlah Kuat Tekan

n : Jumlah Benda Uji

2.4.2. Pengujian *Forth-Point Loading*

Pengujian *Forth-Point Loading* memiliki *setting-up* pengujian yang sama dengan Pengujian Kuat Lentur. Pengujian digunakan untuk mengetahui kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakkan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji yang diberikan padanya, sampai benda uji patah dan dinyatakan dalam Mega Pascal (Mpa) gaya tiap satuan luas (Badan Standardisasi Nasional, 2019). Pembeda dari kedua pengujian ini ialah *output* dari hasil pengujian. Pengujian Kuat Lentur terfokus untuk mencari kuat lentur dari benda uji yang nantinya diuji, sedangkan Pengujian *Forth-Point Loading* terfokus untuk mendapat nilai hasil regangan, lendutan, dan juga lebar retak benda uji.



Gambar 2.2 Setting-up Pengujian *Forth-Point Loading*
 Sumber: *ASTM C-78*

a. Modulus Elastisitas

Modulus Elastisitas ialah rasio dari tegangan tarik ataupun tekan terhadap regangan yang muncul setelah benda uji mengalami pengujian. Berikut rumus yang digunakan untuk menentukan modulus elastisitas beton bertulang:

$$E = \frac{\sigma}{e} \quad (2.3)$$

Dengan:

E : Modulus Elastisitas (N/m^2)

σ : Tegangan (N)

e : Regangan (mm^2)

b. Regangan & Tegangan

Regangan ialah nilai perbandingan antara besarnya perubahan bentuk terhadap bentuk semula. Rumus regangan dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$e = \frac{\Delta l}{l} \quad (2.4)$$

Dengan:

e : Regangan

Δl : Pertambahan Panjang

l : Panjang Mula-Mula

Merupakan tingkatan gaya yang tegak lurus pada terhadap sebuah titik.

Berikut tegangan pada balok lentur dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{M.y}{I} \quad (2.5)$$

Dengan:

σ : Tegangan (Mpa)

M : Momen (Nmm)

I : Momen Inersia (mm^4)

y : Tinggi Titik tinjau (mm^4)

c. Lendutan

Lendutan adalah perubahan bentuk balok dalam arah y akibat pembebanan vertikal balok. Lendutan yang terjadi ketika menggunakan jenis beban dengan Pengujian *Forth-Point Loading* dapat diketahui menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\delta = \frac{P.a}{24EI} (3L^2 - 4a^2) \quad (2.6)$$

Dengan:

δ : Defleksi Maksimum

P : Besar Gaya Tekan

a : Jarak Tumpuan dengan Titik Pembebanan

E : Modulus Elastisitas Baja

I : Momen Inersia Balok

L : Panjang Bentang Balok

d. Lebar Retak

Lebar Retak dipengaruhi oleh faktor tegangan baja setelah dekompresi, tipe tulangan, selimur beton, luas beton tarik, distribusi tulangan pada daerah tarik, mutu beton, metode pratekanan, pembebanan, dan luas total baja (Gideon Hadi Kusuma, 2000). Rumus rata-rata lebar retak pada balok beton bertulang yang telah mengalami pembebanan adalah sebagai berikut:

$$\tilde{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (2.7)$$

Dengan:

\tilde{x} : Rata-Rata

x : Data Lebar retak

n : Banyaknya Data

e. Perpindahan (*Displacement*)

Perpindahan adalah perubahan bentuk (Deformasi) yang diakibatkan adanya gaya seperti tekanan, temperatur, dan beban. Rumus dasar yang digunakan untuk menghasilkan perpindahan ialah sebagai berikut:

$$\Delta x = x_2 - x_1 \quad (2.8)$$

Dengan:

Δx : Perpindahan

x_2 : Posisi Akhir

x_1 : Posisi Awal

2.5 Persamaan Korelasi

Analisis korelasi sederhana adalah suatu teknik untuk mengukur kekuatan hubungan antara tiga variabel dan juga untuk mengetahui bentuk hubungan antara ketiga variabel tersebut (Sugiyono, 2012). Berikut rumus yang digunakan untuk mendapatkan koefisien dari korelasi:

$$r = \frac{\Sigma(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\Sigma(x-\bar{x})^2}\sqrt{\Sigma(y-\bar{y})^2}} \quad (2.9)$$

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Metode Penelitian yang digunakan adalah metode penelitian eksperimental yaitu metode yang melakukan pengendalian dan manipulasi variabel untuk menguji korelasi atau hubungan sebab-akibat antara variabel bebas dan variabel terikat. Penelitian ini memiliki tujuan untuk menguji variabel terikat yaitu hasil analisis metode *Digital Image Correlation* (DIC) dan pengukuran laboratorium pada lendutan, regangan, dan lebar retak pada balok beton bertulang yang dipengaruhi oleh variabel bebas yaitu variasi diameter tulangan utama.

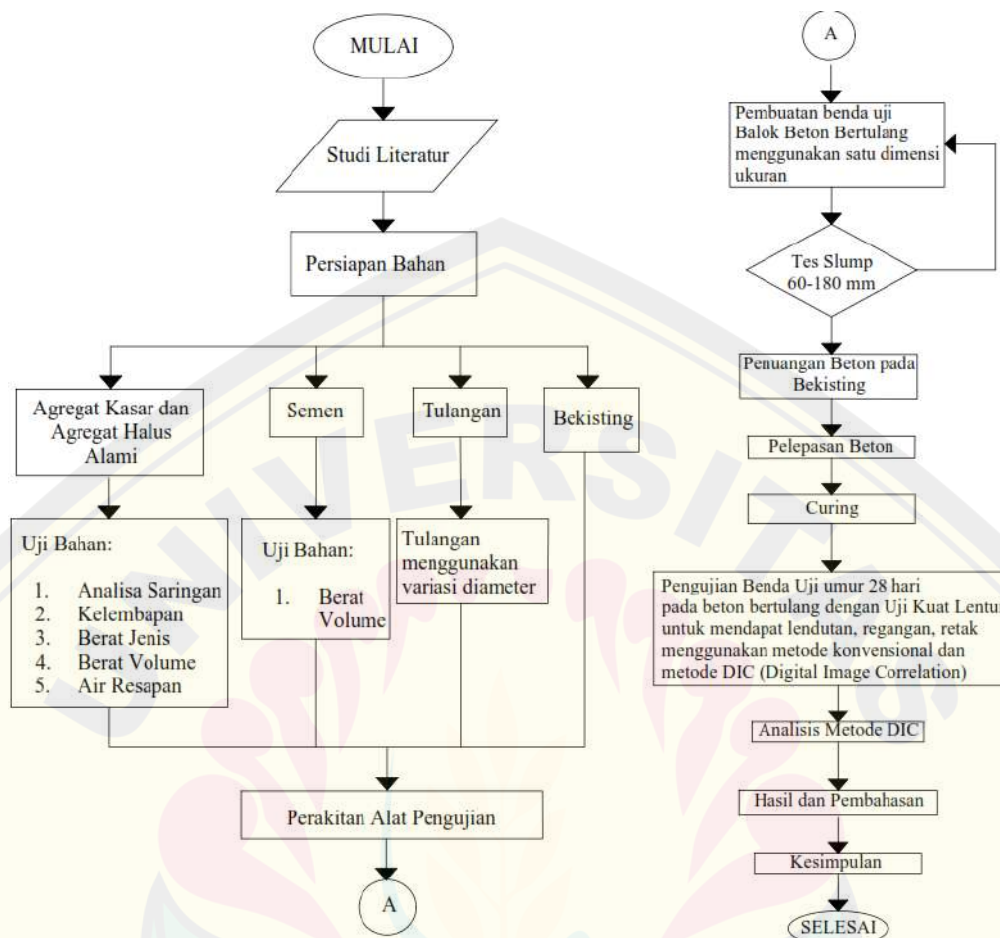
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi Penelitian ini dimulai dari pembuatan, pengujian, serta pengambilan gambar benda uji dilaksanakan di laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember. Pengerjaan proposal penelitian dimulai pada bulan April hingga bulan Agustus 2023 serta persiapan bahan penyusun beton, pembuatan benda uji, pengujian, dan analisis hasil uji sampai bulan Desember 2023.

3.2 Populasi dan Sampel/Subyek Penelitian

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah 3 jumlah benda uji yang sudah dibuat di laboratorium dengan ukuran dimensi lebar x panjang x tinggi dengan 15 x 20 x 80 cm dan beberapa variasi diameter tulangan utama sebesar 06, 08, dan 10 mm dengan kuat tekan beton normal yang telah direncanakan sebesar 25 Mpa.

3.3 Prosedur Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian

3.4 Pengumpulan Data Penelitian

3.4.1. Pembuatan Benda Uji

a. Pengujian Material Bahan

Tata cara dan metode yang digunakan untuk melakukan pengujian material didasarkan mengikuti peraturan dan standart SNI 7566:2012.

b. Perencanaan *Mix Design* Beton

Perencanaan *Mix Design* Beton untuk metode perancangan *Mix Design* yang digunakan adalah Metode *mix design* beton normal berdasarkan SNI 7566:2012.

3.4.2. Pengujian Benda Uji

Pengujian dalam penelitian ini dilakukan menggunakan beberapa alat yang dirangkai menjadi satu di Laboratorium Struktur Universitas Jember.

1. Penggunaan Metode ASTM C 78-02

Metode pengujian untuk menganalisis lendutan, regangan, dan retakan pada balok beton bertulang di penelitian ini adalah menggunakan metode ASTM C 78-02 (ASTM C78, 2002).

2. Perlengkapan Pengujian

Alat untuk pengujian lendutan, regangan, dan retak pada penelitian kali ini akan dirangkai sedemikian rupa menggunakan Metode *forth-point loading*. Sebagai gambaran, nantinya alat akan disesuaikan dengan gambar 2.2 atau serupa dengannya. Selain itu, diperlukan juga persiapan Benda Uji dengan memberikan *speckle* dengan cara memberi warna putih pada permukaan benda uji kemudian memberi titik-titik hitam sepanjang permukaan guna memudahkan proses analisis Metode *Digital Image Correlation* dalam mendeteksi perpindahan yang tertangkap pada kamera seperti gambar dibawah.



Gambar 3.2 Benda Uji yang Telah Diberi Speckle

a. Uji *Forth-Point* Loading

Berikut adalah prosedur pengujian lentur untuk pengukuran lendutan, regangan, dan juga retak pada benda uji penelitian kali ini.

- 1) Rangkai alat seperti *Loading Frame*, tumpuan benda uji, alat pembebanan, alat pengukur lendutan dan regangan, serta perletakan kamera dan *lighting* di beberapa sudut.
- 2) Ukur dan catat dimensi penampang benda uji dengan jangka sorong minimum.

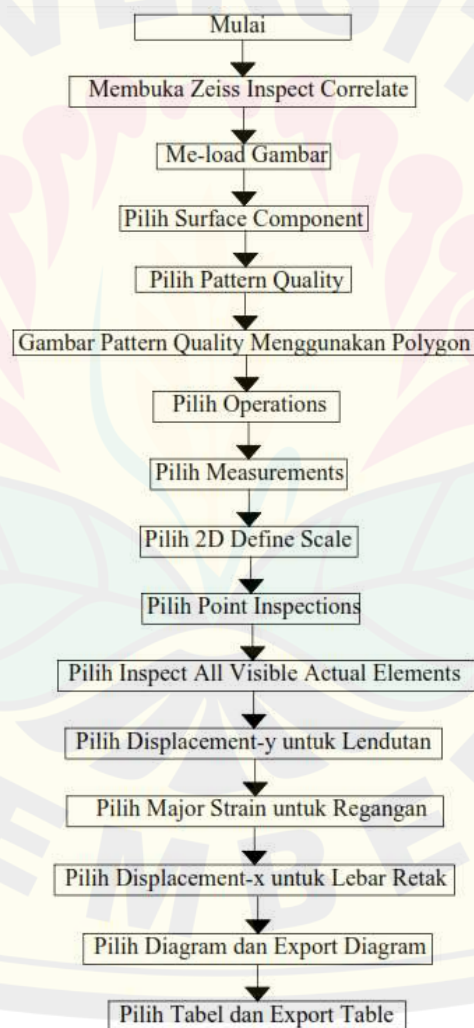
- 3) Ukur dan catat panjang benda uji pada keempat rusuknya.
- 4) Timbang dan catat berat masing-masing benda uji.
- 5) Buat garis-garis melintang sebagai tanda dan petunjuk titik-titik perletakan, titik-titik pembebanan dan titik-titik sejauh 5% dari jarak bentang di luar titik perletakan.
- 6) Tempatkan benda uji yang telah selesai diukur, timbang dan beri tanda pada tumpuan pada tempat yang tepat dengan sisi atas benda uji pada waktu pengecoran berada di bagian samping alat penekan.
- 7) Mulai lakukan pengujian kuat lentur pada beban tertentu dengan beberapa kamera yang juga mengambil gambar maupun video selama pembebanan berlangsung.
- 8) Catat hasil lendutan yang ditunjukkan oleh alat pengukur berupa *Dial Gauge*, hasil regangan yang ditunjukkan oleh rangkaian alat pada benda uji dengan bantuan *Dial Gauge*, dan hasil lebar retak yang dapat dibaca oleh *Crack Detector*.
- 9) Lakukan poin 7 dan 8 secara berulang hingga mencapai beban yang telah diperhitungkan sebelumnya.



Gambar 3.3 Setting Perletakan Pengujian

3.5 Metode Analisis

Setelah mendapatkan hasil dari data pengujian, maka langkah selanjutnya ialah mengolah data hasil pengujian dan menganalisis data tersebut menggunakan metode *Digital Image Correlation* (DIC). Berikut adalah diagram alir untuk metode penggunaan aplikasi ZEISS Inspect Correlate guna menganalisis data hasil pengujian menggunakan *Digital Image Correlation* (DIC) sehingga didapat hasil setelah analisis menggunakan metode *Digital Image Correlation* (DIC) dan dapat dibandingkan dengan metode pengukuran alat sehingga dapat ditarik kesimpulan untuk menjawab rumusan masalah penelitian ini.



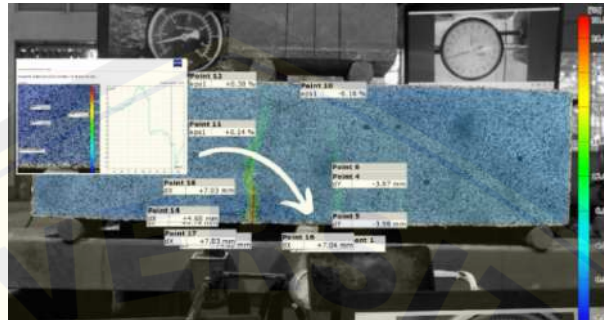
Gambar 3.4 Diagram Alir Analisis Metode DIC

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

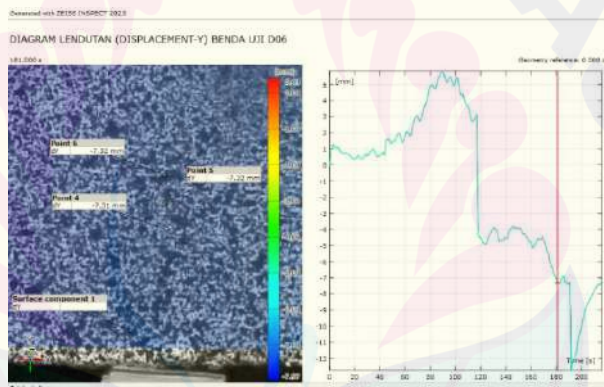
4.1 Data Hasil Metode Digital Image Correlation (DIC)

4.1.1. Data Hasil Lendutan Metode Digital Image Correlation (DIC)

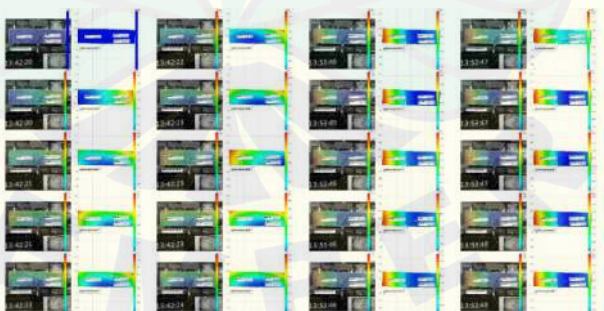
a. Benda Uji Tulangan Diameter 06



Gambar 4.1 Metode DIC Lendutan Benda Uji D06



Gambar 4.2 Hasil Analisis Metode DIC Lendutan Benda Uji D06



Gambar 4.3 Gambar Hasil Analisis Metode DIC Lendutan Benda Uji D06

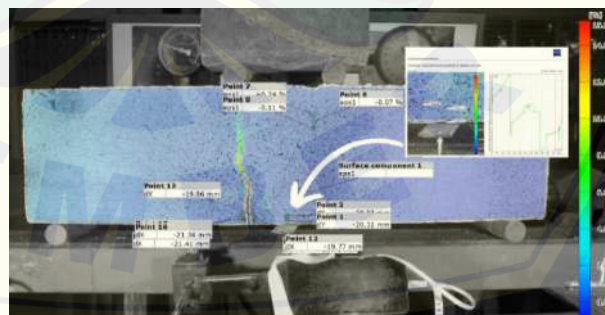


Gambar 4.4 Grafik Hasil Analisis Metode DIC Lendutan Benda Uji D06

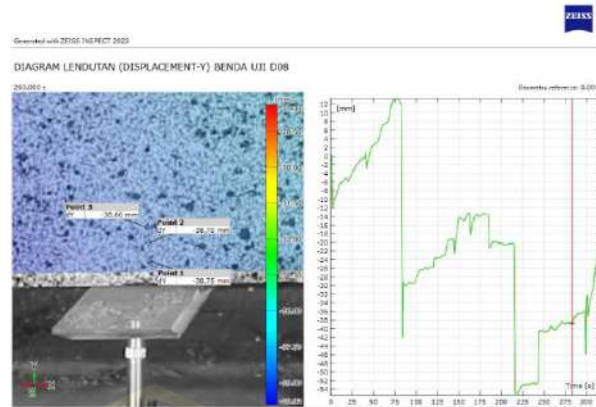
Sampel foto sebanyak 199 gambar yang digunakan pada analisis lendutan menggunakan metode *Digital Image Correlation* (DIC) benda uji tulangan utama berdiameter 6 mm ini, sehingga didapat lendutan yang secara keseluruhan semakin bertambah seiring bertambahnya tekanan. Pada data grafik menunjukkan adanya beberapa data lendutan yang naik dan turun seiring bertambahnya tekanan, hal ini disebabkan oleh kurang stabilnya peralatan pengujian seperti *tripod* dan kamera yang digunakan sehingga sensitivitas metode DIC dapat mendeteksi adanya perpindahan titik pada gambar meski sedikit.

Hal tersebut tidak mempengaruhi hasil pengukuran menggunakan metode DIC secara keseluruhan sebab pada sampel data lendutan di tekanan 7 ton didapat lendutan sebesar 1,613 mm menggunakan metode DIC dan didapat lendutan sebesar 1,059 mm pada rumus teoritis dengan hasil korelasi sebesar 0,787 yang berarti analisis lendutan metode DIC dengan hasil rumus teoritis adalah kuat dan searah.

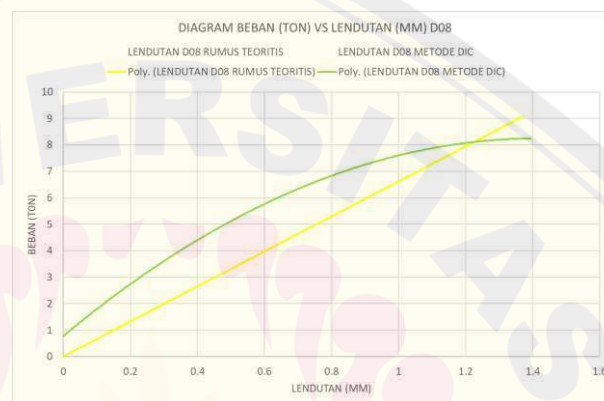
b. Benda Uji Tulangan Diameter 08



Gambar 4.5 Metode DIC Lendutan Benda Uji D08



Gambar 4.6 Hasil Analisis Metode DIC Lendutan Benda Uji D08



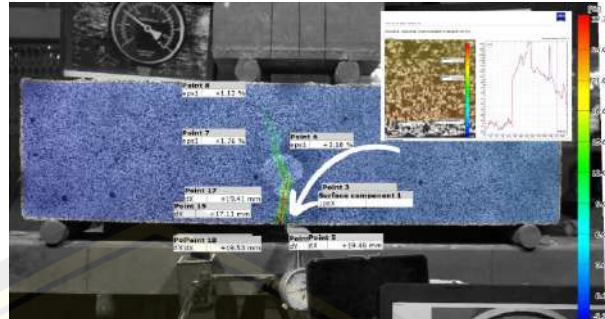
Gambar 4.7 Grafik Hasil Analisis Metode DIC Lendutan Benda Uji D08

Sampel foto sebanyak 219 gambar yang digunakan pada analisis lendutan menggunakan metode *Digital Image Correlation* (DIC) benda uji tulangan utama berdiameter 8 mm ini, sehingga didapat lendutan yang secara keseluruhan semakin bertambah seiring bertambahnya tekanan. Pada data grafik menunjukkan adanya beberapa data lendutan yang naik dan turun seiring bertambahnya tekanan, hal ini disebabkan oleh kurang stabilnya peralatan pengujian seperti *tripod* dan kamera yang digunakan sehingga sensitivitas metode DIC dapat mendeteksi adanya perpindahan titik pada gambar meski sedikit.

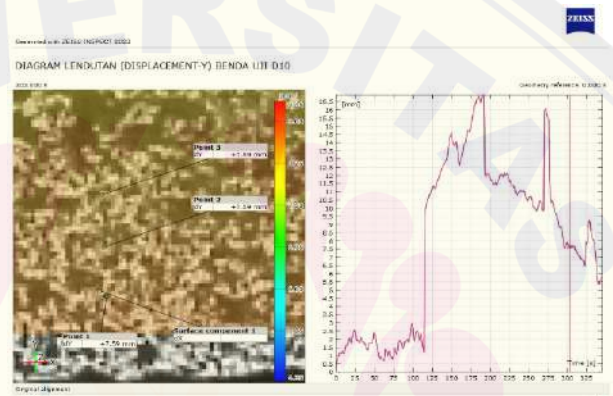
Hal tersebut tidak mempengaruhi hasil pengukuran menggunakan metode DIC secara keseluruhan sebab pada sampel data lendutan di tekanan 7 ton didapat lendutan sebesar 1,356 mm menggunakan metode DIC dan didapat lendutan sebesar 1,057 mm pada rumus teoritis dengan hasil korelasi sebesar 0,847 yang

berarti analisis lendutan metode DIC dengan hasil rumus teoritis adalah kuat dan searah.

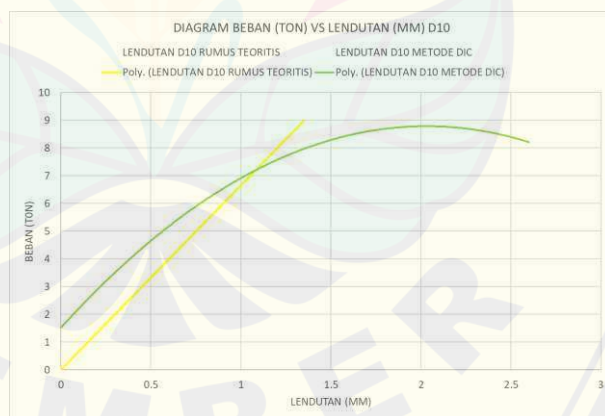
c. Benda Uji Tulangan Diameter 10



Gambar 4.8 Metode DIC Lendutan Benda Uji D10



Gambar 4.9 Hasil Analisis Metode DIC Lendutan Benda Uji D10



Gambar 4.10 Grafik Hasil Analisis Metode DIC Lendutan Benda Uji D10

Sampel foto sebanyak 161 gambar yang digunakan pada analisis lendutan menggunakan metode *Digital Image Correlation* (DIC) benda uji tulangan utama berdiameter 10 mm ini, sehingga didapat lendutan yang secara keseluruhan semakin

bertambah seiring bertambahnya tekanan. Pada data grafik menunjukkan adanya beberapa data lendutan yang naik dan turun seiring bertambahnya tekanan, hal ini disebabkan oleh kurang stabilnya peralatan pengujian seperti *tripod* dan kamera yang digunakan sehingga sensitivitas metode DIC dapat mendeteksi adanya perpindahan titik pada gambar meski sedikit.

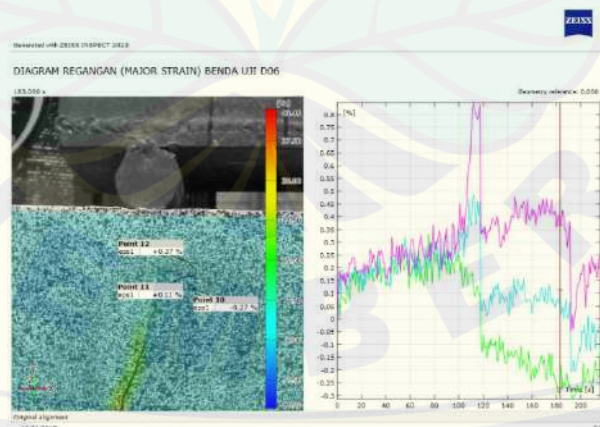
Hal tersebut tidak mempengaruhi hasil pengukuran menggunakan metode DIC secara keseluruhan sebab pada sampel data lendutan di tekanan 7 ton didapat lendutan sebesar 1,288 mm menggunakan metode DIC dan didapat lendutan sebesar 1,052 mm pada rumus teoritis dengan hasil korelasi sebesar 0,714 yang berarti analisis lendutan metode DIC dengan hasil rumus teoritis adalah kuat dan searah.

4.1.2. Data Hasil Regangan Metode Digital Image Correlation (DIC)

a. Benda Uji Tulangan Diameter 06



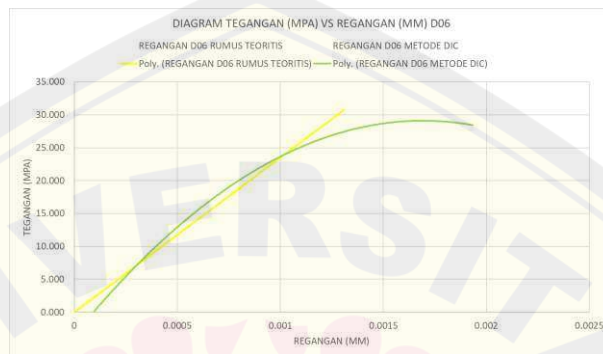
Gambar 4.11 Metode DIC Regangan Benda Uji D06



Gambar 4.12 Hasil Analisis Metode DIC Regangan Benda Uji D06



Gambar 4.13 Gambar Hasil Analisis Metode DIC Regangan Benda Uji D06

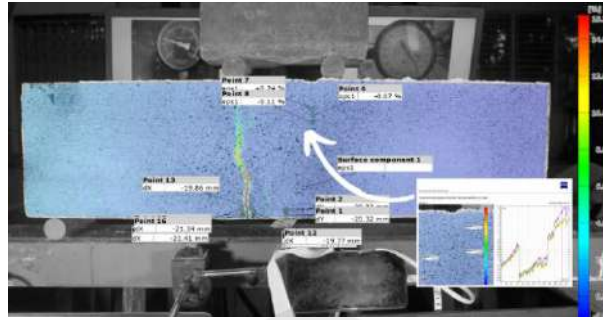


Gambar 4.14 Grafik Hasil Analisis Metode DIC Regangan Benda Uji D06

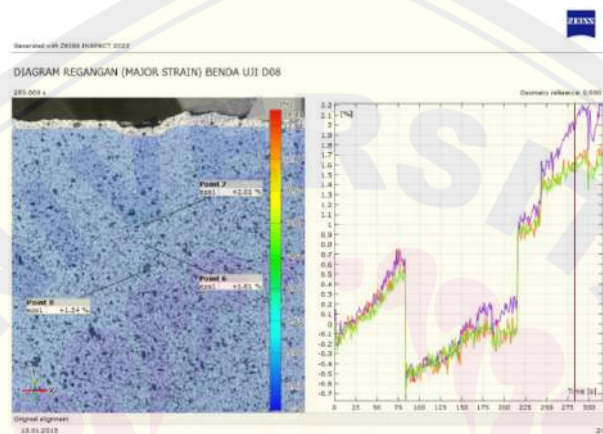
Sampel foto sebanyak 199 gambar yang foto pada analisis regangan menggunakan metode *Digital Image Correlation* (DIC) benda uji tulangan utama berdiameter 06 mm ini, sehingga didapat regangan yang secara keseluruhan semakin bertambah seiring bertambahnya tegangan. Pada data grafik menunjukkan adanya beberapa data regangan yang naik dan turun seiring bertambahnya tegangan, hal ini disebabkan oleh kurang stabilnya peralatan pengujian seperti *tripod* dan kamera yang digunakan sehingga sensitivitas metode DIC dapat mendeteksi adanya perpindahan titik pada gambar meski sedikit.

Hal tersebut tidak mempengaruhi hasil pengukuran menggunakan metode DIC secara keseluruhan sebab pada sampel data lendutan di tegangan 24.495 Mpa didapat regangan sebesar 0,00137 mm menggunakan metode DIC dan didapat regangan sebesar 0,001042 mm pada rumus teoritis dengan hasil korelasi sebesar 0,939 yang berarti analisis regangan metode DIC dengan hasil rumus teoritis adalah kuat dan searah.

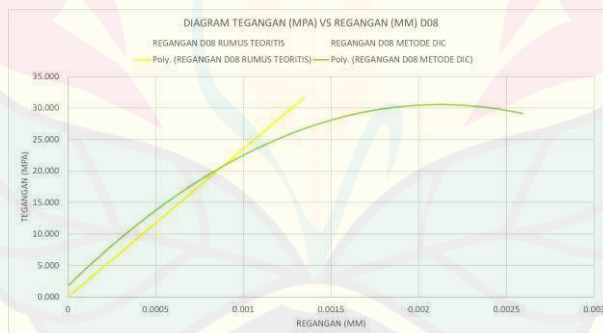
b. Benda Uji Tulangan Diameter 08



Gambar 4.15 Metode DIC Regangan Benda Uji D08



Gambar 4.16 Hasil Analisis Metode DIC Regangan Benda Uji D08



Gambar 4.17 Grafik Hasil Analisis Metode DIC Regangan Benda Uji D08

Sampel foto sebanyak 219 gambar yang digunakan pada analisis regangan menggunakan metode *Digital Image Correlation* (DIC) benda uji tulangan utama berdiameter 08 mm ini, sehingga didapat regangan yang secara keseluruhan semakin bertambah seiring bertambahnya tegangan. Pada data grafik menunjukkan adanya beberapa data regangan yang naik dan turun seiring bertambahnya tegangan, hal ini disebabkan oleh kurang stabilnya peralatan pengujian seperti

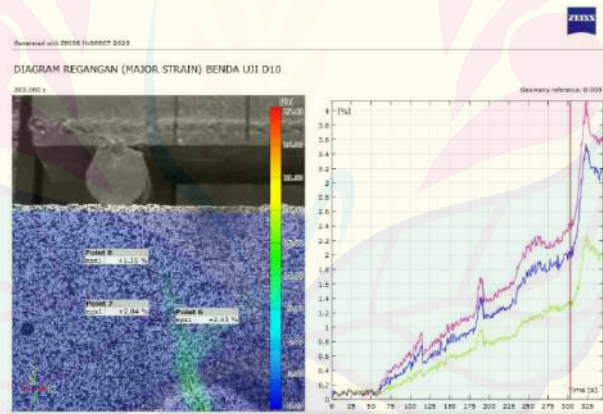
tripod dan kamera yang digunakan sehingga sensitivitas metode DIC dapat mendeteksi adanya perpindahan titik pada gambar meski sedikit.

Hal tersebut tidak mempengaruhi hasil pengukuran menggunakan metode DIC secara keseluruhan sebab pada sampel data lendutan di tegangan 24.379 Mpa didapat regangan sebesar 0,00113 mm menggunakan metode DIC dan didapat regangan sebesar 0,001037 mm pada rumus teoritis dengan hasil korelasi sebesar 0,919 yang berarti analisis regangan metode DIC dengan hasil rumus teoritis adalah kuat dan searah.

c. Benda Uji Tulangan Diameter 10



Gambar 4.18 Metode DIC Regangan Benda Uji D10



Gambar 4.19 Hasil Analisis Metode DIC Regangan Benda Uji D10



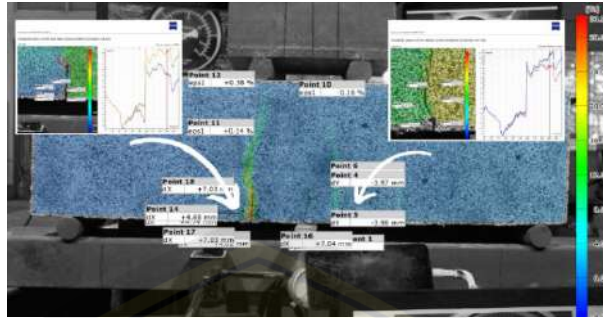
Gambar 4.20 Grafik Hasil Analisis Metode DIC Regangan Benda Uji D10

Sampel foto sebanyak 161 gambar yang digunakan pada analisis regangan menggunakan metode *Digital Image Correlation* (DIC) benda uji tulangan utama berdiameter 10 mm ini, sehingga didapat regangan yang secara keseluruhan semakin bertambah seiring bertambahnya tegangan. Pada data grafik menunjukkan adanya beberapa data regangan yang naik dan turun seiring bertambahnya tegangan, hal ini disebabkan oleh kurang stabilnya peralatan pengujian seperti *tripod* dan kamera yang digunakan sehingga sensitivitas metode DIC dapat mendeteksi adanya perpindahan titik pada gambar meski sedikit.

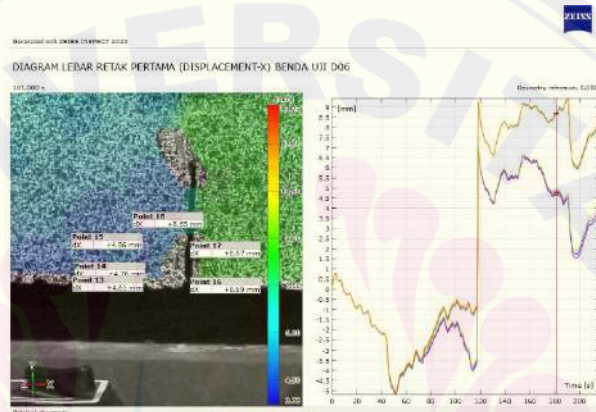
Hal tersebut tidak mempengaruhi hasil pengukuran menggunakan metode DIC secara keseluruhan sebab pada sampel data lendutan di tegangan 24.142 Mpa didapat regangan sebesar 0,00107 mm menggunakan metode DIC dan didapat regangan sebesar 0,001027 mm pada rumus teoritis dengan hasil korelasi sebesar 0,854 yang berarti analisis regangan metode DIC dengan hasil rumus teoritis adalah kuat dan searah.

4.1.3. Data Hasil Lebar Retak Metode Digital Image Correlation (DIC)

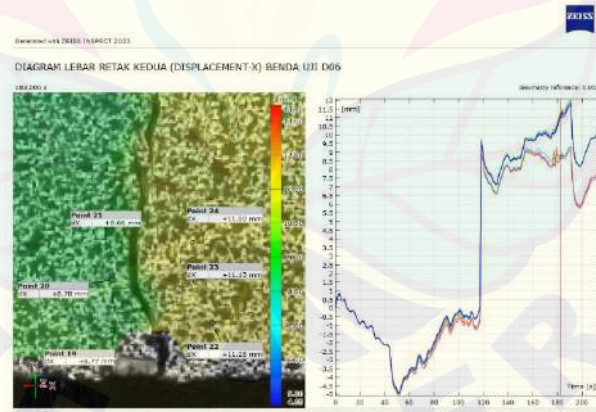
a. Benda Uji Tulangan Diameter 06



Gambar 4.21 Metode DIC Lebar Retak Benda Uji D06



Gambar 4.22 Hasil Analisis Metode DIC Lebar Retak Pertama Benda Uji D06



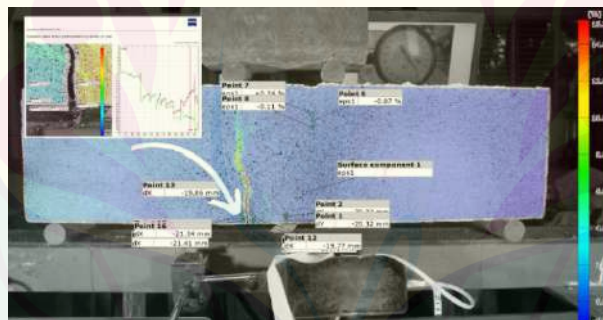
Gambar 4.23 Hasil Analisis Metode DIC Lebar Retak Kedua Benda Uji D06



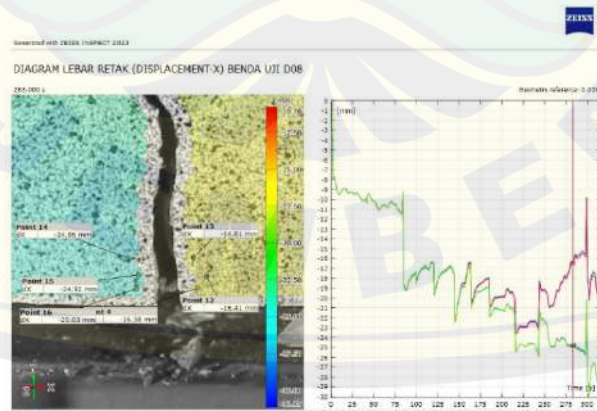
Gambar 4.24 Grafik Hasil Analisis Metode DIC Lebar Retak Benda Uji D06

Sampel foto sebanyak 199 gambar yang digunakan pada analisis lebar retak menggunakan metode *Digital Image Correlation* (DIC) benda uji tulangan utama berdiameter 06 mm ini, sehingga didapat lebar retak yang secara keseluruhan semakin bertambah seiring bertambahnya tekanan. Hasil lebar retak tertinggi ada pada tekanan 8,5 ton dengan lebar retak pertama sebesar 3,067 mm dan lebar retak kedua sebesar 1,516 mm yang kemudian lebar retak kembali menurun seiring dengan menurunnya tekanan (keadaan *release*).

b. Benda Uji Tulangan Diameter 08



Gambar 4.25 Metode DIC Lebar Retak Benda Uji D08



Gambar 4.26 Hasil Analisis Metode DIC Lebar Retak Benda Uji D08



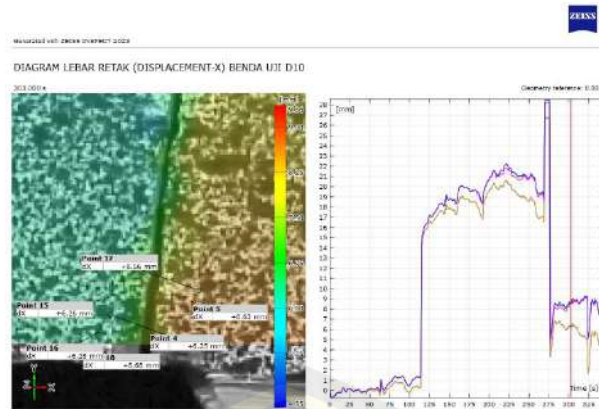
Gambar 4.27 Grafik Hasil Analisis Metode DIC Lebar Retak Benda Uji D08

Sampel foto sebanyak 219 gambar yang digunakan pada analisis lebar retak menggunakan metode *Digital Image Correlation* (DIC) benda uji tulangan utama berdiameter 08 mm ini, sehingga didapat lebar retak yang secara keseluruhan semakin bertambah seiring bertambahnya tekanan. Hasil lebar retak tertinggi ada pada tekanan 8,5 ton dengan lebar retak pertama sebesar 1,912 mm yang kemudian lebar retak kembali menurun seiring dengan menurunnya tekanan (keadaan *release*).

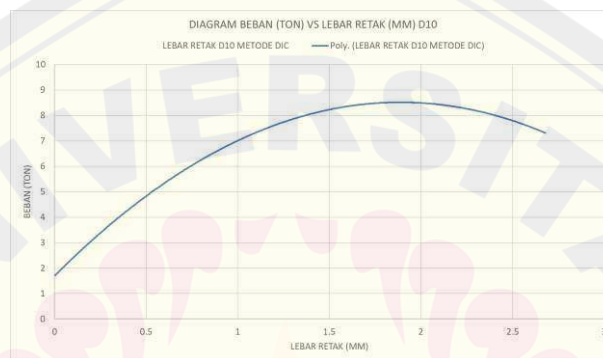
c. Benda Uji Tulangan Diameter 10



Gambar 4.28 Metode DIC Lebar Retak Benda Uji D10



Gambar 4.29 Hasil Analisis Metode DIC Lebar Retak Benda Uji D10



Gambar 4.30 Grafik Hasil Analisis Metode DIC Lebar Retak Benda Uji D10

Sampel foto sebanyak 161 gambar yang digunakan pada analisis lebar retak menggunakan metode *Digital Image Correlation* (DIC) benda uji tulangan utama berdiameter 10 mm ini, sehingga didapat lebar retak yang secara keseluruhan semakin bertambah seiring bertambahnya tekanan. Hasil lebar retak tertinggi ada pada tekanan 8,5 ton dengan lebar retak pertama sebesar 1,899 mm yang kemudian lebar retak kembali menurun seiring dengan menurunnya tekanan (keadaan *release*).

4.2 Data Hasil Analisis Metode Digital Image Correlation (DIC) dengan Metode Pengukuran Alat

4.2.1. Data Hasil Analisis Lendutan Beton Balok Bertulang Menggunakan Metode Digital Image Correlation (DIC) dengan Metode Pengukuran Alat

a. Benda Uji Tulangan Diameter 06



Gambar 4.31 Grafik Hubungan Beban dengan Lendutan Benda Uji D06

Pada diagram hubungan beban dengan lendutan diatas didapat korelasi *Log-Pearson* antara metode *Digital Image Correlation* dan pengukuran alat menggunakan *Dial Gauge* pada benda uji tulangan diameter 6 adalah sebesar 0,860 dengan rincian salah satu data sampel lendutan pada tabel dibawah. Rincian nilai korelasi diantara data lendutan metode DIC, pengukuran alat dengan *Dial Gauge*, dan rumus teoritis adalah sebagai berikut.

Tabel 4.1 Data Lendutan D06 Pada Beban 7 Ton

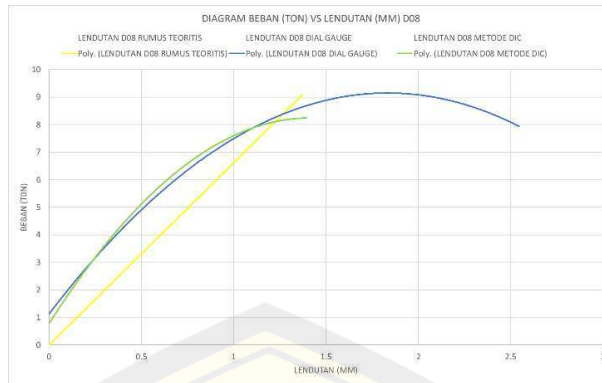
Sampel Benda Uji	Lendutan		
	Rumus Teoritis	Dial Gauge	Metode DIC
Diameter 06	1.0593	0.8200	1.6133

Tabel 4.2 Data Korelasi Log-Pearson Lendutan D06

		Correlations			
		BEBAN	RUMUS	DIAL	DIC
BEBAN	Pearson Correlation	1	1.000**	.871**	.787**
	Sig. (2-tailed)		<.001	<.001	<.001
	N	138	138	138	138
RUMUS	Pearson Correlation	1.000**	1	.871**	.787**
	Sig. (2-tailed)	<.001		<.001	<.001
	N	138	138	138	138
DIAL	Pearson Correlation	.871**	.871**	1	.860**
	Sig. (2-tailed)	<.001	<.001		<.001
	N	138	138	138	138
DIC	Pearson Correlation	.787**	.787**	.860**	1
	Sig. (2-tailed)	<.001	<.001	<.001	
	N	138	138	138	138

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

b. Benda Uji Tulangan Diameter 08



Gambar 4.32 Grafik Hubungan Beban dengan Lendutan Benda Uji D08

Pada diagram hubungan beban dengan lendutan diatas didapat korelasi *Log-Pearson* antara metode *Digital Image Correlation* dan pengukuran alat menggunakan *Dial Gauge* pada benda uji tulangan diamter 8 adalah sebesar 0,786 dengan rincian salah satu data sampel lendutan pada tabel dibawah. Rincian nilai korelasi diantara data lendutan metode DIC, data lendutan pengukuran alat dengan *Dial Gauge*, dan data lendutan rumus teoritis adalah sebagai berikut.

Tabel 4.3 Data Lendutan D08 Pada Beban 7 Ton

Sampel Benda Uji	Lendutan		
	Rumus Teoritis	Dial Gauge	Metode DIC
Diameter 08	1.0577	0.8193	1.3563

Tabel 4.4 Data Korelasi Log-Pearson Lendutan D08

		Correlations			
		BEBAN	RUMUS	DIAL	DIC
BEBAN	Pearson Correlation	1	1.000**	.925**	.847**
	Sig. (2-tailed)		<.001	<.001	<.001
	N	219	219	219	219
RUMUS	Pearson Correlation	1.000**	1	.925**	.847**
	Sig. (2-tailed)	<.001		<.001	<.001
	N	219	219	219	219
DIAL	Pearson Correlation	.925**	.925**	1	.786**
	Sig. (2-tailed)	<.001	<.001		<.001
	N	219	219	219	219
DIC	Pearson Correlation	.847**	.847**	.786**	1
	Sig. (2-tailed)	<.001	<.001	<.001	
	N	219	219	219	219

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

c. Benda Uji Tulangan Diameter 10



Gambar 4.33 Grafik Hubungan Beban dengan Lendutan Benda Uji D10

Pada diagram hubungan beban dengan lendutan diatas didapat korelasi *Log-Pearson* antara metode *Digital Image Correlation* dan pengukuran alat menggunakan *Dial Gauge* pada benda uji tulangan diamter 10 adalah sebesar 0,911 dengan rincian salah satu data sampel lendutan pada tabel dibawah. Rincian nilai korelasi diantara data lendutan metode DIC, data lendutan pengukuran alat dengan *Dial Gauge*, dan data lendutan rumus teoritis adalah sebagai berikut.

Tabel 4.5 Data Korelasi Log-Pearson Lendutan D10

Sampel Benda Uji	Lendutan		
	Rumus Teoritis	Dial Gauge	Metode DIC
Diameter 10	1.520	1.7400	1.2883

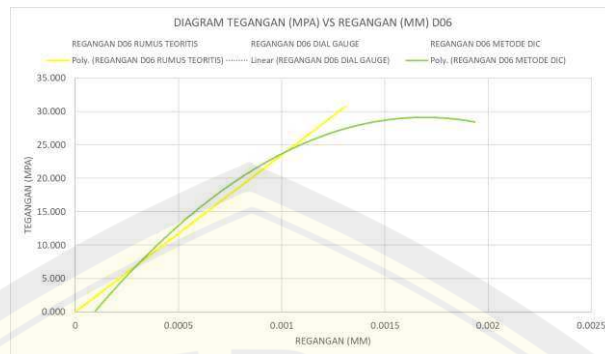
Tabel 4.6 Tabel 4.4 Data Korelasi Log-Pearson Lendutan D10

		Correlations			
		BEBAN	RUMUS	DIAL	DIC
BEBAN	Pearson Correlation	1	1.000**	.889**	.714**
	Sig. (2-tailed)		<.001	<.001	<.001
	N	161	161	161	161
RUMUS	Pearson Correlation	1.000**	1	.889**	.714**
	Sig. (2-tailed)	<.001		<.001	<.001
	N	161	161	161	161
DIAL	Pearson Correlation	.889**	.889**	1	.911**
	Sig. (2-tailed)	<.001	<.001		<.001
	N	161	161	161	161
DIC	Pearson Correlation	.714**	.714**	.911**	1
	Sig. (2-tailed)	<.001	<.001	<.001	
	N	161	161	161	161

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

4.2.2. Data Hasil Analisis Regangan Beton Balok Bertulang Menggunakan Metode Digital Image Correlation (DIC) dengan Metode Pengukuran Alat

a. Benda Uji Tulangan Diameter 06



Gambar 4.34 Grafik Hubungan Tegangan dengan Regangan Benda Uji D06

Perbandingan akurasi metode DIC pada pengukuran regangan kali ini tidak dapat dibandingkan dengan hasil pengukuran alat sebab terjadinya kegagalan pengambilan data pada alat modifikasi & *dial gauge* yang digunakan pada benda uji, namun akurasi nilai analisis metode DIC masih tetap dapat dibandingkan menggunakan nilai hasil rumus teoritis.

Pada diagram hubungan tegangan dengan regangan diatas didapat korelasi *Log-Pearson* antara metode *Digital Image Correlation* dan rumus teoritis pada benda uji tulangan diameter 6 adalah sebesar 0.939 dengan rincian salah satu data sampel regangan pada tabel dibawah. Rincian nilai korelasi diantara data regangan metode DIC, pengukuran alat dengan *Dial Gauge*, dan rumus teoritis adalah sebagai berikut.

Tabel 4.7 Data Korelasi Log-Pearson Regangan D06

Sampel Benda Uji	Regangan		
	Rumus Teoritis	Dial Gauge	Metode DIC
Diameter 06	0.001042	0	0.00137

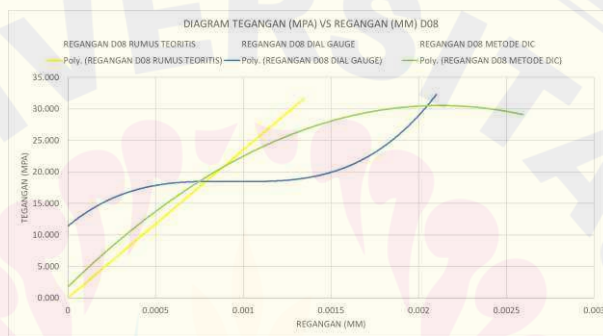
Tabel 4.8 Data Korelasi Log-Pearson Regangan D06

		Correlations			
		BEBAN	RUMUS	DIAL	DIC
BEBAN	Pearson Correlation	1	1.000**	. ^b	.939**
	Sig. (2-tailed)		<.001	.	<.001
	N	138	138	138	138
RUMUS	Pearson Correlation	1.000**	1	. ^b	.939**
	Sig. (2-tailed)	<.001		.	<.001
	N	138	138	138	138
DIAL	Pearson Correlation	. ^b	. ^b	. ^b	. ^b
	Sig. (2-tailed)
	N	138	138	138	138
DIC	Pearson Correlation	.939**	.939**	. ^b	1
	Sig. (2-tailed)	<.001	<.001	.	
	N	138	138	138	138

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

.^b Cannot be computed because at least one of the variables is constant.

b. Benda Uji Tulangan Diameter 08



Gambar 4.35 Grafik Hubungan Tegangan dengan Regangan Benda Uji D08

Pada diagram hubungan tegangan dengan regangan diatas didapat korelasi *Log-Pearson* antara metode *Digital Image Correlation* dan pengukuran alat *Dial Guage* pada benda uji tulangan diameter 8 adalah sebesar 0.910 dengan rincian salah satu data sampel regangan pada tabel dibawah. Rincian nilai korelasi diantara data regangan metode DIC, pengukuran alat dengan *Dial Gauge*, dan rumus teoritis adalah sebagai berikut.

Tabel 4.9 Data Korelasi Log-Pearson Regangan D08

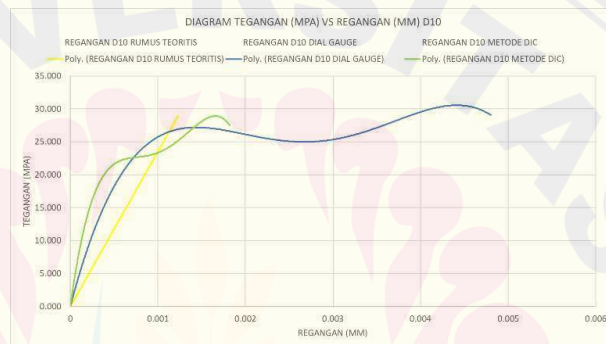
Regangan			
Sampel Benda Uji	Rumus Teoritis	Dial Gauge	Metode DIC
Diameter 08	0.001037	0.0018	0.00113

Tabel 4.10 Data Korelasi Log-Pearson Regangan D08

		Correlations			
		BEBAN	RUMUS	DIAL	DIC
BEBAN	Pearson Correlation	1	1.000**	.804**	.919**
	Sig. (2-tailed)		<.001	<.001	<.001
	N	219	219	219	219
RUMUS	Pearson Correlation	1.000**	1	.804**	.919**
	Sig. (2-tailed)	<.001		<.001	<.001
	N	219	219	219	219
DIAL	Pearson Correlation	.804**	.804**	1	.910**
	Sig. (2-tailed)	<.001	<.001		<.001
	N	219	219	219	219
DIC	Pearson Correlation	.919**	.919**	.910**	1
	Sig. (2-tailed)	<.001	<.001	<.001	
	N	219	219	219	219

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

c. Benda Uji Tulangan Diameter 10



Gambar 4.36 Grafik Hubungan Tegangan dengan Regangan Benda Uji D10

Pada diagram hubungan tegangan dengan regangan diatas didapat korelasi *Log-Pearson* antara metode *Digital Image Correlation* dan pengukuran alat *Dial Gauge* pada benda uji tulangan diameter 10 adalah sebesar 0.893 dengan rincian salah satu data sampel regangan pada tabel dibawah. Rincian nilai korelasi diantara data regangan metode DIC, pengukuran alat dengan *Dial Gauge*, dan rumus teoritis adalah sebagai berikut.

Tabel 4.11 Data Korelasi Log-Pearson Regangan D10

Sampel Benda Uji	Regangan		
	Rumus Teoritis	Dial Gauge	Metode DIC
Diameter 10	0.001027	0.0008	0.00107

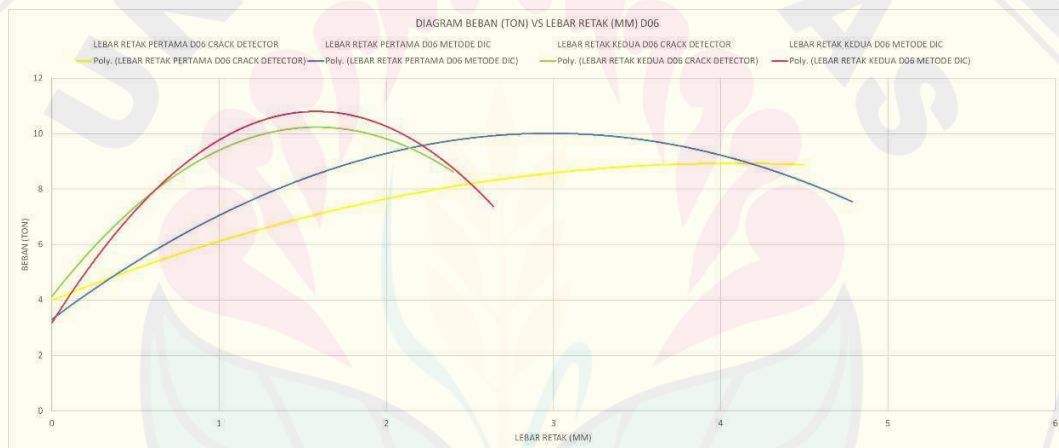
Tabel 4.12 Data Korelasi Log-Pearson Regangan D10

		Correlations			
		BEBAN	RUMUS	DIAL	DIC
BEBAN	Pearson Correlation	1	1.000**	.751**	.854**
	Sig. (2-tailed)		<.001	<.001	<.001
	N	161	161	161	161
RUMUS	Pearson Correlation	1.000**	1	.751**	.854**
	Sig. (2-tailed)	<.001		<.001	<.001
	N	161	161	161	161
DIAL	Pearson Correlation	.751**	.751**	1	.893**
	Sig. (2-tailed)	<.001	<.001		<.001
	N	161	161	161	161
DIC	Pearson Correlation	.854**	.854**	.893**	1
	Sig. (2-tailed)	<.001	<.001	<.001	
	N	161	161	161	161

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

4.2.3. Data Hasil Analisis Lebar Retak Beton Balok Bertulang Menggunakan Metode Digital Image Correlation (DIC) dengan Metode Pengukuran Alat

a. Benda Uji Tulangan Diameter 06



Gambar 4.37 Grafik Hubungan Beban dengan Lebar Retak Benda Uji D06

Korelasi pengukur data hasil lebar retak melalui pengukuran alat *Crack Detector* dan metode *Digital Image Correlation* pada benda uji tulangan diameter 06 adalah sebesar 0,968 untuk lebar retak pertama dan 0,955 untuk lebar retak kedua dengan rincian salah satu data sampel lebar retak pada tabel dibawah dan rincian nilai korelasi diantara data regangan metode DIC dengan pengukuran alat *Crack Detector* adalah sebagai berikut.

Tabel 4.13 Data Korelasi Log-Pearson Lebar Retak D06

Lebar Retak		
Sampel Benda Uji	Dial Gauge	Metode DIC
Diameter 06 Lebar Retak Pertama	2.5	3.067
Diameter 06 Lebar Retak Kedua	0.4	1.517

Tabel 4.14 Data Korelasi Log-Pearson Lebar Retak Pertama D06

Correlations				
		BEBAN	DIAL	DIC
BEBAN	Pearson Correlation	1	.726**	.757**
	Sig. (2-tailed)		<.001	<.001
	N	138	138	138
DIAL	Pearson Correlation	.726**	1	.968**
	Sig. (2-tailed)	<.001		<.001
	N	138	138	138
DIC	Pearson Correlation	.757**	.968**	1
	Sig. (2-tailed)	<.001	<.001	
	N	138	138	138

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Tabel 4.15 Data Korelasi Log-Pearson Lebar Retak Kedua D06

Correlations				
		BEBAN	DIAL	DIC
BEBAN	Pearson Correlation	1	.620**	.704**
	Sig. (2-tailed)		<.001	<.001
	N	138	138	138
DIAL	Pearson Correlation	.620**	1	.955**
	Sig. (2-tailed)	<.001		<.001
	N	138	138	138
DIC	Pearson Correlation	.704**	.955**	1
	Sig. (2-tailed)	<.001	<.001	
	N	138	138	138

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

b. Benda Uji Tulangan Diameter 08



Gambar 4.38 Grafik Hubungan Beban dengan Lebar Retak Benda Uji D08

Korelasi pengukur data hasil lebar retak melalui pengukuran alat *Crack Detector* dan metode *Digital Image Correlation* pada benda uji tulangan diameter 08 adalah sebesar 0,925 untuk lebar retak pertama dengan rincian salah satu data sampel lebar retak pada tabel dibawah dan rincian nilai korelasi diantara data regangan metode DIC dengan pengukuran alat *Crack Detector* adalah sebagai berikut.

Tabel 4.16 Data Korelasi Log-Pearson Lebar Retak D08

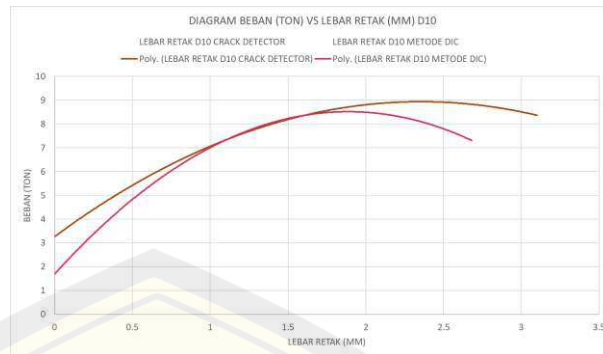
Lebar Retak		
Sampel Benda Uji	Dial Gauge	Metode DIC
Diameter 08	1.671428571	1.912

Tabel 4.17 Data Korelasi Log-Pearson Lebar Retak D08

Correlations				
		BEBAN	DIAL	DIC
BEBAN	Pearson Correlation	1	.660**	.838**
	Sig. (2-tailed)		<.001	<.001
	N	219	219	219
DIAL	Pearson Correlation	.660**	1	.925**
	Sig. (2-tailed)	<.001		<.001
	N	219	219	219
DIC	Pearson Correlation	.838**	.925**	1
	Sig. (2-tailed)	<.001	<.001	
	N	219	219	219

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

c. Benda Uji Tulangan Diameter 10



Gambar 4.39 Grafik Hubungan Beban dengan Lebar Retak Benda Uji D10

Korelasi pengukur data hasil lebar retak melalui pengukuran alat *Crack Detector* dan metode *Digital Image Correlation* pada benda uji tulangan diameter 10 adalah sebesar 0,954 untuk lebar retak pertama dengan rincian salah satu data sampel lebar retak pada tabel dibawah dan rincian nilai korelasi diantara data regangan metode DIC dengan pengukuran alat *Crack Detector* adalah sebagai berikut.

Tabel 4.18 Data Korelasi Log-Pearson Lebar Retak D10

Sampel Benda Uji	Lebar Retak	
	Dial Gauge	Metode DIC
Diameter 10	1.5	1.899

Tabel 4.19 Data Korelasi Log-Pearson Lebar Retak D10

		BEBAN	DIAL	DIC
BEBAN	Pearson Correlation	1	.785**	.893**
	Sig. (2-tailed)		<.001	<.001
	N	161	161	161
DIAL	Pearson Correlation	.785**	1	.954**
	Sig. (2-tailed)	<.001		<.001
	N	161	161	161
DIC	Pearson Correlation	.893**	.954**	1
	Sig. (2-tailed)	<.001	<.001	
	N	161	161	161

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

4.3 Analisa Hubungan Korelasi Metode Digital Image Correlation (DIC) dengan Metode Pengukuran Alat

4.3.1. Lendutan

Tabel 4.20 Rekap Nilai Korelasi Log-Pearson Lendutan Seluruh Benda Uji

Lendutan	
Sampel Benda Uji	Pearson Correlation
Diameter 06	0.86
Diameter 08	0.786
Diameter 10	0.911
Rata-Rata	0.852333333

4.3.2. Regangan

Tabel 4.21 Rekap Nilai Korelasi Log-Pearson Regangan Seluruh Benda Uji

Regangan	
Sampel Benda Uji	Pearson Correlation
Diameter 06	0.939
Diameter 08	0.91
Diameter 10	0.893
Rata-Rata	0.914

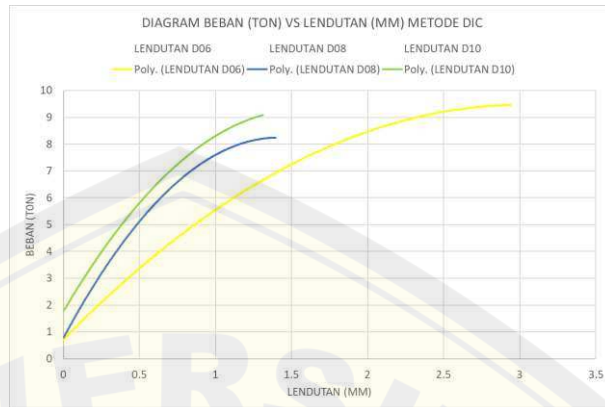
4.3.3. Lebar Retak

Tabel 4.22 Rekap Nilai Korelasi Log-Pearson Lebar Retak Seluruh Benda Uji

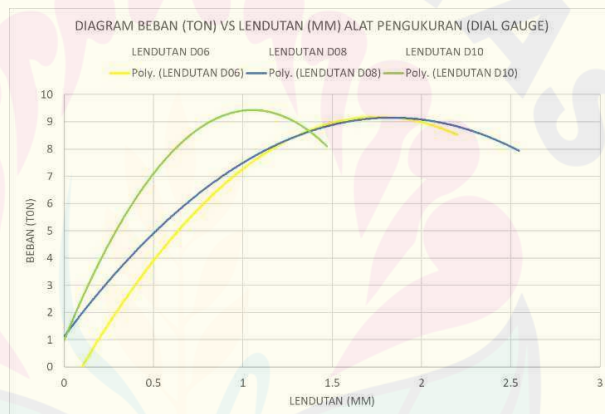
Lebar Retak	
Sampel Benda Uji	Pearson Correlation
Diameter 06	0.968
Diameter 08	0.987
Diameter 10	0.954
Rata-Rata	0.9705

4.4 Analisa Hubungan Berbagai Luasan Diameter Tulangan dengan Lendutan, Regangan, serta Lebar Retak

4.4.1. Lendutan



Gambar 4.40 Grafik Beban dengan Lendutan Menggunakan Metode DIC



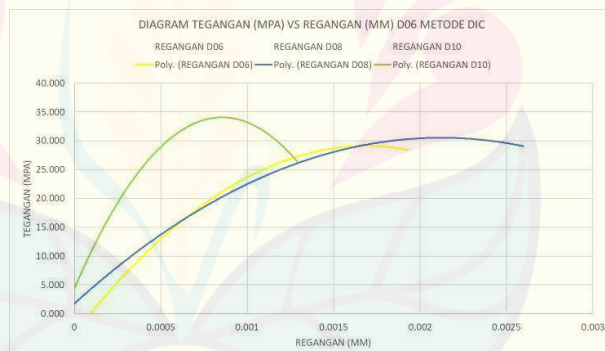
Gambar 4.41 Grafik Beban dengan Lendutan Menggunakan Metode Alat Pengukur (Dial Gauge)



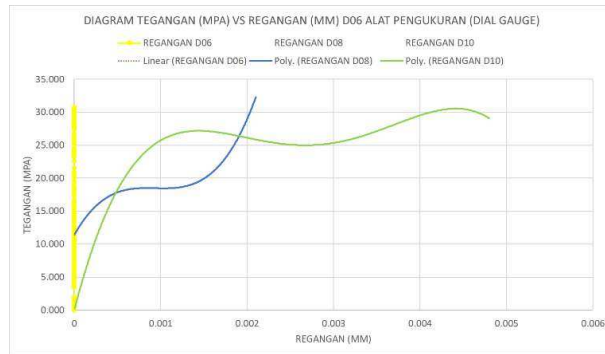
Gambar 4.42 Grafik Beban dengan Lendutan Menggunakan Metode Rumus Teoritis

Dari ketiga grafik diatas menunjukkan bahwa hasil lendutan pada ketiga benda uji dengan diameter tulangan 06 mm, 08 mm, dan 10 mm adalah terkorelasi baik dari hasil lendutan secara teoritis, pengukuran alat menggunakan *Dial Gauge*, dan metode *Digital Image Correlation* (DIC) dengan hasil lendutan pada benda uji adalah searah, dengan lendutan paling tinggi didapat oleh benda uji berdiameter 6 mm dan lendutan paling kecil didapat oleh benda uji berdiameter 10 mm.

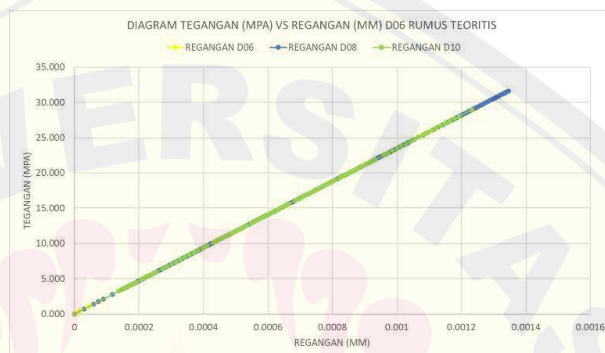
4.4.2. Regangan



Gambar 4.43 Grafik Tegangan dengan Regangan Menggunakan Metode DIC



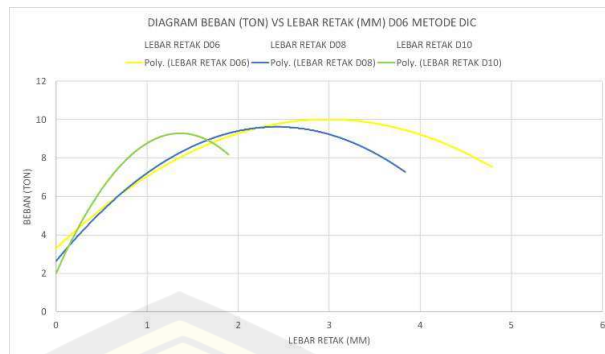
Gambar 4.44 Grafik Tegangan dengan Regangan Menggunakan Metode Pengukuran Alat (Dial Gauge)



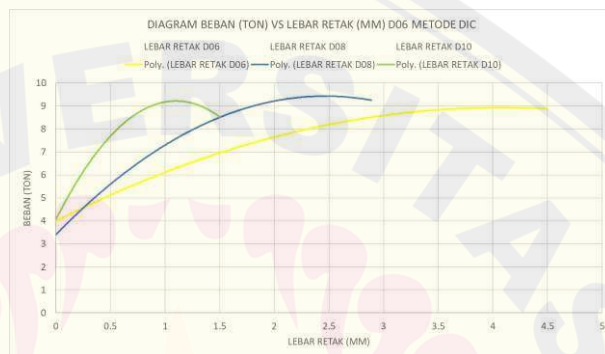
Gambar 4.45 Grafik Tegangan dengan Regangan Menggunakan Rumus Teoritis

Dari ketiga grafik diatas menunjukkan bahwa hasil regangan pada ketiga benda uji dengan diameter tulangan 06 mm, 08 mm, dan 10 mm adalah terkorelasi baik dari hasil regangan secara teoritis, pengukuran alat menggunakan alat modifikasi – *Dial Gauge*, dan metode *Digital Image Correlation* (DIC) dengan hasil regangan pada benda uji adalah searah, dengan regangan paling tinggi didapat oleh benda uji berdiameter 6 mm dan regangan paling kecil didapat oleh benda uji berdiameter 10 mm.

4.4.3. Lebar Retak



Gambar 4.46 Grafik Beban dengan Lebar Retak Menggunakan Metode DIC



Gambar 4.47 Grafik Beban dengan Lebar Retak Menggunakan Metode Pengukuran Alat (Crack Detector)

Dari ketiga grafik diatas menunjukkan bahwa hasil lebar retak pada ketiga benda uji dengan diameter tulangan 06 mm, 08 mm, dan 10 mm adalah terkorelasi baik dari hasil lendutan secara teoritis, pengukuran alat menggunakan *Crack Detector*, dan metode *Digital Image Correlation (DIC)* dengan hasil lendutan pada benda uji adalah searah, dengan lebar retak paling tinggi didapat oleh benda uji berdiameter 6 mm dan lebar retak paling kecil didapat oleh benda uji berdiameter 10 mm.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN**5.1 Kesimpulan**

Dari hasil penelitian yang telah didapatkan maka dapat disimpulkan bahwa :

- a. Akurasi metode *Digital Image Correlation* (DIC) dalam mendeteksi perpindahan titik-titik subset pada gambar referensi dengan gambar selanjutnya adalah tinggi. Jika pengambilan gambar tidak dilakukan dengan stabil maka metode *Digital Image Correlation* (DIC) juga tetap akurat dalam mendeteksi perpindahan yang terjadi pada titik-titik subset pada gambar namun tidak memberikan hasil lendutan, regangan, dan lebar retak yang tepat. Secara keseluruhan hasil lendutan, regangan, dan lebar retak menggunakan metode *Digital Image Correlation* (DIC) adalah sangat akurat sebab tingkat sensitivitas metode *Digital Image Correlation* (DIC) dalam mendeteksi perpindahan titik-titik pada gambar adalah tinggi jika pengambilan gambar juga dilakukan secara stabil.
2. Hasil analisis hubungan antara metode *Digital Image Correlation* (DIC) dengan metode pengukuran alat (*Dial Gauge* dan *Crack Detector*) adalah kuat dan selaras dengan rincian nilai korelasi keakuratan data hasil lendutan sebesar 0,853, nilai korelasi keakuratan data hasil regangan sebesar 0,914, dan nilai korelasi keakuratan data hasil lebar retak sebesar 0,9705.
3. Hubungan antara berbagai luasan diameter tulangan dengan lendutan, regangan, dan lebar retak menggunakan jumlah luas tulangan yang sama memiliki hasil yang tidak jauh beda. Dari ketiga benda uji tersebut yang mendapat nilai lendutan, regangan, dan lebar retak yang lebih kecil ialah benda uji diameter 10 dengan jumlah tulangan sebanyak dua. Dengan rincian setiap kenaikan diameter tulangan dengan penurunan nilai lendutan, regangan, dan lebar retak pada setiap benda uji adalah kurang lebih sama sebesar 23,5 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa diameter 10 dengan jumlah tulangan dua lebih efektif untuk digunakan dibandingkan benda uji

tulangan berdiameter delapan dengan jumlah tulangan tiga dan benda uji tulangan berdiameter enam dengan jumlah tulangan lima.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dan analisis penelitian terdapat beberapa saran yang dapat diimplementasikan pada penelitian selanjutnya:

1. Ketersediaan alat seperti alat Pengujian *Forth-Point Loading* dan *Strain Gauge* sangatlah diperlukan dalam penelitian akurasi metode *Digital Image Correlation* (DIC) seperti ini, maka dari itu diharapkan dalam penelitian selanjutnya bisa menggunakan alat-alat tersebut guna mendapatkan hasil yang jauh lebih akurat.
2. Pengambilan gambar ketika dilakukannya pengujian perlu dilakukan dalam keadaan yang stabil sebab berubahnya gambar sedikit saja sudah dapat mempengaruhi hasil analisis metode *Digital Image Correlation* (DIC), maka sangat diperlukan fasilitas pengambilan gambar yang memenuhi kebutuhan untuk tetap konstan seperti *tripod* berkualitas tinggi dan kamera yang bisa mengambil gambar sebanyak mungkin per detik.

DAFTAR PUSTAKA

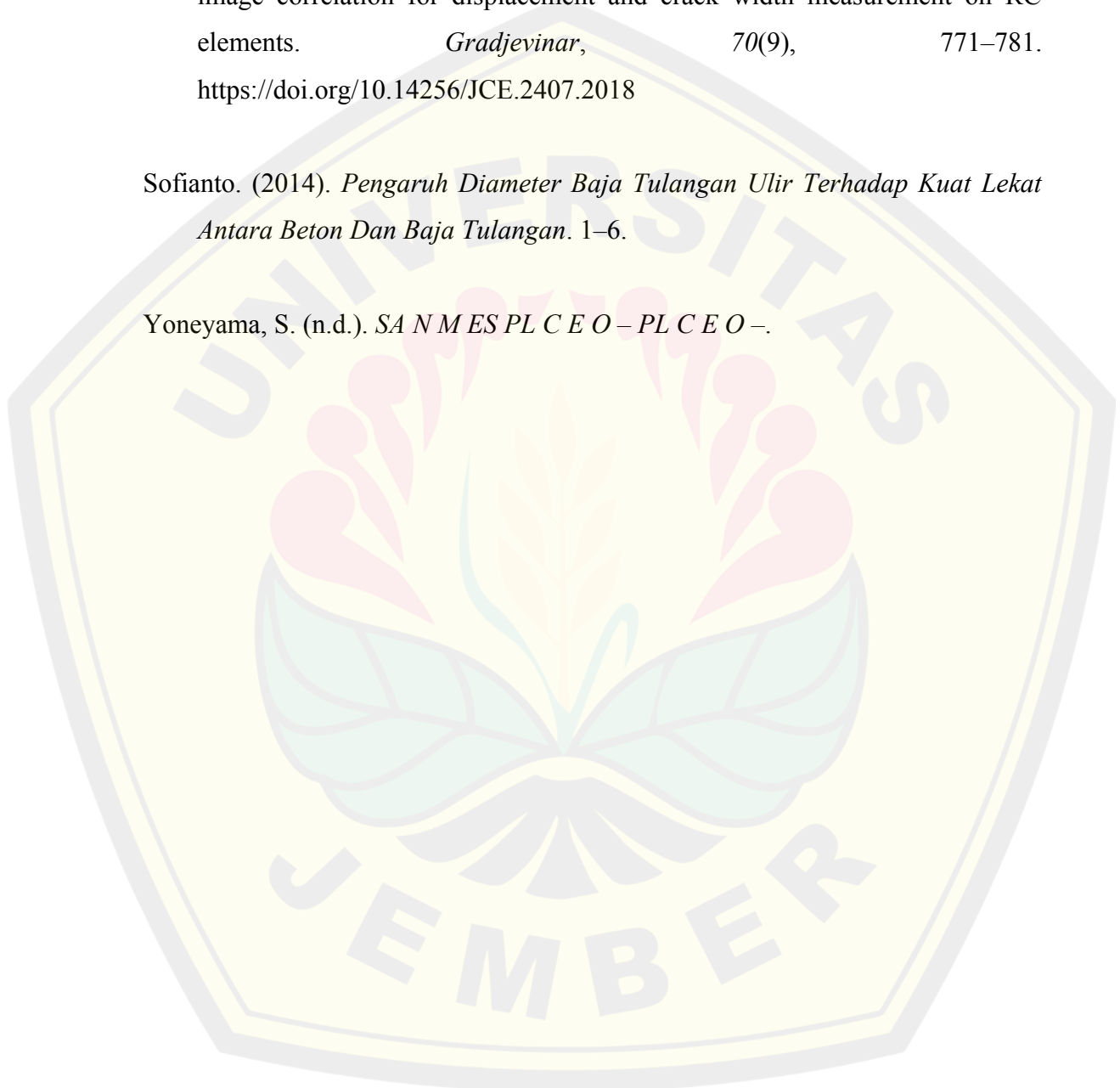
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. *Sni 2847-2019*, 8, 720.
- Badan Standardisasi Nasional. (1990). Metode Pengujian Slump Beton. In *SNI 03 – 1972 – 1990* (p. 12). Badan Standardisasi Nasional.
- Barris, C., Torres, L., Vilanova, I., Miàs, C., & Llorens, M. (2017). Experimental study on crack width and crack spacing for Glass-FRP reinforced concrete beams. *Engineering Structures*, 131, 231–242. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2016.11.007>
- Batubara, F. Y., Afner, S. O. G., Priana, S. E. P., & Zudri, F. (2022). Analisa Kadar Lumpur Agregat Halus Dengan Volume Endapan Di Kota Payakumbuh Dan Kabupaten Limapuluh Kota. *Jurnal Rekayasa*, 5(2), 291–294. <https://doi.org/10.37037/jrftsp.v12i1.119>
- Gideon Hadi Kusuma. (2000). Perhitungan Lebar Retak Pada Beton Pratekan Parsial Dengan Unified Approach. *Civil Engineering Dimension*, 2(1), 9–21. <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/civ/article/view/15516>
- Irawan, R. R. (2017). Kajian Sifat Kimia, Fisika, Dan Mekanik Semen Portland Di Indonesia. *Jurnal Jalan-Jembatan*, 34(2), 79–90.
- Sariman, S., Parung, H., Djamaluddin, R., & Rita Irmawaty, D. (2018). Analisis Kapasitas Lentur Balok Beton Bertulang Dengan Variasi Panjang Rongga Pada Penampang Tarik. *Prosiding Konferensi Nasional Pascasarjana Teknik Sipil (KNPTS) 2018 Inovasi, Inovasi Dan Riset Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Untuk Pembangunan Infrastruktur Berkelanjutan, 2011*, 31–40.

Słoński, M., & Tekieli, M. (2020). 2D digital image correlation and region-based convolutional neural network in monitoring and evaluation of surface cracks in concrete structural elements. *Materials*, 13(16). <https://doi.org/10.3390/MA13163527>

Smrkić, M. F., Koščak, J., & Damjanović, D. (2018). Application of 2D digital image correlation for displacement and crack width measurement on RC elements. *Gradjevinar*, 70(9), 771–781. <https://doi.org/10.14256/JCE.2407.2018>

Sofianto. (2014). *Pengaruh Diameter Baja Tulangan Ulir Terhadap Kuat Lekat Antara Beton Dan Baja Tulangan*. 1–6.

Yoneyama, S. (n.d.). *SANMES PLCEO – PLCEO –*.



LAMPIRAN

Dokumentasi Pengujian

No.	Kegiatan	Dokumentasi
1.	Pengujian Material	 <p>22/04/2023 16:06:19 Kampus Sari Bales Kabupaten Jember Jl. Jember Alamat: 128, 128 Index number: 22</p> <p>17/04/2023 10:14:40 Kampus Sari Bales Kabupaten Jember Jl. Jember Alamat: 128, 128 Index number: 22</p>
2.	Fabrikasi Bekisting	 <p>17/04/2023 10:14:40 Kampus Sari Bales Kabupaten Jember Jl. Jember Alamat: 128, 128 Index number: 22</p>
3.	Fabrikasi Tulangan	 <p>17/04/2023 10:14:40 Kampus Sari Bales Kabupaten Jember Jl. Jember Alamat: 128, 128 Index number: 22</p>
4.	Persiapan Tahu Beton	 <p>17/04/2023 10:14:40 Kampus Sari Bales Kabupaten Jember Jl. Jember Alamat: 128, 128 Index number: 22</p>

5. Persiapan Bekisting, Tulangan, & Tahu Beton



6. Pembuatan Drymix Beton



7. Tes Slump Beton



8. Pengecoran Beton ke Dalam Bekisting



9. Beton Siap Curing



10. Curing Beton



11. Pengujian Kuat Tarik Tulangan



12. Pengecatan Benda Uji



13. Pengujian Kuat tekan Beton



14. Pemberian Speckle Benda Uji



15. Setting Benda Uji, Alat Pengujian, Lighting



16. Setting Screen Laptop



17. Setting Camera



18. Setting Dial Gauge Lendutan



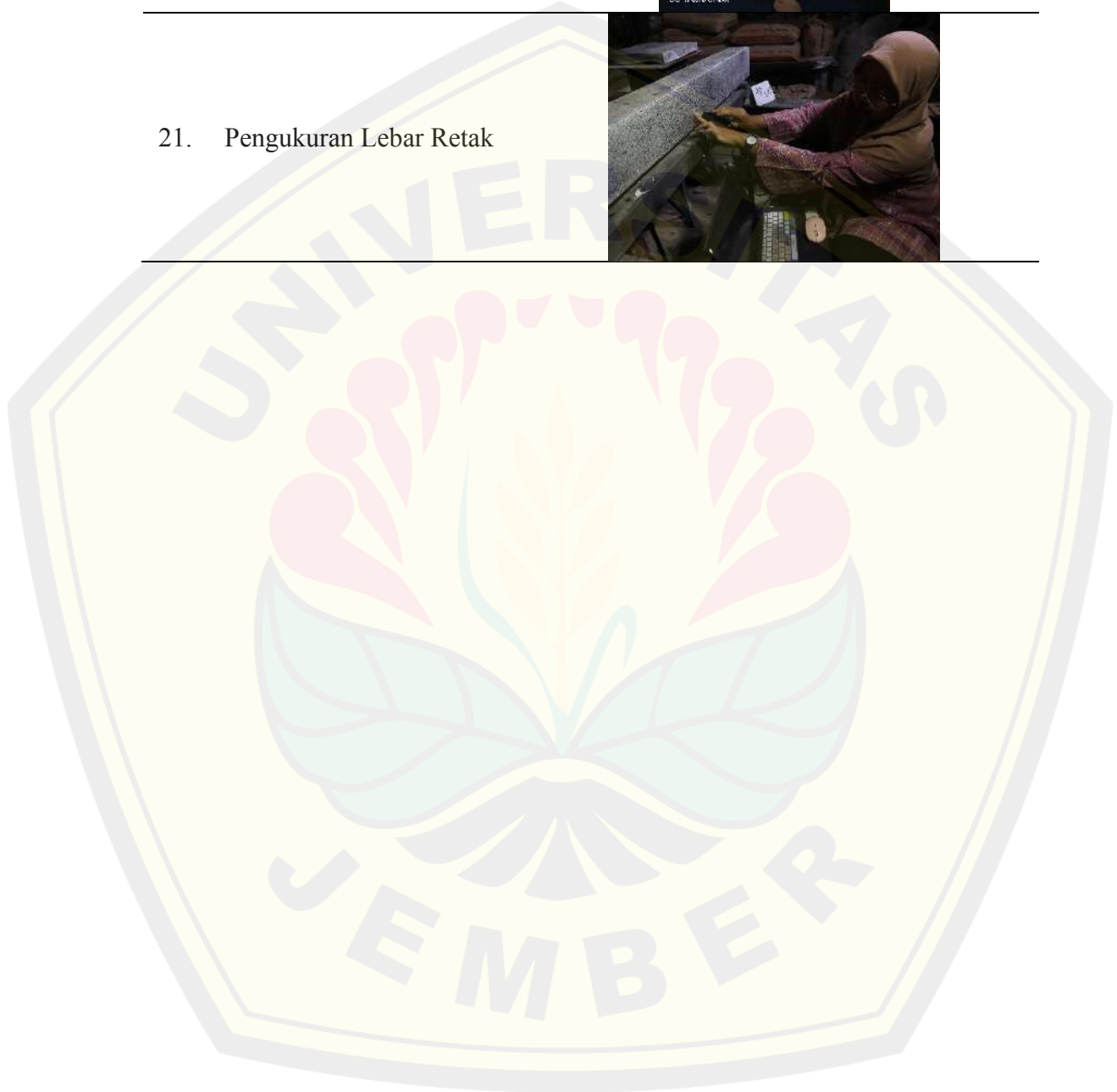
19. Setting Dial Gauge Regangan

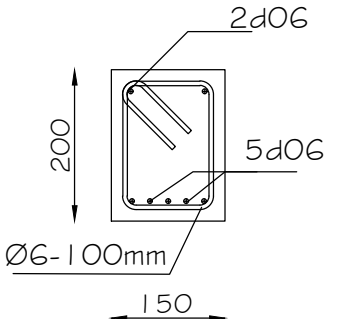
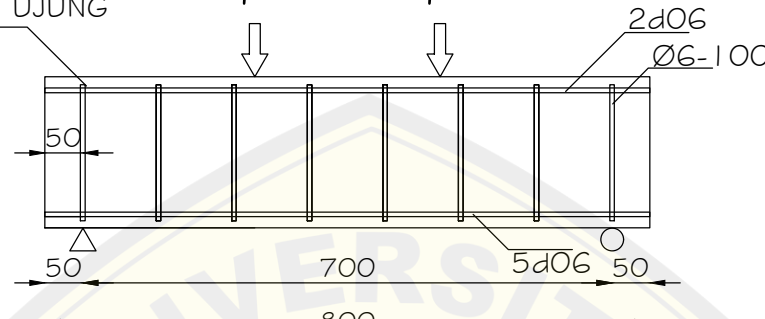
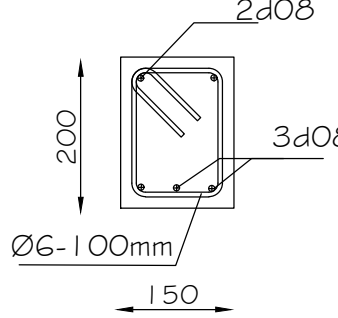
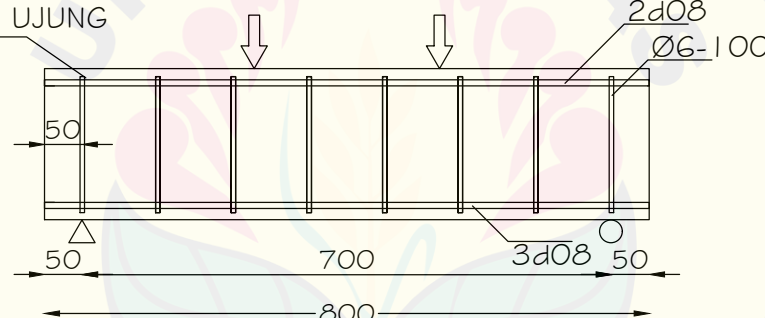
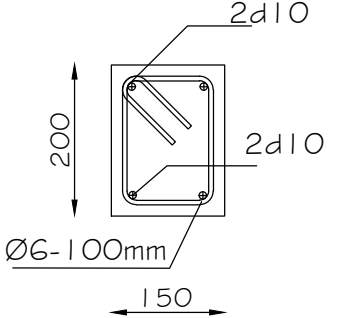
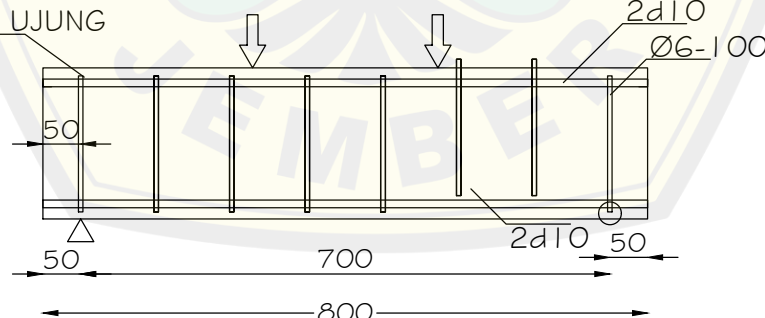


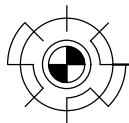
20. Pengujian Benda Uji



21. Pengukuran Lebar Retak



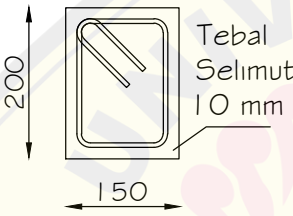




MELINTANG	MEMANJANG	TIPE	JUMLAH BENDA UJI
		S-1	1
		S-2	1
		S-3	1

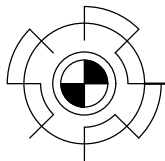


TIPE BALOK

SKALA 1 : 100

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

NO	PENAMPANG	MELINTANG	JENIS TUL.	TOTAL KEBUTUHAN (bh)
1	 <p>Tebal Selimut 10 mm</p>		Ø6	24
2		 <p>0.8 METER</p>	d10	4
3		 <p>0.8 METER</p>	d08	5
4		 <p>0.8 METER</p>	d06	7



DETAIL UKURAN SENGKANG DAN TULANGAN

SKALA 1 : 100

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

LAMPIRAN

(TABEL HASIL PERHITUNGAN PERENCANAAN BENDA UJI)

• BENDA UJI D06

Data Benda Uji				
fc	Mutu Beton	25	Mpa	
fy	Mutu Tulangan Utama	630.7766667	Mpa	asumsi
fys	Mutu Tulangan Geser	630.7766667	Mpa	asumsi
Dl	Diameter Tulangan Utama	0.006	m	6
Ds	Diameter Sengkang	0.006	m	6
ts	Tebal Selimut	0.015	m	15
b	Dimensi Balok	0.15	m	150
h		0.2	m	200
L		0.8	m	800

Beban Benda Uji			
V	Volume Balok	0.024	m ³
rho	Berat Jenis Beton Balok	2700	Kg/m ³
Q	Berat Beton Balok	64.8	Kg
		0.635	Kn
q1	Berat Beton Balok/meter	81	Kg/m
	Panjang Per Sengkang	0.64	m
	Jumlah Sengkang	8	Buah
	Panjang Total Sengkang	5.12	m
d06	Berat Jenis Sengkang	0.22	kg/m
	Total Berat Jenis Sengkang	1.1264	kg
q2	Berat Sengkang/meter	1.408	kg/m
	Panjang Per Tul Utama	0.8	m
d06	Berat Jenis Tul Utama	0.22	kg/m
	Jumlah Tul Utama	5	buah
q3	Total Berat Jenis Tul Utama	1.1	kg/m
q total	Total Berat Balok	83.508	kg/m

Momen Ultimate			
Mu	Momen Ultimate Beban Merata	6.68064	Kg.m
P	Asumsi Beban	2	Ton
So	Jarak Dua Tumpuan Benda Uji	0.7	m
Si	Jarak Dua Tumpuan Beban	0.145	m
Mu	Momen Ultimate Beban Terpusat	277.5	Kg.m
Mu	Momen Ultimate Total	284.18064	Kg.m

Kapasitas Tulangan Tarik			
n	Asumsi Jumlah Tulangan	5	Buah
As-pakai	Luasan Tulangan	141.3	mm ²
a	Tinggi Balok Tegangan	27.96195859	mm
β	Fc > 28 Mpa	0.871428571	
c	Tinggi Garis Netral Baru	32.08749346	mm
d	Tinggi Efektif Balok	176	mm

c/dt	Cek Kategori Penampang	0.182315304	mm	Tension controlled
Mn	Momen Nominal	14440551.66	N.mm	
ϕ .Mn		12996496.49	N.mm	
	Momen Ultimate	2786860.073	N.mm	
	Cek Kapasitas Balok	Memenuhi Syarat		

Kapasitas Tulangan Tekan

n	Asumsi Jumlah Tulangan	2	Buah	
As-pakai	Luasan Tulangan	56.52	mm ²	
a	Tinggi Balok Tegangan	11.18478344	mm	
β	Fc > 28 Mpa	0.871428571		
c	Tinggi Garis Netral Baru	12.83499738	mm	
d	Tinggi Efektif Balok	176	mm	

c/dt	Cek Kategori Penampang	0.072926122	mm	Tension Compression Controlled
Mn	Momen Nominal	6075286.37	N.mm	
ϕ .Mn		5467757.733	N.mm	
	Momen Ultimate	2786860.073	N.mm	
	Cek Kapasitas Balok	Memenuhi Syarat		

Kapasitas Terhadap Geser

Vc	Kuat Geser Beton	22000	N	
Vs	Kuat Geser Tulangan	1045777.251	N	
Vn	Momen Nominal	1067777.251	N	1067.777251

Kapasitas Terhadap Lentur

ϵ_c	Regangan Maksimum Beton	0.003		
ϵ_s	Kontrol Regangan tarik Baja	0.013455009		
Cc		89128.743		
Mn	Momen Nominal	14440551.66	N.mm	
		14.44055166	Kn.m	

Lendutan

n		4.485003065	
Atr		30492.43093	
yt		101.2273456	
yb		98.7726544	
Ig		102798348	
Ec		23500	
a	Jarak Tumpuan dengan Titik Pembebanan	277.5	
	Lendutan	0.302648783	

• **BENDA UJI D08**

Data Benda Uji

fc	Mutu Beton	25	Mpa	
fy	Mutu Tulangan Utama	581.51	Mpa	asumsi
fys	Mutu Tulangan Geser	630.777	Mpa	asumsi
Dl	Diameter Tulangan Utama	0.008	m	8
Ds	Diameter Sengkang	0.006	m	6
ts	Tebal Selimut	0.015	m	15

b		0.15	m	150
h	Dimensi Balok	0.2	m	200
L		0.8	m	800

Beban Benda Uji

V	Volume Balok	0.024	m ³
rho	Berat Jenis Beton Balok	2700	Kg/m ³
Q	Berat Beton Balok	64.8	Kg
		0.635	Kn
q1	Berat Beton Balok/meter	81	Kg/m
	Panjang Per Sengkang	0.64	m
	Jumlah Sengkang	8	Buah
	Panjang Total Sengkang	5.12	m
d06	Berat Jenis Sengkang	0.22	kg/m
	Total Berat Jenis Sengkang	1.1264	kg
q2	Berat Sengkang/meter	1.408	kg/m
	Panjang Per Tul Utama	0.8	m
d06	Berat Jenis Tul Utama	0.395	kg/m
	Jumlah Tul Utama	3	buah
q3	Total Berat Jenis Tul Utama	1.185	kg/m
q total	Total Berat Balok	83.593	kg/m

Momen Ultimate

Mu	Momen Ultimate Beban Merata	6.68744	Kg.m
P	Asumsi Beban	2	Ton
So	Jarak Dua Tumpuan Benda Uji	0.7	m
Si	Jarak Dua Tumpuan Beban	0.145	m
Mu	Momen Ultimate Beban Terpusat	277.5	Kg.m
Mu	Momen Ultimate Total	284.187	Kg.m

Kapasitas Tulangan Tarik

n	Asumsi Jumlah Tulangan	3	Buah
As-pakai	Luasan Tulangan	150.72	mm ²
a	Tinggi Balok Tegangan	27.49652932	mm
β	$F_c > 28 \text{ Mpa}$	0.871428571	
c	Tinggi Garis Netral Baru	31.5533943	mm
d	Tinggi Efektif Balok	175	mm
c/dt	Cek Kategori Penampang	0.18030511	mm Tension controlled
Mn	Momen Nominal	14132938.53	N.mm
$\phi \cdot Mn$		12719644.68	N.mm
	Momen Ultimate	2786926.758	N.mm
Cek Kapasitas Balok	Memenuhi Syarat		

Kapasitas Tulangan Tekan

n	Asumsi Jumlah Tulangan	2	Buah
As-pakai	Luasan Tulangan	56.52	mm ²
a	Tinggi Balok Tegangan	10.31119849	mm
β	$F_c > 28 \text{ Mpa}$	0.871428571	

c	Tinggi Garis Netral Baru	11.83252286	mm	
d	Tinggi Efektif Balok	175	mm	
c/dt	Cek Kategori Penampang	0.067614416	mm	Tension Compression Controlled
Mn	Momen Nominal	5582266.612	N.mm	
ϕ .Mn		5024039.951	N.mm	
	Momen Ultimate	2786926.758	N.mm	
	Cek Kapasitas Balok	Memenuhi Syarat		

Kapasitas Terhadap Geser

Vc	Kuat Geser Beton	21875	N	
Vs	Kuat Geser Tulangan	1022527.184	N	
Vn	Momen Nominal	1044402.184	N	1044.402184

Kapasitas Terhadap Lentur

ϵ_c	Regangan Maksimum Beton	0.003		
ϵ_s	Kontrol Regangan tarik Baja	0.013638464		
Cc		87645.1872		
Mn	Momen Nominal	14132938.53	N.mm	
		14.13293853	Kn.m	

Lendutan

n		4.546154507		
Atr		30534.47641		
yt		101.3128023		
yb		98.68719771		
Ig		102953805.2		
Ec		23500		
a	Jarak Tumpuan dengan Titik Pembebanan	277.5		
	Lendutan	0.302191792		

• **BENDA UJI D10**

Data Benda Uji

fc	Mutu Beton	25	Mpa	
fy	Mutu Tulangan Utama	498.967	Mpa	asumsi
fys	Mutu Tulangan Geser	630.777	Mpa	asumsi
Dl	Diameter Tulangan Utama	0.01	m	10
Ds	Diameter Sengkang	0.006	m	6
ts	Tebal Selimut	0.015	m	15
b		0.15	m	150
	Dimensi Balok			
h		0.2	m	200
L		0.8	m	800

Beban Benda Uji

V	Volume Balok	0.024	m ³	
---	--------------	-------	----------------	--

rho	Berat Jenis Beton Balok	2700	Kg/m ³
Q	Berat Beton Balok	64.8	Kg
		0.635	Kn
q1	Berat Beton Balok/meter	81	Kg/m
	Panjang Per Sengkang	0.64	m
	Jumlah Sengkang	8	Buah
	Panjang Total Sengkang	5.12	m
d06	Berat Jenis Sengkang	0.22	kg/m
	Total Berat Jenis Sengkang	1.1264	kg
q2	Berat Sengkang/meter	1.408	kg/m
	Panjang Per Tul Utama	0.8	m
d06	Berat Jenis Tul Utama	0.617	kg/m
	Jumlah Tul Utama	2	buah
q3	Total Berat Jenis Tul Utama	1.234	kg/m
q total	Total Berat Balok	83.642	kg/m

Momen Ultimate

Mu	Momen Ultimate Beban Merata	6.69136	Kg.m
P	Asumsi Beban	2	Ton
So	Jarak Dua Tumpuan Benda Uji	0.7	m
Si	Jarak Dua Tumpuan Beban	0.145	m
Mu	Momen Ultimate Beban Terpusat	277.5	Kg.m
Mu	Momen Ultimate Total	284.191	Kg.m

Kapasitas Tulangan Tarik

n	Asumsi Jumlah Tulangan	2	Buah
As-pakai	Luasan Tulangan	157	mm ²
a	Tinggi Balok Tegangan	24.57655425	mm
β	$F_c > 28 \text{ Mpa}$	0.871428571	
c	Tinggi Garis Netral Baru	28.20260324	mm
d	Tinggi Efektif Balok	174	mm
c/dt	Cek Kategori Penampang	0.162083927	mm Tension controlled
Mn	Momen Nominal	12668135.21	N.mm
$\phi \cdot Mn$	Momen Ultimate	11401321.69	N.mm
	Momen Ultimate	2786965.201	N.mm
	Cek Kapasitas Balok		Memenuhi Syarat

Kapasitas Tulangan Tekan

n	Asumsi Jumlah Tulangan	2	Buah
As-pakai	Luasan Tulangan	56.52	mm ²
a	Tinggi Balok Tegangan	8.847559529	mm
β	$F_c > 28 \text{ Mpa}$	0.871428571	
c	Tinggi Garis Netral Baru	10.15293716	mm
d	Tinggi Efektif Balok	174	mm
c/dt	Cek Kategori Penampang	0.058350214	mm Tension Compression Controlled
Mn	Momen Nominal	4782320.054	N.mm
$\phi \cdot Mn$	Momen Ultimate	4304088.049	N.mm
	Momen Ultimate	2786965.201	N.mm
	Cek Kapasitas Balok		Memenuhi Syarat

Kapasitas Terhadap Geser

Vc	Kuat Geser Beton	21750	N	
Vs	Kuat Geser Tulangan	908718.0933	N	
Vn	Momen Nominal	930468.0933	N	930.4680933

Kapasitas Terhadap Lentur

ec	Regangan Maksimum Beton	0.003		
es	Kontrol Regangan tarik Baja	0.01550893		
Cc		78337.76667		
Mn	Momen Nominal	12668135.21	N.mm	
		12.66813521	Kn.m	

Lendutan

n		5.169643226	
Atr		30654.63399	
yt		101.5802803	
yb		98.41971967	
Ig		103508222.3	
Ec		23500	
a	Jarak Tumpuan dengan Titik Pembebanan	277.5	
	Lendutan	0.300573174	

LAMPIRAN

(RINCIAN PERHITUNGAN PERENCANAAN BENDA UJI)

1.1 Perhitungan Kapasitas Balok Beton Bertulang

1.1.1. Perhitungan Tulangan Balok Beton Bertulang

Berikut data dan hasil perhitungan kapasitas tulangan tarik yang dibutuhkan setiap benda uji balok beton bertulang:

Mutu Beton (F_c)	: 25 Mpa
Mutu Tulangan Utama d06 (F_y)	: 630,776 Mpa
Mutu Tulangan Utama d08 (F_y)	: 581,51 Mpa
Mutu Tulangan Utama d10 (F_y)	: 498,966 Mpa
Mutu Tulangan Geser d06 (F_y)	: 630,776 Mpa
Diameter Tulangan Utama d06 (F_y)	: 06 mm
Diameter Tulangan Utama d08 (F_y)	: 08 mm
Diameter Tulangan Utama d10 (F_y)	: 10 mm
Diameter Tulangan Sengkang d06 (F_y)	: 06 mm
Dimensi Balok (b/h/L)	: 150/200/800 mm

a. Benda Uji Tulangan Diameter 06

Asumsi Jumlah tulangan tarik (A_s) : 5-D06

- Momen Ultimate Beban Merata :

$$\begin{aligned} Mu &= \frac{(Q_{total} \times L^2)}{8} \\ &= \frac{(83,51 \times 0,8^2)}{8} \\ &= 6,681 \text{ Kg.m} \end{aligned}$$

- Momen Ultimate Beban Terpusat :

$$\begin{aligned} Mu &= \frac{(P \times (S_o - S_i))}{8} \\ &= \frac{((2 \times 1000) \times (0,7 - 0,145))}{8} \\ &= 277,5 \text{ Kg.m} \end{aligned}$$

- Momen Ultimate Total:

$$\begin{aligned} Mu &= Mu_{Beban\ Terpusat} + Mu_{Beban\ Merata} \\ &= 6,681 + 277,5 \\ &= 284,1806 \text{ Kg.m} \end{aligned}$$

$$= 2786860,073 \text{ N.mm}$$

- Luas Tulangan Tarik :

$$A_s = n \times \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$= 5 \times \frac{1}{4} \pi 6^2$$

$$= 141,3 \text{ mm}^2$$

- Tinggi Balok Tegangan :

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b}$$

$$= \frac{141,3 \times 630,776}{0,85 \times 25 \times 150}$$

$$= 27,962 \text{ mm}$$

- Letak Garis Netral :

Sebab $f_c' \leq 18 \text{ Mpa}$; $\beta = 0,85$

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

$$= \frac{a}{0,85 - (0,05 \times (\frac{f_c - 28}{7}))}$$

$$= \frac{27,962}{0,85 - (0,05 \times (\frac{25 - 28}{7}))}$$

$$= 32,087 \text{ mm}$$

- Tinggi Efektif Balok :

$$d = h - t_s - \phi_s - \frac{1}{2} D_l$$

$$= 200 - 15 - 6 - \frac{1}{2} 6$$

$$= 176 \text{ mm}$$

- Cek Kategori Penampang :

Digunakan parameter sebagai berikut sebab balok tergolong kontrol tarik (*tension controlled*).

$$\frac{c}{d_t} \leq 0,375$$

$$\frac{32,087}{176} \leq 0,375$$

$$0,1823 \leq 0,375 \text{ (tension controlled)}$$

- Momen Nominal Kapasitas Tulangan :

$$\begin{aligned} Mn &= As \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) \\ &= 141,3 \times 630,776 \times \left(176 - \frac{27,962}{2}\right) \\ &= 14,4405 \text{ Kn. m} \\ &= 14440551,66 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

- Cek Kapasitas Balok :

$$(\phi \times Mn) > Mu$$

$$(0,9 \times 14,4405) > Mu$$

$$12996496,49 \text{ N.mm} > 2786860,073 \text{ N.mm}$$

(memenuhi syarat)

b. Benda Uji Tulangan Diameter 08

Asumsi Jumlah tulangan tarik (As) : 3-D08

- Momen Ultimate :

$$\begin{aligned} Mu &= \frac{(Q_{total} \times L^2)}{8} \\ &= \frac{(83,593 \times 0,8^2)}{8} \\ &= 6,6874 \text{ Kg.m} \end{aligned}$$

- Momen Ultimate Beban Terpusat :

$$\begin{aligned} Mu &= \frac{(P \times (S_o - S_i))}{8} \\ &= \frac{((2 \times 1000) \times (0,7 - 0,145))}{8} \\ &= 277,5 \text{ Kg.m} \end{aligned}$$

- Momen Ultimate Total:

$$\begin{aligned} Mu &= Mu_{\text{Beban Terpusat}} + Mu_{\text{Beban Merata}} \\ &= 6,6874 + 277,5 \\ &= 284,1874 \text{ Kg.m} \\ &= 2786926,758 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

- Luas Tulangan Tarik :

$$\begin{aligned} As &= n \times \frac{1}{4} \pi D^2 \\ &= 3 \times \frac{1}{4} \pi 8^2 \end{aligned}$$

$$= 150,72 \text{ mm}^2$$

- Tinggi Balok Tegangan :

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

$$= \frac{150,72 \times 581,51}{0,85 \times 25 \times 150}$$

$$= 27,497 \text{ mm}$$

- Letak Garis Netral :

Sebab $fc' \leq 18 \text{ Mpa}$; $\beta = 0,85$

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

$$= \frac{27,497}{0,85 - (0,05 \times (\frac{fc - 28}{7}))}$$

$$= \frac{27,497}{0,85 - (0,05 \times (\frac{25 - 28}{7}))}$$

$$= 31,5533 \text{ mm}$$

- Tinggi Efektif Balok :

$$d = h - ts - \phi_s - \frac{1}{2} Dl$$

$$= 200 - 15 - 8 - \frac{1}{2} 8$$

$$= 175 \text{ mm}$$

- Cek Kategori Penampang :

Digunakan parameter sebagai berikut sebab balok tergolong kontrol tarik (*tension controlled*).

$$\frac{c}{dt} \leq 0,375$$

$$\frac{31,5533}{175} \leq 0,375$$

$$0,1803 \leq 0,375 \text{ (tension controlled)}$$

- Momen Nominal Kapasitas Tulangan

$$Mn = As \cdot fy \cdot (d - \frac{a}{2})$$

$$= 150,72 \times 581,51 \times (175 - \frac{27,496}{2})$$

$$= 14,132 \text{ Kn. m}$$

$$= 14132938,53 \text{ N.mm}$$

- Cek Kapasitas Balok
 $(\phi \times Mn) > Mu$
 $(0,9 \times 14,132) > Mu$
 $12719644,68 \text{ N.mm} > 2786926,758 \text{ N.mm}$
 (memenuhi syarat)

c. Benda Uji Tulangan Diameter 10

Asumsi Jumlah tulangan tarik (As) : 2-D10

- Momen Ultimate Beban Merata :

$$\begin{aligned} Mu &= \frac{(Q_{total} \times L^2)}{8} \\ &= \frac{(83,64 \times 0,8^2)}{8} \\ &= 6,6913 \text{ Kg.m} \end{aligned}$$

- Momen Ultimate Beban Terpusat :

$$\begin{aligned} Mu &= \frac{(P \times (S_o - S_i))}{8} \\ &= \frac{((2 \times 1000) \times (0,7 - 0,145))}{8} \\ &= 277,5 \text{ Kg.m} \end{aligned}$$

- Momen Ultimate Total:

$$\begin{aligned} Mu &= Mu_{Beban\ Terpusat} + Mu_{Beban\ Merata} \\ &= 6,6913 + 277,5 \\ &= 284,191 \text{ Kg.m} \\ &= 2786965,201 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

- Luas Tulangan Tarik :

$$\begin{aligned} As &= n \times \frac{1}{4} \pi D^2 \\ &= 2 \times \frac{1}{4} \pi 10^2 \\ &= 157 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Tinggi Balok Tegangan :

$$\begin{aligned} a &= \frac{As \cdot fy}{0,85 \cdot f'c \cdot b} \\ &= \frac{157 \times 498,967}{0,85 \times 25 \times 150} \\ &= 24,5765 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Letak Garis Netral :

Sebab $f_c' \leq 18 \text{ Mpa}$; $\beta = 0,85$

$$\begin{aligned} c &= \frac{a}{\beta} \\ &= \frac{a}{0,85 - (0,05 \times (\frac{f_c - 28}{7}))} \\ &= \frac{24,5765}{0,85 - (0,05 \times (\frac{25 - 28}{7}))} \\ &= 28,2026 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Tinggi Efektif Balok :

$$\begin{aligned} d &= h - t_s - \phi_s - \frac{1}{2} D_l \\ &= 200 - 15 - 10 - \frac{1}{2} 10 \\ &= 174 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Cek Kategori Penampang :

Digunakan parameter sebagai berikut sebab balok tergolong kontrol tarik (*tension controlled*).

$$\frac{c}{d} \leq 0,375$$

$$\frac{28,2026}{174} \leq 0,375$$

$$0,1620 \leq 0,375 \text{ (tension controlled)}$$

- Momen Nominal Kapasitas Tulangan

$$\begin{aligned} M_n &= A_s \cdot f_y \cdot (d - \frac{a}{2}) \\ &= 157 \times 498,967 \times (157 - \frac{24,5765}{2}) \\ &= 12,6681 \text{ Kn.m} \\ &= 12668135,21 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

- Cek Kapasitas Balok

$$(\phi \times M_n) > M_u$$

$$(0,9 \times 12,6681) > M_u$$

$$11401321,69 \text{ N.mm} > 2786965,201 \text{ N.mm}$$

(memenuhi syarat)

1.1.2. Perhitungan Kapasitas Geser Balok Beton Bertulang

Berikut data dan hasil perhitungan kapasitas geser beton dan tulangan yang dibutuhkan untuk perhitungan kapasitas geser total pada balok beton bertulang:

Mutu Beton (F_c)	: 25 Mpa
Luas Tulangan Tarik d06 (A_s)	: 141,3 mm ²
Luas Tulangan Tarik d08 (A_s)	: 150,72 mm ²
Luas Tulangan Tarik d10 (A_s)	: 157 mm ²
Selimit Beton (t_s)	: 15 mm
Mutu Tulangan Utama d06 (F_y)	: 630,776 Mpa
Mutu Tulangan Utama d08 (F_y)	: 581,51 Mpa
Mutu Tulangan Utama d10 (F_y)	: 498,966 Mpa
Tinggi Efektif Balok d06 (d')	: 176 mm
Tinggi Efektif Balok d08 (d')	: 175 mm
Tinggi Efektif Balok d10 (d')	: 174 mm
Lebar Balok (b)	: 150 mm

a. Benda Uji Tulangan Diameter 06

- Kapasitas Geser Beton :

$$\begin{aligned}
 V_c &= \left(\frac{1}{6} \sqrt{f'c'}\right) b_w d' \\
 &= \left(\frac{1}{6} \sqrt{25}\right) 150 \cdot 176 \\
 &= 22.000 \text{ N} \\
 &= 22 \text{ Kn}
 \end{aligned}$$

- Kapasitas Geser Besi Tulangan :

$$\begin{aligned}
 V_s &= \frac{A_s \cdot f_y \cdot d'}{t_s} \\
 &= \frac{141 \times 25 \times 176}{15} \\
 &= 1045777,251 \text{ N} \\
 &= 104,578 \text{ Kn}
 \end{aligned}$$

- Total Kapasitas Geser Balok Beton Bertulang

$$\begin{aligned}
 V_n &= V_c + V_s \\
 &= 22 + 104,578
 \end{aligned}$$

$$= 106,778 \text{ Kn}$$

b. Benda Uji Tulangan Diameter 08

- Kapasitas Geser Beton :

$$\begin{aligned} V_c &= \left(\frac{1}{6} \sqrt{f_c'}\right) b_w d' \\ &= \left(\frac{1}{6} \sqrt{25}\right) 150.175 \\ &= 21.875 \text{ N} \\ &= 21,875 \text{ Kn} \end{aligned}$$

- Kapasitas Geser Besi Tulangan :

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{A_s \cdot f_y \cdot d'}{t_s} \\ &= \frac{150,72 \times 581,51 \times 175}{15} \\ &= 1022527,184 \text{ N} \\ &= 1022,527 \text{ Kn} \end{aligned}$$

- Total Kapasitas Geser Balok Beton Bertulang

$$\begin{aligned} V_n &= V_c + V_s \\ &= 21,875 + 1022,527 \\ &= 1044,402 \text{ Kn} \end{aligned}$$

c. Benda Uji Tulangan Diameter 10

- Kapasitas Geser Beton :

$$\begin{aligned} V_c &= \left(\frac{1}{6} \sqrt{f_c'}\right) b_w d' \\ &= \left(\frac{1}{6} \sqrt{25}\right) 150.174 \\ &= 21.750 \text{ N} \\ &= 21,75 \text{ Kn} \end{aligned}$$

- Kapasitas Geser Besi Tulangan :

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{A_s \cdot f_y \cdot d'}{t_s} \\ &= \frac{157 \times 498.96 \times 174}{15} \\ &= 908718,093 \text{ N} \\ &= 908,718 \text{ Kn} \end{aligned}$$

- Total Kapasitas Geser Balok Beton Bertulang

$$V_n = V_c + V_s$$

$$= 21,75 + 908,718$$

$$= 930,468 \text{ Kn}$$

1.1.3. Perhitungan Kapasitas Lentur Balok Beton Bertulang

Berikut data dan hasil perhitungan kapasitas lentur beton dan tulangan yang dibutuhkan untuk perhitungan kapasitas total pada balok beton bertulang:

Mutu Beton (f_c) : 25 Mpa

Luas Tulangan Tarik d06 (A_s) : 141,3 mm²

Luas Tulangan Tarik d08 (A_s) : 150,72 mm²

Luas Tulangan Tarik d10 (A_s) : 157 mm²

Selimut Beton (t_s) : 15 mm

Mutu Tulangan Utama d06 (F_y) : 630,776 Mpa

Mutu Tulangan Utama d08 (F_y) : 581,51 Mpa

Mutu Tulangan Utama d10 (F_y) : 498,966 Mpa

Tinggi Efektif Balok d06 (d') : 176 mm

Tinggi Efektif Balok d08 (d') : 175 mm

Tinggi Efektif Balok d10 (d') : 174 mm

Lebar Balok (b) : 150 mm

Regangan Maksimum Beton (ϵ_c): 0,003

a. Benda Uji Tulangan Diameter 06

- Tinggi Balok Tegangan :

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b}$$

$$= \frac{141,3 \times 630,776}{0,85 \times 25 \times 150}$$

$$= 27,962 \text{ mm}$$

- Letak Garis Netral :

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

$$= \frac{a}{0,85 - (0,05 \times (\frac{f_c - 28}{7}))}$$

$$= \frac{27,962}{0,85 - (0,05 \times (\frac{25 - 28}{7}))}$$

$$= 32,087 \text{ mm}$$

- Kontrol Regangan Tarik Baja

$$\epsilon_s = \epsilon_c \cdot \frac{d - c}{c}$$

$$= 0,003 \cdot \frac{176 - 32,087}{32,087}$$

$$= 0,01345$$

- Gaya Tekan yang Dihasilkan Beton

$$C_c = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot a$$

$$= 0,85 \cdot 25 \cdot 150 \cdot 27,962$$

$$= 89128,743$$

- Momen Nominal Lentur Beton

$$M_n = A_s \cdot f_y \cdot (d - \frac{a}{2})$$

$$= 141,3 \times 630,776 \times (176 - \frac{27,962}{2})$$

$$= 14,4405 \text{ Kn. m}$$

b. Benda Uji Tulangan Diameter 08

- Tinggi Balok Tegangan :

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b}$$

$$= \frac{150,72 \times 581,51}{0,85 \times 25 \times 150}$$

$$= 27,496 \text{ mm}$$

- Letak Garis Netral :

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

$$= \frac{a}{0,85 - (0,05 \times (\frac{f_c - 28}{7}))}$$

$$= \frac{27,496}{0,85 - (0,05 \times (\frac{25 - 28}{7}))}$$

$$= 31,553 \text{ mm}$$

- Kontrol Regangan Tarik Baja

$$\epsilon_s = \epsilon_c \cdot \frac{d - c}{c}$$

$$= 0,003 \cdot \frac{175 - 31,553}{31,553}$$

$$= 0,01363$$

- Gaya Tekan yang Dihasilkan Beton

$$C_c = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot a$$

$$= 0,85 \cdot 25 \cdot 150 \cdot 27,496$$

$$= 87645,1872$$

- Momen Nominal Lentur Beton

$$M_n = A_s \cdot f_y \cdot (d - \frac{a}{2})$$

$$= 150,72 \times 581,51 \times (175 - \frac{27,496}{2})$$

$$= 14,1329 \text{ Kn. m}$$

a. Benda Uji Tulangan Diameter 10

- Tinggi Balok Tegangan :

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b}$$

$$= \frac{157 \times 498,967}{0,85 \times 25 \times 150}$$

$$= 24,576 \text{ mm}$$

- Letak Garis Netral :

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

$$= \frac{24,576}{0,85 - (0,05 \times (\frac{f_c - 28}{7}))}$$

$$= \frac{24,576}{0,85 - (0,05 \times (\frac{25 - 28}{7}))}$$

$$= 28,203 \text{ mm}$$

- Kontrol Regangan Tarik Baja

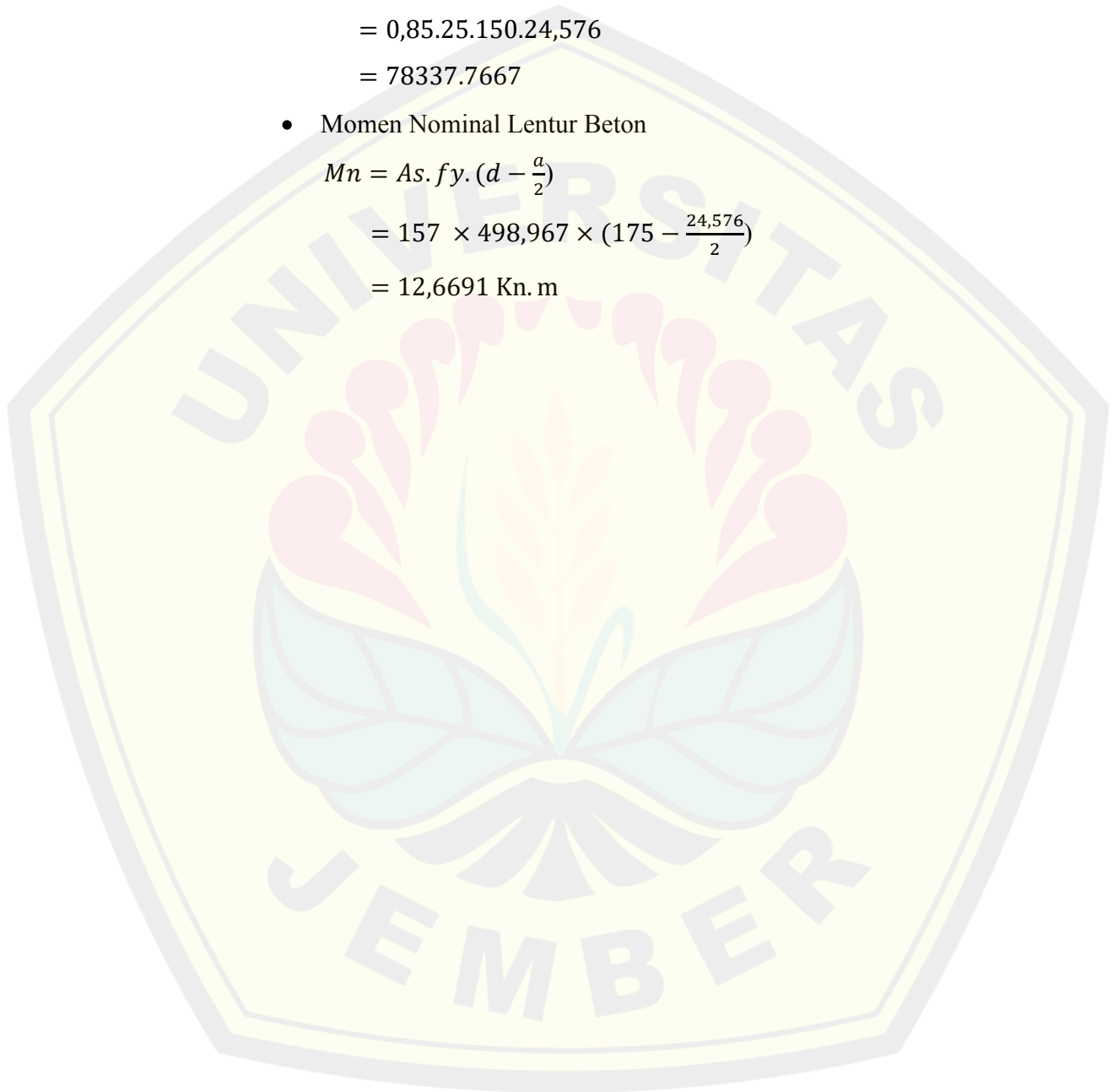
$$\begin{aligned}\varepsilon_s &= \varepsilon_c \cdot \frac{d - c}{c} \\ &= 0,003 \cdot \frac{174 - 28,203}{28,203} \\ &= 0,01551\end{aligned}$$

- Gaya Tekan yang Dihasilkan Beton

$$\begin{aligned}C_c &= 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot a \\ &= 0,85 \cdot 25 \cdot 150 \cdot 24,576 \\ &= 78337,7667\end{aligned}$$

- Momen Nominal Lentur Beton

$$\begin{aligned}M_n &= A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) \\ &= 157 \times 498,967 \times \left(175 - \frac{24,576}{2}\right) \\ &= 12,6691 \text{ Kn.m}\end{aligned}$$



LAMPIRAN
(TABEL HASIL PERHITUNGAN
LENDUTAN TEORITIS)

• **BENDA UJI D06**

Perhitungan Lendutan			
P (Ton)	P (Kn)	P (N)	Lendutan (mm)
0	0	0	0
0.1	0.98067	980.67	0.015132439
0.2	1.96134	1961.34	0.030264878
0.3	2.94201	2942.01	0.045397317
0.4	3.92268	3922.68	0.060529757
0.5	4.90335	4903.35	0.075662196
0.6	5.88402	5884.02	0.090794635
1	9.8067	9806.7	0.151324391
1.05	10.297	10297.035	0.158890611
1.1	10.7874	10787.37	0.16645683
1.15	11.2777	11277.705	0.17402305
1.2	11.768	11768.04	0.18158927
1.25	12.2584	12258.375	0.189155489
1.3	12.7487	12748.71	0.196721709
1.35	13.239	13239.045	0.204287928
1.4	13.7294	13729.38	0.211854148
1.45	14.2197	14219.715	0.219420367
1.48	14.5139	14513.916	0.223960099
1.5	14.7101	14710.05	0.226986587
1.6	15.6907	15690.72	0.242119026
1.7	16.6714	16671.39	0.257251465
1.8	17.6521	17652.06	0.272383904
1.9	18.6327	18632.73	0.287516344
2	19.6134	19613.4	0.302648783
2.1	20.5941	20594.07	0.317781222
2.2	21.5747	21574.74	0.332913661
2.3	22.5554	22555.41	0.3480461
2.4	23.5361	23536.08	0.363178539
2.5	24.5168	24516.75	0.378310978
2.6	25.4974	25497.42	0.393443417
2.7	26.4781	26478.09	0.408575857
2.8	27.4588	27458.76	0.423708296
2.9	28.4394	28439.43	0.438840735
2.95	28.9298	28929.765	0.446406954
3	29.4201	29420.1	0.453973174
3.1	30.4008	30400.77	0.469105613
3.2	31.3814	31381.44	0.484238052
3.3	32.3621	32362.11	0.499370491
3.4	33.3428	33342.78	0.514502931
3.5	34.3235	34323.45	0.52963537
3.6	35.3041	35304.12	0.544767809
3.7	36.2848	36284.79	0.559900248
3.8	37.2655	37265.46	0.575032687
3.9	38.2461	38246.13	0.590165126
4	39.2268	39226.8	0.605297565

4.01	39.3249	39324.867	0.606810809
4.02	39.4229	39422.934	0.608324053
4.03	39.521	39521.001	0.609837297
4.04	39.6191	39619.068	0.611350541
4.05	39.7171	39717.135	0.612863785
4.06	39.8152	39815.202	0.614377029
4.06	39.8152	39815.202	0.614377029
4.07	39.9133	39913.269	0.615890273
4.07	39.9133	39913.269	0.615890273
4.08	40.0113	40011.336	0.617403517
4.08	40.0113	40011.336	0.617403517
4.09	40.1094	40109.403	0.618916761
4.1	40.2075	40207.47	0.620430004
4.1	40.2075	40207.47	0.620430004
4.2	41.1881	41188.14	0.635562444
4.3	42.1688	42168.81	0.650694883
4.4	43.1495	43149.48	0.665827322
4.5	44.1302	44130.15	0.680959761
4.6	45.1108	45110.82	0.6960922
4.7	46.0915	46091.49	0.711224639
4.8	47.0722	47072.16	0.726357078
4.9	48.0528	48052.83	0.741489518
5.1	50.0142	50014.17	0.771754396
5.2	50.9948	50994.84	0.786886835
5.3	51.9755	51975.51	0.802019274
5.35	52.4658	52465.845	0.809585494
5.4	52.9562	52956.18	0.817151713
5.45	53.4465	53446.515	0.824717933
5.5	53.9369	53936.85	0.832284152
5.7	55.8982	55898.19	0.862549031
5.9	57.8595	57859.53	0.892813909
6	58.8402	58840.2	0.907946348
6	58.8402	58840.2	0.907946348
6	58.8402	58840.2	0.907946348
6	58.8402	58840.2	0.907946348
6	58.8402	58840.2	0.907946348
6.1	59.8209	59820.87	0.923078787
6.3	61.7822	61782.21	0.953343665
6.6	64.7242	64724.22	0.998740983
6.9	67.6662	67666.23	1.0441383
6.8	66.6856	66685.56	1.029005861
6.9	67.6662	67666.23	1.0441383
7	68.6469	68646.9	1.059270739
7	68.6469	68646.9	1.059270739
7.05	69.1372	69137.235	1.066836959
7.05	69.1372	69137.235	1.066836959
7.1	69.6276	69627.57	1.074403178
7.2	70.6082	70608.24	1.089535618
7.4	72.5696	72569.58	1.119800496
7.5	73.5503	73550.25	1.134932935
7.6	74.5309	74530.92	1.150065374
7.7	75.5116	75511.59	1.165197813
7.8	76.4923	76492.26	1.180330252
8	78.4536	78453.6	1.210595131
8.02	78.6497	78649.734	1.213621619
8.05	78.9439	78943.935	1.21816135
8.08	79.2381	79238.136	1.222701082
8.1	79.4343	79434.27	1.22572757
8.13	79.7285	79728.471	1.230267302
8.15	79.9246	79924.605	1.233293789
8.18	80.2188	80218.806	1.237833521

8.2	80.4149	80414.94	1.240860009
8.2	80.4149	80414.94	1.240860009
8.16	80.0227	80022.672	1.234807033
8.3	81.3956	81395.61	1.255992448
8.3	81.3956	81395.61	1.255992448
8.3	81.3956	81395.61	1.255992448
8.35	81.8859	81885.945	1.263558668
8.4	82.3763	82376.28	1.271124887
8.45	82.8666	82866.615	1.278691107
8.5	83.357	83356.95	1.286257326
8.55	83.8473	83847.285	1.293823546
8.6	84.3376	84337.62	1.301389765
8.65	84.828	84827.955	1.308955985
8.8	86.299	86298.96	1.331654644
8.7	85.3183	85318.29	1.316522205
8.8	86.299	86298.96	1.331654644
8.5	83.357	83356.95	1.286257326
8.8	86.299	86298.96	1.331654644
8.88	87.0835	87083.496	1.343760595
8.89	87.1816	87181.563	1.345273839
8.895	87.2306	87230.5965	1.346030461
8.896	87.2404	87240.4032	1.346181785
8.897	87.2502	87250.2099	1.34633311
8.898	87.26	87260.0166	1.346484434
8.898	87.26	87260.0166	1.346484434
8.898	87.26	87260.0166	1.346484434
8.899	87.2698	87269.8233	1.346635758
8.9	87.2796	87279.63	1.346787083
8.91	87.3777	87377.697	1.348300327
8.92	87.4758	87475.764	1.349813571
8.93	87.5738	87573.831	1.351326815
9	88.2603	88260.3	1.361919522

• **BENDA UJI D08**

Perhitungan Lendutan			
P (Ton)	P (Kn)	P (N)	Lendutan (mm)
0	0	0	0
0.2	1.96134	1961.34	0.030219179
0.4	3.92268	3922.68	0.060438358
0.5	4.90335	4903.35	0.075547948
0.6	5.88402	5884.02	0.090657538
0.8	7.84536	7845.36	0.120876717
1	9.8067	9806.7	0.151095896
1.03	10.1009	10100.901	0.155628773
1.06	10.3951	10395.102	0.16016165
1.09	10.6893	10689.303	0.164694527
1.1	10.7874	10787.37	0.166205486
1.13	11.0816	11081.571	0.170738362
1.16	11.3758	11375.772	0.175271239
1.19	11.67	11669.973	0.179804116
1.2	11.768	11768.04	0.181315075
1.23	12.0622	12062.241	0.185847952
1.26	12.3564	12356.442	0.190380829
1.29	12.6506	12650.643	0.194913706
1.3	12.7487	12748.71	0.196424665
1.33	13.0429	13042.911	0.200957542
1.36	13.3371	13337.112	0.205490419
1.39	13.6313	13631.313	0.210023295
1.4	13.7294	13729.38	0.211534254

1.43	14.0236	14023.581	0.216067131
1.46	14.3178	14317.782	0.220600008
1.49	14.612	14611.983	0.225132885
1.5	14.7101	14710.05	0.226643844
1.54	15.1023	15102.318	0.23268768
1.58	15.4946	15494.586	0.238731516
1.6	15.6907	15690.72	0.241753434
1.64	16.083	16082.988	0.247797269
1.68	16.4753	16475.256	0.253841105
1.7	16.6714	16671.39	0.256863023
1.74	17.0637	17063.658	0.262906859
1.78	17.4559	17455.926	0.268950695
1.8	17.6521	17652.06	0.271972613
1.82	17.8482	17848.194	0.274994531
1.84	18.0443	18044.328	0.278016449
1.88	18.4366	18436.596	0.284060284
1.9	18.6327	18632.73	0.287082202
1.94	19.025	19024.998	0.293126038
1.98	19.4173	19417.266	0.299169874
1.99	19.5153	19515.333	0.300680833
2	19.6134	19613.4	0.302191792
2.03	19.9076	19907.601	0.306724669
2.06	20.2018	20201.802	0.311257546
2.09	20.496	20496.003	0.315790423
2.1	20.5941	20594.07	0.317301382
2.13	20.8883	20888.271	0.321834258
2.16	21.1825	21182.472	0.326367135
2.19	21.4767	21476.673	0.330900012
2.2	21.5747	21574.74	0.332410971
2.23	21.8689	21868.941	0.336943848
2.26	22.1631	22163.142	0.341476725
2.29	22.4573	22457.343	0.346009602
2.3	22.5554	22555.41	0.347520561
2.33	22.8496	22849.611	0.352053438
2.36	23.1438	23143.812	0.356586315
2.39	23.438	23438.013	0.361119191
2.4	23.5361	23536.08	0.36263015
2.43	23.8303	23830.281	0.367163027
2.46	24.1245	24124.482	0.371695904
2.49	24.4187	24418.683	0.376228781
2.5	24.5168	24516.75	0.37773974
2.53	24.811	24810.951	0.382272617
2.56	25.1052	25105.152	0.386805494
2.59	25.3994	25399.353	0.391338371
2.6	25.4974	25497.42	0.39284933
2.63	25.7916	25791.621	0.397382206
2.66	26.0858	26085.822	0.401915083
2.69	26.38	26380.023	0.40644796
2.7	26.4781	26478.09	0.407958919
2.73	26.7723	26772.291	0.412491796
2.76	27.0665	27066.492	0.417024673
2.79	27.3607	27360.693	0.42155755
2.8	27.4588	27458.76	0.423068509
2.83	27.753	27752.961	0.427601386
2.86	28.0472	28047.162	0.432134263
2.89	28.3414	28341.363	0.436667139
2.9	28.4394	28439.43	0.438178098
2.95	28.9298	28929.765	0.445732893
3	29.4201	29420.1	0.453287688
3	29.4201	29420.1	0.453287688
3.05	29.9104	29910.435	0.460842483

3.1	30.4008	30400.77	0.468397278
3.15	30.8911	30891.105	0.475952072
3.2	31.3814	31381.44	0.483506867
3.25	31.8718	31871.775	0.491061662
3.3	32.3621	32362.11	0.498616457
3.35	32.8524	32852.445	0.506171252
3.4	33.3428	33342.78	0.513726046
3.45	33.8331	33833.115	0.521280841
3.5	34.3235	34323.45	0.528835636
3.55	34.8138	34813.785	0.536390431
3.6	35.3041	35304.12	0.543945226
3.65	35.7945	35794.455	0.55150002
3.7	36.2848	36284.79	0.559054815
3.75	36.7751	36775.125	0.56660961
3.8	37.2655	37265.46	0.574164405
3.85	37.7558	37755.795	0.5817192
3.9	38.2461	38246.13	0.589273994
3.95	38.7365	38736.465	0.596828789
3.98	39.0307	39030.666	0.601361666
4	39.2268	39226.8	0.604383584
4.05	39.7171	39717.135	0.611938379
4.1	40.2075	40207.47	0.619493174
4.15	40.6978	40697.805	0.627047968
4.2	41.1881	41188.14	0.634602763
4.25	41.6785	41678.475	0.642157558
4.3	42.1688	42168.81	0.649712353
4.35	42.6591	42659.145	0.657267148
4.4	43.1495	43149.48	0.664821942
4.45	43.6398	43639.815	0.672376737
4.5	44.1302	44130.15	0.679931532
4.56	44.7186	44718.552	0.688997286
4.6	45.1108	45110.82	0.695041122
4.65	45.6012	45601.155	0.702595916
4.7	46.0915	46091.49	0.710150711
4.75	46.5818	46581.825	0.717705506
4.8	47.0722	47072.16	0.725260301
4.9	48.0528	48052.83	0.74036989
5	49.0335	49033.5	0.75547948
5.05	49.5238	49523.835	0.763034275
5.1	50.0142	50014.17	0.77058907
5.15	50.5045	50504.505	0.778143864
5.2	50.9948	50994.84	0.785698659
5.25	51.4852	51485.175	0.793253454
5.3	51.9755	51975.51	0.800808249
5.35	52.4658	52465.845	0.808363044
5.4	52.9562	52956.18	0.815917838
5.45	53.4465	53446.515	0.823472633
5.5	53.9369	53936.85	0.831027428
5.55	54.4272	54427.185	0.838582223
5.6	54.9175	54917.52	0.846137018
5.65	55.4079	55407.855	0.853691812
5.7	55.8982	55898.19	0.861246607
5.75	56.3885	56388.525	0.868801402
5.8	56.8789	56878.86	0.876356197
5.85	57.3692	57369.195	0.883910992
5.9	57.8595	57859.53	0.891465786
5.93	58.1537	58153.731	0.895998663
5.96	58.4479	58447.932	0.90053154
5.99	58.7421	58742.133	0.905064417
6	58.8402	58840.2	0.906575376
6	58.8402	58840.2	0.906575376

6.1	59.8209	59820.87	0.921684966
6	58.8402	58840.2	0.906575376
6.2	60.8015	60801.54	0.936794555
6.25	61.2919	61291.875	0.94434935
6.3	61.7822	61782.21	0.951904145
6.35	62.2725	62272.545	0.95945894
6.4	62.7629	62762.88	0.967013734
6.45	63.2532	63253.215	0.974568529
6.5	63.7436	63743.55	0.982123324
6.55	64.2339	64233.885	0.989678119
6.6	64.7242	64724.22	0.997232914
6.65	65.2146	65214.555	1.004787708
6.7	65.7049	65704.89	1.012342503
6.75	66.1952	66195.225	1.019897298
6.8	66.6856	66685.56	1.027452093
6.85	67.1759	67175.895	1.035006888
6.9	67.6662	67666.23	1.042561682
6.92	67.8624	67862.364	1.0455836
6.94	68.0585	68058.498	1.048605518
6.96	68.2546	68254.632	1.051627436
6.98	68.4508	68450.766	1.054649354
7	68.6469	68646.9	1.057671272
7	68.6469	68646.9	1.057671272
7.1	69.6276	69627.57	1.072780862
7.2	70.6082	70608.24	1.087890451
7.3	71.5889	71588.91	1.103000041
7.4	72.5696	72569.58	1.11810963
7.5	73.5503	73550.25	1.13321922
7.6	74.5309	74530.92	1.14832881
7.7	75.5116	75511.59	1.163438399
7.8	76.4923	76492.26	1.178547989
7.9	77.4729	77472.93	1.193657578
7.93	77.7671	77767.131	1.198190455
7.96	78.0613	78061.332	1.202723332
7.99	78.3555	78355.533	1.207256209
8	78.4536	78453.6	1.208767168
8.04	78.8459	78845.868	1.214811004
8.08	79.2381	79238.136	1.22085484
8.1	79.4343	79434.27	1.223876758
8.14	79.8265	79826.538	1.229920593
8.18	80.2188	80218.806	1.235964429
8.2	80.4149	80414.94	1.238986347
8.24	80.8072	80807.208	1.245030183
8.28	81.1995	81199.476	1.251074019
8.3	81.3956	81395.61	1.254095937
8.34	81.7879	81787.878	1.260139773
8.38	82.1801	82180.146	1.266183608
8.4	82.3763	82376.28	1.269205526
8.44	82.7685	82768.548	1.275249362
8.48	83.1608	83160.816	1.281293198
8.5	83.357	83356.95	1.284315116
8.54	83.7492	83749.218	1.290358952
8.58	84.1415	84141.486	1.296402788
8.6	84.3376	84337.62	1.299424706
8.64	84.7299	84729.888	1.305468541
8.68	85.1222	85122.156	1.311512377
8.7	85.3183	85318.29	1.314534295
8.74	85.7106	85710.558	1.320578131
8.78	86.1028	86102.826	1.326621967
8.8	86.299	86298.96	1.329643885
8.84	86.6912	86691.228	1.335687721

6.3	61.78221	61782.21	0.946805497
6.35	62.272545	62272.545	0.954319826
6.4	62.76288	62762.88	0.961834155
6.45	63.253215	63253.215	0.969348485
6.5	63.74355	63743.55	0.976862814
6.55	64.233885	64233.885	0.984377143
6.6	64.72422	64724.22	0.991891473
6.65	65.214555	65214.555	0.999405802
6.7	65.70489	65704.89	1.006920131
6.75	66.195225	66195.225	1.014434461
6.8	66.68556	66685.56	1.02194879
7	68.6469	68646.9	1.052006107
7	68.6469	68646.9	1.052006107
7	68.6469	68646.9	1.052006107
7	68.6469	68646.9	1.052006107
7	68.6469	68646.9	1.052006107
7	68.6469	68646.9	1.052006107
7	68.6469	68646.9	1.052006107
7	68.6469	68646.9	1.052006107
7.1	69.62757	69627.57	1.067034766
7.2	70.60824	70608.24	1.082063425
7.3	71.58891	71588.91	1.097092083
7.4	72.56958	72569.58	1.112120742
7.5	73.55025	73550.25	1.127149401
7.6	74.53092	74530.92	1.142178059
7.7	75.51159	75511.59	1.157206718
7.8	76.49226	76492.26	1.172235377
7.9	77.47293	77472.93	1.187264036
7.94	77.865198	77865.198	1.193275499
7.98	78.257466	78257.466	1.199286962
8	78.4536	78453.6	1.202292694
8	78.4536	78453.6	1.202292694
8	78.4536	78453.6	1.202292694
8	78.4536	78453.6	1.202292694
8	78.4536	78453.6	1.202292694
8	78.4536	78453.6	1.202292694
8	78.4536	78453.6	1.202292694
8.1	79.43427	79434.27	1.217321353
8.2	80.41494	80414.94	1.232350012
8.3	81.39561	81395.61	1.24737867
8.4	82.37628	82376.28	1.262407329
8.5	83.35695	83356.95	1.277435988
8.4	82.37628	82376.28	1.262407329
8.3	81.39561	81395.61	1.24737867
8.5	83.35695	83356.95	1.277435988
8.4	82.37628	82376.28	1.262407329
8.4	82.37628	82376.28	1.262407329
8.4	82.37628	82376.28	1.262407329
8.5	83.35695	83356.95	1.277435988
8.5	83.35695	83356.95	1.277435988
8.5	83.35695	83356.95	1.277435988
8.5	83.35695	83356.95	1.277435988
8.5	83.35695	83356.95	1.277435988
8.5	83.35695	83356.95	1.277435988
8.5	83.35695	83356.95	1.277435988
8.5	83.35695	83356.95	1.277435988
8.5	83.35695	83356.95	1.277435988
8.5	83.35695	83356.95	1.277435988
8.5	83.35695	83356.95	1.277435988
8.5	83.35695	83356.95	1.277435988
8.6	84.33762	84337.62	1.292464646
8.7	85.31829	85318.29	1.307493305
9	88.2603	88260.3	1.352579281

LAMPIRAN

(RINCIAN PERHITUNGAN LENDUTAN TEORITIS)

1.1 Perhitungan Lendutan Balok Beton Bertulang

1.1.1. Perhitungan Lendutan Balok Beton Bertulang

Berikut data dan hasil perhitungan lendutan benda uji balok beton bertulang:

Mutu Beton (F_c)	: 25 Mpa
Regangan Maksimum Beton (ϵ_s)	: 0,003
Kontrol Regangan Tarik Baja (ϵ_c)	: 0,01345
Lebar Balok (b)	: 150 mm
Tinggi Balok (h)	: 200 mm
Panjang Balok (L)	: 800 mm
Tinggi Efektif Balok d06 (d)	: 141,3 mm
Tinggi Efektif Balok d08 (d)	: 150,72 mm
Tinggi Efektif Balok d10 (d)	: 157 mm
Luasan Tulangan Utama d06 (A_s)	: 176 mm
Luasan Tulangan Utama d08 (A_s)	: 175 mm
Luasan Tulangan Utama d10 (A_s)	: 174 mm
Asumsi Beban (P)	: 7 Ton
Jarak Tumpuan dengan Titik Pembebanan (a)	: 277,5 mm

a. Benda Uji Tulangan Diameter 06

- Nilai faktor ekivalensi baja ke beton :

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{E_s}{E_c} \\
 &= \frac{0,003}{0,01345} \\
 &= 4,485
 \end{aligned}$$

- Luas Penampang Baja Tulangan :

$$\begin{aligned}
 A_{tr} &= b \cdot h + (n - 1) \cdot A_s \\
 &= 150 \cdot 200 + (4,4851 - 1) \cdot 141,3 \\
 &= 30492,43 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

- Jarak dari Garis Netral ke Tepi Serat Atas :

$$yt = \frac{\frac{h}{2} \cdot b \cdot h + (n-1)As \cdot d}{Atr}$$

$$= \frac{4,485}{30492,43}$$

$$= 101,2273 \text{ mm}$$

- Jarak dari Garis Netral ke Tepi Serat bawah :

$$yb = h - yt$$

$$= 200 - 101,2273$$

$$= 98,7726 \text{ mm}$$

- Momen Inersia Utuh Penampang :

$$I_g = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 + b \cdot h \cdot (yt - \frac{h}{2})^2 + (n - 1) \cdot As \cdot (d - yt)^2$$

$$= \frac{1}{12} \cdot 150 \cdot 200^3 + 150 \cdot 200 \cdot (101,22 - \frac{200}{2})^2 + (4,48 - 1) \cdot 176 \cdot (1141,3 - 101,22)^2$$

$$= 1027938348 \text{ mm}^4$$

- Modulus Elastisitas :

$$E = 4700 \times \sqrt{f'c'}$$

$$= 4700 \times \sqrt{25}$$

$$= 23.500 \text{ Nmm}^2$$

- Defleksi Maksimum :

$$\delta = \frac{P \cdot a}{24EI} (3L^2 - 4a^2)$$

$$= \frac{68646,9 \times 277,5}{24 \times 23.500 \times 1027938348} (3 \times 800^2 - 4 \times 277,5^2)$$

$$= 1,05927 \text{ mm}$$

b. Benda Uji Tulangan Diameter 08

- Nilai faktor ekivalensi baja ke beton :

$$n = \frac{Es}{Ec}$$

$$= \frac{0,003}{0,01363}$$

$$= 4,546$$

- Luas Penampang Baja Tulangan :

$$\begin{aligned} Atr &= b \cdot h + (n - 1) \cdot As \\ &= 150 \cdot 200 + (4,546 - 1) \cdot 150,72 \\ &= 30534,47 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Jarak dari Garis Netral ke Tepi Serat Atas :

$$\begin{aligned} yt &= \frac{\frac{h}{2} \cdot b \cdot h + (n-1) \cdot As \cdot d}{Atr} \\ &= \frac{4,546}{30534,47} \\ &= 101,3128 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Jarak dari Garis Netral ke Tepi Serat bawah :

$$\begin{aligned} yb &= h - yt \\ &= 200 - 101,3128 \\ &= 98,6871 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Momen Inersia Utuh Penampang :

$$\begin{aligned} I_g &= \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 + b \cdot h \cdot (yt - \frac{h}{2})^2 + (n - 1) \cdot As \cdot (d - yt)^2 \\ &= \frac{1}{12} \cdot 150 \cdot 200^3 + 150 \cdot 200 \cdot (101,3128 - \frac{200}{2})^2 + (4,54 - 1) \cdot 175 \cdot (150,72 - 101,3128)^2 \\ &= 102952805 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

- Modulus Elastisitas :

$$\begin{aligned} E &= 4700 \times \sqrt{fc'} \\ &= 4700 \times \sqrt{25} \\ &= 23.500 \text{ Nmm}^2 \end{aligned}$$

- Defleksi Maksimum :

$$\begin{aligned} \delta &= \frac{P \cdot a}{24EI} (3L^2 - 4a^2) \\ &= \frac{68646,9 \times 277,5}{24 \times 23.500 \times 102952805} (3 \times 800^2 - 4 \times 277,5^2) \\ &= 1,0576 \text{ mm} \end{aligned}$$

c. Benda Uji Tulangan Diameter 10

- Nilai faktor ekivalensi baja ke beton :

$$n = \frac{Es}{Ec}$$

$$= \frac{0,003}{0,01550}$$

$$= 5,1694$$

- Luas Penampang Baja Tulangan :

$$\begin{aligned} A_{tr} &= b \cdot h + (n - 1) \cdot A_s \\ &= 150 \cdot 200 + (5,1694 - 1) \cdot 157 \\ &= 30654,634 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Jarak dari Garis Netral ke Tepi Serat Atas :

$$y_t = \frac{\frac{h}{2} \cdot b \cdot h + (n-1) \cdot A_s \cdot d}{A_{tr}}$$

$$= \frac{5,1694}{30654,634}$$

$$= 101,580 \text{ mm}$$

- Jarak dari Garis Netral ke Tepi Serat bawah :

$$y_b = h - y_t$$

$$= 200 - 101,580$$

$$= 98,4197 \text{ mm}$$

- Momen Inersia Utuh Penampang :

$$I_g = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 + b \cdot h \cdot (y_t - \frac{h}{2})^2 + (n - 1) \cdot A_s \cdot (d - y_t)^2$$

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{12} \cdot 150 \cdot 200^3 + 150 \cdot 200 \cdot (101,580 - \frac{200}{2})^2 + (5,1694 - \\ &1) \cdot 157 \cdot (157 - 101,580)^2 \end{aligned}$$

$$= 103508222 \text{ mm}^4$$

- Modulus Elastisitas :

$$E = 4700 \times \sqrt{f_c'}$$

$$= 4700 \times \sqrt{25}$$

$$= 23.500 \text{ Nmm}^2$$

- Defleksi Maksimum :

$$\delta = \frac{P \cdot a}{24EI} (3L^2 - 4a^2)$$

$$= \frac{68646,9 \times 277,5}{24 \times 23.500 \times 103508222} (3 \times 800^2 - 4 \times 277,5^2)$$

$$= 1,0520 \text{ mm}$$

LAMPIRAN

(TABEL HASIL PERHITUNGAN REGANGAN TEORITIS)

• BENDA UJI D06

Perhitungan Tegangan Regangan									
P (Ton)	P (Kn)	P (N)	a	M	Y	I	Tegangan	E	Regangan
0	0	0	225	0	0	0	0.000	0	0
0.1	0.98067	980.67	225	220650.75	158.5	102798348	0.340	23500	0.0000145
0.2	1.96134	1961.34	225	441301.5	158.5	102798348	0.680	23500	0.0000290
0.3	2.94201	2942.01	225	661952.25	158.5	102798348	1.021	23500	0.0000434
0.4	3.92268	3922.68	225	882603	158.5	102798348	1.361	23500	0.0000579
0.5	4.90335	4903.35	225	1103253.75	158.5	102798348	1.701	23500	0.0000724
0.6	5.88402	5884.02	225	1323904.5	158.5	102798348	2.041	23500	0.0000869
1	9.8067	9806.7	225	2206507.5	158.5	102798348	3.402	23500	0.0001448
1.05	10.297035	10297.035	225	2316832.875	158.5	102798348	3.572	23500	0.0001520
1.1	10.78737	10787.37	225	2427158.25	158.5	102798348	3.742	23500	0.0001592
1.15	11.277705	11277.705	225	2537483.625	158.5	102798348	3.912	23500	0.0001665
1.2	11.76804	11768.04	225	2647809	158.5	102798348	4.083	23500	0.0001737
1.25	12.258375	12258.375	225	2758134.375	158.5	102798348	4.253	23500	0.0001810
1.3	12.74871	12748.71	225	2868459.75	158.5	102798348	4.423	23500	0.0001882
1.35	13.239045	13239.045	225	2978785.125	158.5	102798348	4.593	23500	0.0001954
1.4	13.72938	13729.38	225	3089110.5	158.5	102798348	4.763	23500	0.0002027
1.45	14.219715	14219.715	225	3199435.875	158.5	102798348	4.933	23500	0.0002099
1.48	14.513916	14513.916	225	3265631.1	158.5	102798348	5.035	23500	0.0002143
1.5	14.71005	14710.05	225	3309761.25	158.5	102798348	5.103	23500	0.0002172
1.6	15.69072	15690.72	225	3530412	158.5	102798348	5.443	23500	0.0002316
1.7	16.67139	16671.39	225	3751062.75	158.5	102798348	5.784	23500	0.0002461
1.8	17.65206	17652.06	225	3971713.5	158.5	102798348	6.124	23500	0.0002606
1.9	18.63273	18632.73	225	4192364.25	158.5	102798348	6.464	23500	0.0002751
2	19.6134	19613.4	225	4413015	158.5	102798348	6.804	23500	0.0002895
2.1	20.59407	20594.07	225	4633665.75	158.5	102798348	7.144	23500	0.0003040
2.2	21.57474	21574.74	225	4854316.5	158.5	102798348	7.485	23500	0.0003185
2.3	22.55541	22555.41	225	5074967.25	158.5	102798348	7.825	23500	0.0003330
2.4	23.53608	23536.08	225	5295618	158.5	102798348	8.165	23500	0.0003474
2.5	24.51675	24516.75	225	5516268.75	158.5	102798348	8.505	23500	0.0003619
2.6	25.49742	25497.42	225	5736919.5	158.5	102798348	8.845	23500	0.0003764
2.7	26.47809	26478.09	225	5957570.25	158.5	102798348	9.186	23500	0.0003909
2.8	27.45876	27458.76	225	6178221	158.5	102798348	9.526	23500	0.0004054
2.9	28.43943	28439.43	225	6398871.75	158.5	102798348	9.866	23500	0.0004198
2.95	28.929765	28929.765	225	6509197.125	158.5	102798348	10.036	23500	0.0004271
3	29.4201	29420.1	225	6619522.5	158.5	102798348	10.206	23500	0.0004343
3.1	30.40077	30400.77	225	6840173.25	158.5	102798348	10.547	23500	0.0004488
3.2	31.38144	31381.44	225	7060824	158.5	102798348	10.887	23500	0.0004633
3.3	32.36211	32362.11	225	7281474.75	158.5	102798348	11.227	23500	0.0004777
3.4	33.34278	33342.78	225	7502125.5	158.5	102798348	11.567	23500	0.0004922

3.5	34.32345	34323.45	225	7722776.25	158.5	102798348	11.907	23500	0.0005067
3.6	35.30412	35304.12	225	7943427	158.5	102798348	12.248	23500	0.0005212
3.7	36.28479	36284.79	225	8164077.75	158.5	102798348	12.588	23500	0.0005357
3.8	37.26546	37265.46	225	8384728.5	158.5	102798348	12.928	23500	0.0005501
3.9	38.24613	38246.13	225	8605379.25	158.5	102798348	13.268	23500	0.0005646
4	39.2268	39226.8	225	8826030	158.5	102798348	13.608	23500	0.0005791
4.01	39.324867	39324.867	225	8848095.075	158.5	102798348	13.642	23500	0.0005805
4.02	39.422934	39422.934	225	8870160.15	158.5	102798348	13.676	23500	0.0005820
4.03	39.521001	39521.001	225	8892225.225	158.5	102798348	13.711	23500	0.0005834
4.04	39.619068	39619.068	225	8914290.3	158.5	102798348	13.745	23500	0.0005849
4.05	39.717135	39717.135	225	8936355.375	158.5	102798348	13.779	23500	0.0005863
4.06	39.815202	39815.202	225	8958420.45	158.5	102798348	13.813	23500	0.0005878
4.06	39.815202	39815.202	225	8958420.45	158.5	102798348	13.813	23500	0.0005878
4.07	39.913269	39913.269	225	8980485.525	158.5	102798348	13.847	23500	0.0005892
4.07	39.913269	39913.269	225	8980485.525	158.5	102798348	13.847	23500	0.0005892
4.08	40.011336	40011.336	225	9002550.6	158.5	102798348	13.881	23500	0.0005907
4.08	40.011336	40011.336	225	9002550.6	158.5	102798348	13.881	23500	0.0005907
4.09	40.109403	40109.403	225	9024615.675	158.5	102798348	13.915	23500	0.0005921
4.1	40.20747	40207.47	225	9046680.75	158.5	102798348	13.949	23500	0.0005936
4.1	40.20747	40207.47	225	9046680.75	158.5	102798348	13.949	23500	0.0005936
4.2	41.18814	41188.14	225	9267331.5	158.5	102798348	14.289	23500	0.0006080
4.3	42.16881	42168.81	225	9487982.25	158.5	102798348	14.629	23500	0.0006225
4.4	43.14948	43149.48	225	9708633	158.5	102798348	14.969	23500	0.0006370
4.5	44.13015	44130.15	225	9929283.75	158.5	102798348	15.310	23500	0.0006515
4.6	45.11082	45110.82	225	10149934.5	158.5	102798348	15.650	23500	0.0006659
4.7	46.09149	46091.49	225	10370585.25	158.5	102798348	15.990	23500	0.0006804
4.8	47.07216	47072.16	225	10591236	158.5	102798348	16.330	23500	0.0006949
4.9	48.05283	48052.83	225	10811886.75	158.5	102798348	16.670	23500	0.0007094
5.1	50.01417	50014.17	225	11253188.25	158.5	102798348	17.351	23500	0.0007383
5.2	50.99484	50994.84	225	11473839	158.5	102798348	17.691	23500	0.0007528
5.3	51.97551	51975.51	225	11694489.75	158.5	102798348	18.031	23500	0.0007673
5.35	52.465845	52465.845	225	11804815.13	158.5	102798348	18.201	23500	0.0007745
5.4	52.95618	52956.18	225	11915140.5	158.5	102798348	18.371	23500	0.0007818
5.45	53.446515	53446.515	225	12025465.88	158.5	102798348	18.542	23500	0.0007890
5.5	53.93685	53936.85	225	12135791.25	158.5	102798348	18.712	23500	0.0007962
5.7	55.89819	55898.19	225	12577092.75	158.5	102798348	19.392	23500	0.0008252
5.9	57.85953	57859.53	225	13018394.25	158.5	102798348	20.072	23500	0.0008541
6	58.8402	58840.2	225	13239045	158.5	102798348	20.413	23500	0.0008686
6	58.8402	58840.2	225	13239045	158.5	102798348	20.413	23500	0.0008686
6	58.8402	58840.2	225	13239045	158.5	102798348	20.413	23500	0.0008686
6	58.8402	58840.2	225	13239045	158.5	102798348	20.413	23500	0.0008686
6	58.8402	58840.2	225	13239045	158.5	102798348	20.413	23500	0.0008686
6.1	59.82087	59820.87	225	13459695.75	158.5	102798348	20.753	23500	0.0008831
6.3	61.78221	61782.21	225	13900997.25	158.5	102798348	21.433	23500	0.0009121
6.6	64.72422	64724.22	225	14562949.5	158.5	102798348	22.454	23500	0.0009555
6.9	67.66623	67666.23	225	15224901.75	158.5	102798348	23.475	23500	0.0009989
6.8	66.68556	66685.56	225	15004251	158.5	102798348	23.134	23500	0.0009844

6.9	67.66623	67666.23	225	15224901.75	158.5	102798348	23.475	23500	0.0009989
7	68.6469	68646.9	225	15445552.5	158.5	102798348	23.815	23500	0.0010134
7	68.6469	68646.9	225	15445552.5	158.5	102798348	23.815	23500	0.0010134
7.05	69.137235	69137.235	225	15555877.88	158.5	102798348	23.985	23500	0.0010206
7.05	69.137235	69137.235	225	15555877.88	158.5	102798348	23.985	23500	0.0010206
7.1	69.62757	69627.57	225	15666203.25	158.5	102798348	24.155	23500	0.0010279
7.2	70.60824	70608.24	225	15886854	158.5	102798348	24.495	23500	0.0010423
7.4	72.56958	72569.58	225	16328155.5	158.5	102798348	25.176	23500	0.0010713
7.5	73.55025	73550.25	225	16548806.25	158.5	102798348	25.516	23500	0.0010858
7.6	74.53092	74530.92	225	16769457	158.5	102798348	25.856	23500	0.0011003
7.7	75.51159	75511.59	225	16990107.75	158.5	102798348	26.196	23500	0.0011147
7.8	76.49226	76492.26	225	17210758.5	158.5	102798348	26.536	23500	0.0011292
8	78.4536	78453.6	225	17652060	158.5	102798348	27.217	23500	0.0011582
8.02	78.649734	78649.734	225	17696190.15	158.5	102798348	27.285	23500	0.0011611
8.05	78.943935	78943.935	225	17762385.38	158.5	102798348	27.387	23500	0.0011654
8.08	79.238136	79238.136	225	17828580.6	158.5	102798348	27.489	23500	0.0011697
8.1	79.43427	79434.27	225	17872710.75	158.5	102798348	27.557	23500	0.0011726
8.13	79.728471	79728.471	225	17938905.98	158.5	102798348	27.659	23500	0.0011770
8.15	79.924605	79924.605	225	17983036.13	158.5	102798348	27.727	23500	0.0011799
8.18	80.218806	80218.806	225	18049231.35	158.5	102798348	27.829	23500	0.0011842
8.2	80.41494	80414.94	225	18093361.5	158.5	102798348	27.897	23500	0.0011871
8.2	80.41494	80414.94	225	18093361.5	158.5	102798348	27.897	23500	0.0011871
8.16	80.022672	80022.672	225	18005101.2	158.5	102798348	27.761	23500	0.0011813
8.3	81.39561	81395.61	225	18314012.25	158.5	102798348	28.238	23500	0.0012016
8.3	81.39561	81395.61	225	18314012.25	158.5	102798348	28.238	23500	0.0012016
8.3	81.39561	81395.61	225	18314012.25	158.5	102798348	28.238	23500	0.0012016
8.35	81.885945	81885.945	225	18424337.63	158.5	102798348	28.408	23500	0.0012088
8.4	82.37628	82376.28	225	18534663	158.5	102798348	28.578	23500	0.0012161
8.45	82.866615	82866.615	225	18644988.38	158.5	102798348	28.748	23500	0.0012233
8.5	83.35695	83356.95	225	18755313.75	158.5	102798348	28.918	23500	0.0012306
8.55	83.847285	83847.285	225	18865639.13	158.5	102798348	29.088	23500	0.0012378
8.6	84.33762	84337.62	225	18975964.5	158.5	102798348	29.258	23500	0.0012450
8.65	84.827955	84827.955	225	19086289.88	158.5	102798348	29.428	23500	0.0012523
8.8	86.29896	86298.96	225	19417266	158.5	102798348	29.939	23500	0.0012740
8.7	85.31829	85318.29	225	19196615.25	158.5	102798348	29.598	23500	0.0012595
8.8	86.29896	86298.96	225	19417266	158.5	102798348	29.939	23500	0.0012740
8.5	83.35695	83356.95	225	18755313.75	158.5	102798348	28.918	23500	0.0012306
8.8	86.29896	86298.96	225	19417266	158.5	102798348	29.939	23500	0.0012740
8.88	87.083496	87083.496	225	19593786.6	158.5	102798348	30.211	23500	0.0012856
8.89	87.181563	87181.563	225	19615851.68	158.5	102798348	30.245	23500	0.0012870
8.895	87.2305965	87230.5965	225	19626884.21	158.5	102798348	30.262	23500	0.0012877
8.896	87.2404032	87240.4032	225	19629090.72	158.5	102798348	30.265	23500	0.0012879
8.897	87.2502099	87250.2099	225	19631297.23	158.5	102798348	30.269	23500	0.0012880
8.898	87.2600166	87260.0166	225	19633503.74	158.5	102798348	30.272	23500	0.0012882
8.898	87.2600166	87260.0166	225	19633503.74	158.5	102798348	30.272	23500	0.0012882
8.898	87.2600166	87260.0166	225	19633503.74	158.5	102798348	30.272	23500	0.0012882
8.899	87.2698233	87269.8233	225	19635710.24	158.5	102798348	30.275	23500	0.0012883

8.9	87.27963	87279.63	225	19637916.75	158.5	102798348	30.279	23500	0.0012885
8.91	87.377697	87377.697	225	19659981.83	158.5	102798348	30.313	23500	0.0012899
8.92	87.475764	87475.764	225	19682046.9	158.5	102798348	30.347	23500	0.0012914
8.93	87.573831	87573.831	225	19704111.98	158.5	102798348	30.381	23500	0.0012928
9	88.2603	88260.3	225	19858567.5	158.5	102798348	30.619	23500	0.0013029

• **BENDA UJI D08**

Perhitungan Tegangan Regangan									
P (Ton)	P (Kn)	P (N)	a	M	Y	I	Tegangan	E	Regangan
0	0	0	225	0	0	0	0.000	0	0
0.2	1.96134	1961.34	225	441301.5	162.5	102953805.2	0.697	23500	0.0000296
0.4	3.92268	3922.68	225	882603	162.5	102953805.2	1.393	23500	0.0000593
0.5	4.90335	4903.35	225	1103253.75	162.5	102953805.2	1.741	23500	0.0000741
0.6	5.88402	5884.02	225	1323904.5	162.5	102953805.2	2.090	23500	0.0000889
0.8	7.84536	7845.36	225	1765206	162.5	102953805.2	2.786	23500	0.0001186
1	9.8067	9806.7	225	2206507.5	162.5	102953805.2	3.483	23500	0.0001482
1.03	10.1009	10100.9	225	2272702.725	162.5	102953805.2	3.587	23500	0.0001526
1.06	10.3951	10395.1	225	2338897.95	162.5	102953805.2	3.692	23500	0.0001571
1.09	10.6893	10689.3	225	2405093.175	162.5	102953805.2	3.796	23500	0.0001615
1.1	10.7874	10787.4	225	2427158.25	162.5	102953805.2	3.831	23500	0.0001630
1.13	11.0816	11081.6	225	2493353.475	162.5	102953805.2	3.935	23500	0.0001675
1.16	11.3758	11375.8	225	2559548.7	162.5	102953805.2	4.040	23500	0.0001719
1.19	11.67	11670	225	2625743.925	162.5	102953805.2	4.144	23500	0.0001764
1.2	11.768	11768	225	2647809	162.5	102953805.2	4.179	23500	0.0001778
1.23	12.0622	12062.2	225	2714004.225	162.5	102953805.2	4.284	23500	0.0001823
1.26	12.3564	12356.4	225	2780199.45	162.5	102953805.2	4.388	23500	0.0001867
1.29	12.6506	12650.6	225	2846394.675	162.5	102953805.2	4.493	23500	0.0001912
1.3	12.7487	12748.7	225	2868459.75	162.5	102953805.2	4.528	23500	0.0001927
1.33	13.0429	13042.9	225	2934654.975	162.5	102953805.2	4.632	23500	0.0001971
1.36	13.3371	13337.1	225	3000850.2	162.5	102953805.2	4.736	23500	0.0002016
1.39	13.6313	13631.3	225	3067045.425	162.5	102953805.2	4.841	23500	0.0002060
1.4	13.7294	13729.4	225	3089110.5	162.5	102953805.2	4.876	23500	0.0002075
1.43	14.0236	14023.6	225	3155305.725	162.5	102953805.2	4.980	23500	0.0002119
1.46	14.3178	14317.8	225	3221500.95	162.5	102953805.2	5.085	23500	0.0002164
1.49	14.612	14612	225	3287696.175	162.5	102953805.2	5.189	23500	0.0002208
1.5	14.7101	14710.1	225	3309761.25	162.5	102953805.2	5.224	23500	0.0002223
1.54	15.1023	15102.3	225	3398021.55	162.5	102953805.2	5.363	23500	0.0002282
1.58	15.4946	15494.6	225	3486281.85	162.5	102953805.2	5.503	23500	0.0002342
1.6	15.6907	15690.7	225	3530412	162.5	102953805.2	5.572	23500	0.0002371
1.64	16.083	16083	225	3618672.3	162.5	102953805.2	5.712	23500	0.0002430

1.68	16.4753	16475.3	225	3706932.6	162.5	102953805.2	5.851	23500	0.0002490
1.7	16.6714	16671.4	225	3751062.75	162.5	102953805.2	5.921	23500	0.0002519
1.74	17.0637	17063.7	225	3839323.05	162.5	102953805.2	6.060	23500	0.0002579
1.78	17.4559	17455.9	225	3927583.35	162.5	102953805.2	6.199	23500	0.0002638
1.8	17.6521	17652.1	225	3971713.5	162.5	102953805.2	6.269	23500	0.0002668
1.82	17.8482	17848.2	225	4015843.65	162.5	102953805.2	6.339	23500	0.0002697
1.84	18.0443	18044.3	225	4059973.8	162.5	102953805.2	6.408	23500	0.0002727
1.88	18.4366	18436.6	225	4148234.1	162.5	102953805.2	6.547	23500	0.0002786
1.9	18.6327	18632.7	225	4192364.25	162.5	102953805.2	6.617	23500	0.0002816
1.94	19.025	19025	225	4280624.55	162.5	102953805.2	6.756	23500	0.0002875
1.98	19.4173	19417.3	225	4368884.85	162.5	102953805.2	6.896	23500	0.0002934
1.99	19.5153	19515.3	225	4390949.925	162.5	102953805.2	6.931	23500	0.0002949
2	19.6134	19613.4	225	4413015	162.5	102953805.2	6.965	23500	0.0002964
2.03	19.9076	19907.6	225	4479210.225	162.5	102953805.2	7.070	23500	0.0003008
2.06	20.2018	20201.8	225	4545405.45	162.5	102953805.2	7.174	23500	0.0003053
2.09	20.496	20496	225	4611600.675	162.5	102953805.2	7.279	23500	0.0003097
2.1	20.5941	20594.1	225	4633665.75	162.5	102953805.2	7.314	23500	0.0003112
2.13	20.8883	20888.3	225	4699860.975	162.5	102953805.2	7.418	23500	0.0003157
2.16	21.1825	21182.5	225	4766056.2	162.5	102953805.2	7.523	23500	0.0003201
2.19	21.4767	21476.7	225	4832251.425	162.5	102953805.2	7.627	23500	0.0003246
2.2	21.5747	21574.7	225	4854316.5	162.5	102953805.2	7.662	23500	0.0003260
2.23	21.8689	21868.9	225	4920511.725	162.5	102953805.2	7.766	23500	0.0003305
2.26	22.1631	22163.1	225	4986706.95	162.5	102953805.2	7.871	23500	0.0003349
2.29	22.4573	22457.3	225	5052902.175	162.5	102953805.2	7.975	23500	0.0003394
2.3	22.5554	22555.4	225	5074967.25	162.5	102953805.2	8.010	23500	0.0003409
2.33	22.8496	22849.6	225	5141162.475	162.5	102953805.2	8.115	23500	0.0003453
2.36	23.1438	23143.8	225	5207357.7	162.5	102953805.2	8.219	23500	0.0003498
2.39	23.438	23438	225	5273552.925	162.5	102953805.2	8.324	23500	0.0003542
2.4	23.5361	23536.1	225	5295618	162.5	102953805.2	8.358	23500	0.0003557
2.43	23.8303	23830.3	225	5361813.225	162.5	102953805.2	8.463	23500	0.0003601
2.46	24.1245	24124.5	225	5428008.45	162.5	102953805.2	8.567	23500	0.0003646
2.49	24.4187	24418.7	225	5494203.675	162.5	102953805.2	8.672	23500	0.0003690
2.5	24.5168	24516.8	225	5516268.75	162.5	102953805.2	8.707	23500	0.0003705
2.53	24.811	24811	225	5582463.975	162.5	102953805.2	8.811	23500	0.0003749
2.56	25.1052	25105.2	225	5648659.2	162.5	102953805.2	8.916	23500	0.0003794
2.59	25.3994	25399.4	225	5714854.425	162.5	102953805.2	9.020	23500	0.0003838
2.6	25.4974	25497.4	225	5736919.5	162.5	102953805.2	9.055	23500	0.0003853
2.63	25.7916	25791.6	225	5803114.725	162.5	102953805.2	9.160	23500	0.0003898
2.66	26.0858	26085.8	225	5869309.95	162.5	102953805.2	9.264	23500	0.0003942
2.69	26.38	26380	225	5935505.175	162.5	102953805.2	9.368	23500	0.0003987

2.7	26.4781	26478.1	225	5957570.25	162.5	102953805.2	9.403	23500	0.0004001
2.73	26.7723	26772.3	225	6023765.475	162.5	102953805.2	9.508	23500	0.0004046
2.76	27.0665	27066.5	225	6089960.7	162.5	102953805.2	9.612	23500	0.0004090
2.79	27.3607	27360.7	225	6156155.925	162.5	102953805.2	9.717	23500	0.0004135
2.8	27.4588	27458.8	225	6178221	162.5	102953805.2	9.752	23500	0.0004150
2.83	27.753	27753	225	6244416.225	162.5	102953805.2	9.856	23500	0.0004194
2.86	28.0472	28047.2	225	6310611.45	162.5	102953805.2	9.961	23500	0.0004239
2.89	28.3414	28341.4	225	6376806.675	162.5	102953805.2	10.065	23500	0.0004283
2.9	28.4394	28439.4	225	6398871.75	162.5	102953805.2	10.100	23500	0.0004298
2.95	28.9298	28929.8	225	6509197.125	162.5	102953805.2	10.274	23500	0.0004372
3	29.4201	29420.1	225	6619522.5	162.5	102953805.2	10.448	23500	0.0004446
3	29.4201	29420.1	225	6619522.5	162.5	102953805.2	10.448	23500	0.0004446
3.05	29.9104	29910.4	225	6729847.875	162.5	102953805.2	10.622	23500	0.0004520
3.1	30.4008	30400.8	225	6840173.25	162.5	102953805.2	10.796	23500	0.0004594
3.15	30.8911	30891.1	225	6950498.625	162.5	102953805.2	10.971	23500	0.0004668
3.2	31.3814	31381.4	225	7060824	162.5	102953805.2	11.145	23500	0.0004742
3.25	31.8718	31871.8	225	7171149.375	162.5	102953805.2	11.319	23500	0.0004817
3.3	32.3621	32362.1	225	7281474.75	162.5	102953805.2	11.493	23500	0.0004891
3.35	32.8524	32852.4	225	7391800.125	162.5	102953805.2	11.667	23500	0.0004965
3.4	33.3428	33342.8	225	7502125.5	162.5	102953805.2	11.841	23500	0.0005039
3.45	33.8331	33833.1	225	7612450.875	162.5	102953805.2	12.015	23500	0.0005113
3.5	34.3235	34323.5	225	7722776.25	162.5	102953805.2	12.189	23500	0.0005187
3.55	34.8138	34813.8	225	7833101.625	162.5	102953805.2	12.364	23500	0.0005261
3.6	35.3041	35304.1	225	7943427	162.5	102953805.2	12.538	23500	0.0005335
3.65	35.7945	35794.5	225	8053752.375	162.5	102953805.2	12.712	23500	0.0005409
3.7	36.2848	36284.8	225	8164077.75	162.5	102953805.2	12.886	23500	0.0005483
3.75	36.7751	36775.1	225	8274403.125	162.5	102953805.2	13.060	23500	0.0005558
3.8	37.2655	37265.5	225	8384728.5	162.5	102953805.2	13.234	23500	0.0005632
3.85	37.7558	37755.8	225	8495053.875	162.5	102953805.2	13.408	23500	0.0005706
3.9	38.2461	38246.1	225	8605379.25	162.5	102953805.2	13.583	23500	0.0005780
3.95	38.7365	38736.5	225	8715704.625	162.5	102953805.2	13.757	23500	0.0005854
3.98	39.0307	39030.7	225	8781899.85	162.5	102953805.2	13.861	23500	0.0005898
4	39.2268	39226.8	225	8826030	162.5	102953805.2	13.931	23500	0.0005928
4.05	39.7171	39717.1	225	8936355.375	162.5	102953805.2	14.105	23500	0.0006002
4.1	40.2075	40207.5	225	9046680.75	162.5	102953805.2	14.279	23500	0.0006076
4.15	40.6978	40697.8	225	9157006.125	162.5	102953805.2	14.453	23500	0.0006150
4.2	41.1881	41188.1	225	9267331.5	162.5	102953805.2	14.627	23500	0.0006224
4.25	41.6785	41678.5	225	9377656.875	162.5	102953805.2	14.801	23500	0.0006299
4.3	42.1688	42168.8	225	9487982.25	162.5	102953805.2	14.976	23500	0.0006373
4.35	42.6591	42659.1	225	9598307.625	162.5	102953805.2	15.150	23500	0.0006447
4.4	43.1495	43149.5	225	9708633	162.5	102953805.2	15.324	23500	0.0006521

4.45	43.6398	43639.8	225	9818958.375	162.5	102953805.2	15.498	23500	0.0006595
4.5	44.1302	44130.2	225	9929283.75	162.5	102953805.2	15.672	23500	0.0006669
4.56	44.7186	44718.6	225	10061674.2	162.5	102953805.2	15.881	23500	0.0006758
4.6	45.1108	45110.8	225	10149934.5	162.5	102953805.2	16.020	23500	0.0006817
4.65	45.6012	45601.2	225	10260259.88	162.5	102953805.2	16.195	23500	0.0006891
4.7	46.0915	46091.5	225	10370585.25	162.5	102953805.2	16.369	23500	0.0006965
4.75	46.5818	46581.8	225	10480910.63	162.5	102953805.2	16.543	23500	0.0007040
4.8	47.0722	47072.2	225	10591236	162.5	102953805.2	16.717	23500	0.0007114
4.9	48.0528	48052.8	225	10811886.75	162.5	102953805.2	17.065	23500	0.0007262
5	49.0335	49033.5	225	11032537.5	162.5	102953805.2	17.414	23500	0.0007410
5.05	49.5238	49523.8	225	11142862.88	162.5	102953805.2	17.588	23500	0.0007484
5.1	50.0142	50014.2	225	11253188.25	162.5	102953805.2	17.762	23500	0.0007558
5.15	50.5045	50504.5	225	11363513.63	162.5	102953805.2	17.936	23500	0.0007632
5.2	50.9948	50994.8	225	11473839	162.5	102953805.2	18.110	23500	0.0007706
5.25	51.4852	51485.2	225	11584164.38	162.5	102953805.2	18.284	23500	0.0007781
5.3	51.9755	51975.5	225	11694489.75	162.5	102953805.2	18.458	23500	0.0007855
5.35	52.4658	52465.8	225	11804815.13	162.5	102953805.2	18.632	23500	0.0007929
5.4	52.9562	52956.2	225	11915140.5	162.5	102953805.2	18.807	23500	0.0008003
5.45	53.4465	53446.5	225	12025465.88	162.5	102953805.2	18.981	23500	0.0008077
5.5	53.9369	53936.9	225	12135791.25	162.5	102953805.2	19.155	23500	0.0008151
5.55	54.4272	54427.2	225	12246116.63	162.5	102953805.2	19.329	23500	0.0008225
5.6	54.9175	54917.5	225	12356442	162.5	102953805.2	19.503	23500	0.0008299
5.65	55.4079	55407.9	225	12466767.38	162.5	102953805.2	19.677	23500	0.0008373
5.7	55.8982	55898.2	225	12577092.75	162.5	102953805.2	19.851	23500	0.0008447
5.75	56.3885	56388.5	225	12687418.13	162.5	102953805.2	20.026	23500	0.0008522
5.8	56.8789	56878.9	225	12797743.5	162.5	102953805.2	20.200	23500	0.0008596
5.85	57.3692	57369.2	225	12908068.88	162.5	102953805.2	20.374	23500	0.0008670
5.9	57.8595	57859.5	225	13018394.25	162.5	102953805.2	20.548	23500	0.0008744
5.93	58.1537	58153.7	225	13084589.48	162.5	102953805.2	20.652	23500	0.0008788
5.96	58.4479	58447.9	225	13150784.7	162.5	102953805.2	20.757	23500	0.0008833
5.99	58.7421	58742.1	225	13216979.93	162.5	102953805.2	20.861	23500	0.0008877
6	58.8402	58840.2	225	13239045	162.5	102953805.2	20.896	23500	0.0008892
6	58.8402	58840.2	225	13239045	162.5	102953805.2	20.896	23500	0.0008892
6.1	59.8209	59820.9	225	13459695.75	162.5	102953805.2	21.244	23500	0.0009040
6	58.8402	58840.2	225	13239045	162.5	102953805.2	20.896	23500	0.0008892
6.2	60.8015	60801.5	225	13680346.5	162.5	102953805.2	21.593	23500	0.0009188
6.25	61.2919	61291.9	225	13790671.88	162.5	102953805.2	21.767	23500	0.0009263
6.3	61.7822	61782.2	225	13900997.25	162.5	102953805.2	21.941	23500	0.0009337
6.35	62.2725	62272.5	225	14011322.63	162.5	102953805.2	22.115	23500	0.0009411
6.4	62.7629	62762.9	225	14121648	162.5	102953805.2	22.289	23500	0.0009485
6.45	63.2532	63253.2	225	14231973.38	162.5	102953805.2	22.463	23500	0.0009559

6.5	63.7436	63743.6	225	14342298.75	162.5	102953805.2	22.638	23500	0.0009633
6.55	64.2339	64233.9	225	14452624.13	162.5	102953805.2	22.812	23500	0.0009707
6.6	64.7242	64724.2	225	14562949.5	162.5	102953805.2	22.986	23500	0.0009781
6.65	65.2146	65214.6	225	14673274.88	162.5	102953805.2	23.160	23500	0.0009855
6.7	65.7049	65704.9	225	14783600.25	162.5	102953805.2	23.334	23500	0.0009929
6.75	66.1952	66195.2	225	14893925.63	162.5	102953805.2	23.508	23500	0.0010004
6.8	66.6856	66685.6	225	15004251	162.5	102953805.2	23.682	23500	0.0010078
6.85	67.1759	67175.9	225	15114576.38	162.5	102953805.2	23.857	23500	0.0010152
6.9	67.6662	67666.2	225	15224901.75	162.5	102953805.2	24.031	23500	0.0010226
6.92	67.8624	67862.4	225	15269031.9	162.5	102953805.2	24.100	23500	0.0010255
6.94	68.0585	68058.5	225	15313162.05	162.5	102953805.2	24.170	23500	0.0010285
6.96	68.2546	68254.6	225	15357292.2	162.5	102953805.2	24.240	23500	0.0010315
6.98	68.4508	68450.8	225	15401422.35	162.5	102953805.2	24.309	23500	0.0010344
7	68.6469	68646.9	225	15445552.5	162.5	102953805.2	24.379	23500	0.0010374
7	68.6469	68646.9	225	15445552.5	162.5	102953805.2	24.379	23500	0.0010374
7.1	69.6276	69627.6	225	15666203.25	162.5	102953805.2	24.727	23500	0.0010522
7.2	70.6082	70608.2	225	15886854	162.5	102953805.2	25.075	23500	0.0010670
7.3	71.5889	71588.9	225	16107504.75	162.5	102953805.2	25.424	23500	0.0010819
7.4	72.5696	72569.6	225	16328155.5	162.5	102953805.2	25.772	23500	0.0010967
7.5	73.5503	73550.3	225	16548806.25	162.5	102953805.2	26.120	23500	0.0011115
7.6	74.5309	74530.9	225	16769457	162.5	102953805.2	26.469	23500	0.0011263
7.7	75.5116	75511.6	225	16990107.75	162.5	102953805.2	26.817	23500	0.0011411
7.8	76.4923	76492.3	225	17210758.5	162.5	102953805.2	27.165	23500	0.0011560
7.9	77.4729	77472.9	225	17431409.25	162.5	102953805.2	27.513	23500	0.0011708
7.93	77.7671	77767.1	225	17497604.48	162.5	102953805.2	27.618	23500	0.0011752
7.96	78.0613	78061.3	225	17563799.7	162.5	102953805.2	27.722	23500	0.0011797
7.99	78.3555	78355.5	225	17629994.93	162.5	102953805.2	27.827	23500	0.0011841
8	78.4536	78453.6	225	17652060	162.5	102953805.2	27.862	23500	0.0011856
8.04	78.8459	78845.9	225	17740320.3	162.5	102953805.2	28.001	23500	0.0011915
8.08	79.2381	79238.1	225	17828580.6	162.5	102953805.2	28.140	23500	0.0011975
8.1	79.4343	79434.3	225	17872710.75	162.5	102953805.2	28.210	23500	0.0012004
8.14	79.8265	79826.5	225	17960971.05	162.5	102953805.2	28.349	23500	0.0012063
8.18	80.2188	80218.8	225	18049231.35	162.5	102953805.2	28.489	23500	0.0012123
8.2	80.4149	80414.9	225	18093361.5	162.5	102953805.2	28.558	23500	0.0012152
8.24	80.8072	80807.2	225	18181621.8	162.5	102953805.2	28.697	23500	0.0012212
8.28	81.1995	81199.5	225	18269882.1	162.5	102953805.2	28.837	23500	0.0012271
8.3	81.3956	81395.6	225	18314012.25	162.5	102953805.2	28.906	23500	0.0012301
8.34	81.7879	81787.9	225	18402272.55	162.5	102953805.2	29.046	23500	0.0012360
8.38	82.1801	82180.1	225	18490532.85	162.5	102953805.2	29.185	23500	0.0012419
8.4	82.3763	82376.3	225	18534663	162.5	102953805.2	29.255	23500	0.0012449
8.44	82.7685	82768.5	225	18622923.3	162.5	102953805.2	29.394	23500	0.0012508

8.48	83.1608	83160.8	225	18711183.6	162.5	102953805.2	29.533	23500	0.0012567
8.5	83.357	83357	225	18755313.75	162.5	102953805.2	29.603	23500	0.0012597
8.54	83.7492	83749.2	225	18843574.05	162.5	102953805.2	29.742	23500	0.0012656
8.58	84.1415	84141.5	225	18931834.35	162.5	102953805.2	29.882	23500	0.0012716
8.6	84.3376	84337.6	225	18975964.5	162.5	102953805.2	29.951	23500	0.0012745
8.64	84.7299	84729.9	225	19064224.8	162.5	102953805.2	30.091	23500	0.0012804
8.68	85.1222	85122.2	225	19152485.1	162.5	102953805.2	30.230	23500	0.0012864
8.7	85.3183	85318.3	225	19196615.25	162.5	102953805.2	30.300	23500	0.0012893
8.74	85.7106	85710.6	225	19284875.55	162.5	102953805.2	30.439	23500	0.0012953
8.78	86.1028	86102.8	225	19373135.85	162.5	102953805.2	30.578	23500	0.0013012
8.8	86.299	86299	225	19417266	162.5	102953805.2	30.648	23500	0.0013042
8.84	86.6912	86691.2	225	19505526.3	162.5	102953805.2	30.787	23500	0.0013101
8.88	87.0835	87083.5	225	19593786.6	162.5	102953805.2	30.926	23500	0.0013160
8.9	87.2796	87279.6	225	19637916.75	162.5	102953805.2	30.996	23500	0.0013190
8.94	87.6719	87671.9	225	19726177.05	162.5	102953805.2	31.135	23500	0.0013249
8.98	88.0642	88064.2	225	19814437.35	162.5	102953805.2	31.275	23500	0.0013308
9	88.2603	88260.3	225	19858567.5	162.5	102953805.2	31.344	23500	0.0013338
8.99	88.1622	88162.2	225	19836502.43	162.5	102953805.2	31.309	23500	0.0013323
8.98	88.0642	88064.2	225	19814437.35	162.5	102953805.2	31.275	23500	0.0013308
9	88.2603	88260.3	225	19858567.5	162.5	102953805.2	31.344	23500	0.0013338
9.02	88.4564	88456.4	225	19902697.65	162.5	102953805.2	31.414	23500	0.0013368
9.04	88.6526	88652.6	225	19946827.8	162.5	102953805.2	31.484	23500	0.0013397
9.06	88.8487	88848.7	225	19990957.95	162.5	102953805.2	31.553	23500	0.0013427
9.08	89.0448	89044.8	225	20035088.1	162.5	102953805.2	31.623	23500	0.0013457
9	88.2603	88260.3	225	19858567.5	162.5	102953805.2	31.344	23500	0.0013338

• **BENDA UJI D10**

Perhitungan Tegangan Regangan									
P (Ton)	P (Kn)	P (N)	a	M	Y	I	Tegangan	E	Regangan
0	0	0	225	0	0	0	0.000	0	0
0	0	0	225	0	151	103508222.3	0.000	23500	0.0000000
0	0	0	225	0	151	103508222.3	0.000	23500	0.0000000
0	0	0	225	0	151	103508222.3	0.000	23500	0.0000000
0	0	0	225	0	151	103508222.3	0.000	23500	0.0000000
0	0	0	225	0	151	103508222.3	0.000	23500	0.0000000
0	0	0	225	0	151	103508222.3	0.000	23500	0.0000000
0	0	0	225	0	151	103508222.3	0.000	23500	0.0000000
0	0	0	225	0	151	103508222.3	0.000	23500	0.0000000
0	0	0	225	0	151	103508222.3	0.000	23500	0.0000000
0	0	0	225	0	151	103508222.3	0.000	23500	0.0000000
0	0	0	225	0	151	103508222.3	0.000	23500	0.0000000
0	0	0	225	0	151	103508222.3	0.000	23500	0.0000000
0	0	0	225	0	151	103508222.3	0.000	23500	0.0000000
0	0	0	225	0	151	103508222.3	0.000	23500	0.0000000

0	0	0	225	0	151	103508222.3	0.000	23500	0.0000000
0	0	0	225	0	151	103508222.3	0.000	23500	0.0000000
0	0	0	225	0	151	103508222.3	0.000	23500	0.0000000
1	9.8067	9806.7	225	2206507.5	151	103508222.3	3.219	23500	0.0001370
1.1	10.78737	10787.4	225	2427158.25	151	103508222.3	3.541	23500	0.0001507
1.15	11.277705	11277.7	225	2537483.625	151	103508222.3	3.702	23500	0.0001575
1.2	11.76804	11768	225	2647809	151	103508222.3	3.863	23500	0.0001644
1.25	12.258375	12258.4	225	2758134.375	151	103508222.3	4.024	23500	0.0001712
1.3	12.74871	12748.7	225	2868459.75	151	103508222.3	4.185	23500	0.0001781
1.35	13.239045	13239	225	2978785.125	151	103508222.3	4.346	23500	0.0001849
1.4	13.72938	13729.4	225	3089110.5	151	103508222.3	4.506	23500	0.0001918
1.5	14.71005	14710.1	225	3309761.25	151	103508222.3	4.828	23500	0.0002055
1.55	15.200385	15200.4	225	3420086.625	151	103508222.3	4.989	23500	0.0002123
1.6	15.69072	15690.7	225	3530412	151	103508222.3	5.150	23500	0.0002192
1.65	16.181055	16181.1	225	3640737.375	151	103508222.3	5.311	23500	0.0002260
1.7	16.67139	16671.4	225	3751062.75	151	103508222.3	5.472	23500	0.0002329
1.75	17.161725	17161.7	225	3861388.125	151	103508222.3	5.633	23500	0.0002397
1.8	17.65206	17652.1	225	3971713.5	151	103508222.3	5.794	23500	0.0002466
1.85	18.142395	18142.4	225	4082038.875	151	103508222.3	5.955	23500	0.0002534
2	19.6134	19613.4	225	4413015	151	103508222.3	6.438	23500	0.0002739
2.1	20.59407	20594.1	225	4633665.75	151	103508222.3	6.760	23500	0.0002876
2.2	21.57474	21574.7	225	4854316.5	151	103508222.3	7.082	23500	0.0003013
2.3	22.55541	22555.4	225	5074967.25	151	103508222.3	7.403	23500	0.0003150
2.4	23.53608	23536.1	225	5295618	151	103508222.3	7.725	23500	0.0003287
2.5	24.51675	24516.8	225	5516268.75	151	103508222.3	8.047	23500	0.0003424
2.6	25.49742	25497.4	225	5736919.5	151	103508222.3	8.369	23500	0.0003561
2.7	26.47809	26478.1	225	5957570.25	151	103508222.3	8.691	23500	0.0003698
2.8	27.45876	27458.8	225	6178221	151	103508222.3	9.013	23500	0.0003835
2.9	28.43943	28439.4	225	6398871.75	151	103508222.3	9.335	23500	0.0003972
2.95	28.929765	28929.8	225	6509197.125	151	103508222.3	9.496	23500	0.0004041
3	29.4201	29420.1	225	6619522.5	151	103508222.3	9.657	23500	0.0004109
3.15	30.891105	30891.1	225	6950498.625	151	103508222.3	10.140	23500	0.0004315
3.2	31.38144	31381.4	225	7060824	151	103508222.3	10.300	23500	0.0004383
3.25	31.871775	31871.8	225	7171149.375	151	103508222.3	10.461	23500	0.0004452
3.3	32.36211	32362.1	225	7281474.75	151	103508222.3	10.622	23500	0.0004520
3.35	32.852445	32852.4	225	7391800.125	151	103508222.3	10.783	23500	0.0004589
3.4	33.34278	33342.8	225	7502125.5	151	103508222.3	10.944	23500	0.0004657
3.45	33.833115	33833.1	225	7612450.875	151	103508222.3	11.105	23500	0.0004726
3.5	34.32345	34323.5	225	7722776.25	151	103508222.3	11.266	23500	0.0004794

3.55	34.813785	34813.8	225	7833101.625	151	103508222.3	11.427	23500	0.0004863
3.6	35.30412	35304.1	225	7943427	151	103508222.3	11.588	23500	0.0004931
3.65	35.794455	35794.5	225	8053752.375	151	103508222.3	11.749	23500	0.0005000
3.7	36.28479	36284.8	225	8164077.75	151	103508222.3	11.910	23500	0.0005068
3.75	36.775125	36775.1	225	8274403.125	151	103508222.3	12.071	23500	0.0005137
3.8	37.26546	37265.5	225	8384728.5	151	103508222.3	12.232	23500	0.0005205
3.85	37.755795	37755.8	225	8495053.875	151	103508222.3	12.393	23500	0.0005274
3.9	38.24613	38246.1	225	8605379.25	151	103508222.3	12.554	23500	0.0005342
4	39.2268	39226.8	225	8826030	151	103508222.3	12.876	23500	0.0005479
4.05	39.717135	39717.1	225	8936355.375	151	103508222.3	13.037	23500	0.0005547
4.1	40.20747	40207.5	225	9046680.75	151	103508222.3	13.197	23500	0.0005616
4.15	40.697805	40697.8	225	9157006.125	151	103508222.3	13.358	23500	0.0005684
4.2	41.18814	41188.1	225	9267331.5	151	103508222.3	13.519	23500	0.0005753
4.25	41.678475	41678.5	225	9377656.875	151	103508222.3	13.680	23500	0.0005821
4.3	42.16881	42168.8	225	9487982.25	151	103508222.3	13.841	23500	0.0005890
4.35	42.659145	42659.1	225	9598307.625	151	103508222.3	14.002	23500	0.0005958
4.4	43.14948	43149.5	225	9708633	151	103508222.3	14.163	23500	0.0006027
4.45	43.639815	43639.8	225	9818958.375	151	103508222.3	14.324	23500	0.0006095
4.5	44.13015	44130.2	225	9929283.75	151	103508222.3	14.485	23500	0.0006164
4.55	44.620485	44620.5	225	10039609.13	151	103508222.3	14.646	23500	0.0006232
4.6	45.11082	45110.8	225	10149934.5	151	103508222.3	14.807	23500	0.0006301
4.65	45.601155	45601.2	225	10260259.88	151	103508222.3	14.968	23500	0.0006369
4.7	46.09149	46091.5	225	10370585.25	151	103508222.3	15.129	23500	0.0006438
4.75	46.581825	46581.8	225	10480910.63	151	103508222.3	15.290	23500	0.0006506
4.8	47.07216	47072.2	225	10591236	151	103508222.3	15.451	23500	0.0006575
4.85	47.562495	47562.5	225	10701561.38	151	103508222.3	15.612	23500	0.0006643
5	49.0335	49033.5	225	11032537.5	151	103508222.3	16.095	23500	0.0006849
5.05	49.523835	49523.8	225	11142862.88	151	103508222.3	16.255	23500	0.0006917
5.1	50.01417	50014.2	225	11253188.25	151	103508222.3	16.416	23500	0.0006986
5.15	50.504505	50504.5	225	11363513.63	151	103508222.3	16.577	23500	0.0007054
5.2	50.99484	50994.8	225	11473839	151	103508222.3	16.738	23500	0.0007123
5.25	51.485175	51485.2	225	11584164.38	151	103508222.3	16.899	23500	0.0007191
5.3	51.97551	51975.5	225	11694489.75	151	103508222.3	17.060	23500	0.0007260
5.35	52.465845	52465.8	225	11804815.13	151	103508222.3	17.221	23500	0.0007328
5.4	52.95618	52956.2	225	11915140.5	151	103508222.3	17.382	23500	0.0007397
5.45	53.446515	53446.5	225	12025465.88	151	103508222.3	17.543	23500	0.0007465
5.5	53.93685	53936.9	225	12135791.25	151	103508222.3	17.704	23500	0.0007534
5.55	54.427185	54427.2	225	12246116.63	151	103508222.3	17.865	23500	0.0007602
5.6	54.91752	54917.5	225	12356442	151	103508222.3	18.026	23500	0.0007671
5.65	55.407855	55407.9	225	12466767.38	151	103508222.3	18.187	23500	0.0007739

5.7	55.89819	55898.2	225	12577092.75	151	103508222.3	18.348	23500	0.0007808
5.75	56.388525	56388.5	225	12687418.13	151	103508222.3	18.509	23500	0.0007876
5.8	56.87886	56878.9	225	12797743.5	151	103508222.3	18.670	23500	0.0007945
5.85	57.369195	57369.2	225	12908068.88	151	103508222.3	18.831	23500	0.0008013
5.9	57.85953	57859.5	225	13018394.25	151	103508222.3	18.992	23500	0.0008081
6	58.8402	58840.2	225	13239045	151	103508222.3	19.313	23500	0.0008218
6.05	59.330535	59330.5	225	13349370.38	151	103508222.3	19.474	23500	0.0008287
6.1	59.82087	59820.9	225	13459695.75	151	103508222.3	19.635	23500	0.0008355
6.15	60.311205	60311.2	225	13570021.13	151	103508222.3	19.796	23500	0.0008424
6.2	60.80154	60801.5	225	13680346.5	151	103508222.3	19.957	23500	0.0008492
6.25	61.291875	61291.9	225	13790671.88	151	103508222.3	20.118	23500	0.0008561
6.3	61.78221	61782.2	225	13900997.25	151	103508222.3	20.279	23500	0.0008629
6.35	62.272545	62272.5	225	14011322.63	151	103508222.3	20.440	23500	0.0008698
6.4	62.76288	62762.9	225	14121648	151	103508222.3	20.601	23500	0.0008766
6.45	63.253215	63253.2	225	14231973.38	151	103508222.3	20.762	23500	0.0008835
6.5	63.74355	63743.6	225	14342298.75	151	103508222.3	20.923	23500	0.0008903
6.55	64.233885	64233.9	225	14452624.13	151	103508222.3	21.084	23500	0.0008972
6.6	64.72422	64724.2	225	14562949.5	151	103508222.3	21.245	23500	0.0009040
6.65	65.214555	65214.6	225	14673274.88	151	103508222.3	21.406	23500	0.0009109
6.7	65.70489	65704.9	225	14783600.25	151	103508222.3	21.567	23500	0.0009177
6.75	66.195225	66195.2	225	14893925.63	151	103508222.3	21.728	23500	0.0009246
6.8	66.68556	66685.6	225	15004251	151	103508222.3	21.889	23500	0.0009314
7	68.6469	68646.9	225	15445552.5	151	103508222.3	22.532	23500	0.0009588
7	68.6469	68646.9	225	15445552.5	151	103508222.3	22.532	23500	0.0009588
7	68.6469	68646.9	225	15445552.5	151	103508222.3	22.532	23500	0.0009588
7	68.6469	68646.9	225	15445552.5	151	103508222.3	22.532	23500	0.0009588
7	68.6469	68646.9	225	15445552.5	151	103508222.3	22.532	23500	0.0009588
7	68.6469	68646.9	225	15445552.5	151	103508222.3	22.532	23500	0.0009588
7	68.6469	68646.9	225	15445552.5	151	103508222.3	22.532	23500	0.0009588
7	68.6469	68646.9	225	15445552.5	151	103508222.3	22.532	23500	0.0009588
7.1	69.62757	69627.6	225	15666203.25	151	103508222.3	22.854	23500	0.0009725
7.2	70.60824	70608.2	225	15886854	151	103508222.3	23.176	23500	0.0009862
7.3	71.58891	71588.9	225	16107504.75	151	103508222.3	23.498	23500	0.0009999
7.4	72.56958	72569.6	225	16328155.5	151	103508222.3	23.820	23500	0.0010136
7.5	73.55025	73550.3	225	16548806.25	151	103508222.3	24.142	23500	0.0010273
7.6	74.53092	74530.9	225	16769457	151	103508222.3	24.464	23500	0.0010410
7.7	75.51159	75511.6	225	16990107.75	151	103508222.3	24.786	23500	0.0010547
7.8	76.49226	76492.3	225	17210758.5	151	103508222.3	25.107	23500	0.0010684
7.9	77.47293	77472.9	225	17431409.25	151	103508222.3	25.429	23500	0.0010821
7.94	77.865198	77865.2	225	17519669.55	151	103508222.3	25.558	23500	0.0010876

7.98	78.257466	78257.5	225	17607929.85	151	103508222.3	25.687	23500	0.0010931
8	78.4536	78453.6	225	17652060	151	103508222.3	25.751	23500	0.0010958
8	78.4536	78453.6	225	17652060	151	103508222.3	25.751	23500	0.0010958
8	78.4536	78453.6	225	17652060	151	103508222.3	25.751	23500	0.0010958
8	78.4536	78453.6	225	17652060	151	103508222.3	25.751	23500	0.0010958
8	78.4536	78453.6	225	17652060	151	103508222.3	25.751	23500	0.0010958
8	78.4536	78453.6	225	17652060	151	103508222.3	25.751	23500	0.0010958
8.1	79.43427	79434.3	225	17872710.75	151	103508222.3	26.073	23500	0.0011095
8.2	80.41494	80414.9	225	18093361.5	151	103508222.3	26.395	23500	0.0011232
8.3	81.39561	81395.6	225	18314012.25	151	103508222.3	26.717	23500	0.0011369
8.4	82.37628	82376.3	225	18534663	151	103508222.3	27.039	23500	0.0011506
8.5	83.35695	83357	225	18755313.75	151	103508222.3	27.361	23500	0.0011643
8.4	82.37628	82376.3	225	18534663	151	103508222.3	27.039	23500	0.0011506
8.3	81.39561	81395.6	225	18314012.25	151	103508222.3	26.717	23500	0.0011369
8.5	83.35695	83357	225	18755313.75	151	103508222.3	27.361	23500	0.0011643
8.4	82.37628	82376.3	225	18534663	151	103508222.3	27.039	23500	0.0011506
8.4	82.37628	82376.3	225	18534663	151	103508222.3	27.039	23500	0.0011506
8.4	82.37628	82376.3	225	18534663	151	103508222.3	27.039	23500	0.0011506
8.5	83.35695	83357	225	18755313.75	151	103508222.3	27.361	23500	0.0011643
8.5	83.35695	83357	225	18755313.75	151	103508222.3	27.361	23500	0.0011643
8.5	83.35695	83357	225	18755313.75	151	103508222.3	27.361	23500	0.0011643
8.5	83.35695	83357	225	18755313.75	151	103508222.3	27.361	23500	0.0011643
8.5	83.35695	83357	225	18755313.75	151	103508222.3	27.361	23500	0.0011643
8.5	83.35695	83357	225	18755313.75	151	103508222.3	27.361	23500	0.0011643
8.5	83.35695	83357	225	18755313.75	151	103508222.3	27.361	23500	0.0011643
8.5	83.35695	83357	225	18755313.75	151	103508222.3	27.361	23500	0.0011643
8.5	83.35695	83357	225	18755313.75	151	103508222.3	27.361	23500	0.0011643
8.6	84.33762	84337.6	225	18975964.5	151	103508222.3	27.683	23500	0.0011780
8.7	85.31829	85318.3	225	19196615.25	151	103508222.3	28.004	23500	0.0011917
9	88.2603	88260.3	225	19858567.5	151	103508222.3	28.970	23500	0.0012328

LAMPIRAN

(RINCIAN PERHITUNGAN REGANGAN TEORITIS BENDA UJI)

1.1 Perhitungan Regangan Balok Beton Bertulang

1.1.1. Perhitungan Regangan Balok Beton Bertulang

Berikut data dan hasil perhitungan regangan benda uji balok beton bertulang:

Mutu Beton (F_c)	: 25 Mpa
Asumsi Beban (P)	: 7 Ton
Luas Penampang yang Terkena Beban	: 225 mm ²
Tinggi Titik Tinjau d06 (y)	: 158,5 mm
Tinggi Titik Tinjau d08 (y)	: 162,5 mm
Tinggi Titik Tinjau d10 (y)	: 151 mm
Diameter Tulangan Utama d08 (F_{ys})	: 08 mm
Diameter Tulangan Utama d10 (F_{ys})	: 10 mm
Diameter Tulangan Sengkang d06 (F_{ys})	: 06 mm
Dimensi Balok ($b/h/L$)	: 150/200/800 mm

a. Benda Uji Tulangan Diameter 06

- Modulus Elastisitas :

$$\begin{aligned} E &= 4700 \times \sqrt{f_c'} \\ &= 4700 \times \sqrt{25} \\ &= 23.500 \text{ Nmm}^2 \end{aligned}$$

- Tegangan pada Balok :

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{M.y}{I} \\ &= \frac{(P.a).y}{I} \\ &= \frac{(68646,9 \times 225).158,5}{102798348} \\ &= 23,815 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

- Regangan pada Balok :

$$\begin{aligned} e &= \frac{\sigma}{E} \\ &= \frac{23,815}{23.500} \\ &= 0,0010134 \text{ mm} \end{aligned}$$

b. Benda Uji Tulangan Diameter 08

- Modulus Elastisitas :

$$\begin{aligned} E &= 4700 \times \sqrt{f'c'} \\ &= 4700 \times \sqrt{25} \\ &= 23.500 \text{ Nmm}^2 \end{aligned}$$

- Tegangan pada Balok :

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{M.y}{I} \\ &= \frac{(P.a).y}{I} \\ &= \frac{(68646,9 \times 225).162,5}{10293805,2} \\ &= 24,379 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

- Regangan pada Balok :

$$\begin{aligned} e &= \frac{\sigma}{E} \\ &= \frac{24,379}{23.500} \\ &= 0,0010374 \text{ mm} \end{aligned}$$

a. Benda Uji Tulangan Diameter 10

- Modulus Elastisitas :

$$\begin{aligned} E &= 4700 \times \sqrt{f'c'} \\ &= 4700 \times \sqrt{25} \\ &= 23.500 \text{ Nmm}^2 \end{aligned}$$

- Tegangan pada Balok :

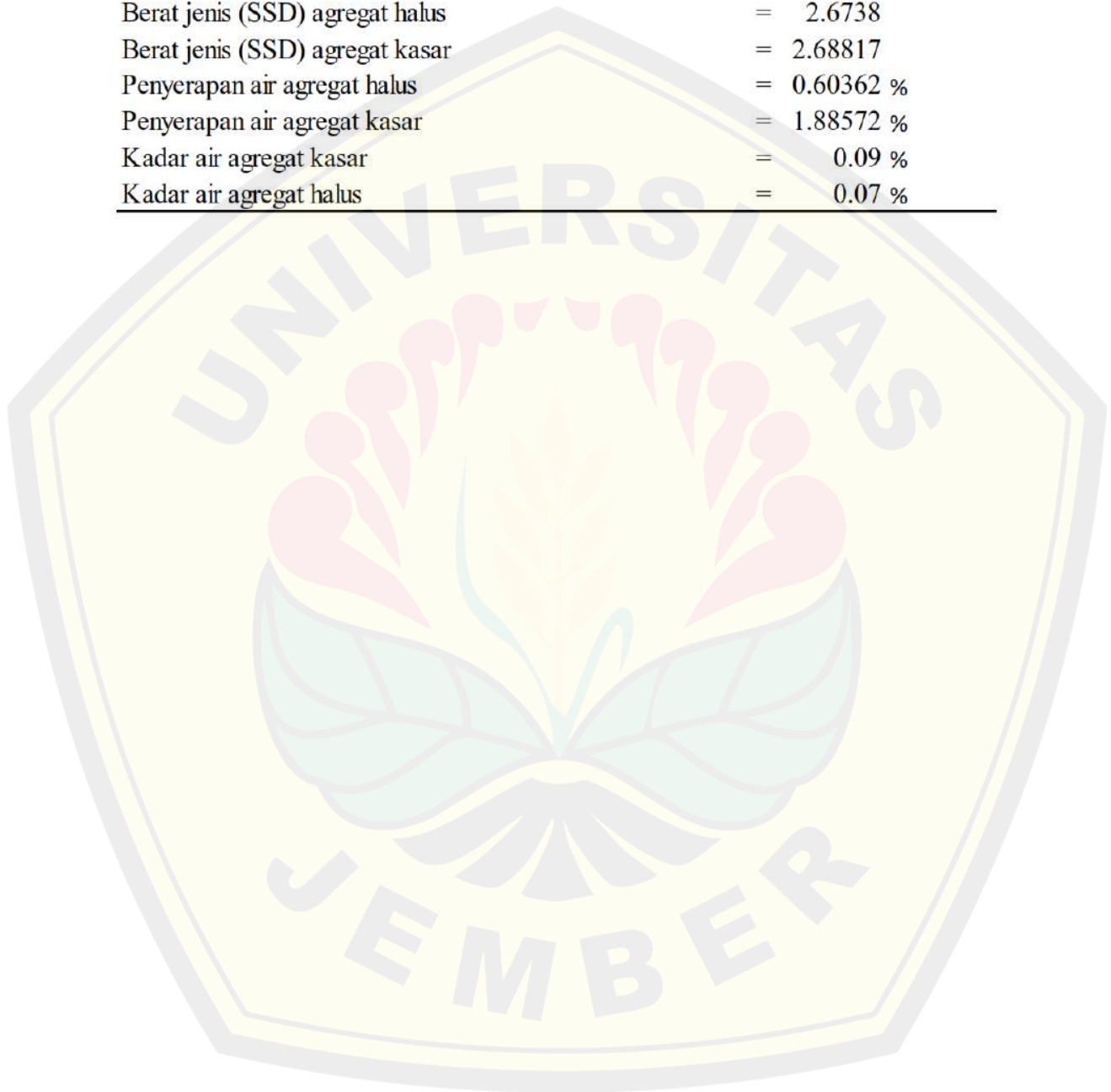
$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{M.y}{I} \\ &= \frac{(P.a).y}{I} \\ &= \frac{(68646,9 \times 225).151}{10350822,3} \\ &= 22,532 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

- Regangan pada Balok :

$$\begin{aligned} e &= \frac{\sigma}{E} \\ &= \frac{22,532}{23.500} \\ &= 0,0009588 \text{ mm} \end{aligned}$$

LAMPIRAN
MIX DESIGN BETON

Mutu beton	=	25 MPa
Slump	=	75-100 mm
Ukuran agregat kasar maksimum	=	37.5 mm
Berat kering oven agregat kasar	=	1600 kg/m ³
Berat jenis semen	=	3.43437 g/cm ³
Modulus kehalusan agregat halus	=	2.9354
Berat jenis (SSD) agregat halus	=	2.6738
Berat jenis (SSD) agregat kasar	=	2.68817
Penyerapan air agregat halus	=	0.60362 %
Penyerapan air agregat kasar	=	1.88572 %
Kadar air agregat kasar	=	0.09 %
Kadar air agregat halus	=	0.07 %



LAPORAN HASIL PENGUJIAN

Nomor Permohonan: 266/LAB/BS/2023
DATA DUKUNG SKRIPSI MAHASISWA



OLEH:
LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI BANYUWANGI
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

Nomor Permohonan: 266/LAB/BS/2023

Laporan ini hanya berlaku untuk spesimen atau benda uji yang diuji di Laboratorium Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Banyuwangi yang diajukan oleh:

Pemohon : BERLIANA ASPRILLA HADI (MAHASISWA
UNIVERSITAS JEMBER)
Lembaga/Instansi/Perusahaan : UNIVERSITAS JEMBER
Kegunaan/Proyek : DATA DUKUNG SKRIPSI MAHASISWA

Tanggal Permohonan : 09/11/2023

Laporan ini diproses dan dikerjakan sesuai dengan peraturan pengujian yang berlaku, sebagaimana dilampirkan dalam lampiran laporan hasil pengujian.

Banyuwangi, 22 November 2023

Ketua Laboratorium
Jurusan Teknik Sipil



Qurrobus Shofiyah, S.T., M.T.
NIP. 199302072019032026

Penanggung Jawab,



I Ketut Hendra Wiryasuta, M.T.
NIP. 199202022019031027

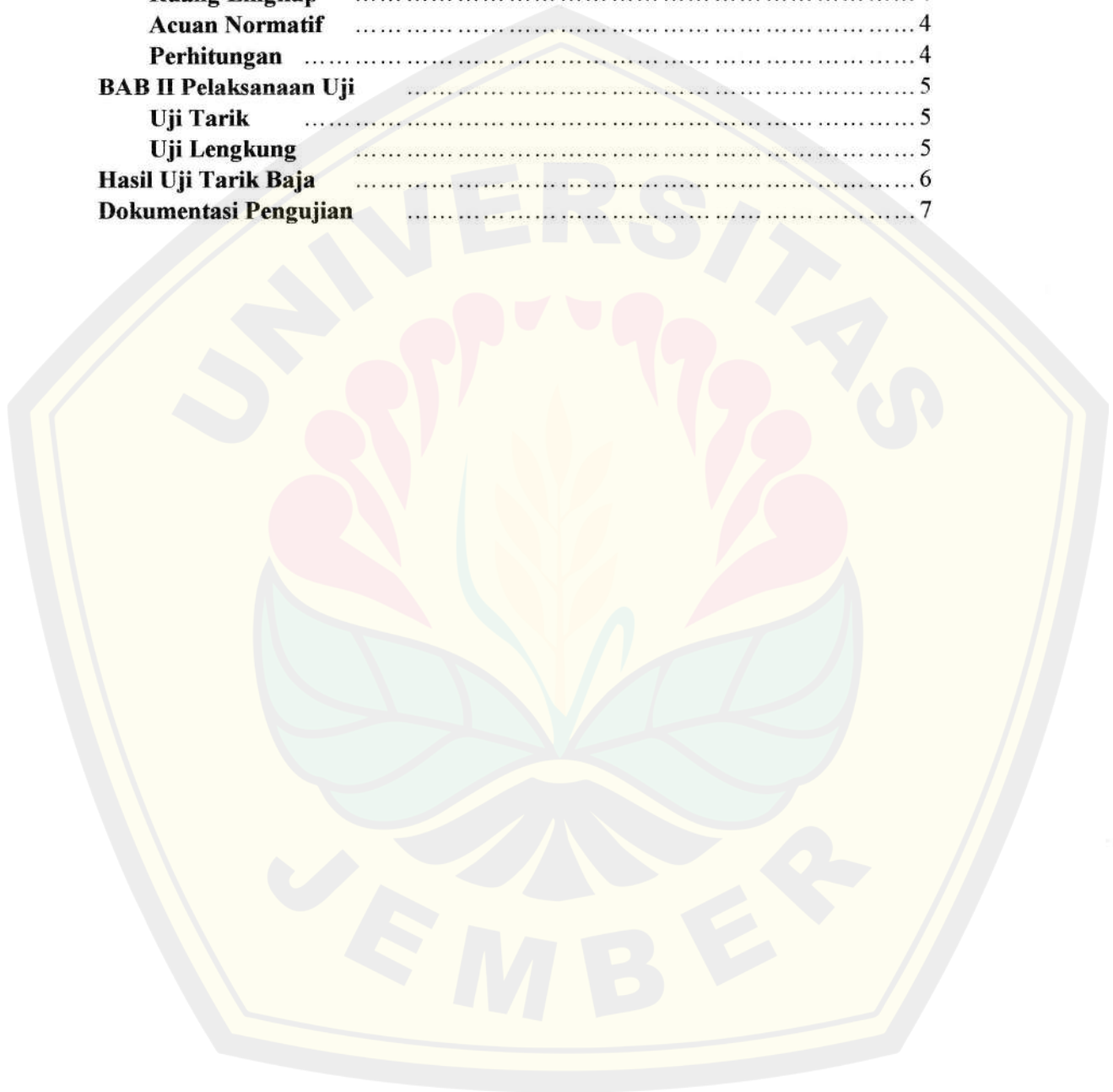
Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Banyuwangi



Wahyu Naris Wari, S.T., M.T.
NIP. 198612312019032016

DAFTAR ISI

Cover	1
Lembar Pengesahan	2
Daftar Isi	3
BAB I Pendahuluan	4
Maksud	4
Tujuan	4
Ruang Lingkup	4
Acuan Normatif	4
Perhitungan	4
BAB II Pelaksanaan Uji	5
Uji Tarik	5
Uji Lengkung	5
Hasil Uji Tarik Baja	6
Dokumentasi Pengujian	7



1. Maksud

Metode ini dimaksudkan sebagai pegangan dan acuan untuk melakukan pengujian kuat tarik baja beton.

2. Tujuan

Tujuan metode ini adalah untuk mendapatkan nilai kuat tarik baja beton dan parameter lainnya. Pengujian ini selanjutnya dapat digunakan dalam pengendalian mutu baja.

3. Ruang lingkup

Standar ini menetapkan acuan normatif, istilah, definisi, bahan baku, jenis, syarat mutu, cara pengambilan contoh, cara uji, syarat penandaan, syarat lulus uji, dan cara pengemasan baja tulangan beton yang digunakan untuk keperluan penulangan konstruksi beton dengan memperhatikan aspek keselamatan dan keamanan.

4. Acuan normatif

Dokumen acuan berikut dibutuhkan untuk aplikasi standar ini. Untuk acuan yang menunjukkan tahun, hanya edisi yang disebutkan tahunnya yang digunakan. Untuk acuan yang tidak menunjukkan tahun, acuan yang digunakan adalah tahun edisi yang terakhir (termasuk setiap amandemen).

SNI 8389, Cara Uji Tarik Logam

SNI 0410, Cara Uji Lengkung Logam

SNI 07-2529-1991, Metode Pengujian Kuat Tarik Baja Beton

5. Perhitungan

Parameter pengujian dihitung dengan rumus-rumus sebagai berikut :

- a. Tegangan Tarik Maksimum : f_u ;

$$f_u = \frac{P_{maks}}{A_{so}}$$

- b. Tegangan Tarik Leleh: f_y ;

$$f_y = \frac{P_y}{A_{so}}$$

- c. Elongasi Maksimum: e_{maks} ;

$$e_{maks} = \frac{l_u + l_o}{l_o} \times 100\%$$

dimana :

- f_u : tegangan tarik maksimum, Mpa
 P_{maks} : kuat tarik maksimum, N
 A_{so} : luas penampang benda uji, mm²
 f_y : tegangan tarik leleh, N
 P_y : kuat tarik leleh, N
 e_{maks} : regangan maksimum benda uji pada saat putus, %
 l_u : panjang benda uji setelah pengujian, mm
 l_o : panjang benda uji semula, mm

PELAKSANAAN UJI

1. Uji tarik

Uji tarik dilakukan sesuai SNI 8389. Untuk menghitung kuat luluh dan kuat tarik baja tulangan beton polos dan sirip/ulir digunakan nilai luas penampang yang dihitung dari diameter nominal contoh uji.

Nilai kuat luluh/leleh ditentukan dengan salah satu dari metode berikut:

- a. Jika baja tulangan beton mempunyai titik luluh/leleh yang jelas, nilai kuat luluh/leleh ditentukan dengan turunnya atau berhentinya bacaan dari mesin uji tarik
- b. Jika baja tulangan beton tidak mempunyai titik luluh/leleh yang jelas, nilai kuat luluh/leleh ditentukan dengan metode offset 0,2%.

2. Uji Iengkung

Uji lengkung dilakukan sesuai SNI 0410.





REPORT ON RESULT TESTING OF TENSILE STRENGTH TEST

Nomor Permohonan: 266/LAB/BS/2023

(Page 1 of 1)

Number : 266
From : BERLIANA ASPRILLA HADI (MAHASISWA UNIVERSITAS JEMBER)
Object : DATA DUKUNG SKRIPSI MAHASISWA
Sample type : Concrete Steel
Location : Jl. Raya Jember KM.13 Dsn. Labanasem, Kec. Kabat Banyuwangi, Jawa Timur, Indonesia
Standard : SNI 2052 : 2017 (Baja Tulangan Beton) dan SNI 8389 : 2017 (Cara Uji Tarik Logam)
Equipment : Universal Testing Machine

Table with 16 columns: Test Object Code, Test Dimension mm, No Test Sample, Weight kg/m, Area mm2, Lo mm, Lc mm, Lt mm, Lu mm, Tensile Force Yield kN, Tensile Force Ultimate kN, Tensile Strength Yield MPa, Tensile Strength Ultimate MPa, Elongation %, Tensile Ratio, Quality. It contains 6 rows of test data for different diameters (Ø6, Ø10) and sample numbers (1, 2, 3).

Notes: The results of this test only apply to samples tested at the Civil Engineering laboratory, State Polytechnic Of Banyuwangi

Witnessed by: Head of The Laboratory Civil Engineering. Signature of Qurrotus Sholihah, S.T., M.T. NIP. 199302072019032026

Checked by: PIC. Signature of I Ketut Hendra Wiryasuta, M.T. NIP. 199202022019031027

Banyuwangi, 21 November 2023. Done by: Laboratory Technician. Signature of Ubnu Fajar K., A.Md. NIP. 198704272014041001



Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi
Politeknik Negeri Banyuwangi
Jurusan Teknik Sipil

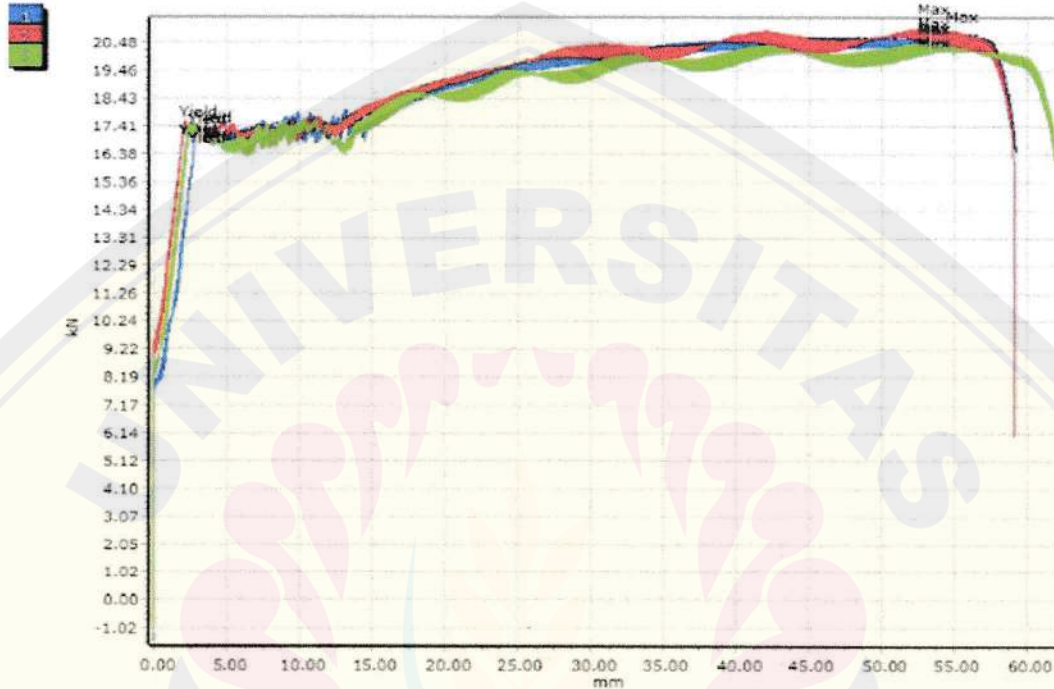
Laboratorium Uji Beton dan Bahan Bangunan
Jl. Raya Jember KM.13 Dsn. Labanasem, Kec. Kabat, Kab. Banyuwangi Kode Pos : 68461
Telp/Fax : (0333) 636780 Email : poliwangi@poliwangi.ac.id Website : www.poliwangi.ac.id

DOCUMENTATION

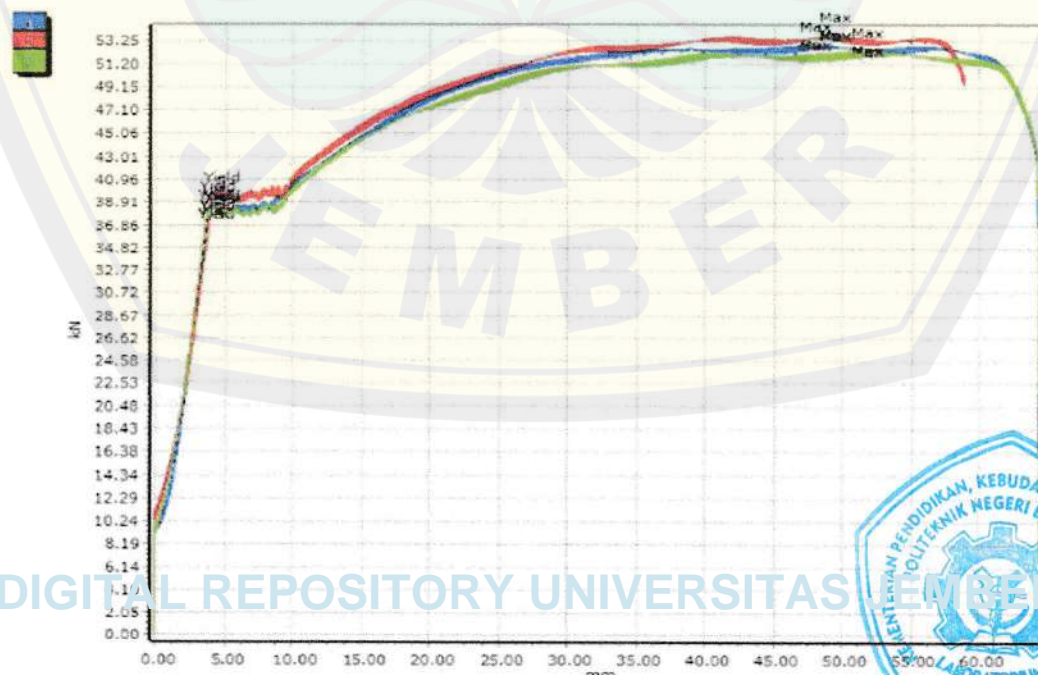
Nomor Permohonan: 266/LAB/BS/2023

(Page 1 of 1)

Test Object Code	Area	Tensile Force (kN)		Tensile Strength (MPa)		Elongation (%)
		Yield	Ultimate	Yield	Ultimate	
Ø6	27,06	17,01	20,76	628,55	767,12	29,61
Ø6	27,25	17,25	21,05	633,09	772,56	29,61
Ø6	26,97	17,01	20,55	630,69	761,95	31,00



Test Object Code	Area	Tensile Force (kN)		Tensile Strength (MPa)		Elongation (%)
		Yield	Ultimate	Yield	Ultimate	
Ø10	78,07	37,90	52,99	485,47	678,76	32,17
Ø10	78,23	39,49	53,85	504,82	688,39	29,44
Ø10	78,07	38,77	52,39	496,61	671,07	32,21





Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi

Politeknik Negeri Banyuwangi

Jurusan Teknik Sipil

Laboratorium Uji Beton dan Bahan Bangunan

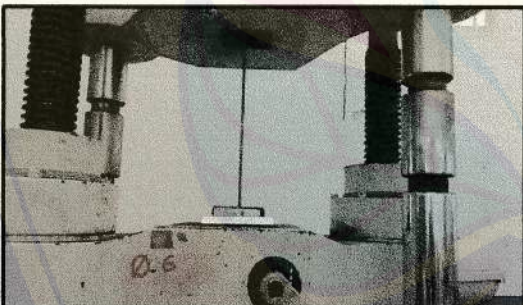
Jl. Raya Jember KM.13 Dsn. Labanasem, Kec. Kabat, Kab. Banyuwangi Kode Pos : 68461

Telp/Fax : (0333) 636780 Email : poliwangi@poliwangi.ac.id Website : www.poliwangi.ac.id

DOCUMENTATION

Nomor Permohonan: 266/LAB/BS/2023

(Page 1 of 2)





Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi

Politeknik Negeri Banyuwangi

Jurusan Teknik Sipil

Laboratorium Uji Beton dan Bahan Bangunan

Jl. Raya Jember KM.13 Dsn. Labanasem, Kec. Kabat, Kab. Banyuwangi Kode Pos : 68461

Telp/Fax : (0333) 636780 Email : poliwangi@poliwangi.ac.id Website : www.poliwangi.ac.id

DOCUMENTATION

Nomor Permohonan: 266/LAB/BS/2023

(Page 2 of 2)



LINK DOCUMENTATION :



Documentation will be deleted after 30 days



LAMPIRAN

(TAHAPAN PENGOLAHAN DATA MENGGUNAKAN SOWTWARE
ZEISS INSPECT 2023

1. Instalasi Zeiss Inspect Correlate 2023

Aplikasi bisa didapatkan melalui *website* resmi Zeiss Inspect Correlate 2023 pada link berikut:

<https://www.zeiss.com/metrology/products/software/inspect/correlate.html>

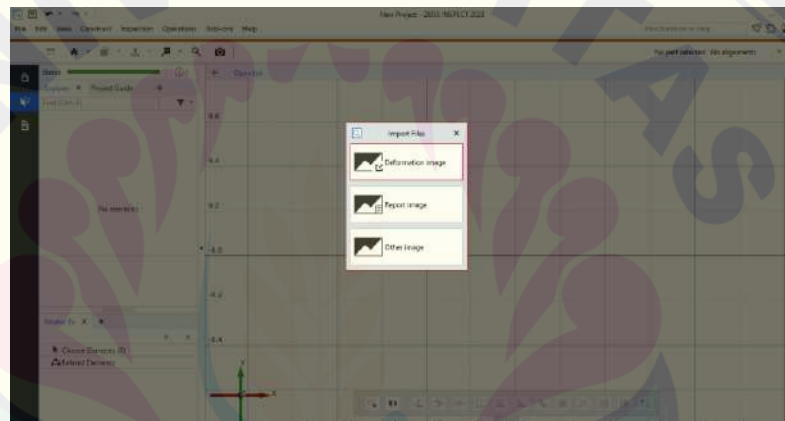
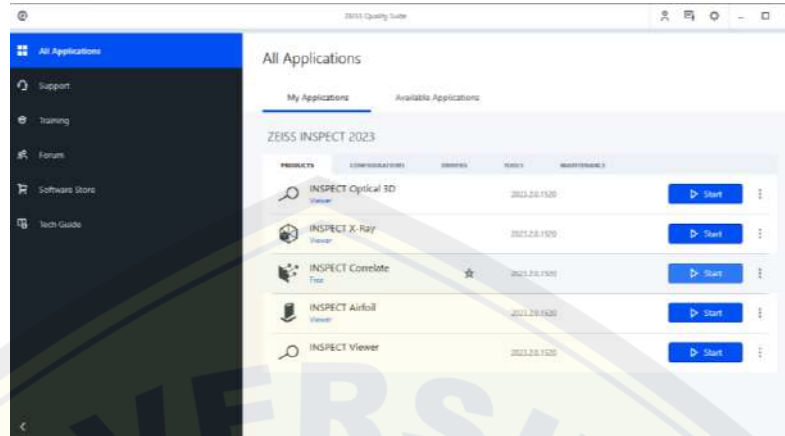
2. Penyortiran dan Penamaan Foto

Langkah ini perlu dilakukan guna menyaring foto terbaik dan penamaan perlu dilakukan sebab aplikasi Zeiss Inspect Correlate 2023 hanya akan memproses gambar-gambar yang memiliki nama dengan angka berurutan.



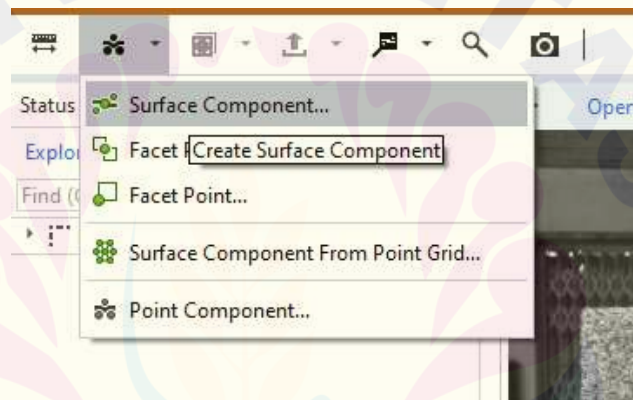
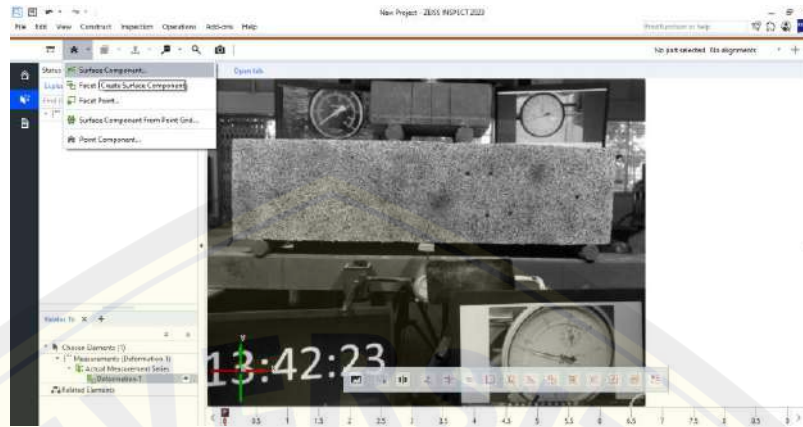
3. Membuka Zeiss Inspect Correlate 2023 dan Me-load Gambar

Setelah membuka aplikasi maka dilanjutkan dengan *drag* gambar menuju aplikasi dan pilih *Deformation Image*.



4. Pilih *Surface Component*

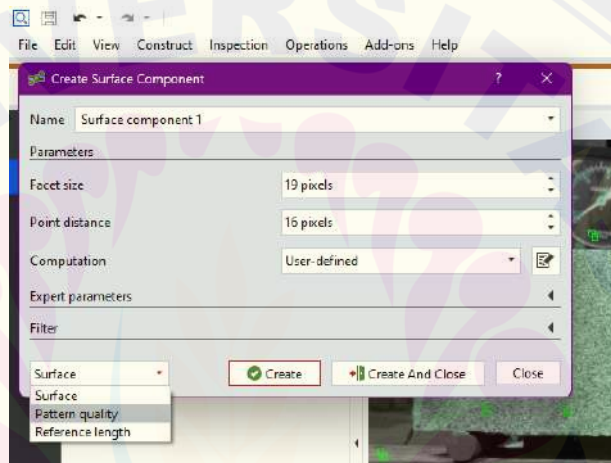
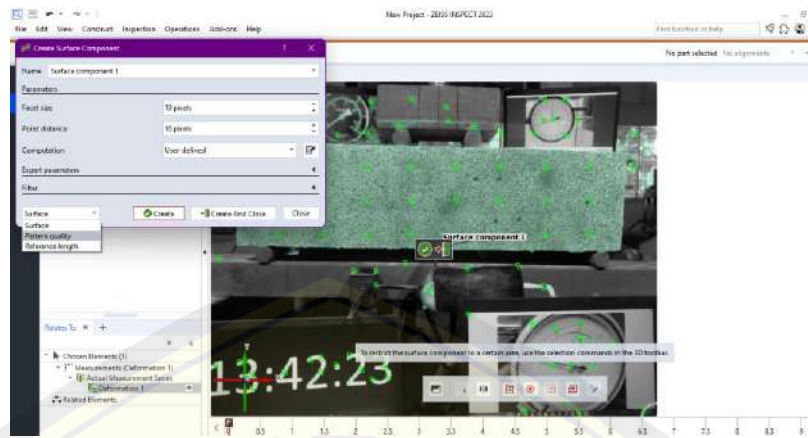
Selanjutnya pilih *Surface Component* pada *icon* pojok kiri atas.



5. Pilih *Pattern Quality* dan Gambar *Pattern Quality* menggunakan *Polygon*

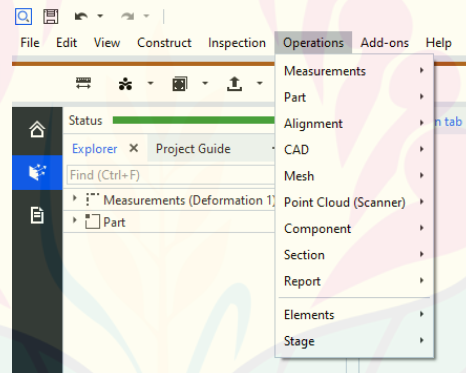
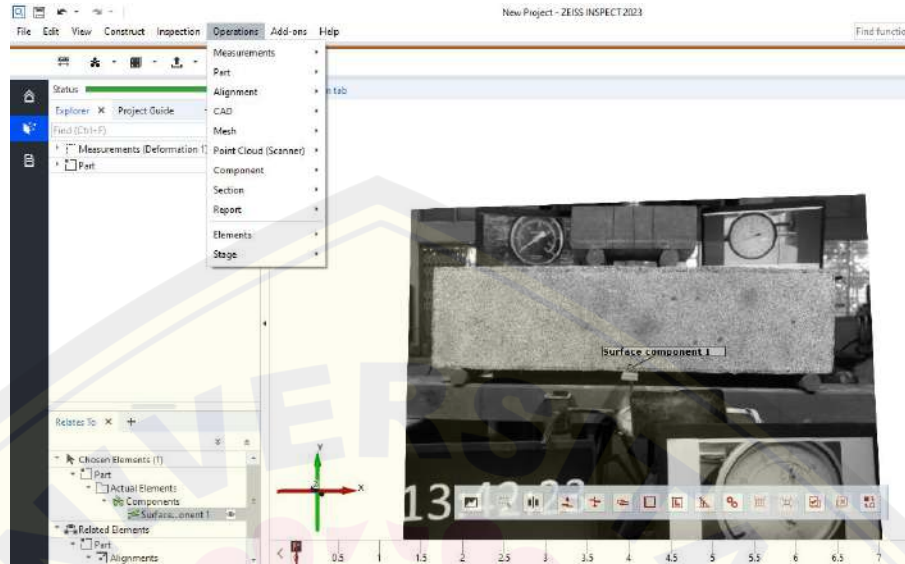
Dilanjutkan dengan memilih *Pattern Quality* dan menggambar area yang ingin dianalisis pada foto menggunakan *polygon* pada pojok kanan

bawah bergambar kotak. Kemudian klik kiri untuk memulai menggambar area, pilih area yang diinginkan, dan klik kanan untuk menyelesaikannya.



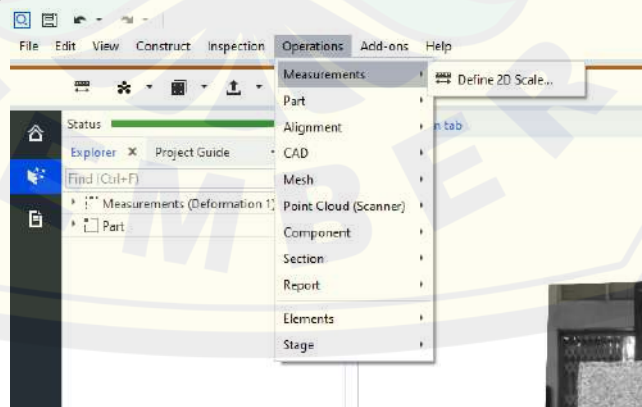
6. Pilih *Operations*

Pilih *operations* pada aplikasi untuk melanjutkan mengkalibrasi gambar.



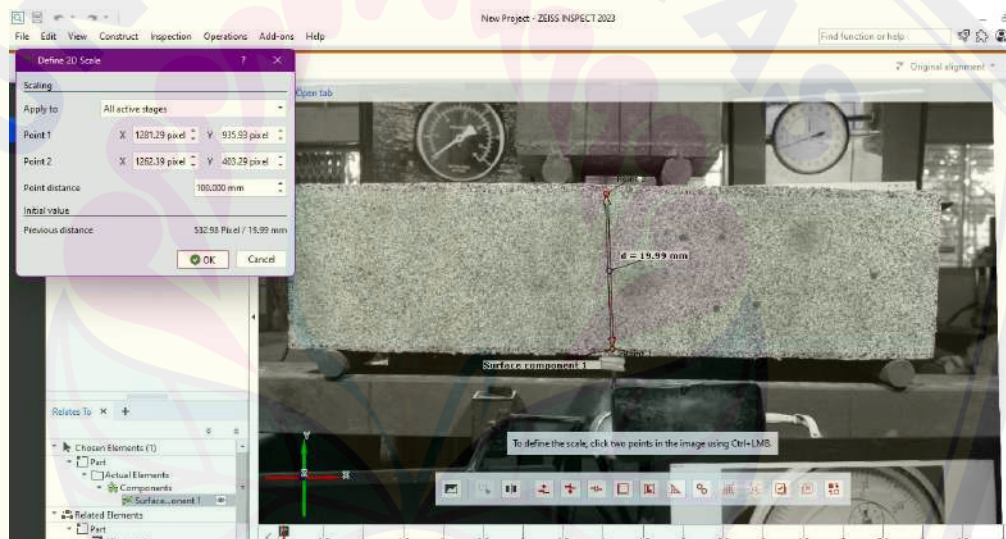
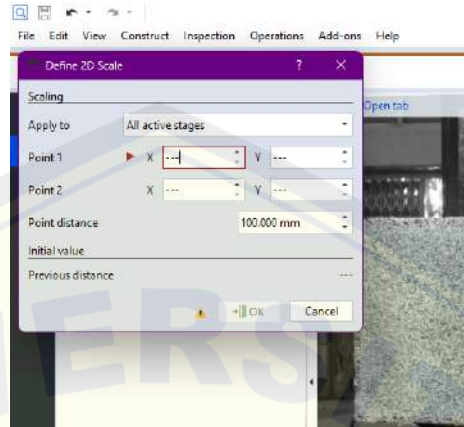
7. Pilih *Measurements*

Lanjut memilih *measurements*.



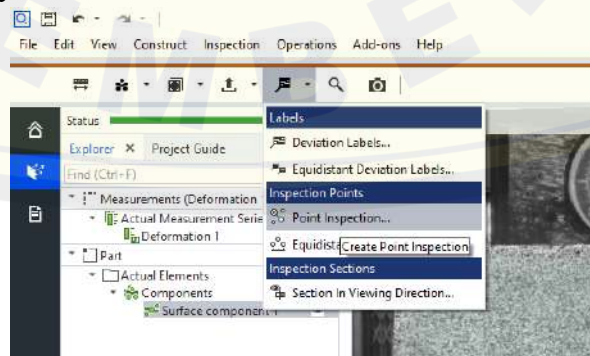
8. Pilih 2D *Define Scale*

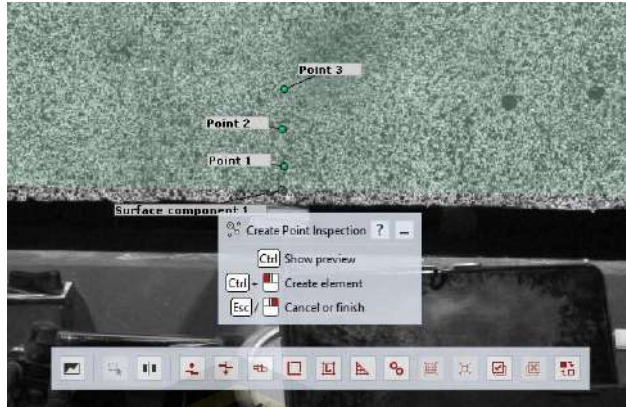
Kemudian pilih *define scale* dan klik kiri untuk memulai membuat titik pertama kemudian lanjut titik kedua. Lanjut klik kanan untuk menyelesaikan pemilihan titik kalibrasi. Atur *point* dimensi juga sesuai dengan ukuran asli benda uji yang sudah dibuat garis *measurement* sebelumnya.



9. Pilih *Point Inspection*

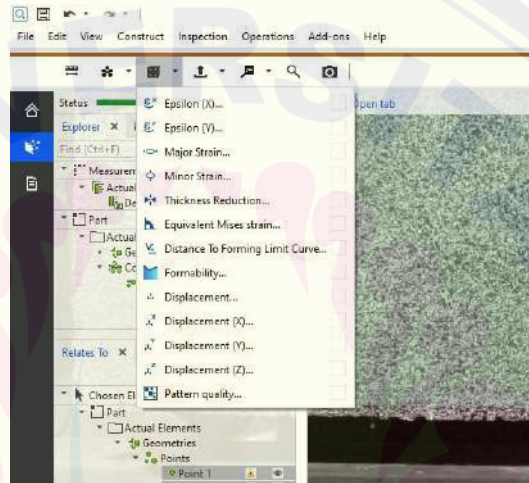
Pilih *Point Inspection* untuk membuat titik yang akan dianalisa perpindahannya.





10. Pilih *Inspect All Visible Actual Elements*

Pilih *Inspect All Visible Actual Elements* untuk mulai menganalisa perpindahan titik yang sudah dipilih sebelumnya.



11. Pilih *Displacement-y* untuk Lendutan

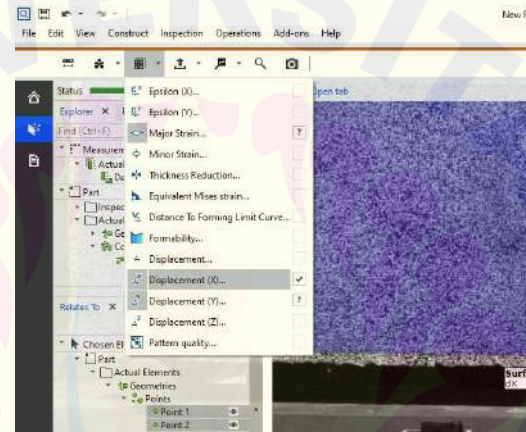
Pilih *Displacement-y* untuk analisis Lendutan.



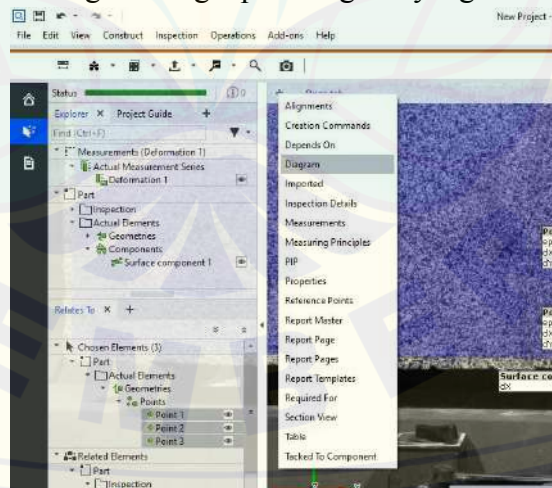
- 12. Pilih *Major Strain* untuk Regangan
Pilih *Major Strain* untuk analisis Regangan

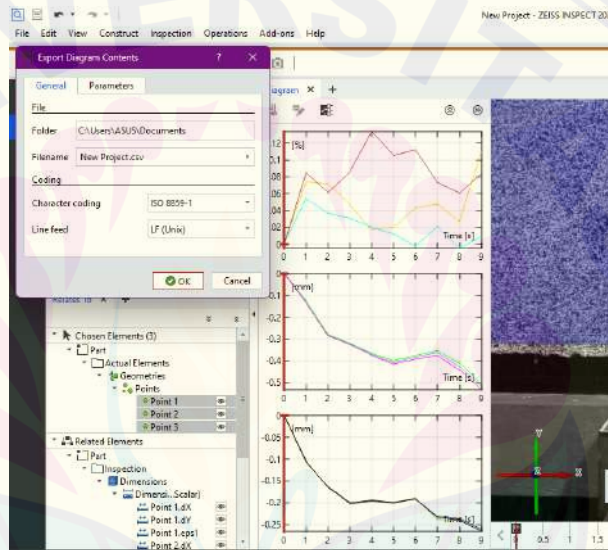
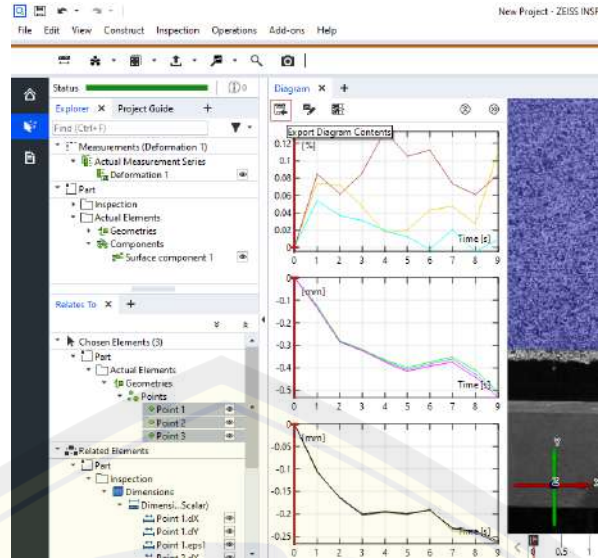


- 13. Pilih *Displacement-x* untuk Lebar retak
Pilih *Displacement-x* untuk analisis Lebar Retak



- 14. Pilih Diagram dan *Export Diagram*
Lanjutkan dengan mengexport diagram yang sudah dianalisis.





15. Pilih *Table* dan *Export Table*

Kemudian export table yang juga sudah dianalisis. Data siap olah dan juga pakai.

The screenshot shows a software interface for measurement analysis. The 'Diagrams' window displays a line graph with a y-axis ranging from -0.25 to 0.12 and an x-axis from 0 to 9. A 'Table' menu is open, showing options like 'Table' and 'Tacked To Component'. The 'Export Table Contents' dialog box is open, showing the file path 'C:\Users\ASUS\Documents' and filename 'Values.csv'. The 'Export additional information' section is expanded. The 'Table' window shows the following data:

Element	Property	Tol -	Tol +	Dev	Dev
Point 1	eps1			+0.00 %	+0.07 %
Point 1	dX			+0.00 mm	-0.13 mm
Point 1	dY			+0.00 mm	-0.11 mm
Point 2	eps1			+0.00 %	+0.05 %
Point 2	dX			+0.00 mm	-0.13 mm
Point 2	dY			+0.00 mm	-0.11 mm
Point 3	eps1			+0.00 %	+0.03 %
	dX			+0.00 mm	-0.13 mm
	dY			+0.00 mm	-0.10 mm

LAMPIRAN
(TABEL HASIL PERHITUNGAN
LENDUTAN, REGANGAN,
LEBAR RETAK PENGUJIAN)

• **BENDA UJI D06**

Lendutan D06					
nomor	nomor foto	beban	nilai rumus	nilai dial	nilai lendutan dic
1	7476	0	0	0	0
2	7477	0.1	0.01513	0	0.87
3	7478	0.2	0.03026	0	0.15667
4	7479	0.3	0.0454	0	0.28667
5	7480	0.4	0.06053	0.015	0.14
6	7481	0.5	0.07566	0.075	0.08667
7	7482	0.6	0.09079	0.08	0.07667
8	7483	1	0.15132	0.085	0.11667
9	7484	1.05	0.15889	0.1	0.90667
10	7485	1.1	0.16646	0.27	0.79667
11	7486	1.15	0.17402	0.31	0.72667
12	7487	1.2	0.18159	0.32	0.73667
13	7488	1.25	0.18916	0.32	0.72667
14	7489	1.3	0.19672	0.32	0.74667
15	7490	1.35	0.20429	0.32	0.66333
16	7491	1.4	0.21185	0.32	0.65667
17	7492	1.45	0.21942	0.32	0.61
18	7493	1.48	0.22396	0.32	0.45
19	7494	1.5	0.22699	0.41	0.43667
20	7495	1.6	0.24212	0.41	0.38333
21	7496	1.7	0.25725	0.42	0.32333
22	7497	1.8	0.27238	0.43	0.43
23	7498	1.9	0.28752	0.43	0.55
24	7499	2	0.30265	0.44	0.57
25	7500	2.1	0.31778	0.45	0.43
26	7501	2.2	0.33291	0.46	0.37
27	7502	2.3	0.34805	0.47	0.35

28	7503	2.4	0.36318	0.48	0.43
29	7504	2.5	0.37831	0.51	0.60333
30	7505	2.6	0.39344	0.51	0.69667
31	7506	2.7	0.40858	0.52	0.56
32	7507	2.8	0.42371	0.52	0.66333
33	7508	2.9	0.43884	0.53	0.78667
34	7509	2.95	0.44641	0.53	0.86667
35	7510	3	0.45397	0.53	0.95
36	7511	3.1	0.46911	0.53	0.99
37	7512	3.2	0.48424	0.52	0.8
38	7513	3.3	0.49937	0.52	0.62333
39	7514	3.4	0.5145	0.51	0.49
40	7515	3.5	0.52964	0.51	0.57667
41	7516	3.6	0.54477	0.50	0.61667
42	7517	3.7	0.5599	0.5	0.63
43	7518	3.8	0.57503	0.50	0.76667
44	7519	3.9	0.59017	0.51	0.76333
45	7520	4	0.6053	0.51	0.6
46	7521	4.0	0.60681	0.52	0.55333
47	7522	4.0	0.60832	0.52	0.57667
48	7523	4.0	0.60984	0.52	0.62
49	7524	4.0	0.61135	0.52	0.45333
50	7525	4.0	0.61286	0.52	0.32333
51	7526	4.0	0.61438	0.52	0.41
52	7527	4.0	0.61438	0.51	0.51333
53	7528	4.0	0.61589	0.51	0.46667
54	7529	4.0	0.61589	0.51	0.68
55	7530	4.0	0.6174	0.51	0.87667
56	7531	4.0	0.6174	0.51	0.96667
57	7532	4.0	0.61892	0.51	0.92333
58	7533	4.1	0.62043	0.51	0.56333
59	7534	4.1	0.62043	0.51	0.39667
60	7535	4.2	0.63556	0.52	0.53
61	7536	4.3	0.65069	0.52	0.82667
62	7537	4.4	0.66583	0.53	0.06333

63	753 8	4.5	0.68 096	0.51 9	1	
64	753 9	4.6	0.69 609	0.52	0.91667	
65	754 0	4.7	0.71 122	0.53	0.76333	
66	754 1	4.8	0.72 636	0.54	0.93333	
67	754 2	4.9	0.74 149	0.55	0.38333	
68	754 3	5.1	0.77 175	0.56	0.75667	
69	754 4	5.2	0.78 689	0.57	0.93667	
70	754 5	5.3	0.80 202	0.58	0.04667	
71	754 6	5.3 5	0.80 959	0.59	0.01	
72	754 7	5.4	0.81 715	0.6	0.81667	
73	754 8	5.4 5	0.82 472	0.60 5	0.74	
74	754 9	5.5	0.83 228	0.61	0.83333	
75	755 0	5.7	0.86 255	0.61 5	0.20667	
76	755 1	5.9	0.89 281	0.62	0.49333	
77	755 2	6	0.90 795	0.64	0.77	
78	755 3	6	0.90 795	0.64	0.97667	
79	755 4	6	0.90 795	0.64	0.36	
80	755 5	6	0.90 795	0.64	0.73333	
81	755 6	6	0.90 795	0.64	0.93333	
82	755 7	6.1	0.92 308	0.67	0.9	
83	755 8	6.3	0.95 334	0.67 5	0.97333	
84	755 9	6.6	0.99 874	0.67 9	0.79333	
85	756 0	6.9	1.04 414	0.73 5	0.73667	
86	756 1	6.8	1.02 901	0.74 5	0.95	
87	756 2	6.9	1.04 414	0.77	1.27667	
88	756 3	7	1.05 927	0.81 5	1.48667	
89	756 4	7	1.05 927	0.82	1.61333	
90	756 5	7.0 5	1.06 684	0.82	1.81333	
91	756 6	7.0 5	1.06 684	0.82 5	1.81333	
92	756 7	7.1	1.07 44	0.83 5	1.64	
93	756 8	7.2	1.08 954	0.84 5	1.32333	
94	756 9	7.4	1.11 98	0.85	1.12333	
95	757 0	7.5	1.13 493	0.85 5	1.22	
96	757 1	7.6	1.15 007	0.99	1.43333	
97	757 2	7.7	1.16 52	1	1.46333	
98	757 3	7.8	1.18 033	1.1	1.25667	
99	757 4	8	1.21 06	1.12	1.94	
100	757 5	8.0 2	1.21 362	1.13	1.91667	
101	757 6	8.0 5	1.21 816	1.14	1.19667	
102	757 7	8.0 8	1.22 27	1.15	1.43667	
103	757 8	8.1	1.22 573	1.16	1.4	
104	757 9	8.1 3	1.23 027	1.17 333	1.82333	
105	758 0	8.1 5	1.23 329	1.18 476	1.33667	
106	758 1	8.1 8	1.23 783	1.19 619	1.38	
107	758 2	8.2	1.24 086	1.19 7	1.39	
108	758 3	8.2	1.24 086	1.19 7	1.05	
109	758 4	8.1 6	1.23 481	1.19 8	1.80667	
111	758 6	8.3	1.25 599	1.12	1.61333	
113	758 8	8.3	1.25 599	1.12	1.91667	
169	764 4	8.3	1.25 599	1.12	1.59667	
170	764 5	8.3 5	1.26 356	1.55	1.46333	
171	764 6	8.4	1.27 112	1.6	1.69667	
172	764 7	8.4 5	1.27 869	1.65	1.88333	
173	764 8	8.5	1.28 626	1.7	1.15	
174	764 9	8.5 5	1.29 382	1.75	1.43333	
175	765 0	8.6	1.30 139	1.8	1.54	
176	765 1	8.6 5	1.30 896	1.85	1.01	
177	765 2	8.8	1.33 165	2	1.24667	
178	765 3	8.7	1.31 652	1.9	1.38667	
180	765 5	8.8	1.33 165	2	1.92	
181	765 6	8.5	1.28 626	1.7	1	
182	765 7	8.8	1.33 165	2	1.31667	
186	766 1	8.8 8	1.34 376	2.08	2.94	
187	766 2	8.8 9	1.34 527	2.09	2.94333	
188	766 3	8.8 95	1.34 603	2.09 5	2.29	
189	766 4	8.8 96	1.34 618	2.09 6	2.27333	
190	766 5	8.8 97	1.34 633	2.09 7	2.33	
191	766 6	8.8 98	1.34 648	2.09 8	2.39667	
192	766 7	8.8 98	1.34 648	2.09 8	2.27667	
193	766 8	8.8 98	1.34 648	2.09 8	2.72	

194	7669	8.899	1.34664	2.099	2.31
195	7670	8.9	1.34679	2.1	2.12667
196	7671	8.91	1.3483	2.11	2.5
197	7672	8.92	1.34981	2.12	2.6
198	7673	8.93	1.35133	2.13	2.63333
199	7674	9	1.36192	2.2	2.57

Regangan D06

no mo r	nomor foto	be ba n	nilai rumus	nilai dial	nilai regangan dic
1	7476	0	0	0	0
2	7477	0.1	1.4E-05	0	0.00018
3	7478	0.2	2.9E-05	0	0.00012
4	7479	0.3	4.3E-05	0	0.00012
5	7480	0.4	5.8E-05	0	0.00015
6	7481	0.5	7.2E-05	0	0.00014
7	7482	0.6	8.7E-05	0	0.00014
8	7483	1	0.00014	0	0.00011
9	7484	1.05	0.00015	0	0.00014
10	7485	1.1	0.00016	0	0.00013
11	7486	1.15	0.00017	0	0.00015
12	7487	1.2	0.00017	0	0.00016
13	7488	1.25	0.00018	0	0.00019
14	7489	1.3	0.00019	0	0.00021
15	7490	1.35	0.0002	0	0.00021
16	7491	1.4	0.0002	0	0.00027
17	7492	1.45	0.00021	0	0.00028
18	7493	1.48	0.00021	0	0.00027
19	7494	1.5	0.00022	0	0.00024
20	7495	1.6	0.00023	0	0.00028
21	7496	1.7	0.00025	0	0.00026
22	7497	1.8	0.00026	0	0.00023
23	7498	1.9	0.00028	0	0.00029
24	7499	2	0.00029	0	0.00027
25	7500	2.1	0.0003	0	0.00038
26	7501	2.2	0.00032	0	0.0003

27	7502	2.3	0.00033	0	0.00037
28	7503	2.4	0.00035	0	0.0003
29	7504	2.5	0.00036	0	0.00032
30	7505	2.6	0.00038	0	0.00039
31	7506	2.7	0.00039	0	0.0003
32	7507	2.8	0.00041	0	0.00049
33	7508	2.9	0.00042	0	0.0005
34	7509	2.95	0.00043	0	0.00041
35	7510	3	0.00043	0	0.0004
36	7511	3.1	0.00045	0	0.00044
37	7512	3.2	0.00046	0	0.0005
38	7513	3.3	0.00048	0	0.00041
39	7514	3.4	0.00049	0	0.00041
40	7515	3.5	0.00051	0	0.0006
41	7516	3.6	0.00052	0	0.00054
42	7517	3.7	0.00054	0	0.00055
43	7518	3.8	0.00055	0	0.00057
44	7519	3.9	0.00056	0	0.00058
45	7520	4	0.00058	0	0.00055
46	7521	4.01	0.00058	0	0.00056
47	7522	4.02	0.00058	0	0.00053
48	7523	4.03	0.00058	0	0.00051
49	7524	4.04	0.00058	0	0.00054
50	7525	4.05	0.00059	0	0.00051
51	7526	4.06	0.00059	0	0.00059
52	7527	4.06	0.00059	0	0.00056
53	7528	4.07	0.00059	0	0.00051
54	7529	4.07	0.00059	0	0.00055
55	7530	4.08	0.00059	0	0.00057
56	7531	4.08	0.00059	0	0.00053
57	7532	4.09	0.00059	0	0.00057
58	7533	4.1	0.00059	0	0.00055
59	7534	4.1	0.00059	0	0.00053
60	7535	4.2	0.00061	0	0.00066
61	7536	4.3	0.00062	0	0.00064

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

62	7537	4.4	0.00064	0	0.00065	97	7572	7.7	0.00111	0	0.00163
63	7538	4.5	0.00065	0	0.00065	98	7573	7.8	0.00113	0	0.00147
64	7539	4.6	0.00067	0	0.00064	99	7574	8	0.00116	0	0.00157
65	7540	4.7	0.00068	0	0.00069	100	7575	8.0	0.001216	0	0.00153
66	7541	4.8	0.00069	0	0.0006	101	7576	8.0	0.001517	0	0.0019
67	7542	4.9	0.00071	0	0.0007	102	7577	8.0	0.001517	0	0.00127
68	7543	5.1	0.00074	0	0.00075	103	7578	8.1	0.001517	0	0.0013
69	7544	5.2	0.00075	0	0.00073	104	7579	8.1	0.001518	0	0.00128
70	7545	5.3	0.00077	0	0.00073	105	7580	8.1	0.001518	0	0.00123
71	7546	5.3	0.00077	0	0.00072	106	7581	8.1	0.001518	0	0.00132
72	7547	5.4	0.00078	0	0.00079	107	7582	8.2	0.001519	0	0.00131
73	7548	5.4	0.00079	0	0.00071	108	7583	8.2	0.001519	0	0.00134
74	7549	5.5	0.0008	0	0.00085	109	7584	8.1	0.001518	0	0.00141
75	7550	5.7	0.00083	0	0.00082	111	7586	8.3	0.00152	0	0.00143
76	7551	5.9	0.00085	0	0.00087	113	7588	8.3	0.00152	0	0.00148
77	7552	6	0.00087	0	0.00087	169	7644	8.3	0.00152	0	0.0014
78	7553	6	0.00087	0	0.00086	170	7645	8.3	0.001521	0	0.00127
79	7554	6	0.00087	0	0.00083	171	7646	8.4	0.001522	0	0.00107
80	7555	6	0.00087	0	0.00088	172	7647	8.4	0.001522	0	0.00103
81	7556	6	0.00087	0	0.00087	173	7648	8.5	0.001523	0	0.00167
82	7557	6.1	0.00088	0	0.00086	174	7649	8.5	0.001524	0	0.001
83	7558	6.3	0.00091	0	0.00098	175	7650	8.6	0.001525	0	0.00137
84	7559	6.6	0.00096	0	0.00095	176	7651	8.6	0.001525	0	0.00193
85	7560	6.9	0.001	0	0.00093	177	7652	8.8	0.001527	0	0.0013
86	7561	6.8	0.00098	0	0.00098	178	7653	8.7	0.001526	0	0.0009
87	7562	6.9	0.001	0	0.001	180	7655	8.8	0.001527	0	0.00177
88	7563	7	0.00101	0	0.0014	181	7656	8.5	0.001523	0	0.00163
89	7564	7	0.00101	0	0.00147	182	7657	8.8	0.001527	0	0.00163
90	7565	7.0	0.00102	0	0.00163	186	7661	8.8	0.001529	0	0.00163
91	7566	7.0	0.00102	0	0.0017	187	7662	8.8	0.001529	0	0.0015
92	7567	7.1	0.00103	0	0.00133	188	7663	8.8	0.001529	0	0.00143
93	7568	7.2	0.00104	0	0.00137	189	7664	8.8	0.001529	0	0.0017
94	7569	7.4	0.00107	0	0.00107	190	7665	8.8	0.001529	0	0.0012
95	7570	7.5	0.00109	0	0.00123	191	7666	8.8	0.001529	0	0.00127
96	7571	7.6	0.0011	0	0.00173	192	7667	8.8	0.001529	0	0.0016

193	7668	8.8 98	0.001 29	0	0.00138
194	7669	8.8 99	0.001 29	0	0.00136
195	7670	8.9	0.001 29	0	0.00137
196	7671	8.9 1	0.001 29	0	0.00133
197	7672	8.9 2	0.001 29	0	0.00135
198	7673	8.9 3	0.001 29	0	0.00103
199	7674	9	0.001 3	0	0.00133

Lebar Retak Pertama D06

no mo r	nomo r foto	be ba n	nilai rumus	nilai dial	nilai lebar retak dic
1	7476	0	0	0	0
2	7477	0.1	0	0	0.00667
3	7478	0.2	0	0	0.00667
4	7479	0.3	0	0	0
5	7480	0.4	0	0	0.00333
6	7481	0.5	0	0	0.00333
7	7482	0.6	0	0	0.00333
8	7483	1	0	0	0.00333
9	7484	1.0 5	0	0	0.01
10	7485	1.1	0	0	0.00667
11	7486	1.1 5	0	0	0.01333
12	7487	1.2	0	0	0.00667
13	7488	1.2 5	0	0	0.00333
14	7489	1.3	0	0	0.00333
15	7490	1.3 5	0	0	0.00667
16	7491	1.4	0	0	0.00333
17	7492	1.4 5	0	0	0.01
18	7493	1.4 8	0	0	0.00333
19	7494	1.5	0	0	0.01333
20	7495	1.6	0	0	0.00667
21	7496	1.7	0	0	0.01
22	7497	1.8	0	0	0.00333
23	7498	1.9	0	0	0.01
24	7499	2	0	0	0.00333
25	7500	2.1	0	0	0.00667
26	7501	2.2	0	0	0.01333
27	7502	2.3	0	0	0.00333
28	7503	2.4	0	0	0.01333

29	7504	2.5	0	0	0.01667
30	7505	2.6	0	0	0.01
31	7506	2.7	0	0	0.01333
32	7507	2.8	0	0	0.02
33	7508	2.9	0	0	0.01333
34	7509	2.9 5	0	0	0.02
35	7510	3	0	0	0.00667
36	7511	3.1	0	0	0.02333
37	7512	3.2	0	0	0.01667
38	7513	3.3	0	0	0.00667
39	7514	3.4	0	0	0.02
40	7515	3.5	0	0	0.02333
41	7516	3.6	0	0	0.01333
42	7517	3.7	0	0	0.03
43	7518	3.8	0	0	0.02333
44	7519	3.9	0	0	0.02667
45	7520	4	0	0	0.02
46	7521	4.0 1	0	0	0.04
47	7522	4.0 2	0	0	0.04
48	7523	4.0 3	0	0	0.03667
49	7524	4.0 4	0	0	0.04
50	7525	4.0 5	0	0	0.04
51	7526	4.0 6	0	0	0.04
52	7527	4.0 6	0	0	0.04667
53	7528	4.0 7	0	0	0.04667
54	7529	4.0 7	0	0	0.05
55	7530	4.0 8	0	0	0.04667
56	7531	4.0 8	0	0	0.04333
57	7532	4.0 9	0	0	0.04667
58	7533	4.1	0	0	0.05
59	7534	4.1	0	0	0.05
60	7535	4.2	0	0	0.04333
61	7536	4.3	0	0	0.04667
62	7537	4.4	0	0	0.05
63	7538	4.5	0	0	0.04333
64	7539	4.6	0	0	0.05333
65	7540	4.7	0	0	0.05333
66	7541	4.8	0	0	0.05333
67	7542	4.9	0	0	0.05333

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

68	7543	5.1	0	0	0.06
69	7544	5.2	0	0	0.05667
70	7545	5.3	0	0	0.06333
71	7546	5.3 5	0	0	0.06333
72	7547	5.4	0	0	0.06333
73	7548	5.4 5	0	0	0.06333
74	7549	5.5	0	0	0.2
75	7550	5.7	0	0	0.21
76	7551	5.9	0	0	0.26333
77	7552	6	0	0	0.26667
78	7553	6	0	0	0.27333
79	7554	6	0	0	0.27333
80	7555	6	0	0	0.27
81	7556	6	0	0	0.28
82	7557	6.1	0	0	0.31333
83	7558	6.3	0	0	0.32
84	7559	6.6	0	0	0.35667
85	7560	6.9	0	0	0.37667
86	7561	6.8	0	0	0.38333
87	7562	6.9	0	0	0.44333
88	7563	7	0	0	0.45333
89	7564	7	0	0	0.47
90	7565	7.0 5	0	0	0.46667
91	7566	7.0 5	0	0	0.46333
92	7567	7.1	0	0	0.48
93	7568	7.2	0	0	0.54667
94	7569	7.4	0	0	0.56667
95	7570	7.5	0	0	0.58333
96	7571	7.6	0	0	0.74333
97	7572	7.7	0	0	0.78
98	7573	7.8	0	0	0.80333
99	7574	8	0	0	0.98333
100	7575	8.0 2	0	0	1.02667
101	7576	8.0 5	0	2.5	1.04667
102	7577	8.0 8	0	2.5	1.05667
103	7578	8.1	0	2.5	1.05333
104	7579	8.1 3	0	2.5	1.14667
105	7580	8.1 5	0	2.5	1.29
106	7581	8.1 8	0	2.5	1.35333

107	7582	8.2	0	2.5	1.49333
108	7583	8.2	0	2.5	1.78667
109	7584	8.1 6	0	2.5	1.83667
111	7586	8.3	0	2.5	2.31667
113	7588	8.3	0	2.5	2.57667
169	7644	8.3	0	2.5	2.77
170	7645	8.3 5	0	2.5	2.78667
171	7646	8.4	0	2.5	2.92667
172	7647	8.4 5	0	2.5	2.98333
173	7648	8.5	0	2.5	3.06667
174	7649	8.5 5	0	3.5	3.21667
175	7650	8.6	0	3.5	3.25333
176	7651	8.6 5	0	3.5	3.31
177	7652	8.8	0	3.5	3.46667
178	7653	8.7	0	3.5	3.52333
180	7655	8.8	0	3.5	3.8
181	7656	8.5	0	3.5	3.81667
182	7657	8.8	0	3.5	3.91333
186	7661	8.8 8	0	3.5	4.25
187	7662	8.8 9	0	4.5	4.28333
188	7663	8.8 95	0	4.5	4.62333
189	7664	8.8 96	0	4.5	4.72667
190	7665	8.8 97	0	4.5	4.75667
191	7666	8.8 98	0	4.5	4.77333
192	7667	8.8 98	0	4.5	4.78667
193	7668	8.8 98	0	4.5	4.35333
194	7669	8.8 99	0	4.5	4.34333
195	7670	8.9	0	4.5	4.34667
196	7671	8.9 1	0	4.5	4.34667
197	7672	8.9 2	0	4.5	4.33667
198	7673	8.9 3	0	4.5	4.28
199	7674	9	0	4.5	4.23667

Lebar Retak Kedua D06					
no mo r	nomo r foto	be ba n	nilai rumus	nilai dial	nilai lebar retak dic
1	7476	0	0	0	0
2	7477	0.1	0	0	0.00333
3	7478	0.2	0	0	0.01333
4	7479	0.3	0	0	0.01333
5	7480	0.4	0	0	0.00667
6	7481	0.5	0	0	0.00667
7	7482	0.6	0	0	0.01333
8	7483	1	0	0	0.01
9	7484	1.0 5	0	0	0.00333
10	7485	1.1	0	0	0.00667
11	7486	1.1 5	0	0	0.01333
12	7487	1.2	0	0	0.00667
13	7488	1.2 5	0	0	0.01
14	7489	1.3	0	0	0.00333
15	7490	1.3 5	0	0	0.01
16	7491	1.4	0	0	0.00667
17	7492	1.4 5	0	0	0.01
18	7493	1.4 8	0	0	0.01333
19	7494	1.5	0	0	0.00667
20	7495	1.6	0	0	0.01
21	7496	1.7	0	0	0.01
22	7497	1.8	0	0	0
23	7498	1.9	0	0	0.01
24	7499	2	0	0	0.00333
25	7500	2.1	0	0	0.01333
26	7501	2.2	0	0	0.01
27	7502	2.3	0	0	0.00333
28	7503	2.4	0	0	0.01
29	7504	2.5	0	0	0.01667
30	7505	2.6	0	0	0.01333
31	7506	2.7	0	0	0.01333
32	7507	2.8	0	0	0.01333
33	7508	2.9	0	0	0.01
34	7509	2.9 5	0	0	0.00667
35	7510	3	0	0	0.00333
36	7511	3.1	0	0	0.01333
37	7512	3.2	0	0	0.01

38	7513	3.3	0	0	0.01
39	7514	3.4	0	0	0.01333
40	7515	3.5	0	0	0.01
41	7516	3.6	0	0	0
42	7517	3.7	0	0	0.00333
43	7518	3.8	0	0	0.01333
44	7519	3.9	0	0	0.00667
45	7520	4	0	0	0.02
46	7521	4.0 1	0	0	0.03333
47	7522	4.0 2	0	0	0.02667
48	7523	4.0 3	0	0	0.03333
49	7524	4.0 4	0	0	0.03667
50	7525	4.0 5	0	0	0.03
51	7526	4.0 6	0	0	0.02333
52	7527	4.0 6	0	0	0.02667
53	7528	4.0 7	0	0	0.02667
54	7529	4.0 7	0	0	0.03667
55	7530	4.0 8	0	0	0.04
56	7531	4.0 8	0	0	0.02667
57	7532	4.0 9	0	0	0.02667
58	7533	4.1	0	0	0.03667
59	7534	4.1	0	0	0.06
60	7535	4.2	0	0	0.06667
61	7536	4.3	0	0	0.07333
62	7537	4.4	0	0	0.07333
63	7538	4.5	0	0	0.07333
64	7539	4.6	0	0	0.08
65	7540	4.7	0	0	0.11333
66	7541	4.8	0	0	0.12667
67	7542	4.9	0	0	0.15667
68	7543	5.1	0	0	0.17667
69	7544	5.2	0	0	0.18
70	7545	5.3	0	0	0.18333
71	7546	5.3 5	0	0	0.18
72	7547	5.4	0	0	0.17667
73	7548	5.4 5	0	0	0.19333
74	7549	5.5	0	0	0.21
75	7550	5.7	0	0	0.21

76	7551	5.9	0	0	0.23
77	7552	6	0	0	0.23333
78	7553	6	0	0	0.23
79	7554	6	0	0	0.23333
80	7555	6	0	0	0.24
81	7556	6	0	0	0.23333
82	7557	6.1	0	0	0.25333
83	7558	6.3	0	0	0.25333
84	7559	6.6	0	0	0.26667
85	7560	6.9	0	0	0.27
86	7561	6.8	0	0	0.27333
87	7562	6.9	0	0	0.28333
88	7563	7	0	0	0.27667
89	7564	7	0	0	0.28
90	7565	7.0 5	0	0	0.28
91	7566	7.0 5	0	0	0.28667
92	7567	7.1	0	0	0.28667
93	7568	7.2	0	0	0.29333
94	7569	7.4	0	0	0.28333
95	7570	7.5	0	0	0.29333
96	7571	7.6	0	0	0.29667
97	7572	7.7	0	0	0.3
98	7573	7.8	0	0	0.30333
99	7574	8	0	0	0.30667
100	7575	8.0 2	0	0	0.31
101	7576	8.0 5	0	0.4	0.3
102	7577	8.0 8	0	0.4	0.30667
103	7578	8.1	0	0.4	0.30333
104	7579	8.1 3	0	0.4	0.31333
105	7580	8.1 5	0	0.4	0.31
106	7581	8.1 8	0	0.4	0.31333
107	7582	8.2	0	0.4	0.31667
108	7583	8.2	0	0.4	0.32333
109	7584	8.1 6	0	0.4	0.32667
111	7586	8.3	0	0.4	0.35667
113	7588	8.3	0	0.4	0.4
169	7644	8.3	0	0.4	1.30333
170	7645	8.3 5	0	0.4	1.34667

171	7646	8.4	0	0.4	1.48667
172	7647	8.4 5	0	0.4	1.50333
173	7648	8.5	0	0.4	1.51667
174	7649	8.5 5	0	1.4	1.59667
175	7650	8.6	0	1.4	1.62
176	7651	8.6 5	0	1.4	1.67667
177	7652	8.8	0	1.4	1.78333
178	7653	8.7	0	1.4	1.48
180	7655	8.8	0	1.4	1.39333
181	7656	8.5	0	1.4	1.93
182	7657	8.8	0	1.4	2.32333
186	7661	8.8 8	0	1.4	2.50333
187	7662	8.8 9	0	2.4	2.51667
188	7663	8.8 95	0	2.4	2.60333
189	7664	8.8 96	0	2.4	2.62
190	7665	8.8 97	0	2.4	2.61
191	7666	8.8 98	0	2.4	2.61333
192	7667	8.8 98	0	2.4	2.64
193	7668	8.8 98	0	2.4	2.39333
194	7669	8.8 99	0	2.4	2.39
195	7670	8.9	0	2.4	2.39333
196	7671	8.9 1	0	2.4	2.38333
197	7672	8.9 2	0	2.4	2.38333
198	7673	8.9 3	0	2.4	2.35333
199	7674	9	0	2.4	2.34333

• **BENDA UJI D08**

Lendutan D08					
no mo r	nomor foto	be ba n	nilai rumus	nilai dial	nilai lendutan dic
1	7126	0	0	0	0
2	7127	0.2	0.030 22	0	0.00517
3	7128	0.4	0.060 44	0	0.01992
4	7129	0.5	0.075 55	0.02	0.0125
5	7130	0.6	0.090 66	0.02	0.0475

6	7131	0.8	0.120 88	0.02	0.13583
7	7132	1	0.151 1	0.02	0.0275
8	7133	1.0	0.155 63	0.02 25	0.17
9	7134	1.0	0.160 6	0.02 5	0.235
10	7135	1.0	0.164 9	0.03 5	0.06833
11	7136	1.1	0.166 21	0.04 5	0.185
12	7137	1.1	0.170 3	0.04 74	0.0825
13	7138	1.1	0.175 6	0.04 27	0.0975
14	7139	1.1	0.179 9	0.04 8	0.04833
15	7140	1.2	0.181 32	0.04 8	0.025
16	7141	1.2	0.185 3	0.04 85	0.18667
17	7142	1.2	0.190 6	0.04 38	0.11333
18	7143	1.2	0.194 9	0.05 91	0.0475
19	7144	1.3	0.196 42	0.05 1	0.24083
20	7145	1.3	0.200 3	0.05 96	0.11
21	7146	1.3	0.205 6	0.05 49	0.21833
22	7147	1.3	0.210 9	0.05 02	0.18083
23	7148	1.4	0.211 53	0.05 4	0.02583
24	7149	1.4	0.216 3	0.05 07	0.22333
25	7150	1.4	0.220 6	0.06 6	0.13833
26	7151	1.4	0.225 9	0.06 13	0.02083
27	7152	1.5	0.226 64	0.06 375	0.15583
28	7153	1.5	0.232 4	0.06 69	0.055
29	7154	1.5	0.238 8	0.09 73	0.17333
30	7155	1.6	0.241 75	0.09 5	0.08083
31	7156	1.6	0.247 4	0.09 8	0.01583
32	7157	1.6	0.253 8	0.09 84	0.2325
33	7158	1.7	0.256 86	0.09 875	0.17167
34	7159	1.7	0.262 4	0.1 91	0.10667
35	7160	1.7	0.268 8	0.10 95	0.24583
36	7161	1.8	0.271 97	0.10 25	0.225
37	7162	1.8	0.274 2	0.10 99	0.24417
38	7163	1.8	0.278 4	0.10 02	0.13
39	7164	1.8	0.284 8	0.10 06	0.1025
40	7165	1.9	0.287 08	0.10 75	0.13333

41	7166	1.9	0.293 4	0.10 13	0.0825
42	7167	1.9	0.299 8	0.11 17	0.1775
43	7168	1.9	0.300 9	0.11 68	0.2125
44	7169	2	0.302 19	0.12 75	0.03825
45	7170	2.0	0.306 3	0.12 72	0.20083
46	7171	2.0	0.311 6	0.12 26	0.13333
47	7172	2.0	0.315 9	0.12 79	0.19917
48	7173	2.1	0.317 3	0.12 95	0.1425
49	7174	2.1	0.321 3	0.12 83	0.051
50	7175	2.1	0.326 6	0.13 37	0.059
51	7176	2.1	0.330 9	0.13 9	0.05965
52	7177	2.2	0.332 41	0.14 375	0.069
53	7178	2.2	0.336 3	0.14 94	0.07375
54	7179	2.2	0.341 6	0.14 48	0.07565
55	7180	2.2	0.346 9	0.15 01	0.07875
56	7181	2.3	0.347 52	0.16 75	0.08567
57	7182	2.3	0.352 3	0.16 05	0.096
58	7183	2.3	0.356 6	0.16 59	0.1615
59	7184	2.3	0.361 9	0.16 12	0.13758
60	7185	2.4	0.362 63	0.16 95	0.15208
61	7186	2.4	0.367 3	0.17 16	0.17025
62	7187	2.4	0.371 6	0.17 7	0.17765
63	7188	2.4	0.376 9	0.18 23	0.18167
64	7189	2.5	0.377 74	0.18 525	0.18392
65	7190	2.5	0.382 3	0.18 27	0.18742
66	7191	2.5	0.386 6	0.18 81	0.18892
67	7192	2.5	0.391 9	0.18 34	0.18925
68	7193	2.6	0.392 85	0.18 625	0.19675
69	7194	2.6	0.397 3	0.18 38	0.10375
70	7195	2.6	0.401 6	0.18 92	0.11683
71	7196	2.6	0.406 9	0.18 45	0.24
72	7197	2.7	0.407 96	0.18 75	0.05
73	7198	2.7	0.412 3	0.18 49	0.07158
74	7199	2.7	0.417 6	0.18 02	0.16117
75	7200	2.7	0.421 9	0.18 56	0.21758

76	7201	2.8	0.423 07	0.18 95	0.32467	111	7276	4.3 5	0.657 27	0.33 75	0.80433
77	7202	2.8 3	0.427 6	0.17 5	0.32642	112	7277	4.4	0.664 82	0.35	0.60325
78	7203	2.8 6	0.432 13	0.17 75	0.24883	113	7278	4.4 5	0.672 38	0.35 625	0.36983
79	7204	2.8 9	0.436 67	0.20 125	0.30658	114	7279	4.5	0.679 93	0.37 25	0.33842
80	7205	2.9	0.438 18	0.20 2	0.35092	115	7280	4.5 6	0.689	0.39 5	0.33092
81	7206	2.9 5	0.445 73	0.22 5	0.34642	116	7281	4.6	0.695 04	0.39 75	0.33025
82	7207	3	0.453 29	0.22 625	0.3625	117	7282	4.6 5	0.702 6	0.4	0.32633
83	7248	3	0.453 29	0.22 875	0.7375	118	7283	4.7	0.710 15	0.40 5	0.311
84	7249	3.0 5	0.460 84	0.23	0.7275	119	7284	4.7 5	0.717 71	0.41 125	0.423
85	7250	3.1	0.468 4	0.23 125	0.63358	120	7285	4.8	0.725 26	0.41 75	0.45267
86	7251	3.1 5	0.475 95	0.23 25	0.66225	121	7286	4.9	0.740 37	0.41 875	0.47242
87	7252	3.2	0.483 51	0.23 375	0.58017	122	7287	5	0.755 48	0.42 75	0.45183
88	7253	3.2 5	0.491 06	0.23 5	0.5455	123	7288	5.0 5	0.763 03	0.43 625	0.36492
89	7254	3.3	0.498 62	0.23 625	0.59317	124	7289	5.1	0.770 59	0.43 75	0.32058
90	7255	3.3 5	0.506 17	0.23 75	0.61692	125	7290	5.1 5	0.778 14	0.45	0.44933
91	7256	3.4	0.513 73	0.24 5	0.61117	126	7291	5.2	0.785 7	0.46 25	0.579
92	7257	3.4 5	0.521 28	0.24 55	0.61033	127	7292	5.2 5	0.793 25	0.47 5	0.73217
93	7258	3.5	0.528 84	0.24 6	0.61558	128	7293	5.3	0.800 81	0.48 25	0.6295
94	7259	3.5 5	0.536 39	0.24 65	0.61125	129	7294	5.3 5	0.808 36	0.48 325	0.56983
95	7260	3.6	0.543 95	0.24 75	0.59025	130	7295	5.4	0.815 92	0.48 375	0.51058
96	7261	3.6 5	0.551 5	0.25	0.55217	131	7296	5.4 5	0.823 47	0.54 5	0.46508
97	7262	3.7	0.559 05	0.25 5	0.73617	132	7297	5.5	0.831 03	0.56	0.41725
98	7263	3.7 5	0.566 61	0.26	0.78558	133	7298	5.5 5	0.838 58	0.58 25	0.36183
99	7264	3.8	0.574 16	0.26 5	0.70317	134	7299	5.6	0.846 14	0.58 5	0.29875
100	7265	3.8 5	0.581 72	0.27	0.60275	135	7300	5.6 5	0.853 69	0.58 5	0.32108
101	7266	3.9	0.589 27	0.27 05	0.50567	136	7301	5.7	0.861 25	0.58 5	0.309
102	7267	3.9 5	0.596 83	0.27 5	0.50283	137	7302	5.7 5	0.868 8	0.58 625	0.34125
103	7268	3.9 8	0.601 36	0.28	0.50758	138	7303	5.8	0.876 36	0.58 75	0.37717
104	7269	4	0.604 38	0.28 25	0.50917	139	7304	5.8 5	0.883 91	0.6	0.37667
105	7270	4.0 5	0.611 94	0.28 5	0.45958	140	7305	5.9	0.891 47	0.60 5	0.38833
106	7271	4.1	0.619 49	0.28 75	0.54033	141	7306	5.9 3	0.896	0.61 25	0.35967
107	7272	4.1 5	0.627 05	0.29 375	0.51725	142	7307	5.9 6	0.900 53	0.62	0.32408
108	7273	4.2	0.634 6	0.29 5	1.00858	143	7308	5.9 9	0.905 06	0.62 5	0.31125
109	7274	4.2 5	0.642 16	0.29 75	0.85033	144	7309	6	0.906 58	0.63	0.32592
110	7275	4.3	0.649 71	0.33 625	0.7565	145	7317	6	0.906 58	0.70 5	0.49225

146	7318	6.1	0.921 68	0.72 5	0.36475
147	7319	6	0.906 58	0.73 75	0.48317
148	7320	6.2	0.936 79	0.75	0.51058
149	7321	6.2 5	0.944 35	0.77	0.49833
150	7322	6.3	0.951 9	0.78 75	0.50133
151	7323	6.3 5	0.959 46	0.79 5	0.443
152	7324	6.4	0.967 01	0.8	0.48075
153	7325	6.4 5	0.974 57	0.80 1	0.50908
154	7326	6.5	0.982 12	0.80 2	0.52783
155	7327	6.5 5	0.989 68	0.80 4	0.51142
156	7328	6.6	0.997 23	0.80 5	0.46933
157	7329	6.6 5	1.004 79	0.80 63	0.454
158	7330	6.7	1.012 34	0.80 76	0.485
159	7331	6.7 5	1.019 9	0.80 89	0.52925
160	7332	6.8	1.027 45	0.81 02	0.52358
161	7333	6.8 5	1.035 01	0.81 15	0.49633
162	7334	6.9	1.042 56	0.81 28	0.52358
163	7335	6.9 2	1.045 58	0.81 41	0.5595
164	7336	6.9 4	1.048 61	0.81 54	0.53033
165	7337	6.9 6	1.051 63	0.81 67	0.51758
166	7338	6.9 8	1.054 65	0.81 8	0.47692
167	7339	7	1.057 67	0.81 93	0.51933
168	7354	7	1.057 67	0.96 75	1.35633
169	7355	7.1	1.072 78	0.97 5	1.3175
170	7356	7.2	1.087 89	1.00 5	1.29508
171	7357	7.3	1.103	1.04 25	1.31775
172	7358	7.4	1.118 11	1.06	1.33825
173	7359	7.5	1.133 22	1.06 5	1.33475
174	7360	7.6	1.148 33	1.07	1.32308
175	7361	7.7	1.163 44	1.07 75	1.339
176	7362	7.8	1.178 55	1.08 25	1.31058
177	7363	7.9	1.193 66	1.11 25	1.34167
178	7364	7.9 3	1.198 19	1.14 75	1.35108
179	7365	7.9 6	1.202 72	1.18 375	1.35658
180	7366	7.9 9	1.207 26	1.20 5	1.26783

181	7367	8	1.208 77	1.20 875	1.26825
182	7368	8.0 4	1.214 81	1.28 75	1.31758
183	7369	8.0 8	1.220 85	1.29	1.39358
184	7370	8.1	1.223 88	1.29 75	1.113
185	7371	8.1 4	1.229 92	1.30 5	1.0375
186	7372	8.1 8	1.235 96	1.31	1.00242
187	7373	8.2	1.238 99	1.32 5	1.02792
188	7374	8.2 4	1.245 03	1.32 875	1.04617
189	7375	8.2 8	1.251 07	1.33 25	1.02033
190	7376	8.3	1.254 1	1.34 5	1.002
191	7377	8.3 4	1.260 14	1.35 375	0.945
192	7378	8.3 8	1.266 18	1.37 25	1.006
193	7379	8.4	1.269 21	1.41 75	1.0235
194	7380	8.4 4	1.275 25	1.46 25	1.03717
195	7381	8.4 8	1.281 29	1.52	1.05925
196	7382	8.5	1.284 32	1.54 5	1.00492
197	7383	8.5 4	1.290 36	1.56	1.03583
198	7384	8.5 8	1.296 4	1.57 5	1.06808
199	7385	8.6	1.299 42	1.60 75	1.13708
200	7386	8.6 4	1.305 47	1.66 75	1.00392
201	7387	8.6 8	1.311 51	1.72 875	0.91075
202	7388	8.7	1.314 53	1.73	0.90633
203	7389	8.7 4	1.320 58	1.75	0.97117
204	7390	8.7 8	1.326 62	1.77 5	0.98058
205	7391	8.8	1.329 64	1.81 5	1.0595
206	7392	8.8 4	1.335 69	1.89 125	1.07317
207	7393	8.8 8	1.341 73	1.91 75	1.06533
208	7394	8.9	1.344 75	1.93 5	0.999
209	7395	8.9 4	1.350 8	1.95 75	1.03767
210	7396	8.9 8	1.356 84	2.02	1.01108
211	7397	9	1.359 86	2.10 5	1.05475
212	7398	8.9 9	1.358 35	2.12 5	1.04917
213	7399	8.9 8	1.356 84	2.14	0.91517
214	7400	9	1.359 86	2.21 25	0.90233
215	7401	9.0 2	1.362 88	2.31 25	0.94092

216	7402	9.04	1.36591	2.3625	0.97025
217	7403	9.06	1.36893	2.375	0.94775
218	7404	9.08	1.37195	2.5	1.02942
219	7405	9	1.35986	2.545	0.99658

Regangan D08

no mo r	nomor foto	be ba n	nilai rumus	nilai dial	nilai regangan dic
1	7126	0	0	0	0
2	7127	0.2	3E-05	0	6.44444E-05
3	7128	0.4	5.9E-05	0	0.000115556
4	7129	0.5	7.4E-05	0	0.00014
5	7130	0.6	8.9E-05	0	0.000131111
6	7131	0.8	0.00012	0	0.00012
7	7132	1	0.00015	0	6.66667E-05
8	7133	1.03	0.00015	0	8.66667E-05
9	7134	1.06	0.00016	0	0.000166667
10	7135	1.09	0.00016	0	0.00024
11	7136	1.1	0.00016	0	0.000153333
12	7137	1.13	0.00017	0	0.000213333
13	7138	1.16	0.00017	0	0.000153333
14	7139	1.19	0.00018	0	6.66667E-05
15	7140	1.2	0.00018	0	0.00006
16	7141	1.23	0.00018	0	0.00016
17	7142	1.26	0.00019	0	0.00026
18	7143	1.29	0.00019	0	0.00026
19	7144	1.3	0.00019	0	0.00016
20	7145	1.33	0.0002	0	0.0002
21	7146	1.36	0.0002	0	0.00017
22	7147	1.39	0.00021	0	0.00013
23	7148	1.4	0.00021	0	0.00008
24	7149	1.43	0.00021	0	0.00008
25	7150	1.46	0.00022	0	0.00005
26	7151	1.49	0.00022	0	1.33333E-05
27	7152	1.5	0.00022	0	0.00008
28	7153	1.54	0.00023	0	0.0001

29	7154	1.58	0.00023	0	0.000075
30	7155	1.6	0.00024	0	0.00014
31	7156	1.64	0.00024	0	0.00013
32	7157	1.68	0.00025	0	0.00012
33	7158	1.7	0.00025	0	0.00013
34	7159	1.74	0.00026	0	0.000095
35	7160	1.78	0.00026	0	0.00014
36	7161	1.8	0.00027	0	0.00017
37	7162	1.82	0.00027	0	0.000135
38	7163	1.84	0.00027	0	0.00015
39	7164	1.88	0.00028	0	0.000235
40	7165	1.9	0.00028	0	0.000135
41	7166	1.94	0.00029	0	0.00021
42	7167	1.98	0.00029	0	0.000265
43	7168	1.99	0.00029	0	0.00019
44	7169	2	0.0003	0	0.000145
45	7170	2.03	0.0003	0	0.00017
46	7171	2.06	0.00031	0	0.00019
47	7172	2.09	0.00031	0	0.000176667
48	7173	2.1	0.00031	0	0.000192
49	7174	2.13	0.00032	0	0.000186
50	7175	2.16	0.00032	0	0.000204
51	7176	2.19	0.00032	0	0.000231
52	7177	2.2	0.00033	0	0.000228
53	7178	2.23	0.00033	0	0.000201
54	7179	2.26	0.00033	0	0.000186
55	7180	2.29	0.00034	0	0.000216
56	7181	2.3	0.00034	0	0.000267
57	7182	2.33	0.00035	0	0.000276
58	7183	2.36	0.00035	0	0.000282
59	7184	2.39	0.00035	0	0.00033
60	7185	2.4	0.00036	0	0.000324
61	7186	2.43	0.00036	0	0.000348
62	7187	2.46	0.00036	0	0.00033
63	7188	2.49	0.00037	0	0.000375

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

64	7189	2.5	0.000 37	0	0.000372	99	7264	3.8	0.000 56	0	0.000435
65	7190	2.5	0.000 37	0	0.000387	100	7265	3.8	0.000 57	0	0.00039
66	7191	2.5	0.000 38	0	0.000345	101	7266	3.9	0.000 58	0	0.00036
67	7192	2.5	0.000 38	0	0.000393	102	7267	3.9	0.000 59	0	0.00039
68	7193	2.6	0.000 39	0	0.000372	103	7268	3.9	0.000 59	0	0.00031
69	7194	2.6	0.000 39	0	0.000362 667	104	7269	4	0.000 59	0	0.000345
70	7195	2.6	0.000 39	0	0.00036	105	7270	4.0	0.000 6	0	0.00042
71	7196	2.6	0.000 4	0	0.000413 333	106	7271	4.1	0.000 61	0	0.000425
72	7197	2.7	0.000 4	0	0.000434 667	107	7272	4.1	0.000 62	0	0.000474
73	7198	2.7	0.000 4	0	0.000421 333	108	7273	4.2	0.000 62	0	0.000444
74	7199	2.7	0.000 41	0	0.000472	109	7274	4.2	0.000 63	0	0.000462
75	7200	2.7	0.000 41	0	0.000477 333	110	7275	4.3	0.000 64	0	0.00052
76	7201	2.8	0.000 41	0	0.000482 667	111	7276	4.3	0.000 64	0	0.000533 333
77	7202	2.8	0.000 42	0	0.000493 333	112	7277	4.4	0.000 65	0	0.000413 333
78	7203	2.8	0.000 42	0	0.000488	113	7278	4.4	0.000 66	0	0.000506 667
79	7204	2.8	0.000 43	0	0.000477 333	114	7279	4.5	0.000 67	0	0.000533 333
80	7205	2.9	0.000 43	0	0.000469 333	115	7280	4.5	0.000 68	0	0.00028
81	7206	2.9	0.000 44	0	0.00048	116	7281	4.6	0.000 68	0	0.000493 333
82	7207	3	0.000 44	0	0.000450 667	117	7282	4.6	0.000 69	0	0.0005
83	7248	3	0.000 44	0	0.000452	118	7283	4.7	0.000 7	0	0.00062
84	7249	3.0	0.000 45	0	0.00048	119	7284	4.7	0.000 7	0	0.000773 333
85	7250	3.1	0.000 46	0	0.000436	120	7285	4.8	0.000 71	0	0.000794 667
86	7251	3.1	0.000 47	0	0.000444	121	7286	4.9	0.000 73	0	0.000781 333
87	7252	3.2	0.000 47	0	0.000372	122	7287	5	0.000 74	0	0.000832
88	7253	3.2	0.000 48	0	0.0004	123	7288	5.0	0.000 75	0	0.000837 333
89	7254	3.3	0.000 49	0	0.000364	124	7289	5.1	0.000 76	0	0.000842 667
90	7255	3.3	0.000 5	0	0.000396	125	7290	5.1	0.000 76	0	0.000853 333
91	7256	3.4	0.000 5	0	0.000352	126	7291	5.2	0.000 77	0	0.000848
92	7257	3.4	0.000 51	0	0.000428	127	7292	5.2	0.000 78	0	0.000837 333
93	7258	3.5	0.000 52	0	0.000384	128	7293	5.3	0.000 79	0	0.000829 333
94	7259	3.5	0.000 53	0	0.000464	129	7294	5.3	0.000 79	0	0.00084
95	7260	3.6	0.000 53	0	0.000448	130	7295	5.4	0.000 8	0	0.000810 667
96	7261	3.6	0.000 54	0	0.000415	131	7296	5.4	0.000 81	0	0.000812
97	7262	3.7	0.000 55	0	0.000375	132	7297	5.5	0.000 82	0	0.00084
98	7263	3.7	0.000 56	0	0.000455	133	7298	5.5	0.000 82	0	0.000796

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

134	7299	5.6	0.00083	0	0.000804	169	7355	7.1	0.00105	0.0018	0.00147
135	7300	5.6	0.00084	0	0.000732	170	7356	7.2	0.00107	0.0018	0.001435
136	7301	5.7	0.00084	0	0.00076	171	7357	7.3	0.00108	0.00188	0.00147
137	7302	5.7	0.00085	0	0.000724	172	7358	7.4	0.0011	0.00188	0.00153
138	7303	5.8	0.00086	0	0.000756	173	7359	7.5	0.00111	0.00195	0.001535
139	7304	5.8	0.00087	0	0.000712	174	7360	7.6	0.00113	0.00195	0.001555
140	7305	5.9	0.00087	0	0.000788	175	7361	7.7	0.00114	0.00195	0.00156
141	7306	5.9	0.00088	0	0.000744	176	7362	7.8	0.00116	0.00195	0.00166
142	7307	5.9	0.00088	0	0.000824	177	7363	7.9	0.00117	0.00195	0.001525
143	7308	5.9	0.00089	0	0.000808	178	7364	7.9	0.00118	0.00195	0.00161
144	7309	6	0.00089	0	0.000775	179	7365	7.9	0.00118	0.00195	0.001535
145	7317	6	0.00089	0	0.000735	180	7366	7.9	0.00119	0.00203	0.00163
146	7318	6.1	0.0009	0	0.000815	181	7367	8	0.00119	0.00203	0.001605
147	7319	6	0.00089	0	0.000795	182	7368	8.0	0.00119	0.00203	0.001675
148	7320	6.2	0.00092	0	0.00075	183	7369	8.0	0.0012	0.00203	0.001805
149	7321	6.2	0.00093	0	0.00072	184	7370	8.1	0.0012	0.00203	0.002195
150	7322	6.3	0.00093	0	0.00075	185	7371	8.1	0.00121	0.00203	0.002215
151	7323	6.3	0.00094	0	0.00067	186	7372	8.1	0.00121	0.00203	0.002125
152	7324	6.4	0.00095	0	0.000705	187	7373	8.2	0.00122	0.00203	0.002185
153	7325	6.4	0.00096	0	0.00078	188	7374	8.2	0.00122	0.00203	0.00219
154	7326	6.5	0.00096	0	0.000785	189	7375	8.2	0.00123	0.00203	0.00218
155	7327	6.5	0.00097	0	0.000834	190	7376	8.3	0.00123	0.00203	0.002165
156	7328	6.6	0.00098	0	0.000804	191	7377	8.3	0.00124	0.00203	0.002155
157	7329	6.6	0.00099	0.0018	0.000822	192	7378	8.3	0.00124	0.00203	0.002245
158	7330	6.7	0.00099	0.0018	0.00088	193	7379	8.4	0.00124	0.00203	0.002175
159	7331	6.7	0.001	0.0018	0.00089333	194	7380	8.4	0.00125	0.00203	0.00225
160	7332	6.8	0.00101	0.0018	0.00077333	195	7381	8.4	0.00126	0.00203	0.002175
161	7333	6.8	0.00102	0.0018	0.00086667	196	7382	8.5	0.00126	0.00203	0.002255
162	7334	6.9	0.00102	0.0018	0.00089333	197	7383	8.5	0.00127	0.00203	0.002225
163	7335	6.9	0.00103	0.0018	0.00064	198	7384	8.5	0.00127	0.00203	0.002265
164	7336	6.9	0.00103	0.0018	0.00085333	199	7385	8.6	0.00127	0.00203	0.002295
165	7337	6.9	0.00103	0.0018	0.00086	200	7386	8.6	0.00128	0.00203	0.00229
166	7338	6.9	0.00103	0.0018	0.00098	201	7387	8.6	0.00129	0.00203	0.00226
167	7339	7	0.00104	0.0018	0.00113333	202	7388	8.7	0.00129	0.00203	0.002385
168	7354	7	0.00104	0.0018	0.00147	203	7389	8.7	0.0013	0.00203	0.002255

204	7390	8.7 8	0.001 3	0.00 203	0.002325
205	7391	8.8	0.001 3	0.00 203	0.00232
206	7392	8.8 4	0.001 31	0.00 203	0.00232
207	7393	8.8 8	0.001 32	0.00 203	0.00235
208	7394	8.9	0.001 32	0.00 203	0.002425
209	7395	8.9 4	0.001 32	0.00 203	0.00247
210	7396	8.9 8	0.001 33	0.00 203	0.002535
211	7397	9	0.001 33	0.00 203	0.00249
212	7398	8.9 9	0.001 33	0.00 203	0.00241
213	7399	8.9 8	0.001 33	0.00 203	0.002465
214	7400	9	0.001 33	0.00 203	0.00247
215	7401	9.0 2	0.001 34	0.00 203	0.002515
216	7402	9.0 4	0.001 34	0.00 203	0.00257
217	7403	9.0 6	0.001 34	0.00 203	0.00256
218	7404	9.0 8	0.001 35	0.00 21	0.002495
219	7405	9	0.001 33	0.00 21	0.002595

Lebar Retak Pertama D08

no mo r	nomo r foto	be ba n	nilai rumus	nilai dial	nilai lebar retak dic
1	7126	0	0	0	0
2	7127	0.2	0	0	0.00333
3	7128	0.4	0	0	0.005
4	7129	0.5	0	0	0.00167
5	7130	0.6	0	0	0.005
6	7131	0.8	0	0	0.00667
7	7132	1	0	0	0.00667
8	7133	1.0 3	0	0	0.005
9	7134	1.0 6	0	0	0.00667
10	7135	1.0 9	0	0	0.00667
11	7136	1.1	0	0	0.00667
12	7137	1.1 3	0	0	0.01
13	7138	1.1 6	0	0	0.00333
14	7139	1.1 9	0	0	0.00667
15	7140	1.2	0	0	0.00667
16	7141	1.2 3	0	0	0.005
17	7142	1.2 6	0	0	0.00833
18	7143	1.2 9	0	0	0.00667

19	7144	1.3	0	0	0.01167
20	7145	1.3 3	0	0	0.005
21	7146	1.3 6	0	0	0.00833
22	7147	1.3 9	0	0	0.00833
23	7148	1.4	0	0	0.01167
24	7149	1.4 3	0	0	0.01
25	7150	1.4 6	0	0	0.01
26	7151	1.4 9	0	0	0.00833
27	7152	1.5	0	0	0.01167
28	7153	1.5 4	0	0	0.01
29	7154	1.5 8	0	0	0.01167
30	7155	1.6	0	0	0.01167
31	7156	1.6 4	0	0	0.01167
32	7157	1.6 8	0	0	0.01167
33	7158	1.7	0	0	0.00667
34	7159	1.7 4	0	0	0.01
35	7160	1.7 8	0	0	0.00833
36	7161	1.8	0	0	0.01
37	7162	1.8 2	0	0	0.01167
38	7163	1.8 4	0	0	0.01167
39	7164	1.8 8	0	0	0.00833
40	7165	1.9	0	0	0.00833
41	7166	1.9 4	0	0	0.01167
42	7167	1.9 8	0	0	0.01167
43	7168	1.9 9	0	0	0.01
44	7169	2	0	0	0.01
45	7170	2.0 3	0	0	0.01333
46	7171	2.0 6	0	0	0.01167
47	7172	2.0 9	0	0	0.01333
48	7173	2.1	0	0	0.01333
49	7174	2.1 3	0	0	0.01167
50	7175	2.1 6	0	0	0.00833
51	7176	2.1 9	0	0	0.01333
52	7177	2.2	0	0	0.01167
53	7178	2.2 3	0	0	0.015
54	7179	2.2 6	0	0	0.01333

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

55	7180	2.2 9	0	0	0.015
56	7181	2.3	0	0	0.01667
57	7182	2.3 3	0	0	0.01833
58	7183	2.3 6	0	0	0.015
59	7184	2.3 9	0	0	0.01833
60	7185	2.4	0	0	0.02
61	7186	2.4 3	0	0	0.015
62	7187	2.4 6	0	0	0.01833
63	7188	2.4 9	0	0	0.01667
64	7189	2.5	0	0	0.01333
65	7190	2.5 3	0	0	0.01833
66	7191	2.5 6	0	0	0.01667
67	7192	2.5 9	0	0	0.01667
68	7193	2.6	0	0	0.01667
69	7194	2.6 3	0	0	0.01667
70	7195	2.6 6	0	0	0.01333
71	7196	2.6 9	0	0	0.01833
72	7197	2.7	0	0	0.01667
73	7198	2.7 3	0	0	0.015
74	7199	2.7 6	0	0	0.02
75	7200	2.7 9	0	0	0.01833
76	7201	2.8	0	0	0.01833
77	7202	2.8 3	0	0	0.01667
78	7203	2.8 6	0	0	0.01333
79	7204	2.8 9	0	0	0.01667
80	7205	2.9	0	0	0.02
81	7206	2.9 5	0	0	0.02167
82	7207	3	0	0	0.02
83	7248	3	0	0	0.005
84	7249	3.0 5	0	0	0.00667
85	7250	3.1	0	0	0.00167
86	7251	3.1 5	0	0	0.005
87	7252	3.2	0	0	0.005
88	7253	3.2 5	0	0	0.00333
89	7254	3.3	0	0	0.00167
90	7255	3.3 5	0	0	0.005
91	7256	3.4	0	0	0

92	7257	3.4 5	0	0	0.005
93	7258	3.5	0	0	0
94	7259	3.5 5	0	0	0
95	7260	3.6	0	0	0.00167
96	7261	3.6 5	0	0	0.00333
97	7262	3.7	0	0	0
98	7263	3.7 5	0	0	0.00333
99	7264	3.8	0	0	0.00167
100	7265	3.8 5	0	0	0.00667
101	7266	3.9	0	0	0.01333
102	7267	3.9 5	0	0	0.01167
103	7268	3.9 8	0	0	0.015
104	7269	4	0	0	0.01333
105	7270	4.0 5	0	0	0.02
106	7271	4.1	0	0	0.02667
107	7272	4.1 5	0	0	0.02333
108	7273	4.2	0	0	0.025
109	7274	4.2 5	0	0	0.06667
110	7275	4.3	0	0	0.09167
111	7276	4.3 5	0	0	0.09167
112	7277	4.4	0	0	0.09333
113	7278	4.4 5	0	0	0.09833
114	7279	4.5	0	0	0.11333
115	7280	4.5 6	0	0	0.135
116	7281	4.6	0	0	0.14167
117	7282	4.6 5	0	0	0.15833
118	7283	4.7	0	0	0.16333
119	7284	4.7 5	0	0	0.16167
120	7285	4.8	0	0	0.16667
121	7286	4.9	0	0	0.17
122	7287	5	0	0	0.18
123	7288	5.0 5	0	0	0.17833
124	7289	5.1	0	0	0.18
125	7290	5.1 5	0	0	0.185
126	7291	5.2	0	0	0.18667
127	7292	5.2 5	0	0	0.18667

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

128	7293	5.3	0	0	0.2
129	7294	5.35	0	0	0.24333
130	7295	5.4	0	0	0.24333
131	7296	5.45	0	0	0.24667
132	7297	5.5	0	0	0.25
133	7298	5.55	0	0	0.28333
134	7299	5.6	0	0	0.32833
135	7300	5.65	0	0	0.36
136	7301	5.7	0	0	0.37333
137	7302	5.75	0	0	0.38333
138	7303	5.8	0	0	0.38667
139	7304	5.85	0	0	0.38667
140	7305	5.9	0	0	0.39333
141	7306	5.93	0	0	0.415
142	7307	5.96	0	0	0.425
143	7308	5.99	0	0	0.43
144	7309	6	0	0	0.435
145	7317	6	0	0	0.49
146	7318	6.1	0	0	0.54833
147	7319	6	0	0	0.55667
148	7320	6.2	0	0	0.555
149	7321	6.25	0	0	0.56167
150	7322	6.3	0	0	0.61833
151	7323	6.35	0	0	0.64167
152	7324	6.4	0	0	0.64833
153	7325	6.45	0	0	0.65333
154	7326	6.5	0	0	0.66833
155	7327	6.55	0	0	0.68333
156	7328	6.6	0	0	0.70667
157	7329	6.65	0	0	0.74333
158	7330	6.7	0	0	0.75667
159	7331	6.75	0	0	0.76167
160	7332	6.8	0	0	0.75833
161	7333	6.85	0	0	0.77
162	7334	6.9	0	0	0.78667

163	7335	6.92	0	1.01695	0.79333
164	7336	6.94	0	1.01695	0.8
165	7337	6.96	0	1.01695	0.79833
166	7338	6.98	0	1.01695	0.80167
167	7339	7	0	1.01695	0.79833
168	7354	7	0	1.01695	0.99833
169	7355	7.1	0	1.01695	1.00167
170	7356	7.2	0	1.01695	1.00333
171	7357	7.3	0	1.01695	1.02
172	7358	7.4	0	1.18644	1.07
173	7359	7.5	0	1.18644	1.115
174	7360	7.6	0	1.18644	1.12833
175	7361	7.7	0	1.18644	1.135
176	7362	7.8	0	1.18644	1.14
177	7363	7.9	0	1.18644	1.15167
178	7364	7.93	0	1.18644	1.185
179	7365	7.96	0	1.18644	1.22833
180	7366	7.99	0	1.35593	1.295
181	7367	8	0	1.35593	1.35167
182	7368	8.04	0	1.35593	1.37667
183	7369	8.08	0	1.35593	1.38833
184	7370	8.1	0	1.35593	1.475
185	7371	8.14	0	1.35593	1.48167
186	7372	8.18	0	1.35593	1.48333
187	7373	8.2	0	1.35593	1.47667
188	7374	8.24	0	1.35593	1.495
189	7375	8.28	0	1.35593	1.55
190	7376	8.3	0	1.35593	1.60333
191	7377	8.34	0	1.35593	1.62167
192	7378	8.38	0	1.35593	1.63167
193	7379	8.4	0	1.35593	1.65833
194	7380	8.44	0	1.35593	1.71667
195	7381	8.48	0	1.35593	1.82167
196	7382	8.5	0	1.35593	1.91167
197	7383	8.54	0	1.35593	2.00833

198	7384	8.58	0	1.35593	2.06
199	7385	8.6	0	1.35593	2.08
200	7386	8.64	0	1.67143	2.11167
201	7387	8.68	0	1.67143	2.19833
202	7388	8.7	0	1.67143	2.34167
203	7389	8.74	0	1.67143	2.42333
204	7390	8.78	0	1.67143	2.445
205	7391	8.8	0	1.67143	2.45167
206	7392	8.84	0	1.67143	2.49
207	7393	8.88	0	1.67143	2.62833
208	7394	8.9	0	1.67143	2.75833
209	7395	8.94	0	1.67143	2.80167
210	7396	8.98	0	1.67143	2.82333
211	7397	9	0	1.67143	2.88167
212	7398	8.99	0	1.67143	3.07333
213	7399	8.98	0	1.67143	3.21
214	7400	9	0	1.67143	3.235
215	7401	9.02	0	1.67143	3.26667
216	7402	9.04	0	1.67143	3.51167
217	7403	9.06	0	1.67143	3.66333
218	7404	9.08	0	2.88571	3.70833
219	7405	9	0	2.88571	3.83167

• **BENDA UJI D10**

Lendutan D10					
no mo r	nomor foto	be ban	nilai rumus	nilai dial	nilai lendutan dic
1	7702	0	0	0	0
2	7703	0	0	0	0.13333
3	7704	0	0	0	0.156
4	7705	0	0	0	0.182
5	7706	0	0	0	0.22067
6	7707	0	0	0	0.23
7	7708	0	0	0	0.22867
8	7709	0	0	0	0.22667
9	7710	0	0	0	0.254

10	7711	0	0	0	0.236
11	7712	0	0	0	0.22267
12	7713	0	0	0	0.22933
13	7714	0	0	0	0.29133
14	7715	0	0	0	0.32267
15	7716	0	0	0	0.322
16	7717	1	0.15029	0	0.33
17	7718	1.1	0.16532	0	0.35933
18	7719	1.15	0.17283	0	0.408
19	7720	1.2	0.18034	0	0.42067
20	7721	1.25	0.18786	0	0.382
21	7722	1.3	0.19537	0.07	0.352
22	7723	1.35	0.20289	0.07	0.42333
23	7724	1.4	0.2104	0.08	0.46733
24	7725	1.5	0.22543	0.08	0.48933
25	7726	1.55	0.23294	0.13	0.50733
26	7727	1.6	0.24046	0.132	0.47333
27	7728	1.65	0.24797	0.133	0.40533
28	7729	1.7	0.25549	0.134	0.378
29	7730	1.75	0.263	0.135	0.39267
30	7731	1.8	0.27052	0.136	0.37667
31	7732	1.85	0.27803	0.137	0.36
32	7733	2	0.30057	0.138	0.36067
33	7734	2.1	0.3156	0.14	0.39067
34	7735	2.2	0.33063	0.14	0.424
35	7736	2.3	0.34566	0.14	0.388
36	7737	2.4	0.36069	0.14	0.372
37	7738	2.5	0.37572	0.14	0.35867
38	7739	2.6	0.39075	0.14	0.338
39	7740	2.7	0.40577	0.14	0.346
40	7741	2.8	0.4208	0.14	0.32
41	7742	2.9	0.43583	0.14	0.27933
42	7743	2.95	0.44335	0.14	0.26933
43	7744	3	0.45086	0.15	0.28067
44	7745	3.15	0.4734	0.15	0.346
45	7746	3.2	0.48092	0.15	0.35133

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

46	7747	3.2 5	0.488 43	0.15	0.35	81	7782	5.1 5	0.773 98	0.42	0.28067
47	7748	3.3	0.495 95	0.15	0.35267	82	7783	5.2	0.781 49	0.42 2	0.362
48	7749	3.3 5	0.503 46	0.15	0.358	83	7784	5.2 5	0.789	0.42 4	0.388
49	7750	3.4	0.510 97	0.15	0.402	84	7785	5.3	0.796 52	0.42 6	0.37933
50	7751	3.4 5	0.518 49	0.15	0.472	85	7786	5.3 5	0.804 03	0.45	0.36267
51	7752	3.5	0.526	0.16	0.47467	86	7787	5.4	0.811 55	0.45 2	0.34733
52	7753	3.5 5	0.533 52	0.19	0.44467	87	7788	5.4 5	0.819 06	0.45 4	0.28533
53	7754	3.6	0.541 03	0.19	0.37867	88	7789	5.5	0.826 58	0.45 6	0.29267
54	7755	3.6 5	0.548 55	0.24	0.334	89	7790	5.5 5	0.834 09	0.45 8	0.31333
55	7756	3.7	0.556 06	0.24	0.28467	90	7791	5.6	0.841 6	0.46	0.36467
56	7757	3.7 5	0.563 57	0.24	0.24	91	7792	5.6 5	0.849 12	0.46 2	0.358
57	7758	3.8	0.571 09	0.24	0.184	92	7793	5.7	0.856 63	0.47	0.37267
58	7759	3.8 5	0.578 6	0.24	0.164	93	7794	5.7 5	0.864 15	0.47 2	0.38733
59	7760	3.9	0.586 12	0.24	0.186	94	7795	5.8	0.871 66	0.47 4	0.396
60	7761	4	0.601 15	0.24	0.15733	95	7796	5.8 5	0.879 18	0.47 6	0.36533
61	7762	4.0 5	0.608 66	0.24	0.154	96	7797	5.9	0.886 69	0.47 8	0.38467
62	7763	4.1	0.616 18	0.24	0.15	97	7798	6	0.901 72	0.48	0.44467
63	7764	4.1 5	0.623 69	0.31	0.14	98	7799	6.0 5	0.909 23	0.48 2	0.51933
64	7765	4.2	0.631 2	0.31	0.13267	99	7800	6.1	0.916 75	0.54	0.58267
65	7766	4.2 5	0.638 72	0.31	0.27467	100	7801	6.1 5	0.924 26	0.54 2	0.584
66	7767	4.3	0.646 23	0.31	0.26133	101	7802	6.2	0.931 78	0.54 4	0.51
67	7768	4.3 5	0.653 75	0.31	0.24333	102	7803	6.2 5	0.939 29	0.54 6	0.396
68	7769	4.4	0.661 26	0.31	0.19467	103	7804	6.3	0.946 81	0.54 8	0.37333
69	7770	4.4 5	0.668 78	0.31	0.21667	104	7805	6.3 5	0.954 32	0.55	0.41533
70	7771	4.5	0.676 29	0.31	0.252	105	7806	6.4	0.961 83	0.55 2	0.486
71	7772	4.5 5	0.683 8	0.32	0.23	106	7807	6.4 5	0.969 35	0.55 4	0.492
72	7773	4.6	0.691 32	0.40	0.184	107	7808	6.5	0.976 86	0.58	0.488
73	7774	4.6 5	0.698 83	0.40	0.176	108	7809	6.5 5	0.984 38	0.59	0.44933
74	7775	4.7	0.706 35	0.40	0.156	109	7810	6.6	0.991 89	0.6	0.384
75	7776	4.7 5	0.713 86	0.40	0.188	110	7811	6.6 5	0.999 41	0.61	0.43267
76	7777	4.8	0.721 38	0.41	0.278	111	7812	6.7	1.006 92	0.62	0.468
77	7778	4.8 5	0.728 89	0.41	0.29067	112	7813	6.7 5	1.014 43	0.65	0.406
78	7779	5	0.751 43	0.41	0.25	113	7814	6.8	1.021 95	0.74	0.332
79	7780	5.0 5	0.758 95	0.41	0.21867	114	7815	7	1.052 01	0.74	0.286
80	7781	5.1	0.766 46	0.41	0.22467	115	7816	7	1.052 01	0.74	0.248

116	7861	7	1.05201	0.76	1.28833
117	7862	7	1.05201	0.77	1.26367
118	7863	7	1.05201	0.81	1.278
119	7864	7	1.05201	0.813	1.30433
120	7865	7	1.05201	0.816	1.31233
121	7925	7	1.05201	1.17	1.203
122	7926	7.1	1.06703	1.171	1.177
123	7927	7.2	1.08206	1.172	1.16
124	7928	7.3	1.09709	1.173	1.16533
125	7929	7.4	1.11212	1.174	1.15433
126	7930	7.5	1.12715	1.175	1.137
127	7931	7.6	1.14218	1.176	1.13733
128	7932	7.7	1.15721	1.177	1.12267
129	7933	7.8	1.17224	1.178	1.13333
130	7934	7.9	1.18726	1.179	1.12467
131	7935	7.94	1.19328	1.24	1.091
132	7936	7.98	1.19929	1.3	1.08733
133	7937	8	1.20229	1.32	1.07733
134	7938	8	1.20229	1.39	1.09133
135	7939	8	1.20229	1.42	1.096
136	7940	8	1.20229	1.45	1.1
137	7941	8	1.20229	1.46	1.10933
138	7942	8	1.20229	1.47	1.10333
139	7943	8	1.20229	1.6	1.10467
140	7944	8.1	1.21732	1.61	1.104
141	7945	8.2	1.23235	1.62	1.18
142	7946	8.3	1.24738	1.63	1.22
143	7947	8.4	1.26241	1.64	1.42
144	7948	8.5	1.27744	1.65	1.62333
145	7949	8.4	1.26241	1.66	1.63333
146	7950	8.3	1.24738	1.668	1.68
147	7951	8.5	1.27744	1.68	1.77
148	7952	8.4	1.26241	1.685	1.78
149	7953	8.4	1.26241	1.687	1.81
150	7954	8.4	1.26241	1.69	1.87

151	7955	8.5	1.27744	1.7	1.89333
152	7956	8.5	1.27744	1.73	1.9
153	7957	8.5	1.27744	1.76	2.18333
154	7958	8.5	1.27744	1.77	2.2
155	7959	8.5	1.27744	1.78	2.24
156	7960	8.5	1.27744	1.785	2.29
157	7961	8.5	1.27744	1.9	2.36333
158	7962	8.5	1.27744	1.8	2.33
159	7963	8.6	1.29246	1.81	2.47
160	8011	8.7	1.30749	1.89	2.5
161	8012	9	1.35258	2.01	2.6

Regangan D10					
no mo r	nomor foto	be ban	nilai rumus	nilai dial	nilai regangan dic
1	7702	0	0	0	0
2	7703	0	0	0	2.6E-05
3	7704	0	0	0	8.1E-05
4	7705	0	0	0	8.1E-05
5	7706	0	0	0	6.3E-05
6	7707	0	0	0	7.5E-05
7	7708	0	0	0	6.9E-05
8	7709	0	0	0	7.8E-05
9	7710	0	0	0	5.2E-05
10	7711	0	0	0	3.8E-05
11	7712	0	0	0	5.5E-05
12	7713	0	0	0	4.9E-05
13	7714	0	0	0	7.5E-05
14	7715	0	0	0	7.5E-05
15	7716	0	0	0	7.2E-05
16	7717	1	0.00014	0	7.8E-05
17	7718	1.1	0.00015	0	7.5E-05
18	7719	1.15	0.00016	0	8.1E-05
19	7720	1.2	0.00016	0	8.1E-05
20	7721	1.25	0.00017	0	5.8E-05
21	7722	1.3	0.00018	0	7.5E-05
22	7723	1.35	0.00018	0.0002	9.8E-05
23	7724	1.4	0.00019	0.0002	8.9E-05

24	7725	1.5	0.000 21	0.00 02	0.00012	59	7760	3.9	0.000 53	0.00 037	6.6E-05
25	7726	1.5	0.000 21	0.00 02	0.0001	60	7761	4	0.000 55	0.00 037	9.8E-05
26	7727	1.6	0.000 22	0.00 02	9.2E-05	61	7762	4.0	0.000 55	0.00 037	8.9E-05
27	7728	1.6	0.000 23	0.00 02	7.5E-05	62	7763	4.1	0.000 56	0.00 037	9.2E-05
28	7729	1.7	0.000 23	0.00 02	6.1E-05	63	7764	4.1	0.000 57	0.00 037	0.00014
29	7730	1.7	0.000 24	0.00 02	7.2E-05	64	7765	4.2	0.000 58	0.00 037	0.00012
30	7731	1.8	0.000 25	0.00 02	6.3E-05	65	7766	4.2	0.000 58	0.00 037	0.00016
31	7732	1.8	0.000 25	0.00 02	8.4E-05	66	7767	4.3	0.000 59	0.00 037	0.00016
32	7733	2	0.000 27	0.00 02	6.9E-05	67	7768	4.3	0.000 6	0.00 037	0.00017
33	7734	2.1	0.000 29	0.00 02	7.5E-05	68	7769	4.4	0.000 6	0.00 037	0.00016
34	7735	2.2	0.000 3	0.00 02	0.00011	69	7770	4.4	0.000 5	0.00 037	0.00019
35	7736	2.3	0.000 32	0.00 02	6.3E-05	70	7771	4.5	0.000 62	0.00 037	0.0002
36	7737	2.4	0.000 33	0.00 03	6.3E-05	71	7772	4.5	0.000 5	0.00 037	0.00019
37	7738	2.5	0.000 34	0.00 03	8.1E-05	72	7773	4.6	0.000 63	0.00 037	0.00025
38	7739	2.6	0.000 36	0.00 03	8.1E-05	73	7774	4.6	0.000 5	0.00 037	0.00026
39	7740	2.7	0.000 37	0.00 03	5.8E-05	74	7775	4.7	0.000 64	0.00 037	0.00022
40	7741	2.8	0.000 38	0.00 03	8.4E-05	75	7776	4.7	0.000 5	0.00 037	0.0002
41	7742	2.9	0.000 4	0.00 03	6.6E-05	76	7777	4.8	0.000 66	0.00 037	0.00026
42	7743	2.9	0.000 5	0.00 4	6.1E-05	77	7778	4.8	0.000 5	0.00 66	0.00025
43	7744	3	0.000 41	0.00 037	8.9E-05	78	7779	5	0.000 68	0.00 037	0.00025
44	7745	3.1	0.000 5	0.00 43	7.5E-05	79	7780	5.0	0.000 5	0.00 69	0.00026
45	7746	3.2	0.000 44	0.00 037	8.7E-05	80	7781	5.1	0.000 7	0.00 037	0.00027
46	7747	3.2	0.000 5	0.00 45	0.0001	81	7782	5.1	0.000 5	0.00 71	0.00026
47	7748	3.3	0.000 45	0.00 037	8.4E-05	82	7783	5.2	0.000 71	0.00 037	0.00029
48	7749	3.3	0.000 5	0.00 46	8.1E-05	83	7784	5.2	0.000 5	0.00 72	0.00027
49	7750	3.4	0.000 47	0.00 037	9.5E-05	84	7785	5.3	0.000 73	0.00 037	0.00029
50	7751	3.4	0.000 5	0.00 47	8.7E-05	85	7786	5.3	0.000 5	0.00 73	0.00028
51	7752	3.5	0.000 48	0.00 037	0.0001	86	7787	5.4	0.000 74	0.00 037	0.00028
52	7753	3.5	0.000 5	0.00 49	0.00011	87	7788	5.4	0.000 5	0.00 75	0.00028
53	7754	3.6	0.000 49	0.00 037	0.0001	88	7789	5.5	0.000 75	0.00 037	0.00031
54	7755	3.6	0.000 5	0.00 5	7.2E-05	89	7790	5.5	0.000 5	0.00 76	0.00031
55	7756	3.7	0.000 51	0.00 037	8.4E-05	90	7791	5.6	0.000 77	0.00 037	0.00029
56	7757	3.7	0.000 5	0.00 51	7.5E-05	91	7792	5.6	0.000 5	0.00 77	0.00032
57	7758	3.8	0.000 52	0.00 037	5.8E-05	92	7793	5.7	0.000 78	0.00 037	0.00037
58	7759	3.8	0.000 5	0.00 53	8.1E-05	93	7794	5.7	0.000 5	0.00 79	0.00033

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

94	7795	5.8	0.000 79	0.00 037	0.00034	129	7933	7.8	0.001 07	0.00 08	0.00111
95	7796	5.8 5	0.000 8	0.00 037	0.00038	130	7934	7.9	0.001 08	0.00 08	0.00113
96	7797	5.9	0.000 81	0.00 037	0.00036	131	7935	7.9 4	0.001 09	0.00 08	0.00112
97	7798	6	0.000 82	0.00 037	0.00039	132	7936	7.9 8	0.001 09	0.00 15	0.00113
98	7799	6.0 5	0.000 83	0.00 037	0.00041	133	7937	8	0.001 1	0.00 15	0.0012
99	7800	6.1	0.000 84	0.00 037	0.0004	134	7938	8	0.001 1	0.00 15	0.00126
100	7801	6.1 5	0.000 84	0.00 037	0.00042	135	7939	8	0.001 1	0.00 15	0.00124
101	7802	6.2	0.000 85	0.00 037	0.00038	136	7940	8	0.001 1	0.00 15	0.00128
102	7803	6.2 5	0.000 86	0.00 037	0.00036	137	7941	8	0.001 1	0.00 15	0.00129
103	7804	6.3	0.000 86	0.00 037	0.00041	138	7942	8	0.001 1	0.00 16	0.00129
104	7805	6.3 5	0.000 87	0.00 037	0.00039	139	7943	8	0.001 1	0.00 16	0.00132
105	7806	6.4	0.000 88	0.00 037	0.00043	140	7944	8.1	0.001 11	0.00 16	0.00132
106	7807	6.4 5	0.000 88	0.00 037	0.00049	141	7945	8.2	0.001 12	0.00 16	0.00138
107	7808	6.5	0.000 89	0.00 037	0.00047	142	7946	8.3	0.001 14	0.00 16	0.00138
108	7809	6.5 5	0.000 9	0.00 037	0.00042	143	7947	8.4	0.001 15	0.00 16	0.00134
109	7810	6.6	0.000 9	0.00 06	0.00048	144	7948	8.5	0.001 16	0.00 16	0.00135
110	7811	6.6 5	0.000 91	0.00 06	0.00051	145	7949	8.4	0.001 15	0.00 16	0.00138
111	7812	6.7	0.000 92	0.00 06	0.00051	146	7950	8.3	0.001 14	0.00 17	0.00143
112	7813	6.7 5	0.000 92	0.00 06	0.00054	147	7951	8.5	0.001 16	0.00 17	0.00141
113	7814	6.8	0.000 93	0.00 06	0.00057	148	7952	8.4	0.001 15	0.00 17	0.00145
114	7815	7	0.000 96	0.00 07	0.00059	149	7953	8.4	0.001 15	0.00 17	0.00146
115	7816	7	0.000 96	0.00 07	0.0006	150	7954	8.4	0.001 15	0.00 17	0.00141
116	7861	7	0.000 96	0.00 07	0.00072	151	7955	8.5	0.001 16	0.00 17	0.0014
117	7862	7	0.000 96	0.00 07	0.00072	152	7956	8.5	0.001 16	0.00 17	0.0015
118	7863	7	0.000 96	0.00 07	0.00072	153	7957	8.5	0.001 16	0.00 17	0.00145
119	7864	7	0.000 96	0.00 07	0.0007	154	7958	8.5	0.001 16	0.00 17	0.00145
120	7865	7	0.000 96	0.00 07	0.00073	155	7959	8.5	0.001 16	0.00 18	0.0015
121	7925	7	0.000 96	0.00 08	0.00105	156	7960	8.5	0.001 16	0.00 18	0.00152
122	7926	7.1	0.000 97	0.00 08	0.00106	157	7961	8.5	0.001 16	0.00 18	0.00144
123	7927	7.2	0.000 99	0.00 08	0.00106	158	7962	8.5	0.001 16	0.00 18	0.00146
124	7928	7.3	0.001	0.00 08	0.00105	159	7963	8.6	0.001 18	0.00 18	0.00147
125	7929	7.4	0.001 01	0.00 08	0.00109	160	8011	8.7	0.001 19	0.00 36	0.00175
126	7930	7.5	0.001 03	0.00 08	0.00107	161	8012	9	0.001 23	0.00 48	0.00182
127	7931	7.6	0.001 04	0.00 08	0.00109						
128	7932	7.7	0.001 05	0.00 08	0.00113						

Lebar Retak Pertama D10

no mo r	nomor foto	be ba n	nilai rumus	nilai dial	nilai lebar retak dic
1	7702	0	0	0	0
2	7703	0	0	0	0.00333
3	7704	0	0	0	0.01
4	7705	0	0	0	0.00333
5	7706	0	0	0	0.00333
6	7707	0	0	0	0.00333
7	7708	0	0	0	0
8	7709	0	0	0	0.01
9	7710	0	0	0	0.01
10	7711	0	0	0	0.01
11	7712	0	0	0	0.00667
12	7713	0	0	0	0.00333
13	7714	0	0	0	0
14	7715	0	0	0	0.01
15	7716	0	0	0	0
16	7717	1	0	0	0
17	7718	1.1	0	0	0.00333
18	7719	1.1 5	0	0	0.00333
19	7720	1.2	0	0	0.01
20	7721	1.2 5	0	0	0.00667
21	7722	1.3	0	0	0.00333
22	7723	1.3 5	0	0	0.01333
23	7724	1.4	0	0	0.00333
24	7725	1.5	0	0	0.00667
25	7726	1.5 5	0	0	0.00333
26	7727	1.6	0	0	0.00333
27	7728	1.6 5	0	0	0.00333
28	7729	1.7	0	0	0.01333
29	7730	1.7 5	0	0	0.01667
30	7731	1.8	0	0	0.01667
31	7732	1.8 5	0	0	0.02
32	7733	2	0	0	0.02
33	7734	2.1	0	0	0.02
34	7735	2.2	0	0	0.02333
35	7736	2.3	0	0	0.02667
36	7737	2.4	0	0	0.03
37	7738	2.5	0	0	0.03
38	7739	2.6	0	0	0.03

39	7740	2.7	0	0	0.02667
40	7741	2.8	0	0	0.03333
41	7742	2.9	0	0	0.03
42	7743	2.9 5	0	0	0.03
43	7744	3	0	0	0.04333
44	7745	3.1 5	0	0	0.03333
45	7746	3.2	0	0	0.05333
46	7747	3.2 5	0	0	0.08667
47	7748	3.3	0	0	0.1
48	7749	3.3 5	0	0	0.09667
49	7750	3.4	0	0	0.10333
50	7751	3.4 5	0	0	0.09667
51	7752	3.5	0	0	0.13667
52	7753	3.5 5	0	0	0.15
53	7754	3.6	0	0	0.15667
54	7755	3.6 5	0	0	0.17
55	7756	3.7	0	0	0.17333
56	7757	3.7 5	0	0	0.17333
57	7758	3.8	0	0	0.18
58	7759	3.8 5	0	0	0.18
59	7760	3.9	0	0	0.18667
60	7761	4	0	0	0.23667
61	7762	4.0 5	0	0	0.24
62	7763	4.1	0	0	0.23667
63	7764	4.1 5	0	0	0.31333
64	7765	4.2	0	0	0.32333
65	7766	4.2 5	0	0	0.32
66	7767	4.3	0	0	0.31667
67	7768	4.3 5	0	0	0.32
68	7769	4.4	0	0	0.33333
69	7770	4.4 5	0	0	0.36
70	7771	4.5	0	0	0.36333
71	7772	4.5 5	0	0	0.38667
72	7773	4.6	0	0	0.45
73	7774	4.6 5	0	0	0.44333
74	7775	4.7	0	0	0.44
75	7776	4.7 5	0	0	0.44667
76	7777	4.8	0	0	0.44333

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

77	7778	4.8 5	0	0	0.44667
78	7779	5	0	0	0.45
79	7780	5.0 5	0	0	0.48667
80	7781	5.1	0	0	0.5
81	7782	5.1 5	0	0	0.5
82	7783	5.2	0	0	0.49
83	7784	5.2 5	0	0	0.48667
84	7785	5.3	0	0	0.49333
85	7786	5.3 5	0	0	0.5
86	7787	5.4	0	0	0.49333
87	7788	5.4 5	0	0	0.52667
88	7789	5.5	0	0	0.53
89	7790	5.5 5	0	0	0.53667
90	7791	5.6	0	0	0.53
91	7792	5.6 5	0	0	0.58
92	7793	5.7	0	0	0.62667
93	7794	5.7 5	0	0	0.62667
94	7795	5.8	0	0	0.63333
95	7796	5.8 5	0	0	0.69
96	7797	5.9	0	0	0.69333
97	7798	6	0	0	0.69333
98	7799	6.0 5	0	0	0.68667
99	7800	6.1	0	0	0.68
100	7801	6.1 5	0	0	0.67333
101	7802	6.2	0	0	0.67667
102	7803	6.2 5	0	0.4	0.71
103	7804	6.3	0	0.4	0.72667
104	7805	6.3 5	0	0.4	0.71333
105	7806	6.4	0	0.4	0.75667
106	7807	6.4 5	0	0.4	0.8
107	7808	6.5	0	0.4	0.80333
108	7809	6.5 5	0	0.4	0.80333
109	7810	6.6	0	0.7	0.92333
110	7811	6.6 5	0	0.7	0.92
111	7812	6.7	0	0.7	0.92667
112	7813	6.7 5	0	0.7	0.99333
113	7814	6.8	0	0.7	1.03667

114	7815	7	0	1	1.04333
115	7816	7	0	1	1.04
116	7861	7	0	1	1.08667
117	7862	7	0	1	1.08667
118	7863	7	0	1	1.1
119	7864	7	0	1	1.09667
120	7865	7	0	1	1.08333
121	7925	7	0	1.35	1.52667
122	7926	7.1	0	1.35	1.53333
123	7927	7.2	0	1.35	1.56667
124	7928	7.3	0	1.35	1.49
125	7929	7.4	0	1.35	1.50667
126	7930	7.5	0	1.35	1.53667
127	7931	7.6	0	1.35	1.61333
128	7932	7.7	0	1.35	1.65333
129	7933	7.8	0	1.35	1.58667
130	7934	7.9	0	1.35	1.66667
131	7935	7.9 4	0	1.35	1.66
132	7936	7.9 8	0	1.5	1.67667
133	7937	8	0	1.5	1.72333
134	7938	8	0	1.5	1.76667
135	7939	8	0	1.5	1.79
136	7940	8	0	1.5	1.87
137	7941	8	0	1.5	1.87
138	7942	8	0	1.5	1.895
139	7943	8	0	1.5	1.896
140	7944	8.1	0	1.5	1.897
141	7945	8.2	0	1.5	1.898
142	7946	8.3	0	1.5	1.899
143	7947	8.4	0	1.5	1.899
144	7948	8.5	0	1.5	1.899
145	7949	8.4	0	1.7	2.08
146	7950	8.3	0	1.7	2.19333
147	7951	8.5	0	1.7	2.21
148	7952	8.4	0	1.7	2.22

14 9	7953	8.4	0	1.7	2.25333
15 0	7954	8.4	0	1.7	2.25333
15 1	7955	8.5	0	1.7	2.25333
15 2	7956	8.5	0	1.7	2.3
15 3	7957	8.5	0	1.7	2.31
15 4	7958	8.5	0	1.7	2.23333
15 5	7959	8.5	0	1.7	2.34
15 6	7960	8.5	0	1.7	2.34
15 7	7961	8.5	0	1.7	2.34
15 8	7962	8.5	0	1.7	2.35667
15 9	7963	8.6	0	1.7	2.28333
16 0	8011	8.7	0	3.1	2.51333
16 1	8012	9	0	3.1	2.68

