

**PENGARUH JENIS KAIT TERHADAP KUAT LENTUR BALOK
BETON BERTULANGAN BAMBU DENGAN PENGAIT**

SKRIPSI

TEKNIK SIPIL

Diajukan untuk memenuhi persyaratan

Memperoleh gelar Sarjana Teknik



THEADEIRA CHIQUITA

NIM. 125060100111028

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2016

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH JENIS KAIT TERHADAP KUAT LENTUR BALOK BERTULANGAN BAMBU DENGAN PENGAIT

SKRIPSI TEKNIK SIPIL

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



THEADEIRA CHIQUITA
NIM 125060100111028

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 8 Agustus 2016

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Prof. Dr. Ir. Sri Murni Dewi, MS.
NIP. 19511211 198103 2 001

Dr. Eng. Desy Setyowulan, ST., M.Sc
NIP. 201102841203 2 001

Mengetahui,
Ketua Program Studi S1

Dr.Eng. Indradi W., ST., M.Eng (Prac)
NIP. 19810220 200604 1 002

LEMBAR IDENTITAS PENGUJI

Judul Skripsi :

Pengaruh Jenis Kait terhadap Kuat Lentur Balok Bertulangan Bambu dengan Pengait

Nama Mahasiswa : Theadeira Chiquita

NIM. : 125060100111028

Program Studi : Teknik Sipil

Tim Dosen Penguji

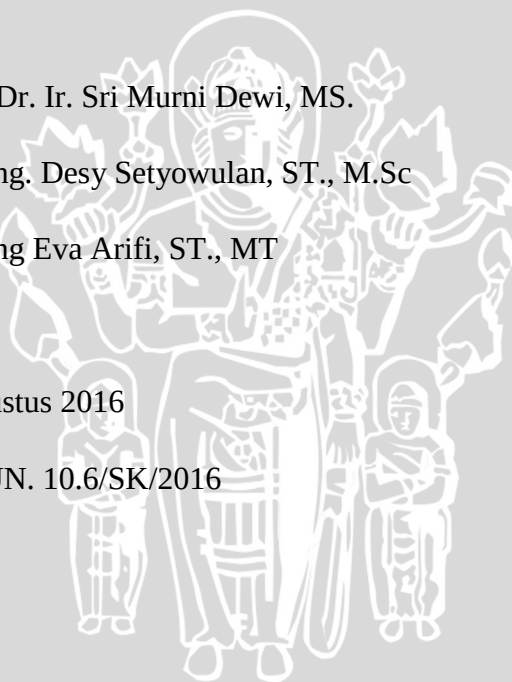
Dosen Penguji 1 : Prof. Dr. Ir. Sri Murni Dewi, MS.

Dosen Penguji 2 : Dr. Eng. Desy Setyowulan, ST., M.Sc

Dosen Penguji 3 : Dr. Eng Eva Arifi, ST., MT

Tanggal Ujian : 1 Agustus 2016

SK Penguji : 909/UN. 10.6/SK/2016



LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan, dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi ini dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 8 Agustus 2016

Mahasiswa,

Theadeira Chiquita

NIM. 125060100111028





RIWAYAT HIDUP

Theadeira Chiquita lahir di Surabaya 30 September 1994, anak pertama dari Bapak Irawan Susatyo dan Ibu Dewi Unitasari. Menjalani pendidikan di SDN Menanggal 601 Surabaya lulus tahun 2006, SMP Negeri 3 Surabaya lulus tahun 2009, SMA Negeri 15 Surabaya lulus tahun 2012, dan melanjutkan pendidikan S1 di Universitas Brawijaya Malang lulus tahun 2016.

Pada semasa kuliah, ikut berpartisipasi sebagai Asisten Tugas Besar dan anggota AMERA Bridge Club pada tahun 2013.

Malang, Agustus 2016

Penulis



RINGKASAN

Theadeira Chiquita, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2016, *Pengaruh Jenis Kait Terhadap Kuat Lentur Balok Bertulangan Bambu Dengan Kait*, Dosen Pembimbing: Sri Murni Dewi dan Desy Setyowulan.

Beton merupakan campuran antara air, semen, agregat kasar (kerikil), dan agregat halus (pasir). Beton sering digunakan dalam proses pembuatan konstruksi bangunan karena memiliki nilai kuat tekan yang tinggi, kemudahan dalam pengolahan, dan perawatan yang mudah. Beton juga memiliki kekurangan, yaitu nilai kuat tarik yang cukup lemah. Untuk mengimbangi kuat tarik yang lemah tersebut, beton dipadukan dengan tulangan yang memiliki nilai kuat tarik tinggi. Jenis tulangan yang sering digunakan untuk konstruksi bangunan adalah tulangan baja, namun baja memiliki harga yang relatif tinggi. Oleh dari itu diperlukan bahan tulangan alternatif untuk menggantikan baja. Salah satu tulangan alternatif yang dapat digunakan adalah bambu. Bambu merupakan sumber daya alam yang murah, mudah didapat, dan memiliki nilai kuat tarik yang menyamai kuat tarik baja. Namun bambu juga memiliki kekurangan yaitu memiliki kekuatan lekat yang kurang baik dengan beton. Untuk mengatasi kelemahan yang ada dalam bambu tersebut, maka pada penelitian ini dilakukan penambahan kait pada tulangan bambu agar kuat lekat antara bambu dengan beton menjadi semakin baik. Dalam penelitian ini, digunakan dua buah jenis kait yang berbeda sebagai pembanding, yaitu Bambu Petung dan Kayu Kamper. Kayu kamper telah lama menjadi alternatif bahan bangunan yang harganya lebih terjangkau. Proses pelapisan cat dan pemberian pasir pada tulangan bambu juga dilakukan pada penelitian ini yang bertujuan untuk meningkatkan kuat lekat tulangan bambu dengan beton. Selain untuk meningkatkan kuat lekat antara tulangan bambu dan beton, penambahan kait juga bertujuan untuk mengkaji kapasitas lentur pada balok bertulangan bambu.

Pada penelitian ini mengamati balok beton bertulangan bambu berukuran 18 cm x 28 cm x 160 cm dengan variasi mutu beton, jarak kait, rasio tulangan, dan jenis kait. Jumlah variasi balok beton yang diamati sebanyak 8 balok dengan masing-masing balok memiliki 3 kali ulangan dan 2 buah silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm tiap baloknya. Untuk mengamati kuat lekat bambu dengan beton, dilakukan pengujian *pull out* dengan benda uji sebanyak 16 buah berukuran 15 cm x 30 cm x 25 cm.

Tegangan lekat bambu dengan beton dari hasil uji *pull out* dan kapasitas beban maksimum dari hasil uji lentur balok bertulangan bambu terjadi peningkatan dengan adanya variasi penggunaan jenis kait. Jenis kait kayu kamper memiliki nilai P maksimum cabut sebesar 2776,875 kg dan nilai kapasitas beban maksimum sebesar 6695,833 kg, sedangkan untuk jenis kait bambu memiliki nilai P maksimum cabut sebesar 2556,25 kg dan nilai kapasitas beban maksimum sebesar 6500 kg. Setelah dilakukan analisis statistik, penggunaan variasi jenis kait belum memiliki pengaruh yang signifikan terhadap tegangan lekat tulangan bambu dengan beton dan kuat lentur balok bertulangan bambu.

Kata kunci: Tulangan bambu, jenis kait, kuat lentur, kuat lekat

SUMMARY

Theadeira Chiquita, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, July 2016, *Hooks Type Effect on Flexural Strength of Reinforced Concrete Beam's with Hooks*, Academic Supervisor: Sri Murni Dewi and Desy Setyowulan.

Concrete is a mixture of water, cement, coarse aggregate (gravel), and fine aggregate (sand). Concrete is often used in the manufacturing process of construction because it has a high compressive strength, ease of processing, and easy maintenance. Concrete also has shortcomings, the tensile strength values are quite weak. To compensate for the weak tensile strength, combined with reinforced concrete which has high tensile strength values. Type of reinforcement that is often used for the construction of buildings is steel, but steel has a relatively high price. Therefore it is necessary alternative materials to replace steel reinforcement. One alternative reinforcement that can be used are bamboo. Bamboo is a natural resource that is cheap, easy to obtain, and has a value of tensile strength equal to tensile steel. But bamboo also has the disadvantage that have less bond strength with concrete. To overcome the existing weaknesses in the bamboo, so in this study the addition of hooks on the reinforcement of bamboo to increase bond strength between the bamboo with concrete. In this study, used two different types of hooks for comparison, namely Petung Bamboo and Camphor wood. Camphor wood has long been an alternative building materials that are more affordable. Paint coating process and the provision of sand on a bamboo reinforcement is also done in this study that aims to improve bond strength of bamboo with concrete reinforcement. In addition to increase bond strength between bamboo and concrete reinforcement, adding hooks also aims to assess the capacity of bending on the beam.

In this research studied bamboo reinforced concrete beams measuring 18 cm x 28 cm x 160 cm with variations in concrete quality, hooks spacing, reinforcement ratio, and the type of hooks. Total variation concrete beams were observed as many as 8 blocks with each block having 3 replications and 2 cylinders with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm per beam. To observe closely strong bamboo with concrete, pull out testing with the test specimen for 16 units measuring 15 cm x 30 cm x 25 cm.

Bamboo's bond strength with concrete from the test results of pull out and a maximum load capacity of the test results flexure bamboo reinforced concrete beams increased with variations in the use of the type of hooks. Type of hook camphor wood has a maximum pull load value of 2776.875 kg and the value of maximum load capacity of 6695.833 kg, while for the type of bamboo hooks have a maximum pull load value of 2556.25 kg and maximum load capacity of 6500 kg. After statistical analysis, the use of variations in the types of hooks have not had a significant effect on bond strength bamboo reinforcement with concrete and flexural strength bamboo reinforced concrete beams.

Keywords: Bamboo reinforcement, types of hook, flexural strength, bond strength

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan hidayah-Nya yang telah diberikan sehingga skripsi dengan judul “Pengaruh Jenis Kait Terhadap Kuat Lentur Balok Bertulangan Bambu dengan Pengait” dapat terselesaikan.

Laporan ini disusun sebagai hasil dari penelitian yang dilakukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Pada kesempatan ini, penyusun ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Keluarga di Surabaya, papa mama, eyangti, adek rere, dan adek izy yang selalu memberikan dukungan secara langsung maupun tidak langsung
2. Ir. Sugeng P. Budio, MS., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang
3. Dr. Eng. Indradi Wijatmiko, ST., M.Eng. (Prac.), selaku Ketua Program Studi S1 Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang
4. Prof. Dr. Ir. Sri Murni Dewi, MS dan Dr. Eng. Desy Setyowulan, ST., M.Sc selaku dosen pembimbing selama skripsi berlangsung
5. Bapak Sugeng, Mas Dino, dan Pak Hadi selaku laboran Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang
6. Rekan tim skripsi (Ambar, Nanda, Ridho, Abdil, Ronny) yang telah bekerja sama dan berjuang demi selesainya skripsi dan penelitian ini
7. Enrico Widy Alfi Syahr yang selalu menemani, memberikan doa, dan dorongannya untuk selalu semangat
8. Sahabat-sahabat saya selama masa perkuliahan, Buddies (Arifa, Ambar, Asti, Janette, Nafis, Karima, Sasa, Nanda) dan anak kontrakan *Second Home* yang selalu memberikan bantuan dan hiburan tiada henti
9. Teman-teman Keluarga Besar Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Brawijaya, terutama angkatan 2012 yang sudah banyak memberi support selama masa perkuliahan
10. Serta semua pihak yang sudah memberikan bantuan selama proses berlangsungnya penelitian.

Terima kasih atas semua bantuan dan doanya, semoga Allah SWT membalas kebaikan-kebaikan yang sudah diberikan.

Malang, Agustus 2016

Penyusun



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
RINGKASAN	xiii
SUMMARY	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Beton dan Beton Bertulang	5
2.2 Material Penyusun Beton Bertulang	6
2.2.1 Semen	6
2.2.2 Agregat	7
2.2.2.1 Agregat Kasar	7
2.2.2.2 Agregat Halus	8
2.2.3 Air	8
2.3 Bambu sebagai Kait dan Tulangan Beton	8
2.4 Kayu Kamper sebagai Kait pada Tulangan Beton	11

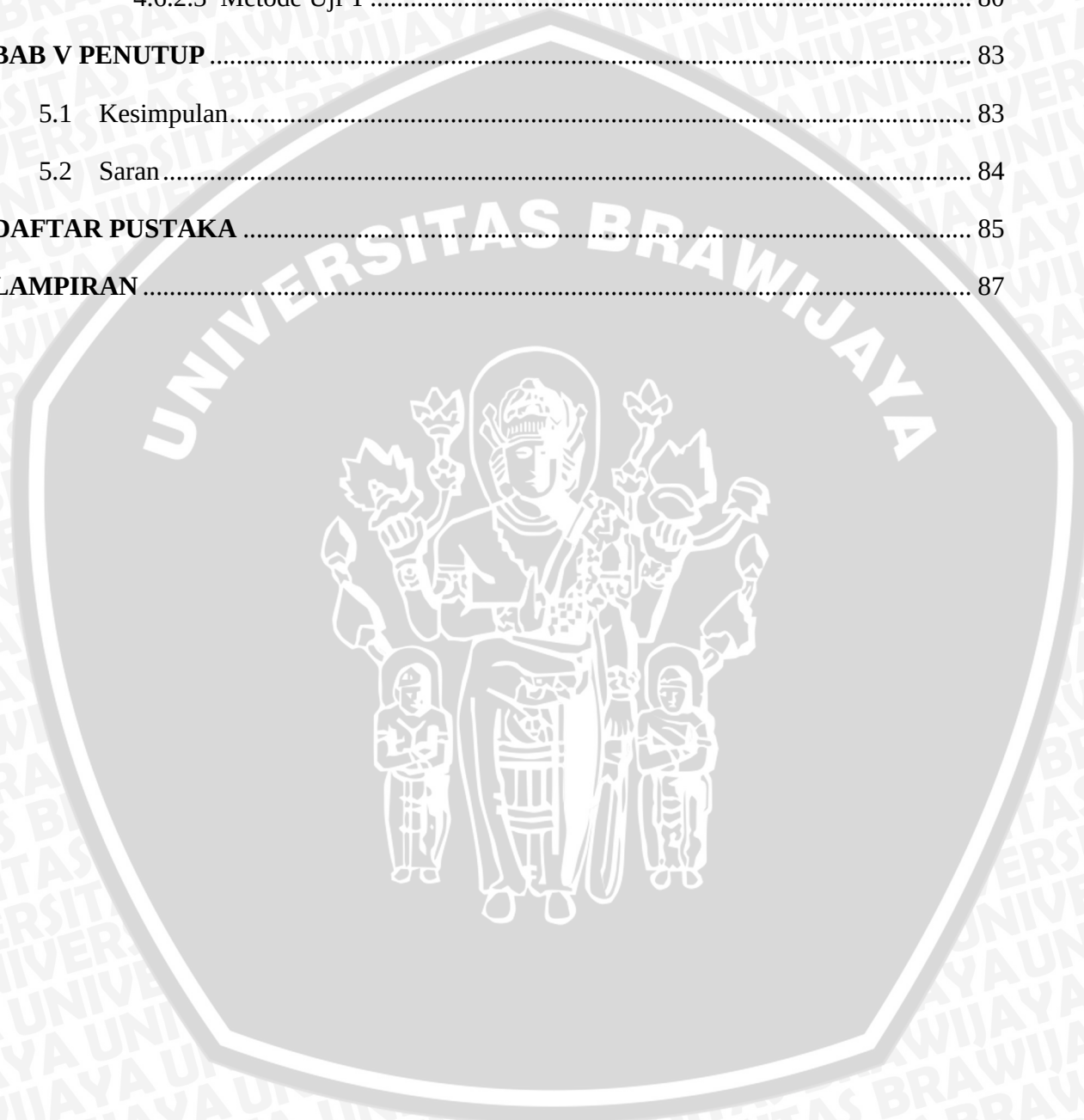
2.5	Kuat Tekan Beton.....	11
2.6	Kuat Lekat antara Tulangan dengan Beton	13
2.7	Analisis Balok Terlentur Bertulangan Bambu	15
2.8	Perilaku Lendutan.....	15
2.9	Hasil Penelitian Terdahulu	17
2.10	Hipotesis Penelitian.....	18

BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... 19

3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	19
3.2	Variabel Penelitian	19
3.3	Alat dan Bahan Penelitian	19
3.3.1	Alat Penelitian	19
3.3.2	Bahan Penelitian.....	20
3.4	Analisa Bahan.....	21
3.4.1	Semen	21
3.4.2	Air.....	21
3.4.3	Agregat	21
3.4.4	Tulangan.....	21
3.4.5	Beton	21
3.4.6	Kait.....	21
3.4.7	Besi Polos	21
3.5	Rancangan Penelitian	21
3.5.1	Rancangan Benda Uji Tekan.....	22
3.5.2	Rancangan Benda Uji <i>Pull Out</i>	22
3.5.3	Rancangan Benda Uji Kuat Lentur	23
3.6	Prosedur Penelitian.....	30

3.6.1 Pembuatan Tulangan Bambu.....	30
3.6.2 Pengujian Kuat Tekan	30
3.6.3 Pengujian <i>Pull Out</i>	30
3.6.4 Pengujian Kuat Lentur.....	31
3.7 Diagram Alir Tahapan Penelitian.....	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1 Pengujian Bahan.....	35
4.1.1 Analisis Agregat Halus dan Agregat Kasar.....	35
4.1.2 Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder.....	36
4.1.3 <i>Hammer Test</i>	44
4.2 Pengujian <i>Pull Out</i>	46
4.3 Pengujian Lentur Balok Beton Bertulangan Bambu	48
4.4 Analisis Balok Beton Bertulangan Bambu.....	54
4.4.1 Teoritis.....	54
4.4.1.1 Analisis Lentur Balok Bertulangan Bambu	54
4.4.1.2 Analisis Lendutan Balok Bertulangan Bambu.....	57
4.4.2 Pola Retak.....	61
4.5 Analisis Tegangan Tulangan	66
4.6 Uji Hipotesis.....	68
4.6.1 Pengujian <i>Pull Out</i>	68
4.6.1.1 Metode <i>Analysis of Variant</i> (ANOVA).....	68
4.6.1.2 Metode Analisis Faktor	71
4.6.1.3 Analisis Uji T	73
4.6.2 Pengujian Kuat Lentur Balok Bertulangan Bambu dengan Kait	75
4.6.2.1 Metode <i>Analysis of Variant</i> (ANOVA).....	75

4.6.2.2 Metode Analisis Faktor	78
4.6.2.3 Metode Uji T	80
BAB V PENUTUP	83
5.1 Kesimpulan.....	83
5.2 Saran.....	84
DAFTAR PUSTAKA	85
LAMPIRAN	87



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Unsur Beton	6
Tabel 2.2 Jenis-jenis Semen Portland	7
Tabel 2.3 Tegangan Tarik Bambu Oven.....	9
Tabel 2.4 Kuat Batas dan Tegangan Ijin Bambu	9
Tabel 2.5 Hasil Pengujian Kayu Kamper	11
Tabel 2.6 Lendutan izin maksimum.....	16
Tabel 3.1 Variabel dalam penelitian	19
Tabel 3.2 Faktor untuk Pengujian <i>Pull-Out</i>	22
Tabel 3.3 Form Pengujian <i>Pull-Out</i>	23
Tabel 3.4 Faktor pengujian Kuat Lentur.....	24
Tabel 3.5 Benda Uji	24
Tabel 3.6 Taraf Benda Uji	25
Tabel 3.7 Daftar Analisis Ragam.....	27
Tabel 3.8 Form Pengujian pada Balok Benda Uji $a_1b_1c_1d_2$	27
Tabel 3.9 Form Pengujian pada Balok Benda Uji $a_2b_2c_1d_2$	28
Tabel 3.10 Form Pengujian pada Balok Benda Uji $a_1b_2c_2d_2$	28
Tabel 3.11 Form Pengujian pada Balok Benda Uji $a_2b_1c_2d_2$	28
Tabel 3.12 Form Pengujian pada Balok Benda Uji $a_1b_2c_1d_1$	29
Tabel 3.13 Form Pengujian pada Balok Benda Uji $a_2b_1c_2d_1$	29
Tabel 3.14 Form Pengujian pada Balok Benda Uji $a_1b_1c_2d_1$	29
Tabel 3.15 Form Pengujian pada Balok Benda Uji $a_2b_2c_2d_1$	30
Tabel 4.1 Hasil Analisis Agregat Halus (Pasir).....	36
Tabel 4.2 Hasil Analisis Agregat Kasar (Kerikil).....	36
Tabel 4.3 <i>Mix Design</i> 20 MPa	38
Tabel 4.4 <i>Mix Design</i> 30 MPa	39
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder Mutu Beton Rencana 20 MPa	40

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder Mutu Beton Rencana 30 MPa	41
Tabel 4.7 Rincian Benda Uji <i>Pull Out</i>	46
Tabel 4.8 Beban Maksimum Uji <i>Pull Out</i>	47
Tabel 4.9 Tegangan Lekatan Tulangan Bambu	48
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Kuat Lentur Benda Uji Balok.....	49
Tabel 4.11 Nilai Pmaks dan Δ maks pada Balok Beton Bertulangan Bambu	54
Tabel 4.12 Nilai Pmax Balok Beton Bertulangan Bambu secara Teoritis.....	57
Tabel 4.13 Momen Conjugate.....	58
Tabel 4.14 Nilai Lendutan Aktual dan Teoritis	60
Tabel 4.15 Rancangan Penelitian <i>PullOut</i> (2 kali ulangan).....	69
Tabel 4.16 Hasil Pengujian <i>PullOut</i>	69
Tabel 4.17 Analisis Variansi Pengaruh Utama Faktor D (Jenis Kait) terhadap Tegangan Lekat Tulangan Bambu dengan Kait	71
Tabel 4.18 Nilai P maksimum Tiap Jenis Kait	72
Tabel 4.19 Nilai P maksimum Berdasarkan Jenis Kait.....	73
Tabel 4.20 Rancangan Penelitian Pengujian Kuat Lentur Balok Bertulangan Bambu dengan Kait	75
Tabel 4.21 Rancangan Pembagian Blok Positif Negatif Penelitian Pengujian Kuat Lentur Balok Bertulangan Bambu dengan Kait	75
Tabel 4.22 Hasil Penelitian Pengujian Kuat Lentur Balok Bertulangan Bambu dengan Kait.....	76
Tabel 4.23 Analisis Variansi Pengaruh Utama Faktor D (Jenis Kait) terhadap Kuat Lentur Balok Tulangan Bambu dengan Kait	78
Tabel 4.24 Nilai P maksimum Tiap Jenis Kait	79
Tabel 4.25 Nilai P maksimum Berdasarkan Jenis Kait.....	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hubungan Tegangan dan Regangan Antara Bambu Dengan Baja	9
Gambar 2.2 Perilaku Bambu yang Tidak Diberi Pelapis Kedap Air	10
Gambar 2.3 Pengaruh nilai perbandingan air-semen pada kekuatan tekan 28 hari	12
Gambar 2.4 Tipe Keruntuhan 1	13
Gambar 2.5 Tipe Keruntuhan 2	14
Gambar 2.6 Tipe Keruntuhan 3	14
Gambar 2.7 Distribusi Tegangan dan Regangan pada Balok Beton Bertulangan Bambu.....	15
Gambar 2.8 Hubungan Beban dan Lendutan pada Balok.....	15
Gambar 3.1 Rancangan Benda uji <i>Pull-Out</i>	31
Gambar 3.2 Benda uji balok dengan variasi tulangan	32
Gambar 3.3 Skema pengujian balok sederhana	33
Gambar 3.4 Setting Alat Pengujian Balok Sederhana	33
Gambar 3.5 Diagram Alir Tahapan Penelitian	34
Gambar 4.1 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder Balok $a_1b_1c_1d_2$	42
Gambar 4.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder Balok $a_2b_1c_2d_2$	42
Gambar 4.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder Balok $a_1b_2c_2d_2$	42
Gambar 4.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder Balok $a_2b_2c_1d_2$	43
Gambar 4.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder Balok $a_1b_1c_2d_1$	43
Gambar 4.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder Balok $a_2b_1c_1d_1$	43
Gambar 4.7 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder Balok $a_2b_2c_2d_1$	44
Gambar 4.8 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder Balok $a_1b_2c_1d_1$	44
Gambar 4.9 Perbandingan Hasil dari Uji Kuat Tekan Beton Benda Uji Silinder dan Hasil dari <i>Hammer Test</i> Balok Beton dengan Mutu Beton Rencana 20 MPa	45
Gambar 4.10 Perbandingan Hasil dari Uji Kuat Tekan Beton Benda Uji Silinder dan Hasil dari <i>Hammer Test</i> Balok Beton dengan Mutu Beton Rencana 30 MPa	45
Gambar 4.11 Pengujian Benda Uji <i>Pull Out</i>	47
Gambar 4.12 Grafik Hubungan Lendutan dengan Beban (Benda Uji $a_1b_2c_1d_1$).....	50

Gambar 4.13 Grafik Hubungan Lendutan dengan Beban (Benda Uji $a_1b_1c_2d_1$).....	50
Gambar 4.14 Grafik Hubungan Lendutan dengan Beban (Benda Uji $a_2b_1c_1d_1$).....	51
Gambar 4.15 Grafik Hubungan Lendutan dengan Beban (Benda Uji $a_2b_2c_2d_1$).....	51
Gambar 4.16 Grafik Hubungan Lendutan dengan Beban (Benda Uji $a_1b_2c_2d_2$).....	52
Gambar 4.17 Grafik Hubungan Lendutan dengan Beban (Benda Uji $a_1b_1c_1d_2$).....	52
Gambar 4.18 Grafik Hubungan Lendutan dengan Beban (Benda Uji $a_2b_2c_1d_2$).....	53
Gambar 4.19 Grafik Hubungan Lendutan dengan Beban (Benda Uji $a_2b_1c_2d_2$).....	53
Gambar 4.20 Pemodelan Pembebanan Balok.....	55
Gambar 4.21 Potongan Melintang Balok.....	55
Gambar 4.22 Bidang Momen Balok	58
Gambar 4.23 Pola Retak	61
Gambar 4.24 Pola Retak Benda Uji $a_1b_2c_1d_1$ (Mutu Beton 20 MPa, Jarak Kait 12 cm, Rasio Tulangan 0,8%, Jenis Kait Bambu)	62
Gambar 4.25 Pola Retak Benda Uji $a_1b_1c_1d_2$ (Mutu Beton 20 MPa, Jarak Kait 6 cm, Rasio Tulangan 0,8%, Jenis Kait Kayu Kamper)	62
Gambar 4.26 Pola Retak Benda Uji $a_1b_1c_2d_1$ (Mutu Beton 20 MPa, Jarak Kait 6 cm, Rasio Tulangan 1,6%, Jenis Kait Bambu)	63
Gambar 4.27 Pola Retak Benda Uji $a_1b_2c_2d_2$ (Mutu Beton 20 MPa, Jarak Kait 12 cm, Rasio Tulangan 1,6%, Jenis Kait Kayu Kamper)	63
Gambar 4.28 Pola Retak Benda Uji $a_2b_1c_1d_1$ (Mutu Beton 30 MPa, Jarak Kait 6 cm, Rasio Tulangan 0,8%, Jenis Kait Bambu)	64
Gambar 4.29 Pola Retak Benda Uji $a_2b_2c_1d_2$ (Mutu Beton 30 MPa, Jarak Kait 12 cm, Rasio Tulangan 0,8%, Jenis Kait Kayu Kamper)	64
Gambar 4.30 Pola Retak Benda Uji $a_2b_2c_2d_1$ (Mutu Beton 30 MPa, Jarak Kait 12 cm, Rasio Tulangan 1,6%, Jenis Kait Bambu)	65
Gambar 4.31 Pola Retak Benda Uji $a_2b_1c_2d_2$ (Mutu Beton 30 MPa, Jarak Kait 6 cm, Rasio Tulangan 1,6%, Jenis Kait Kayu Kamper)	65
Gambar 4.32 Tulangan Mengalami Selip pada Beton	66
Gambar 4.33 Grafik P maksimum Masing-masing Jenis Kait	72
Gambar 4.34 Grafik P maksimum Masing-masing Jenis Kait	79

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Data Hasil Analisa Gradasi Agregat	87
LAMPIRAN 2 Data Hasil Kadar Air, Berat Jenis, dan Penyerapan Agregat.....	89
LAMPIRAN 3 Data Hasil Berat Isi Agregat	91
LAMPIRAN 4 Data Hasil Mix Design.....	93
LAMPIRAN 5 Data Hasil Uji Kuat Tekan Silinder	95
LAMPIRAN 6 Data Hasil Uji <i>Hammer Test</i>	97
LAMPIRAN 7 Data Hasil Uji <i>Pull Out</i>	105
LAMPIRAN 8 Hasil Perhitungan P Teoritis	145
LAMPIRAN 9 Data Hasil Uji Lentur	155





BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Beton merupakan campuran antara air, semen, agregat kasar (kerikil), dan agregat halus (pasir). Agregat memiliki prosentase yang cukup besar didalam beton, yaitu sekitar 50% hingga 80% volume beton terdiri atas agregat. Campuran-campuran dalam beton tersebut memiliki fungsi tersendiri. Fungsi agregat dalam beton adalah:

1. Sebagai pengisi beton
2. Mengurangi risiko penyusutan pada beton
3. Mengurangi pemakaian semen untuk mendapatkan beton dengan harga relatif murah
4. Gradasi agregat yang tidak segaram akan menghasilkan beton yang kuat dan padat
5. Memberikan kekuatan besar pada beton.

Beton adalah salah satu jenis bahan bangunan yang sering digunakan dalam proses pembuatan konstruksi bangunan. Beton sering digunakan karena memiliki nilai kuat tekan yang tinggi, kemudahan dalam pengolahan, dan perawatan yang mudah. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kuat tekan beton antara lain:

1. Faktor Air Semen (FAS)
2. Mutu semen
3. Perbandingan campuran beton
4. Gradasi agregat halus dan agregat kasar
5. Proses pembuatan dan kontrol terhadap kualitas beton
6. Usia beton
7. Cara perawatan beton

Faktor-faktor diatas sebaiknya diperhatikan supaya didapat beton dengan mutu yang baik dan diinginkan.

Beton juga memiliki kekurangan, yaitu nilai kuat tarik yang cukup lemah. Untuk mengimbangi kuat tarik yang lemah tersebut, beton dipadukan dengan tulangan yang

memiliki nilai kuat tarik tinggi. Jenis tulangan yang sering digunakan untuk konstruksi bangunan adalah tulangan baja. Tulangan baja memiliki harga yang relatif tinggi, dan untuk mengantisipasi berkurangnya jumlah baja yang ada, maka dari itu diperlukan bahan tulangan alternatif untuk menggantikan baja. Salah satu tulangan alternatif yang dapat digunakan adalah bambu.

Bambu merupakan sumber daya alam yang murah, mudah didapat, dan memiliki nilai kuat tarik yang menyamai kuat tarik baja.

Namun masih ada beberapa kelemahan bambu sebagai tulangan pada beton. Bambu memiliki lekatan yang kurang baik dengan beton jika dibandingkan dengan tulangan baja. Lekatan yang kurang baik ini disebabkan karena bambu memiliki sifat higroskopis, yaitu mudah menyerap dan melepas air. Solusi yang diperoleh dari serangkaian penelitian adalah dengan melapisi bambu dengan cat atau vernis dan pasir (Dewi, 2005).

Untuk mengatasi kelemahan yang ada dalam bambu tersebut, maka pada penelitian ini dilakukan penambahan kait pada tulangan bambu agar kuat lekat antara bambu dengan beton menjadi semakin baik. Dalam penelitian ini, digunakan dua buah jenis kait yang berbeda sebagai pembanding, yaitu Bambu Petung dan Kayu Kamper.

Kayu kamper merupakan salah satu alternatif bahan bangunan yang sering digunakan karena memiliki harga yang cukup terjangkau. Kayu kamper memiliki serat kayu yang halus dan indah walaupun ketahanannya tidak seperti kayu jati ataupun kayu bangkirai. Kayu kamper tidak segetas bangkirai, oleh karena itu retak rambut cukup jarang ditemui. Kayu kamper termasuk kelas awet kayu II, III dan kelas kuat II, I. Pohon kayu kamper sangat mudah ditemui pada hutan hujan tropis Kalimantan.

Dengan begitu, nantinya akan dapat dibandingkan hasil kuat lekat antara pemberian kait menggunakan bambu petung dengan pemberian kait menggunakan kayu kamper. Proses pelapisan cat dan pemberian pasir pada tulangan bambu juga dilakukan pada penelitian ini yang bertujuan untuk meningkatkan kuat lekat tulangan bambu dengan beton. Selain untuk meningkatkan kuat lekat antara tulangan bambu dan beton, penambahan kait juga bertujuan untuk mengkaji kapasitas lentur pada balok bertulangan bambu.

Penelitian ini merupakan lanjutan dari penelitian yang sudah ada dengan judul “Pengaruh Penambahan Kait pada Tulangan Bambu Terhadap Respon Lentur Balok Beton

Bertulangan Bambu” oleh Lestari (2015). Penelitian tersebut dilanjutkan dengan menambahkan beberapa variabel yang lebih detail agar didapatkan hasil yang lebih akurat.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan di atas, maka didapat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh jenis kait terhadap kuat lekat beton bertulang bambu dengan kait?
2. Bagaimana pengaruh jenis kait terhadap respon lentur balok beton sederhana (2 tumpuan) bertulang bambu dengan kait?

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang dibuat dalam penelitian ini, diantaranya:

1. Benda uji yang digunakan balok berukuran 18 cm x 28 cm x 160 cm.
2. Benda uji pull out digunakan beton dengan ukuran 15 cm x 30 cm x 40 cm dan membenamkan tulangan tepat di tengahnya.
3. Jenis bambu yang digunakan adalah Bambu Petung.
4. Jenis kait yang digunakan diantaranya Bambu Petung dan Kayu Kamper.
5. Pembebanan dilakukan dengan kondisi dua titik pembebanan (*four point loading*).
6. Digunakan dua jenis jarak kait yang berbeda.
7. Digunakan dua jenis mutu beton yang berbeda.
8. Digunakan dua jenis rasio tulangan yang berbeda.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh jenis kait terhadap kuat lekat beton bertulang bambu dengan kait.
2. Mengetahui pengaruh jenis kait terhadap respon lentur balok beton sederhana (2 tumpuan) bertulang bambu dengan kait.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini diantaranya:

1. Dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam perencanaan bangunan konstruksi beton yang menggunakan tulangan bambu.

2. Dapat digunakan sebagai sumber informasi dan referensi untuk acuan penelitian yang terkait dengan tulangan bambu.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton dan Beton Bertulang

Beton merupakan campuran dari kerikil, pasir, semen, air, dan agregat-agregat lain yang dicampur menjadi satu membentuk suatu massa. Beton akan memiliki kekuatan yang tinggi ketika beton tersebut dalam keadaan mengeras. Sebaliknya, dalam keadaan pasta beton dapat dibentuk sesuai dengan kebutuhan. Beton memiliki nilai kuat tekan yang tinggi, namun nilai kuat tarik beton cukup rendah. Untuk mengimbangi nilai kuat tarik beton yang rendah, maka dipasanglah tulangan pada beton tersebut sebagai penahan tarik. Tulangan yang biasa digunakan untuk beton bertulang adalah baja. Baja memiliki nilai kuat tarik yang tinggi dan juga nilai kuat tekan yang tinggi sehingga baja juga dapat menahan tekan bersama dengan beton.

Beton bertulang sering digunakan dalam berbagai macam konstruksi bangunan baik struktur besar maupun struktur kecil karena memiliki beberapa keunggulan, diantaranya:

1. Mudahnya proses pembuatan beton.
2. Nilai kuat tekan beton yang relatif tinggi dibandingkan dengan nilai kuat tekan bahan lainnya.
3. Perawatan beton mudah dan tidak terlalu mahal.
4. Material penyusun beton mudah didapat.
5. Beton memiliki ketahanan tinggi terhadap air dan api.

Beton bertulang tidak hanya memiliki keunggulan, namun juga memiliki beberapa kelemahan seperti berikut ini:

1. Beton bertulang memiliki bobot yang besar.
2. Diperlukan bekisting untuk meletakkan beton segar hingga beton tersebut mengeras.
3. Beton yang sudah mengeras akan sulit untuk diubah bentuknya

Sifat-sifat beton lainnya seperti kekuatan dan keawetan dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah sifat material penyusun beton, perbandingan campuran material penyusun, cara pemadatan dan pengadukan, cara perawatan, dan lain sebagainya.

Secara umum proporsi komposisi unsur pembentuk beton terdapat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Unsur Beton

Agregat Kasar + Agregat Halus	
[60 % - 80 %]	
Semen : 7 % - 15 %	Air
Udara : 1 % - 8 %	[14 % - 21 %]

Sumber: Nasution, 2009

2.2 Material Penyusun Beton Bertulang

Beton bertulang tersusun atas semen, agregat kasar, agregat halus, pasir, air, dan tulangan. Untuk lebih memahami perilaku beton bertulang, maka diperlukan pengetahuan mengenai karakteristik material-material penyusunnya. Berikut penjelasan mengenai karakteristik material penyusun beton bertulang.

2.2.1 Semen

Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesif (adhesive) dan kohesif (cohesive) yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat (Wang dan Salmon, 1986). Semen hidraulis adalah semen yang akan mengeras bila dicampur dengan air. Semen portland adalah semen hidraulis yang umumnya digunakan untuk konstruksi beton bertulang. Beton yang menggunakan semen portland biasanya membutuhkan waktu selama 14 hari untuk mendapatkan kekuatan yang cukup. Namun, dibutuhkan waktu 28 hari untuk mendapatkan kekuatan rencana yang diinginkan.

Semen terbentuk dari beberapa bahan baku, diantaranya:

1. Kapur (CaO)
2. Silika (SiO_2)
3. Alumina (Al_2O_3)

Kekuatan semen merupakan hasil dari proses hidrasi. Proses kimiawi ini berupa rekristalisasi dalam bentuk *interlocking-crystals* sehingga membentuk gel semen yang akan mempunyai kekuatan tekan yang tinggi apabila mengeras (Nawy, 1998).

Semen portland dibagi menjadi beberapa jenis, diantaranya dapat dijelaskan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Jenis-jenis Semen Portland

Jenis Semen	Komponen (%)							Karakteristik Umum
	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF	CaSO ₄	CaO	MgO	
Normal, I	49	25	12	8	2,9	0,8	2,4	Semen untuk semua tujuan
Modifikasi, II	46	29	6	12	2,8	0,6	3,0	Relatif sedikit pelepasan panas; digunakan untuk struktur besar
Kekuatan awal tinggi, III	56	15	12	8	3,9	1,4	2,6	Mencapai kekuatan tinggi pada umur 3 hari
Pemanasan rendah, IV	30	46	5	13	2,9	0,3	2,7	Dipakai pada bendungan beton
Tanah Sulfat, V	43	36	4	12	2,7	0,4	1,6	Dipakai pada saluran dan struktur yang diekspos terhadap sulfat

Sumber: Nawy, 1998

2.2.2 Agregat

Agregat merupakan komponen beton yang paling berperan dalam menentukan besarnya. Pada beton biasanya terdapat sekitar 60% sampai 80% volume agregat. Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa beton dapat berfungsi sebagai benda yang utuh, homogen, dan rapat, dimana agregat yang berukuran kecil berfungsi sebagai pengisi celah yang ada diantara agregat berukuran besar (Nawy, 1998). Sifat agregat akan mempengaruhi sifat beton dan juga ketahanannya. Ketahanan beton meliputi durability dan daya tahan terhadap penurunan mutu. Agregat dibagi menjadi dua jenis yaitu agregat halus dan agregat kasar.

2.2.2.1 Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat dengan ukuran lebih dari ¼ in (6mm). Agregat ini harus terhindar dari bahan-bahan organik atau bahan-bahan yang dapat merusak kekuatan beton atau tulangan. Ukuran agregat yang sering digunakan ialah 1,5 in dan 3/8 in, sedangkan untuk proses pembuatan beton massal digunakan ukuran agregat kasar lebih

dari 6 in. Agregat ini dapat diperoleh dari batuan alam ukuran besar yang dipecah atau batuan alam dengan ukuran kecil.

Menurut Nawy (1998), jenis agregat kasar secara umum diantaranya adalah batu pecah alami, kerikil alami, agregat kasar buatan, dan agregat untuk pelindung nuklir dan berbobot berat.

2.2.2.2 Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat yang memiliki ukuran lebih kecil dari $\frac{3}{16}$ inci (5 mm). Butir-butir agregat halus memiliki sifat kekal karena tidak akan pecah ataupun hancur karena pengaruh cuaca. Ukuran dari agregat halus bervariasi antara ukuran No. 4 dan ukuran No. 100 saringan dari ASTM (*American Society of Testing and Materials*). Agregat halus sebaiknya terhindar dari bahan organik, lempung, dan bahan lain yang dapat merusak campuran beton.

2.2.3 Air

Saat proses pembuatan beton, keberadaan air sangat diperlukan dalam proses reaksi kimiawi dengan semen untuk membasahi agregat. Bercampurnya semen dengan air akan terbentuk suatu gel yang biasa disebut dengan pasta. Jumlah air dalam campuran semen akan berpengaruh pada sifat beton. Air yang terlalu banyak akan mengakibatkan banyaknya gelembung-gelembung air setelah proses hidrasi. Sebaliknya, apabila air terlalu sedikit akan mengakibatkan tidak sempurnanya proses hidrasi sehingga kekuatan beton yang dihasilkan akan berkurang. Sangat dianjurkan untuk menggunakan air yang bersih atau tidak mengandung minyak, garam, gula, atau bahan kimia lain yang dapat merusak beton dan tulangan.

2.3 Bambu sebagai Kait dan Tulangan Beton

Menurut Morisco (1999), bambu dipilih sebagai bahan untuk konstruksi bangunan didasarkan atas ketersediaannya. Pertumbuhan bambu relatif cepat, mudah ditanam, mudah pengerjaannya, harga relatif murah, serta memiliki nilai kuat tarik yang tinggi. Berikut hasil pengujian kuat tarik yang dilakukan pada bambu Petung, bambu Ori, bambu Tutul, dan bambu Wulung yang dapat ditampilkan dalam Tabel 2.3, Tabel 2.4, dan Gambar 2.1.

Tabel 2.3 Tegangan Tarik Bambu Oven

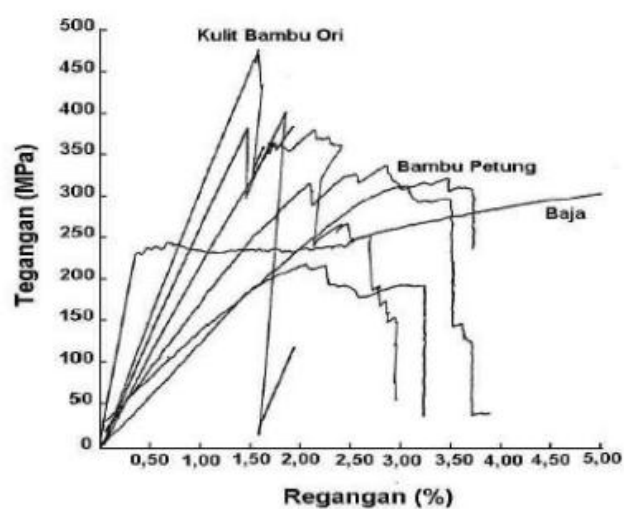
Jenis Bambu	Tegangan Tarik (Mpa)	
	Tanpa Nodia	Dengan Nodia
Ori	291	128
Petung	190	116
Wulung	166	147
Tutul	216	74

Sumber: Morisco, 1999

Tabel 2.4 Kuat Batas dan Tegangan Ijin Bambu

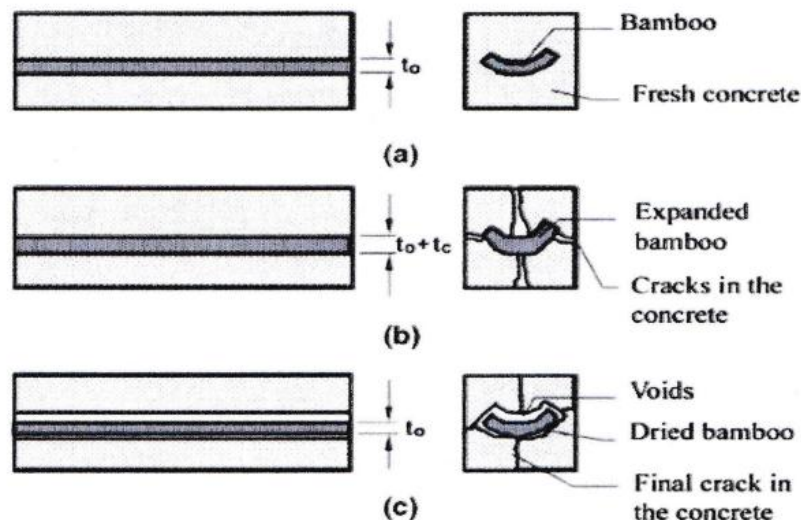
Macam Tegangan	Kuat Batas (kg/cm ²)	Tegangan Ijin (kg/cm ²)
Tarik	981-3920	294.20
Lentur	686-2940	98.07
Tekan	245-981	78.45
E /tarik	196.1x10 ³	196.1x10 ³

Sumber: Morisco, 1999



Gambar 2.1 Hubungan Tegangan dan Regangan Antara Bambu Dengan Baja

Menurut Ghavami (2004) berdasarkan penelitian dahulu, bambu memiliki kemampuan untuk mengembang dan menyusut yang tinggi. Bambu akan dengan mudah menyerap air dan akan menyebabkan keretakan pada beton. Karena itu bambu diberi perlakuan khusus, yaitu dengan memberi lapisan kedap air kemudian dilumuri dengan pasir agar permukaan bambu menjadi kasar sehingga daya lekat antara bambu dan beton dapat meningkat. Bambu yang tidak diberi pelapis kedap air akan menyerap air pada beton seperti dijelaskan pada Gambar 2.2(a). Air yang masuk ke dalam bambu akan menyebabkan bambu mengembang dan retak pada beton seperti Gambar 2.2(b). Kemudian beton akan mengering dan retak beton tersebut menjadi semakin lebar. Akibat lebarnya retak beton tersebut, terjadi kontak antara udara luar dengan bambu sehingga bambu akan menyusut dan membusuk seperti Gambar 2.2(c).



Gambar 2.2 Perilaku Bambu yang Tidak Diberi Pelapis Kedap Air

- (a) Bambu Pada Beton Segar
- (b) Bambu Menyerap Air & Mengembang Saat Masa Perawatan Beton
- (c) Bambu Menyusut Setelah Masa Perawatan Beton

2.4 Kayu Kamper sebagai Kait pada Tulangan Beton

Dalam kehidupan kita sehari-hari, kayu merupakan bahan yang sangat sering dipergunakan untuk tujuan penggunaan tertentu. Terkadang sebagai barang tertentu, kayu tidak dapat digantikan dengan bahan lain karena sifat khasnya. Salah satu jenis kayu yang sering digunakan untuk bahan konstruksi adalah kayu kamper.

Kayu kamper telah lama menjadi alternatif bahan bangunan karena harganya lebih terjangkau. Meskipun tidak setahan lama kayu jati dan sekuat bangkirai, kamper memiliki serat kayu yang halus dan kuat. Karena tidak segetas bangkirai, retak rambut jarang ditemui. Karena tidak sekeras bangkirai, kecenderungan berubah bentuk juga besar sehingga tidak disarankan untuk digunakan pada konstruksi berukuran besar. Kayu kamper termasuk kayu dengan Kelas Awet II; III dan Kelas Kuat II; I.

Prabowo (2011) telah melakukan penelitian untuk membandingkan nilai kuat lentur, kuat geser, kuat tarik, dan kuat tekan dari kayu glugu, kayu kruing, dan kayu kamper. Dalam penelitian tersebut dilakukan melalui empat tahap yaitu tahap persiapan, tahap pembuatan benda uji, tahap pelaksanaan pengujian, dan tahap analisis hasil pengujian. Berikut data hasil pengujian mengenai kayu kamper akan dijelaskan pada Tabel 2.5:

Tabel 2.5 Hasil Pengujian Kayu Kamper

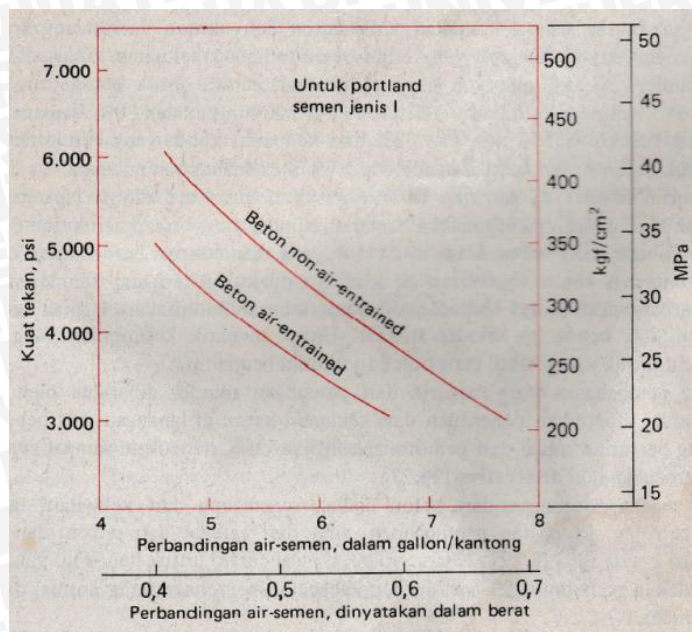
	Kuat Lentur (N/mm ²)	Kuat Geser (N/mm ²)	Kuat Tarik (N/mm ²)	Kuat Tekan (N/mm ²)
Teoritis	< 18	< 4,3	< 17	< 24
Uji Lapangan	100,42	3,71	46,27	72,93

Sumber: Prabowo, 2011

2.5 Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar dan halus, air, dan berbagai jenis campuran. Perbandingan dari air terhadap semen merupakan faktor utama didalam penentuan kekuatan beton. Semakin rendah perbandingan air semen, semakin tinggi kekuatan tekan. Suatu jumlah tertentu air diperlukan untuk memberikan aksi kimiawi didalam pengerasan beton; kelebihan air

meningkatkan kemampuan pengerjaan (mudahnya beton untuk dicor) akan tetapi menurunkan kekuatan (Wang dan Salmon, 1986).



Gambar 2.3 Pengaruh nilai perbandingan air-semen pada kekuatan tekan 28 hari

Mutu dari sebuah struktur dapat dilihat dari besarnya nilai kuat tekan beton. Untuk itu, diperlukan pengujian kuat tekan beton untuk mengetahui nilai kuat tekan hancur dari benda uji. Pengujian tersebut dilakukan menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm saat benda uji tersebut berumur 28 hari. Persamaan untuk menghitung kuat tekan beton:

$$f'_c = \frac{P}{A} \quad (2-1)$$

dimana:

f'_c = kuat tekan beton (N/mm^2)

P = beban yang diberikan (N)

A = luas penampang yang tertekan (mm^2)

Kekuatan beton paling umum digunakan adalah sekitar 3000 sampai 6000 psi, dan beton komersial dengan agregat biasa, kekuatannya sekitar 300 sampai 10000 psi (Nawy, 1998). Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai kuat tekan beton diantaranya adalah faktor air semen (FAS), sifat dan kualitas dari material penyusun, cara pengerjaan dan cara perawatan beton, perbandingan komposisi material yang digunakan, *slump*.

2.6 Kuat Lekat antara Tulangan dengan Beton

Dalam perencanaan beton bertulang, tidak diijinkan terjadinya selip antara tulangan dengan beton. Tulangan dengan beton harus melekat menjadi satu kesatuan sehingga kemungkinan untuk selip kecil terjadi. Nawy (1988) menjelaskan bahwa gesekan yang ada pada tulangan baja dan beton akan meningkatkan tahanan gelincir. Efek ini sering disebut dengan lekatan (*bond*). Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat lekat tulangan dengan beton antara lain:

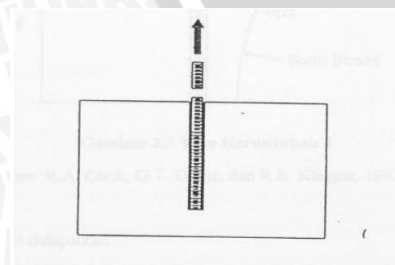
1. Bentuk, diameter, dan jarak tulangan.
2. Adhesi antara elemen-elemen beton dengan tulangan baja.
3. Efek dari kualitas beton, yaitu kekuatan tarik dan kekuatan tekannya.
4. Efek dari penjangkaran ujung tulangan.
5. Efek memegang (*gripping*) akibat dari susut pengeringan beton di daerah sekitar tulangan.
6. Keadaan saling mengunci saat tulangan mengalami tegangan tarik dan tahanan gesekan terhadap gelincir.

Terdapat beberapa pengujian yang digunakan untuk menentukan kualitas lekatan dari tulangan, antara lain pengujian *pull-out*, pengujian balok, dan pengujian *embdded-rod*. Pengujian *pull-out* digunakan untuk menentukan perbandingan antara efisiensi lekatan tulangan dengan panjang penampang. Dalam pengujian *pull-out*, baja akan mengalami tarik dan beton akan mengalami tekan.

Terdapat tiga macam keruntuhan yang terjadi pada pengujian *pull-out* berdasarkan *ACI structural journal title No. 90-S53*, diantaranya adalah:

1. Tipe 1

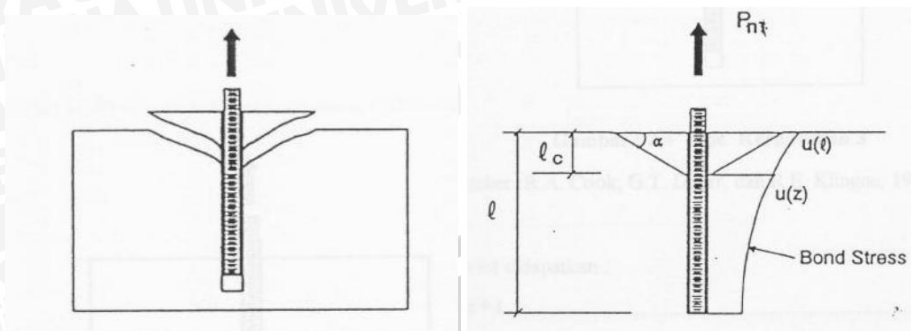
Besi angkur mengalami kegagalan saat mendapatkan beban tarik sehingga tegangan lekatan tidak bisa didapatkan.



Gambar 2.4 Tipe Keruntuhan 1

2. Tipe 2

Beton bagian atas mengalami keruntuhan dan terjadi pencabutan dari besi angkur.



Gambar 2.5 Tipe Keruntuhan 2

Dalam keadaan ini akan didapat rumus:

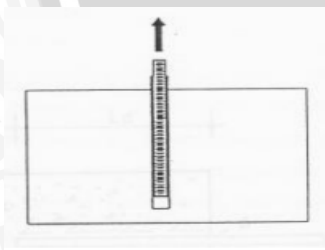
$$P_n = P_{cone} + P_{bond} \quad (2-2)$$

$$P_{cone} = \pi \cdot f_t \frac{L_c}{\tan \alpha} \quad (2-3)$$

$$P_{bond} = \int_0^{l-l_c} U(z) \pi \cdot d \, dz \quad (2-4)$$

3. Tipe 3

Besi angkur tercabut namun tidak terjadi keruntuhan pada beton ataupun besi angkurnya.



Gambar 2.6 Tipe Keruntuhan 3

Dalam keadaan ini akan didapatkan rumus:

$$P_n = \mu \cdot \pi \cdot d \, l_d$$

dimana:

P_n = besar gaya cabut angkur

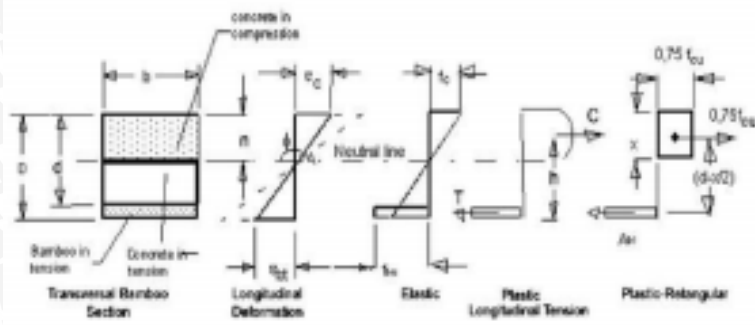
μ = tegangan lekat rata-rata

d = diameter tulangan

l_d = panjang penyaluran

2.7 Analisis Balok Terlentur Bertulangan Bambu

Berikut tahapan distribusi tegangan dan regangan dari balok dengan beton bertulangan bambu menurut Ghavami (2005), seperti pada Gambar 2.8.

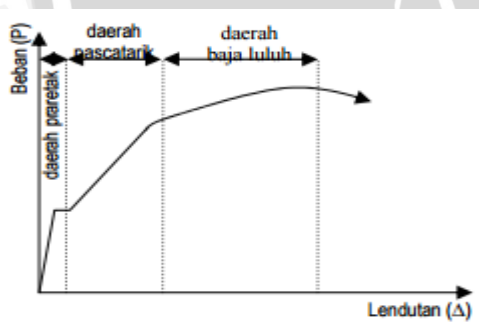


Gambar 2.7 Distribusi Tegangan dan Regangan pada Balok Beton Bertulangan Bambu.

2.8 Perilaku Lendutan

Lendutan (defleksi) merupakan deformasi yang terjadi akibat adanya beban yang bekerja pada suatu balok.

Nawy (1998) memaparkan bahwa, hubungan antara beban dan lendutan balok beton bertulangan dapat digambarkan menjadi bentuk trilinear seperti yang dijelaskan pada Gambar 2.9.



Gambar 2.8 Hubungan Beban dan Lendutan pada Balok

Sebelum terjadinya *rupture*, terdapat tiga daerah pada gambar hubungan beban dengan lendutan pada balok, diantaranya:

1. Daerah I: Taraf Pracetak, Balok belum terjadi retak akibat pembebanan. Segmen praretak ini berupa garis lurus yang memperlihatkan perilaku elastis penuh.
2. Daerah II: Taraf Beban PascaTarik (Pascaretak). Hampir semua balok terletak pada daerah ini pada saat beban kerja. Balok yang di bebani pada tumpuan sederhana, mengalami retak yang semakin lebar dan dalam pada lapangan, sedangkan pada tumpuan hanya terjadi retak minor yang tidak lebar. Apabila sudah terjadi letak

lentur, kontribusi kekuatan tarik beton sudah hilang. Semakin besar retaknya, akan semakin berkurang kekakuannya sampai mencapai suatu nilai yang berupa *lower-bound* (batas bawah) sehubungan dengan momen inersia penampang retak.

3. Daerah III: Taraf Retak *Postserviceability* dan Keadaan Limit Perilaku Lendutan. Diagram beban-defleksi pada daerah III ini jauh lebih datar daripada daerah-daerah sebelumnya. Hal ini disebabkan karena hilangnya kekakuan penampang akibat retak yang cukup banyak dan lebar di sepanjang bentang. Balok yang tulangan tariknya mulai leleh dapat dikatakan bahwa telah runtuh secara struktural. Balok ini terus-menerus mengalami defleksi tanpa adanya tambahan beban dan retak semakin terbuka sehingga garis netral mendekati serat tepi tekan. Pada akhirnya terjadi keruntuhan sekunder yang dapat mengakibatkan kehancuran total pada beton.

Menurut SNI 2002, lendutan maksimum pada suatu struktur memiliki batas seperti dijelaskan pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Lendutan izin maksimum

Jenis komponen struktur	Lendutan yang diperhitungkan	Batas lendutan
Atap datar yang tidak menahan atau tidak disatukan dengan komponen nonstruktural yang mungkin akan rusak oleh lendutan yang besar	Lendutan seketika akibat beban hidup (L)	$\ell^a / 180$
Lantai yang tidak menahan atau tidak disatukan dengan komponen nonstruktural yang mungkin akan rusak oleh lendutan yang besar	Lendutan seketika akibat beban hidup (L)	$\ell / 360$
Konstruksi atap atau lantai yang menahan atau disatukan dengan komponen nonstruktural yang mungkin akan rusak oleh lendutan yang besar	Bagian dari lendutan total yang terjadi setelah pemasangan komponen nonstruktural (jumlah dari lendutan jangka panjang, akibat semua beban tetap yang bekerja, dan lendutan seketika, akibat pembebanan beban hidup) ^c	$\ell^b / 480$
Konstruksi atap atau lantai yang menahan atau disatukan dengan komponen nonstruktural yang mungkin tidak akan rusak oleh lendutan yang besar.		$\ell^d / 240$

a. Batasan ini tidak dimaksudkan untuk mencegah kemungkinan penggenangan air. Kemungkinan penggenangan air harus diperiksa dengan melakukan perhitungan lendutan, termasuk lendutan tambahan akibat adanya penggenangan air tersebut, dan mempertimbangkan pengaruh jangka panjang dari beban yang selalu bekerja, lawan lendut, toleransi konstruksi dan keandalan sistem drainase.

b. Batas lendutan boleh dilampaui bila langkah pencegahan kerusakan terhadap komponen yang ditumpu atau yang disatukan telah dilakukan.

c. Lendutan jangka panjang harus dihitung berdasarkan ketentuan 11.5(2(5)) atau 11.5(4(2)), tetapi boleh dikurangi dengan nilai lendutan yang terjadi sebelum penambahan komponen non-struktural. Besarnya nilai lendutan ini harus ditentukan berdasarkan data teknis yang dapat diterima berkenaan dengan karakteristik hubungan waktu dan lendutan dari komponen struktur yang serupa dengan komponen struktur yang ditinjau.

d. Tetapi tidak boleh lebih besar dari toleransi yang disediakan untuk komponen non-struktur. Batasan ini boleh dilampaui bila ada lawan lendut yang disediakan sedemikian hingga lendutan total dikurangi lawan lendut tidak melebihi batas lendutan yang ada.

Sumber: SNI, 2002

2.9 Hasil Penelitian Terdahulu

1. Jurnal berjudul “Pengaruh Penambahan Kait pada Tulangan Bambu terhadap Respon Lentur Balok Beton Bertulangan Bambu” yang disusun oleh Agustin Dita Lestari dari Universitas Brawijaya pada tahun 2015. Pada penelitian ini dilakukan penambahan kait pada balok beton bertulangan bambu untuk meningkatkan respon lentur. Jenis kait yang digunakan adalah bambu dengan jarak kait sebesar 2,5 cm; 5 cm; dan 10 cm. Penelitian ini menggunakan dua jenis pengujian, yaitu pengujian *pull-out* dan pengujian kuat lentur.

Hasil dari penelitian tersebut:

- Dengan adanya kait maka nilai tegangan lekat antara beton dengan tulangan bambu meningkat.
- Terjadinya peningkatan kapasitas beban maksimum yang dihasilkan dari pengujian kuat lentur dengan adanya penambahan kait pada balok bertulangan bambu (2 tumpuan).
- Terjadinya peningkatan kapasitas beban maksimum yang dihasilkan dari pengujian kuat lentur dengan adanya penambahan kait pada balok bertulangan bambu (3 tumpuan).

2. Jurnal berjudul “Pengaruh Modifikasi Tulangan Bambu Gombong terhadap Kuat Cabut Bambu pada Beton” disusun oleh Herry Suryadi, Matius Tri Agung, dan Eigya Bassita Bangun dari Universitas Katolik Parahyangan pada tahun 2013. Pada penelitian ini dilakukan modifikasi tulangan bambu untuk meningkatkan kuat cabut bambu pada beton dengan cara melilitkan kawat tali dan memberikan tonjolan pada tulangan bambu. Uji kuat cabut dilakukan dengan membenamkan tulangan bambu sedalam 15 cm pada silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

Hasil dari penelitian tersebut:

- Modifikasi tulangan bambu mampu meningkatkan kuat cabut antara bambu dan beton, hal ini ditunjukkan dengan besarnya rata-rata tegangan cabut tulangan bambu yang dimodifikasi lebih besar dibandingkan dengan tulangan bambu polos.
- Ragam kegagalan pada tulangan bambu yang dililit dengan kawat adalah kegagalan tumpu pada bambu. Lilitan kawat sudah tidak dapat lagi mempertahankan posisinya sehingga tulangan bambu terlepas dari lilitan kawat dan akhirnya tulangan bambu tercabut

➤ Ragam kegagalan pada tulangan bambu yang diberi tonjolan adalah kegagalan geser pada tonjolan yang ditandai dengan terlepasnya tonjolan tersebut dengan kegagalan searah dengan serat bambu.

3. Jurnal berjudul “Kuat Lekat Tulangan Bambu Wulung dan Petung Takikan pada Beton Normal” disusun oleh Agus Setiya Budi dan Sugiyarto dari Universitas Sebelas Maret pada tahun 2013. Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah beton silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Tulangan bambu takikan berdimensi panjang 50 cm, lebar 1,5 cm, dan tebal 0,52 cm ditanam pada pusat beton silinder sedalam 15 cm. Sebagai pembanding, digunakan tulangan baja polos berdiameter 10 mm.

Hasil dari penelitian tersebut:

- Nilai kuat lekat rata-rata beton dengan tulangan baja polos adalah 0,127 MPa.
- Nilai kuat lekat rata-rata beton dengan tulangan bambu Petung takikan sejajar sebesar 0,004818 MPa dan takikan tidak sejajar sebesar 0,007758 MPa.
- Nilai kuat lekat rata-rata beton dengan tulangan bambu Wulung takikan sejajar sebesar 0,002433 MPa dan takikan tidak sejajar sebesar 0,007076 MPa.

2.10 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan tinjauan pustaka di atas, maka dapat diambil hipotesis sebagai berikut:

1. Penggunaan variasi jenis kait pada tulangan bambu memberikan pengaruh terhadap kuat lekat antara tulangan bambu dengan beton.
2. Penggunaan variasi jenis kait pada tulangan bambu memberikan pengaruh terhadap kapasitas lentur balok beton bertulangan bambu.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang. Dilakukan pada semester genap tahun ajaran 2015-2016.

3.2 Variabel Penelitian

Adapun variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Variabel Bebas (*Independent variable*) merupakan variabel yang perubahannya bebas dilakukan peneliti.
2. Variabel Terikat (*dependent variable*) merupakan variabel yang tergantung pada variabel bebas.

Tabel 3.1 Variabel dalam penelitian

No.	Pengujian	Variabel Bebas	Variabel Terikat
1.	Pengujian <i>Pull Out</i>	Penambahan kait dengan menggunakan jenis kait berupa Bambu Petung dan Kayu Kamper	Kuat tekan menahan gaya cabut (<i>pull out</i>)
2.	Pengujian lentur pada balok	Penambahan kait dengan menggunakan jenis kait berupa Bambu Petung dan Kayu Kamper	Kuat lentur, lendutan, pola retak

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Satu set ayakan untuk analisa agregat

2. Timbangan dengan kapasitas 150 kg dengan ketelitian 100 gr dan timbangan kapasitas 5 kg dengan ketelitian 1gr
3. Cetakan balok beton bertulang dengan ukuran yang telah ditentukan
4. Mesin pencampur beton (*concrete mixer*)
5. Satu set alat penguji slump beton
6. Alat pengukur besarnya lendutan berupa LVDT
7. *Loading frame* atau rangka penguji untuk menempatkan benda uji pada saat pengujian
8. *Hydraulic jack* (dongkrak hidrolik) dan *load cell*, untuk pemberian beban secara bertahap
9. Jangka sorong, mistar pengukur
10. Sendok semen, talam
11. Cetakan silinder
12. Mesin uji tekan beton
13. *Universal Testing Machine* untuk pengujian *pull-out*

3.3.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Semen Gresik PPC
2. Air PDAM Kota Malang
3. Agregat halus
4. Agregat kasar
5. Bambu Petung
6. Bendrat
7. Cat
8. *Lem epoxy* merk Avian
9. Kayu Kamper
10. Besi Polos

3.4 Analisa Bahan

3.4.1 Semen

Digunakan semen Gresik PPC dan tidak dilakukan pengujian khusus. Jika semua semen belum mengeras atau menggumpal maka semen dalam keadaan bagus.

3.4.2 Air

Air yang digunakan berasal dari air bersih PDAM Kota Malang, oleh karena itu tidak dilakukan pengujian.

3.4.3 Agregat

Pengujian yang dilakukan meliputi analisa ayakan, berat jenis, dan penyerapan berdasarkan standar ASTM C 33. Agregat diusahakan mendekati keadaan sebenarnya di lapangan, sehingga tidak dicuci namun tetap dijaga dari kotoran organik yang dapat merusak kualitas beton.

3.4.4 Tulangan

Digunakan bambu petung sebagai tulangan beton yang berasal dari Kota Malang dan tidak dilakukan pengujian khusus.

3.4.5 Beton

Mutu beton yang digunakan sebesar $f'_c=20$ MPa dan $f'_c=30$ MPa

3.4.6 Kait

Digunakan bambu petung dan kayu kamper sebagai kait pada beton yang berasal dari Kota Malang dan tidak dilakukan pengujian khusus.

3.4.7 Besi Polos

Besi polos Ø6-200 mm digunakan sebagai sengkang pada balok beton bertulangan bambu.

3.5 Rancangan Penelitian

Benda uji yang akan dibuat adalah balok beton bertulangan bambu dengan ukuran 18 cm x 28 cm x 160 cm, dengan variasi sampel sebagai berikut:

- A = mutu beton 20 MPa dan 30 MPa
- B = jarak kait 6 cm dan 12 cm
- C = rasio tulangan 0,8% dan 1,6%
- D = jenis kait adalah bambu petung dan kayu kamper

3.5.1 Rancangan Benda Uji Tekan

Benda uji tekan dibuat dengan mutu 20 MPa dan 30 MPa. Masing-masing benda uji dibuat tiga kali ulangan.

3.5.2 Rancangan Benda Uji Pull-Out

Tabel 3.2 Faktor untuk Pengujian *Pull-Out*

Faktor	Taraf		Keterangan	
A (Mutu Beton)	a ₁	20 MPa	-	
	a ₂	30 MPa	+	
B (Jarak Kait)	b ₁	6 cm	-	
	b ₂	12 cm	+	
D (Jenis Kait)	d ₁	Bambu Petung	-	
	d ₂	Kayu Kamper	+	
	a ₁		a ₂	
	b ₁	b ₂	b ₁	b ₂
d ₁	a ₁ b ₁ d ₁	a ₁ b ₂ d ₁	a ₂ b ₁ d ₁	a ₂ b ₂ d ₁
d ₂	a ₁ b ₁ d ₂	a ₁ b ₂ d ₂	a ₂ b ₁ d ₂	a ₂ b ₂ d ₂

Rancangan penelitian untuk pengujian *pull-out* adalah sebagai berikut :

Tabel 3.3 Form Pengujian *Pull-Out*

No	Benda Uji	Beban(kN)
1	$a_1b_1d_1$ 1	
2	$a_1b_1d_1$ 2	
3	$a_1b_1d_2$ 1	
4	$a_1b_1d_2$ 2	
5	$a_1b_2d_1$ 1	
6	$a_1b_2d_1$ 2	
7	$a_1b_2d_2$ 1	
8	$a_1b_2d_2$ 2	
9	$a_2b_1d_1$ 1	
10	$a_2b_1d_1$ 2	
11	$a_2b_1d_2$ 1	
12	$a_2b_1d_2$ 2	
13	$a_2b_2d_1$ 1	
14	$a_2b_2d_1$ 2	
15	$a_2b_2d_2$ 1	
16	$a_2b_2d_2$ 2	

3.5.3 Rancangan Benda Uji Kuat Lentur

Benda uji dibuat berdasarkan perhitungan sampel dengan percobaan faktorial sebagian. Keuntungan rancangan ini ialah tersedianya satu derajat kebebasan untuk tiap interaksi. Percobaan ini dapat mengambil separuh, seperempat, atau seperdelapan dari keseluruhan rancangan faktorial yang betul-betul dilaksanakan. Pembuatan mulai dengan pemilihan kontras penentu yang betul-betul akan dikorbankan. Kemudian bentuk kedua

blok yang sesuai dengan kontras tersebut dan pilih salah satu sebagai rancangan yang akan dicobakan. (Walpole dan Myers, 1995).

Percobaan faktorial $2^k = 2^4$ dengan memanfaatkan setengah replikasi. Faktor yang digunakan dapat dijelaskan dalam Tabel 3.4:

Tabel 3.4 Faktor pengujian Kuat Lentur

Faktor	Taraf	Keterangan	
A (Mutu Beton)	a ₁	20 MPa	-
	a ₂	30 MPa	+
B (Jarak Kait)	b ₁	6 cm	-
	b ₂	12 cm	+
C (Rasio Tulangan)	c ₁	0,80%	-
	c ₂	1,60%	+
D (Jenis Kait)	d ₁	Bambu Petung	-
	d ₂	Kayu Kamper	+

Dengan asumsi:

- 1 = Taraf rendah (-)
- 2 = Taraf tinggi (+)

Tabel 3.5 Benda Uji

		a ₁		a ₂	
		b ₁	b ₂	b ₁	b ₂
c ₁	d ₁	a ₁ b ₁ c ₁ d ₁	a ₁ b ₂ c ₁ d ₁	a ₂ b ₁ c ₁ d ₁	a ₂ b ₂ c ₁ d ₁
	d ₂	a ₁ b ₁ c ₁ d ₂	a ₁ b ₂ c ₁ d ₂	a ₂ b ₁ c ₁ d ₂	a ₂ b ₂ c ₁ d ₂
c ₂	d ₁	a ₁ b ₁ c ₂ d ₁	a ₁ b ₂ c ₂ d ₁	a ₂ b ₁ c ₂ d ₁	a ₂ b ₂ c ₂ d ₁
	d ₂	a ₁ b ₁ c ₂ d ₂	a ₁ b ₂ c ₂ d ₂	a ₂ b ₁ c ₂ d ₂	a ₂ b ₂ c ₂ d ₂

Dengan demikian maka rancangan yang digunakan adalah percobaan yang bernilai negatif atau percobaan bertaraf rendah:

Tabel 3.6 Taraf Benda Uji

		a ₁		a ₂	
		b ₁	b ₂	b ₁	b ₂
c ₁	d ₁	+	-	-	+
	d ₂	-	+	+	-
c ₂	d ₁	-	+	+	-
	d ₂	+	-	-	+

Sebelum membahas mengenai analisa percobaan faktorial, maka perlu diketahui pengertian dari pengaruh sederhana, pengaruh utama, dan pengaruh interaksi. Pengaruh sederhana merupakan pengaruh dari suatu faktor pada taraf tertentu dari faktor lain. Pengaruh utama merupakan nilai rata-rata dari pengaruh sederhana dan merupakan pengaruh utama dari faktor yang dicari. Sedangkan pengaruh interaksi merupakan nilai rata-rata dari selisih respons diantara pengaruh sederhana suatu faktor. Jika ingin mengetahui pengaruh utama faktor D dari rancangan percobaan diatas, maka digunakan persamaan sebagai berikut:

$$D = \frac{1}{4n} \{ (a_1b_1c_1d_2 + a_2b_2c_1d_2 + a_1b_2c_2d_2 + a_2b_1c_2d_2) - (a_1b_2c_1d_1 + a_2b_1c_1d_1 + a_1b_1c_2d_1 + a_2b_2c_2d_1) \}$$

Dari rancangan percobaan faktorial diatas, pengaruh dari taraf tertentu yang tidak berarti dapat diabaikan untuk menghindari terjadinya pemborosan. Untuk mempermudah, dapat dijelaskan pada persamaan eliminasi dibawah ini:

Kontras D

$$\begin{array}{l}
 a_1, b_2, c_1, d_1 \\
 a_2, b_1, c_1, d_1 \\
 a_1, b_1, c_2, d_1 \\
 a_2, b_2, c_2, d_1 \\
 \\
 a_1, b_1, c_1, d_2 \\
 a_2, b_2, c_1, d_2 \\
 a_1, b_2, c_2, d_2 \\
 a_2, b_1, c_2, d_2 \\
 \hline
 \end{array}
 =
 \begin{array}{ccc}
 & & \\
 & & \\
 4d_1 & + & \\
 & & \\
 & & \\
 & & \\
 4d_2 & + & \\
 & & \\
 & & \\
 & & \\
 \hline
 4d_1 & - & 4d_2
 \end{array}$$

Prosedur analisis ragam untuk percobaan faktorial yang terdiri dari empat faktor (faktor A, B, C, dan D) dengan menggunakan rancangan dasar RAL (Rancangan Acak Linier) dapat diikuti melalui tahap-tahap berikut:

❖ Tahap 1

Hitung Jumlah Kuadrat (JK) faktor utama (faktor A, B, C, dan D) dan Jumlah Kuadrat Interaksi (AC dan AD) dengan k, n masing-masing adalah jumlah faktor dan jumlah ulangan, maka:

$$JK(D) = \frac{[Kontras D]^2}{2^{k-1}n}$$

❖ Tahap 2

Hitung Jumlah Kudrat Total (JKT), Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP), dan Jumlah Kuadrat Galat (JKG) seperti pada prosedur RAL.

$$JKT = \sum \sum y_{ijk}^2 - \frac{1}{2} \frac{y^2}{2^k n}$$

$$JKP = JK(D)$$

$$JKG = JKT - JKP$$

❖ Tahap 3

Tentukan derajat bebas (DB) masing-masing dimana a, b, c, dan d masing-masing adalah jumlah taraf faktor A, jumlah taraf faktor B, jumlah taraf faktor C, dan jumlah taraf faktor D, maka:

$$\text{DB faktor (D)} = d - 1$$

$$\text{DB Total} = nabcd - 1$$

$$\text{DB Perlakuan} = \text{DB(D)}$$

$$\text{DB Galat} = \text{DB Total} - \text{DB Perlakuan}$$

❖ Tahap 4

Menentukan kuadrat tengah (KT) masing-masing melalui pembagian antara JK masing-masing perlakuan dan derajat bebasnya, yaitu:

$$KT(D) = JK(D) / DB(D)$$

$$KT(G) = JK(G) / DB(G)$$

❖ Tahap 5

Menghitung f hitung melalui pembagian antara KT masing-masing perlakuan dengan KT Galat, yaitu:

$$f \text{ hitung (D)} = \text{KT (D)} / \text{KT (G)}$$

❖ Tahap 6

Menyusun daftar analisis ragam seperti Tabel 3.7 dibawah ini:

Tabel 3.7 Daftar Analisis Ragam

Perilaku	JK	DB	KT	F hitung	F table
Pengaruh Utama					
D					
Galat					
Jumlah					

Rancangan penelitian untuk pengujian lentur pada balok dijelaskan pada Tabel 3.8 sampai Tabel 3.15 sebagai berikut:

Tabel 3.8 Form Pengujian pada Balok Benda Uji $a_1b_1c_1d_2$

Benda Uji: $a_1b_1c_1d_2$			
Beban (Kg)	Defleksi (mm)		
	1	2	3

Tabel 3.9 Form Pengujian pada Balok Benda Uji $a_2b_2c_1d_2$

Benda Uji: $a_2b_2c_1d_2$			
Beban (Kg)	Defleksi (mm)		
	1	2	3

Tabel 3.10 Form Pengujian pada Balok Benda Uji $a_1b_2c_2d_2$

Benda Uji: $a_1b_2c_2d_2$			
Beban (Kg)	Defleksi (mm)		
	1	2	3

Tabel 3.11 Form Pengujian pada Balok Benda Uji $a_2b_1c_2d_2$

Benda Uji: $a_2b_1c_2d_2$			
Beban (Kg)	Defleksi (mm)		
	1	2	3

Tabel 3.12 Form Pengujian pada Balok Benda Uji $a_1b_2c_1d_1$

Benda Uji: $a_1b_2c_1d_1$			
Beban (Kg)	Defleksi (mm)		
	1	2	3

Tabel 3.13 Form Pengujian pada Balok Benda Uji $a_2b_1c_2d_1$

Benda Uji: $a_2b_1c_2d_1$			
Beban (Kg)	Defleksi (mm)		
	1	2	3

Tabel 3.14 Form Pengujian pada Balok Benda Uji $a_1b_1c_2d_1$

Benda Uji: $a_1b_1c_2d_1$			
Beban (Kg)	Defleksi (mm)		
	1	2	3

Tabel 3.15 Form Pengujian pada Balok Benda Uji $a_2b_2c_2d_1$

Benda Uji: $a_2b_2c_2d_1$			
Beban (Kg)	Defleksi (mm)		
	1	2	3

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Pembuatan Tulangan Bambu

Langkah-langkah pembuatan tulangan bambu adalah sebagai berikut:

1. Pemotongan bambu untuk tulangan berukuran 2 x 1 x 160 cm.
2. Pemasangan kait pada tulangan bambu dengan menggunakan lem epoxy pada bagian yang telah ditentukan.
3. Melapisi tulangan bambu dengan cat dan pasir.
4. Mengeringkan tulangan bambu tersebut.

3.6.2 Pengujian Kuat Tekan

Untuk pelaksanaan pengujian kuat tekan beton harus diikuti beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Meletakkan benda uji pada mesin secara sentris.
2. Jalankan mesin tekan dengan penambahan beban yang konstan.
3. Lakukan pembebanan pada benda uji sampai benda uji mengalami keretakan dan catat beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji.

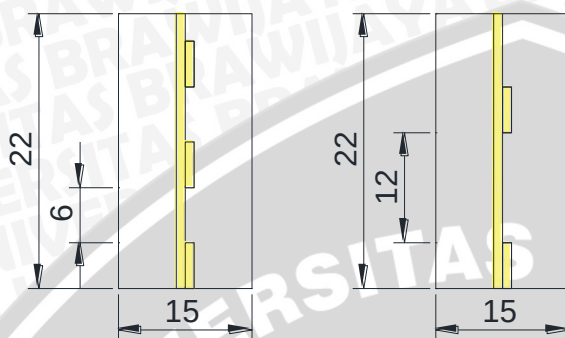
3.6.3 Pengujian Pull-Out

Langkah-langkah pembuatan dan pengujian benda uji *pull out* adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan material dan peralatan yang akan digunakan untuk pembuatan benda uji *pull out*.
2. Menyiapkan cetakan beton dengan ukuran 15 cm x 30 cm x 25 cm
3. Memasang tulangan bambu dengan berbagai variasi ke dalam cetakan silinder

seperti pada Gambar 3.1.

4. Pencampuran bahan-bahan dengan mesin pencampur beton.
5. Menuangkan campuran beton dengan cetakan yang telah disiapkan.
6. Setelah benda uji berumur 28 hari, maka akan diuji dengan menggunakan *Universal Testing Machine*.



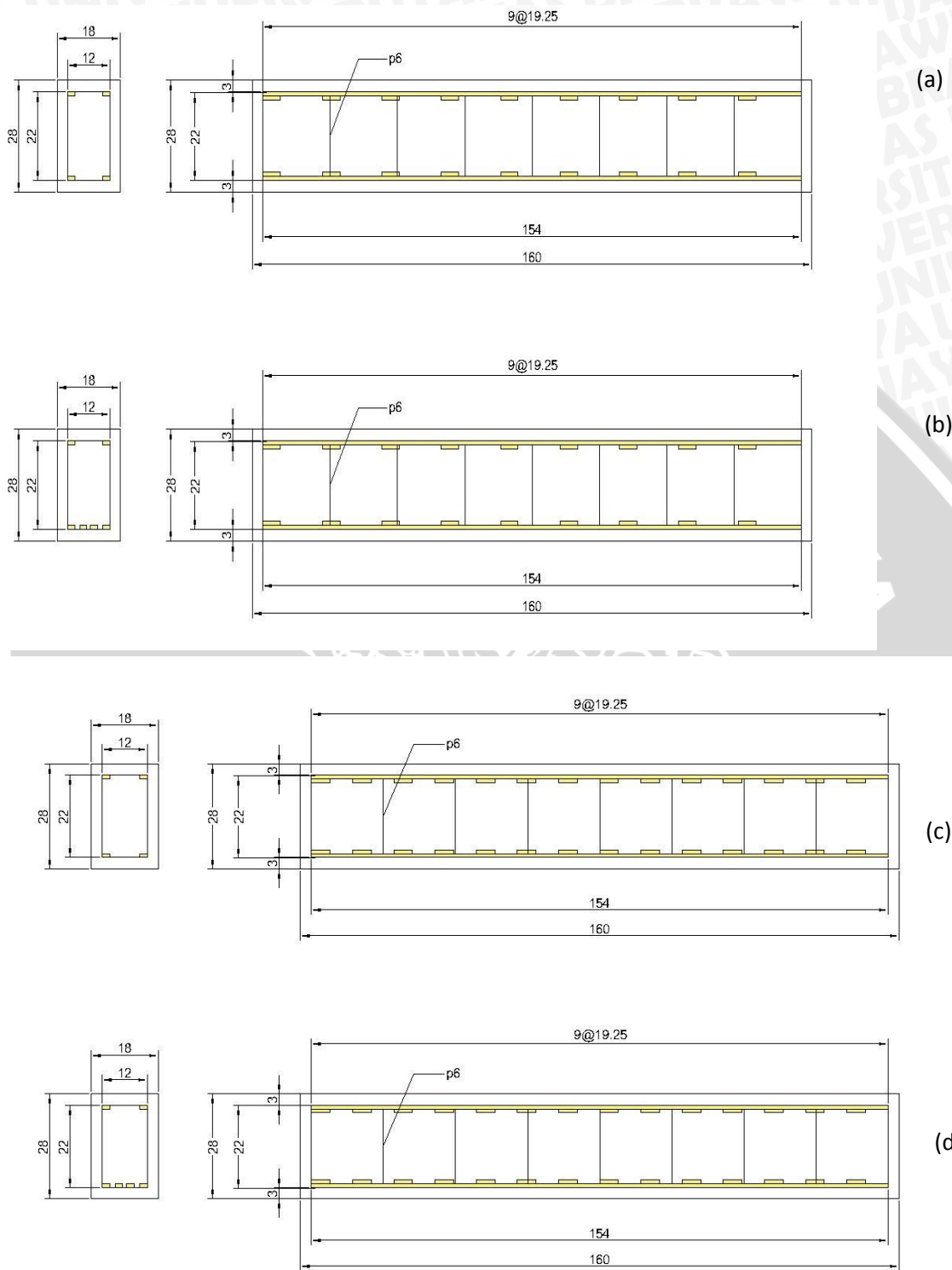
Gambar 3.1 Rancangan Benda uji Pull-Out

3.6.4 Pengujian Kuat Lentur

Tahap-tahap dalam pembuatan benda uji balok adalah:

1. Menyiapkan material dan peralatan yang akan digunakan untuk pembuatan benda uji balok.
2. Menyiapkan bekisting dengan ukuran 18 x 28 x 160 cm dan memasang detail tulangan seperti pada Gambar 3.2.
3. Pencampuran bahan-bahan dengan mesin pencampur beton.

Menuangkan campuran beton dengan cetakan yang telah disiapkan.



Gambar 3.2 Benda uji balok dengan variasi tulangan

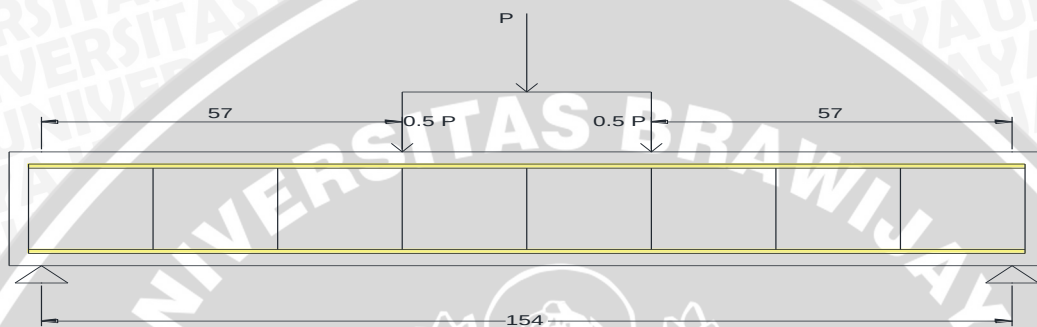
- (a) Benda uji balok dengan rasio tulangan 0,8% dan jarak kait 12 cm
- (b) Benda uji balok dengan rasio tulangan 1,6% dan jarak kait 12 cm
- (c) Benda uji balok dengan rasio tulangan 0,8% dan jarak kait 6 cm

(d) Benda uji balok dengan rasio tulangan 1,6% dan jarak kait 6 cm

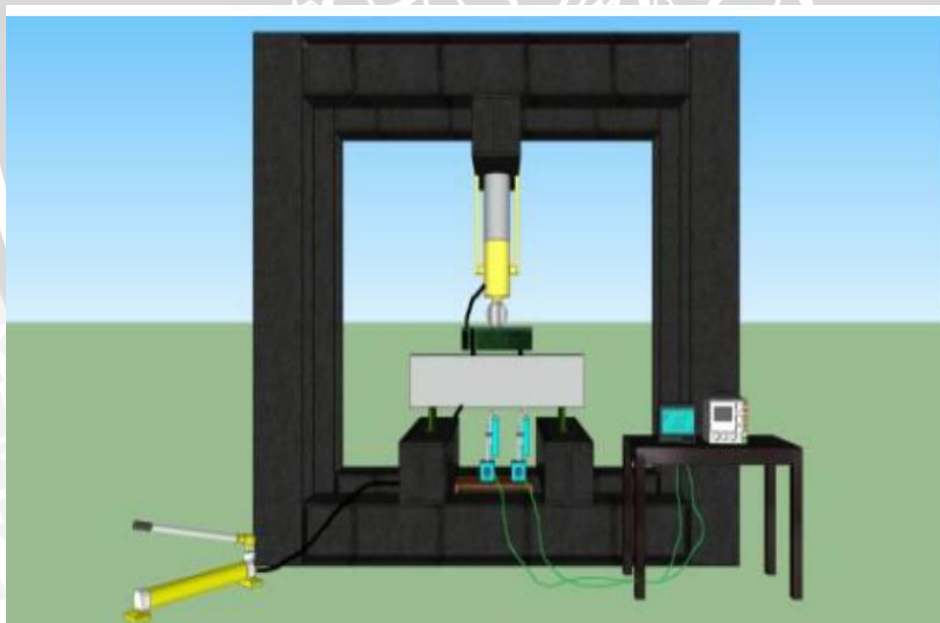
Tahap-tahap dalam pengujian benda uji balok adalah:

1. Balok Beton Sederhana

Pengujian benda uji dilakukan pada saat balok umur 28 hari. Benda uji balok beton ditempatkan *loading frame* dengan skema pembebanan seperti pada Gambar 3.3 dan Gambar 3.4

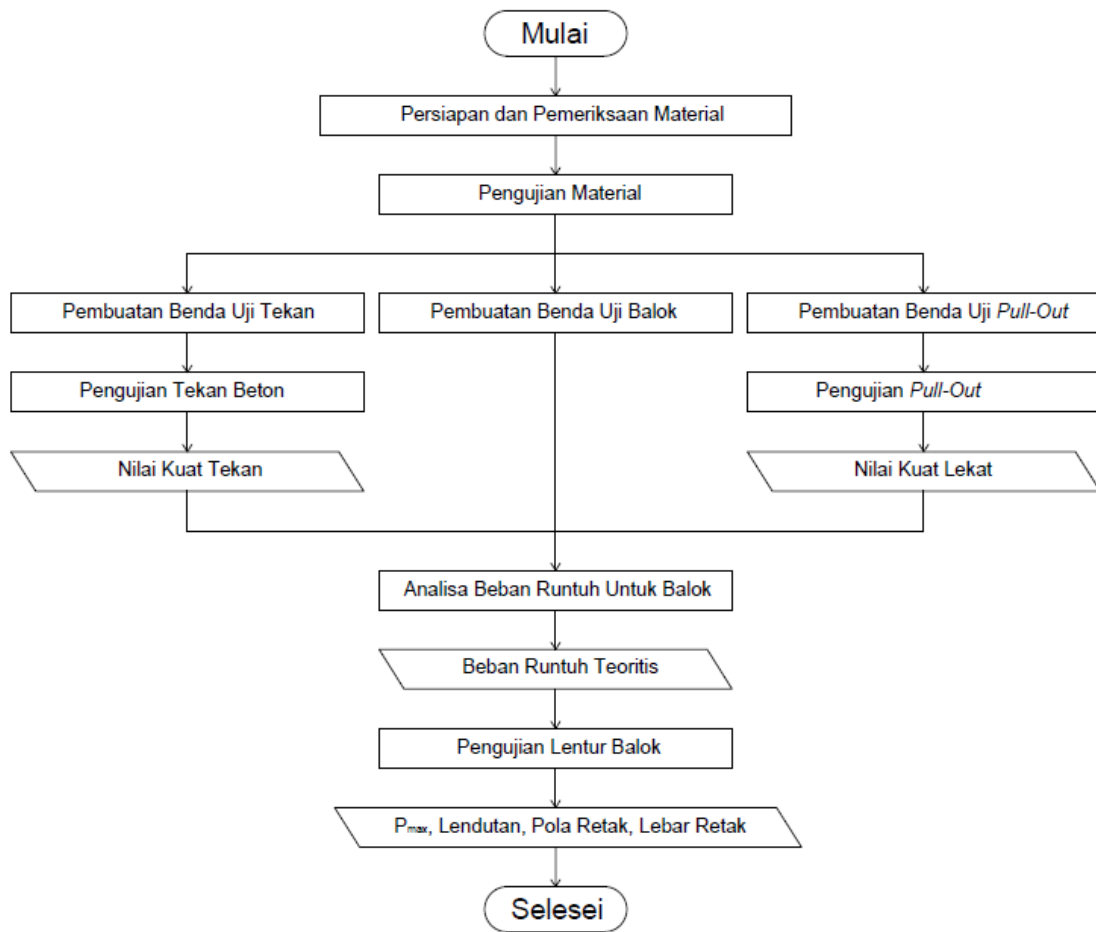


Gambar 3.3 Skema pengujian balok sederhana



Gambar 3.4 Setting Alat Pengujian Balok Sederhana

3.7 Diagram Alir Tahapan Penelitian



Gambar 3.5 Diagram Alir Tahapan Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Bahan

Pengujian bahan merupakan pengujian yang hasil dari pengujian tersebut akan digunakan dalam pengujian-pengujian selanjutnya. Pengujian bahan terdiri dari:

1. Analisis agregat halus (pasir)
2. Analisis agregat kasar (kerikil)
3. Pengujian kuat tekan beton (silinder)
4. *Hammer test*

4.1.1 Analisis Agregat Halus dan Agregat Kasar

Dari 3 bahan di atas, terdapat 2 bahan yang memiliki pengujian sama, yaitu analisis agregat halus dan analisis agregat kasar yang mencakupi:

1. Analisis gradasi
2. Kadar air
3. Berat jenis jenuh kering permukaan (*bulk specific gravity saturated*)
4. Penyerapan air (*absorption*)
5. Modulus kehalusan (*fineness modulus*)
6. Berat isi.

Kedua analisis tersebut (analisis agregat halus dan analisis agregat kasar) akan mempengaruhi komposisi beton dalam menentukan kuat tekan beton. Hasil analisis agregat halus ditampilkan pada Tabel 4.1 dan hasil analisis agregat kasar ditampilkan pada Tabel 4.2

Tabel 4.1 Hasil Analisis Agregat Halus (Pasir)

Material	Analisis	Nilai	Satuan
Agregat Halus	Modulus Kehalusan	3,625	
	Kadar air	1,805	%
	Berat jenis jenuh kering permukaan	2,644	
	Penyerapan air	0,361	%
	Berat isi (<i>Rodded</i>)	1,563	gr/cc
	Berat isi (<i>Shoveled</i>)	1,453	gr/cc
	Gradasi	Zona 1	

Tabel 4.2 Hasil Analisis Agregat Kasar (Kerikil)

Material	Analisis	Nilai	Satuan
Agregat Kasar	Modulus Kehalusan	3,399	
	Kadar air	4,199	%
	Berat jenis jenuh kering permukaan	2,406	
	Penyerapan air	2,603	%
	Berat isi (<i>Rodded</i>)	1,453	gr/cc
	Berat isi (<i>Shoveled</i>)	1,297	gr/cc
	Gradasi	Zona 3	

4.1.2 Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder

Dalam penelitian ini, mutu beton (f'_c) yang akan digunakan terdapat dua yaitu mutu beton taraf tinggi dengan nilai sebesar 30 Mpa dan beton taraf rendah dengan nilai sebesar 20 MPa yang akan direncanakan dengan beton berumur 14 hari. Mengenai *mix design* yang akan digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.3 untuk *mix design* 20 Mpa dan Tabel 4.4 untuk *mix design* 30 Mpa.

Benda uji yang akan digunakan adalah beton silinder yang dibuat sejumlah 2 buah tiap balok beton sebagai benda uji pengecoran. Perencanaan umur yang digunakan untuk benda uji beton silinder yaitu 28 hari.

Untuk pengujian benda uji beton silinder dengan menghasilkan nilai kuat tekan beton akan dilakukan pada umur 28 hari. Benda uji beton silinder akan di buat sejumlah 48 buah

dengan 24 buah beton silinder dengan mutu beton taraf tinggi dengan nilai sebesar 30 Mpa dan 24 buah beton silinder dengan mutu beton taraf rendah dengan nilai sebesar 20 Mpa. Pengujian kuat tekan benda uji beton silinder dengan mutu beton taraf tinggi dengan nilai sebesar 30 Mpa menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 29,733 MPa, sedangkan untuk mutu beton taraf rendah dengan nilai sebesar 20 Mpa menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 25,092 MPa. Data hasil pengujian mutu beton taraf rendah dengan nilai sebesar 20 MPa ditampilkan pada Tabel 4.5 dan untuk mutu beton taraf tinggi dengan nilai sebesar 30 MPa ditampilkan pada Tabel 4.6.



Tabel 4.3 *Mix Design* 20 MPa

NO	URAIAN	TABEL / GRAFIK	NILAI	
1	Kuat tekan yang disyaratkan (14 HR, 5%)	Ditetapkan	20	Mpa
2	Deviasi standar	Diketahui	-	
3	Nilai Tambah (Margin)	(K=1,64)	12	Mpa
4	Kuat tekan rata2 yg ditargetkan	(1) + (3)	32	Mpa
5	Jenis Semen	Ditetapkan	Normal (Tipe I)	
6	Jenis Agregat Kasar	Ditetapkan	Batu pecah	
	Jenis Agregat Halus	Ditetapkan	Pasir	
7	Faktor Air semen Bebas	Tabel 2, Grafik 1/2	0,55	
8	Faktor air semen Maksimum	Ditetapkan	0,6	
9	Slump	Ditetapkan	60 - 180 mm	
10	Ukuran Agregat Maksimum	Ditetapkan	40 mm	
11	Kadar Air Bebas	TABEL 6	205	kg/m ³
12	Jumlah semen	(11) : (8) atau (11): (7)	372,727	kg/m ³
13	Jumlah Semen Maksimum	Ditetapkan	-	
14	Jumlah Semen Minimum	Ditetapkan	275 kg/m ³	
15	FAS yg disesuaikan	-	-	
16	Susunan besar butir agregat halus	Grafik 3 – 6	Zona 1	
17	Persen agregat halus	Grafik 13 - 15	45%	
18	Berat Jenis Relatif Agregat (SSD)	Diketahui	2,513	kg/m ³
19	Berat isi beton	Grafik 16	2217	kg/m ³
20	Kadar agregat gabungan	(19) - (11) - (12)	1639,273	kg/m ³
21	Kadar agregat halus	(17) x (20)	737,673	kg/m ³
22	Kadar agregat kasar	(20) - (21)	901,600	kg/m ³

Banyaknya Bahan (Teoritis)	Semen (kg)	Air (kg/lt)	Ag. Halus (kg)	Ag. Kasar (kg)
Tiap m ³ dg ketelitian 5kg (Teoritis)	372,73	205,00	737,67	901,60
Tiap campuran uji 0,032 m ³	2,37	1,30	4,69	5,74
Proporsi (Teoritis) (1/3)	1,00	0,55	1,98	2,42

Dari hasil *mix design*, untuk mutu beton rencana 20 MPa dibutuhkan semen sebanyak 372,73 kg, air 205 kg/lt, agregat halus 737,67 kg, agregat kasar 901,6 kg.

Tabel 4.4 *Mix Design* 30 MPa

NO	URAIAN	TABEL / GRAFIK	NILAI	
1	Kuat tekan yang disyaratkan (14 HR, 5%)	Ditetapkan	30	Mpa
2	Deviasi standar	Diketahui	-	
3	Nilai Tambah (Margin)	(K=1,64)	12	Mpa
4	Kuat tekan rata2 yg ditargetkan	(1) + (3)	42	Mpa
5	Jenis Semen	Ditetapkan	Normal (Tipe I)	
6	Jenis Agregat Kasar	Ditetapkan	Batu pecah	
	Jenis Agregat Halus	Ditetapkan	Pasir	
7	Faktor Air semen Bebas	Tabel 2, Grafik 1/2	0,39	
8	Faktor air semen Maksimum	Ditetapkan	0,6	
9	Slump	Ditetapkan	60 - 180 mm	
10	Ukuran Agregat Maksimum	Ditetapkan	40 mm	
11	Kadar Air Bebas	TABEL 6	205	kg/m ³
12	Jumlah semen	(11) : (8) atau (11): (7)	525,641	kg/m ³
13	Jumlah Semen Maksimum	Ditetapkan	-	
14	Jumlah Semen Minimum	Ditetapkan	275 kg/m ³	
15	FAS yg disesuaikan	-	-	
16	Susunan besar butir agregat halus	Grafik 3 – 6	Zona 1	
17	Persen agregat halus	Grafik 13 - 15	41%	
18	Berat Jenis Relatif Agregat (SSD)	Diketahui	2,408	kg/m ³
19	Berat isi beton	Grafik 16	2212,5	kg/m ³
20	Kadar agregat gabungan	(19) - (11) - (12)	1481,859	kg/m ³
21	Kadar agregat halus	(17) x (20)	607,562	kg/m ³
22	Kadar agregat kasar	(20) - (21)	874,297	kg/m ³

Banyaknya Bahan (Teoritis)	Semen (kg)	Air (kg/ltr)	Ag. Halus (kg)	Ag. Kasar (kg)
Tiap m ³ dg ketelitian 5kg (Teoritis)	525,64	205,00	607,56	874,30
Tiap campuran uji 0,032 m ³	3,35	1,30	3,87	5,56
Proporsi (Teoritis) (1/3)	1,00	0,39	1,16	1,66

Dari hasil *mix design*, untuk mutu beton rencana 30 MPa dibutuhkan semen sebanyak 525,64 kg, air 205 kg/ltr, agregat halus 607,56 kg, agregat kasar 874,3 kg.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder Mutu Beton Rencana 20 MPa

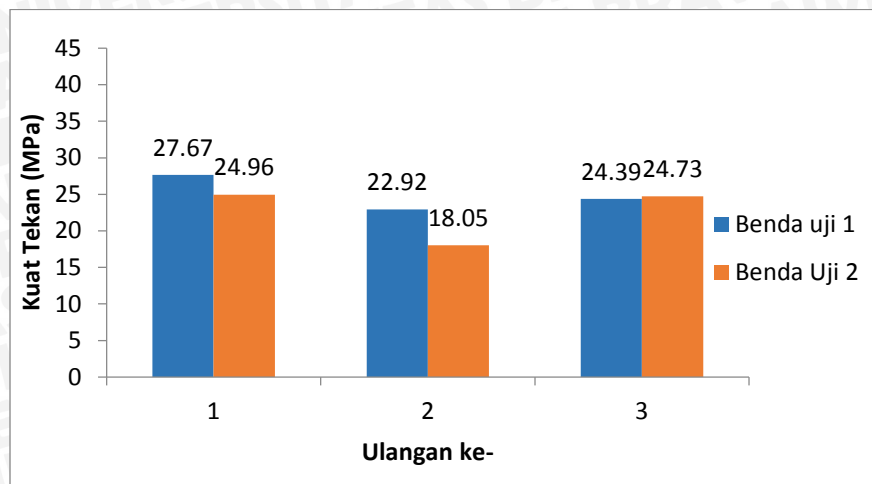
Benda Uji		Luas Penampang (mm ²)	Berat (kg)	P max (N)	Kuat Tekan (N/mm ²)
a ₁ b ₂ c ₁ d ₁	1	17671,46	12,1	588000	33,274
	1	17671,46	12,1	277000	15,675
	2	17671,46	12,05	561000	31,746
	2	17671,46	11,8	403000	22,805
	3	17671,46	12,15	511000	28,917
	3	17671,46	12,15	453000	25,635
a ₁ b ₁ c ₁ d ₂	1	17671,46	12,08	489000	27,672
	1	17671,46	12,1	441000	24,955
	2	17671,46	11,9	405000	22,918
	2	17671,46	12,4	319000	18,052
	3	17671,46	12,08	431000	24,390
	3	17671,46	11,9	437000	24,729
a ₁ b ₁ c ₂ d ₁	1	17671,46	11,75	195000	11,035
	1	17671,46	12,2	446000	25,238
	2	17671,46	12,25	603000	34,123
	2	17671,46	12,45	339000	19,183
	3	17671,46	12,15	484000	27,389
	3	17671,46	12,1	554000	31,350
a ₁ b ₂ c ₂ d ₂	1	17671,46	12,22	411000	23,258
	1	17671,46	12,06	500000	28,294
	2	17671,46	12,18	469000	26,540
	2	17671,46	12,06	395000	22,352
	3	17671,46	12,08	554000	31,350
	3	17671,46	11,9	377000	21,334
Kuat Tekan Rata-rata					25,092

Dimana:

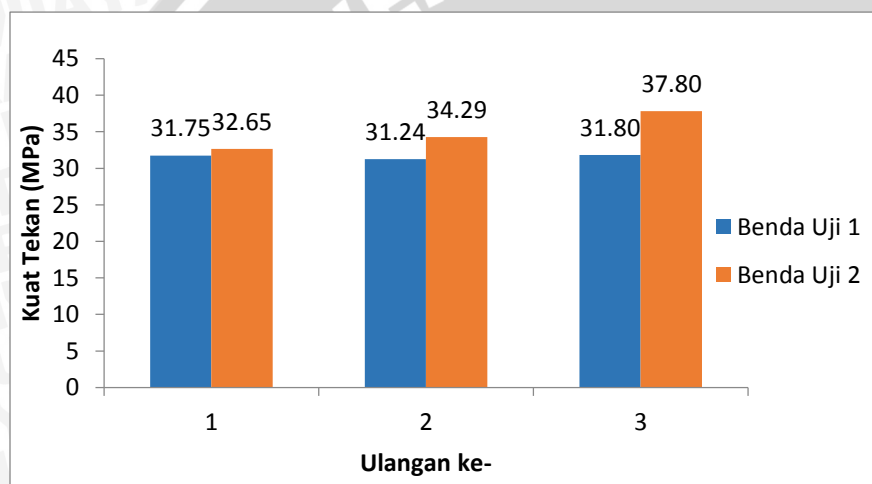
a₁ = Mutu beton 20 MPaa₂ = Mutu beton 30 MPab₁ = Jarak kait 6 cmb₂ = Jarak kait 12 cmc₁ = Rasio tulangan 0,8%c₂ = Rasio tulangan 1,6%d₁ = Jenis kait bambud₂ = Jenis kait kayu kamper

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder Mutu Beton Rencana 30 MPa

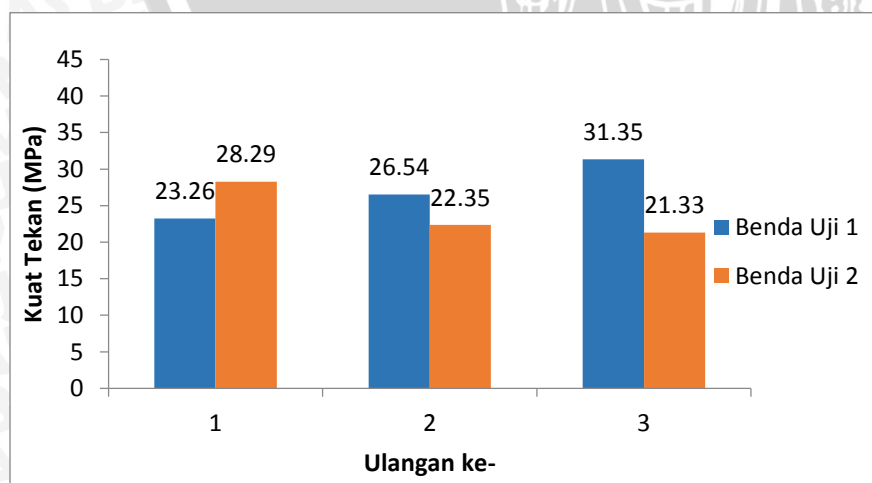
Benda Uji		Luas Penampang (mm ²)	Berat (kg)	P max (N)	Kuat Tekan (N/mm ²)
a ₂ b ₁ c ₁ d ₁	1	17671,46	11,80	580000	32,821
	1	17671,46	11,90	279000	15,788
	2	17671,46	11,84	602000	34,066
	2	17671,46	12,08	506000	28,634
	3	17671,46	11,80	457000	25,861
	3	17671,46	11,86	430000	24,333
a ₂ b ₂ c ₁ d ₂	1	17671,46	12,02	325000	18,391
	1	17671,46	12,02	465000	26,314
	2	17671,46	11,88	554000	31,350
	2	17671,46	12,10	466000	26,370
	3	17671,46	11,94	394000	22,296
	3	17671,46	12,26	602000	34,066
a ₂ b ₂ c ₂ d ₁	1	17671,46	12,02	612000	34,632
	1	17671,46	11,92	405000	22,918
	2	17671,46	12,02	764000	43,234
	2	17671,46	11,94	771000	43,630
	3	17671,46	12,14	533000	30,162
	3	17671,46	12,20	339000	19,183
a ₂ b ₁ c ₂ d ₂	1	17671,46	11,98	561000	31,746
	1	17671,46	12,10	577000	32,652
	2	17671,46	12,04	552000	31,237
	2	17671,46	12,16	606000	34,293
	3	17671,46	12,04	562000	31,803
	3	17671,46	12,14	668000	37,801
Kuat Tekan Rata-rata					29,733



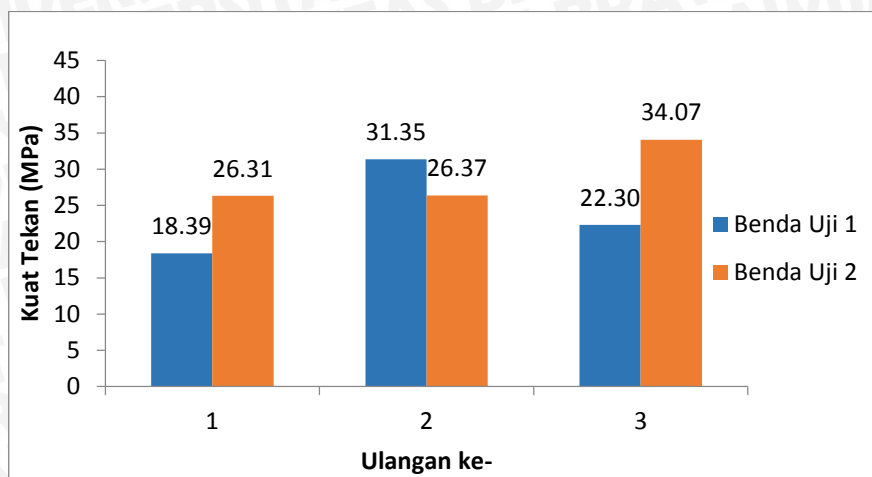
Gambar 4.1 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder Balok $a_1b_1c_1d_2$



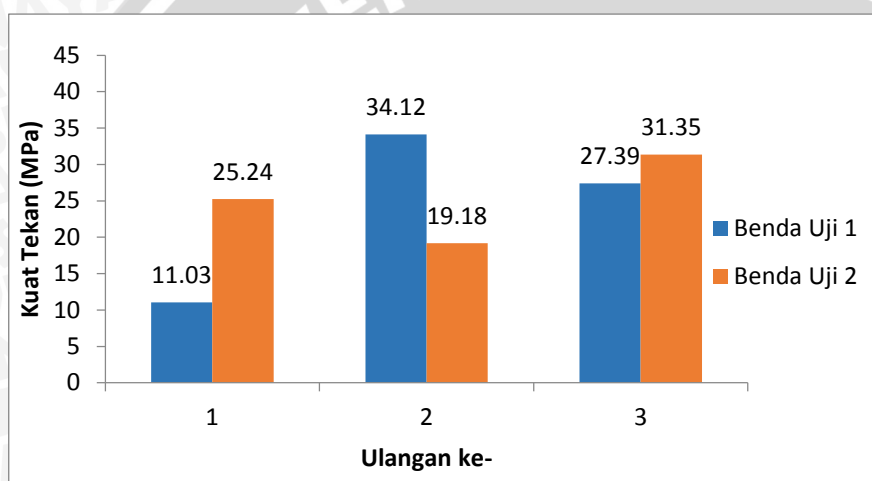
Gambar 4.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder Balok $a_2b_1c_2d_2$



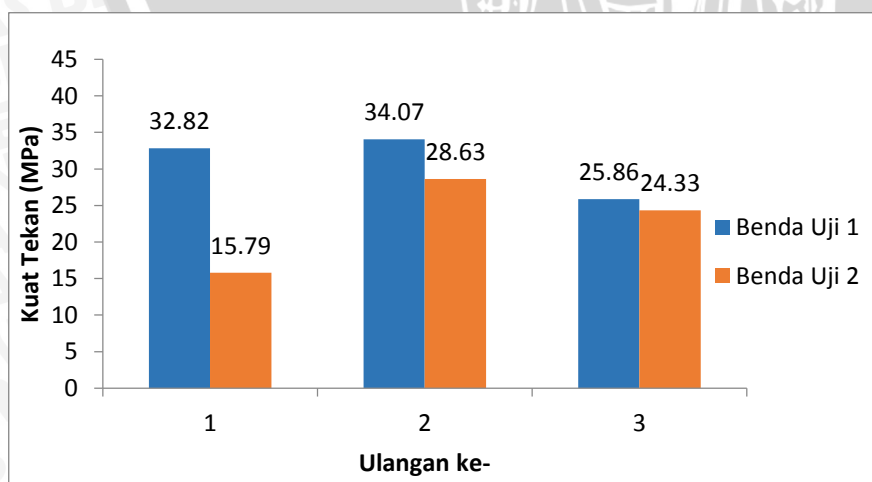
Gambar 4.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder Balok $a_1b_2c_2d_2$



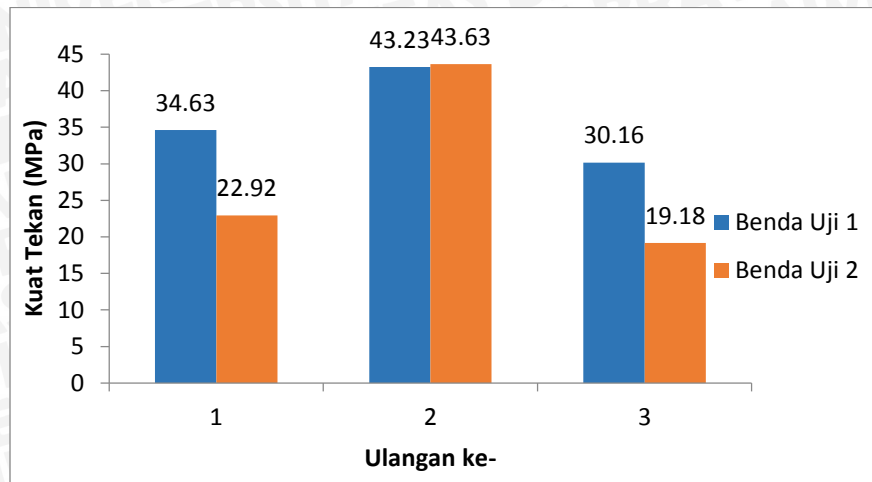
Gambar 4.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder Balok $a_2b_2c_1d_2$



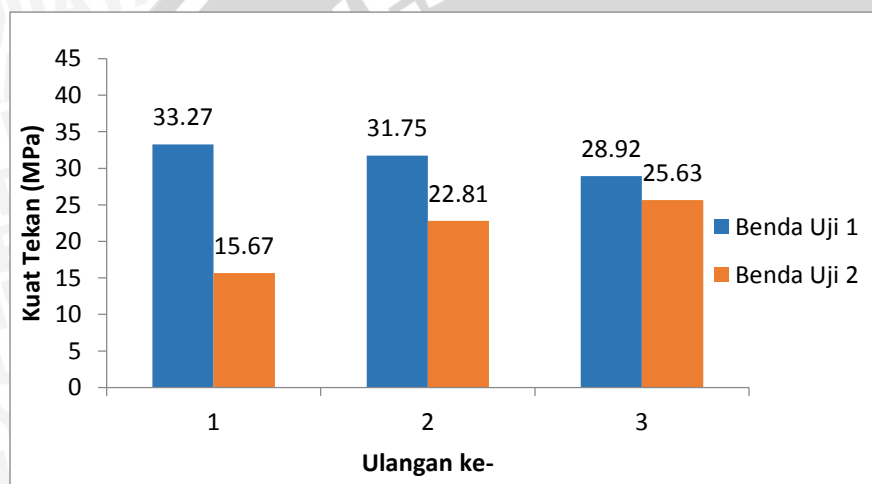
Gambar 4.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder Balok $a_1b_1c_2d_1$



Gambar 4.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder Balok $a_2b_1c_1d_1$



Gambar 4.7 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder Balok $a_2b_2c_2d_1$



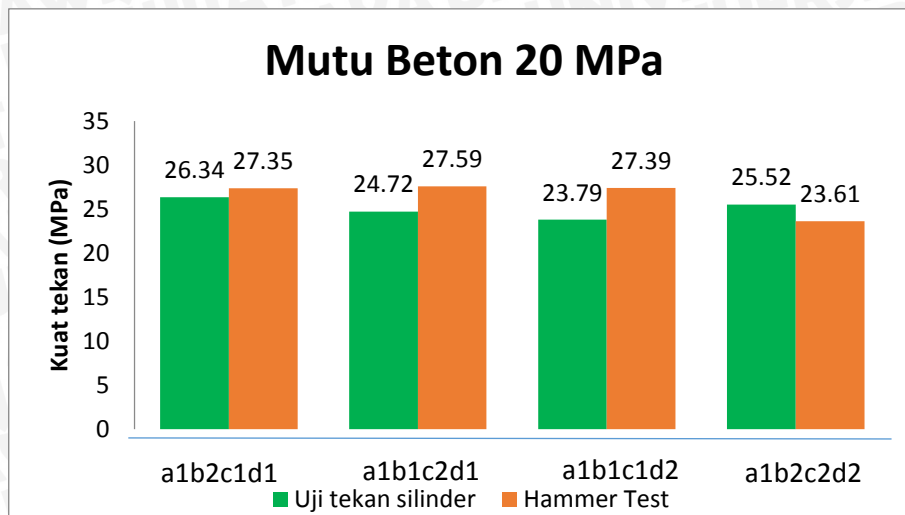
Gambar 4.8 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder Balok $a_1b_2c_1d_1$

Dari hasil uji kuat tekan beton silinder dapat dilihat bahwa terdapat beberapa perbedaan yang cukup jauh nilai kuat tekan balok beton pada masing-masing silindernya, sebagai contoh pada benda uji balok $a_1b_2c_1d_1$ ulangan ke-1. Kuat tekan silinder pertama sebesar 33,27 MPa dan silinder kedua sebesar 15,67 MPa. Hal ini dapat disebabkan karena kurang meratanya campuran beton dalam silinder ataupun karena adanya rongga didalam beton silinder yang dapat mengurangi nilai kuat tekan silinder tersebut.

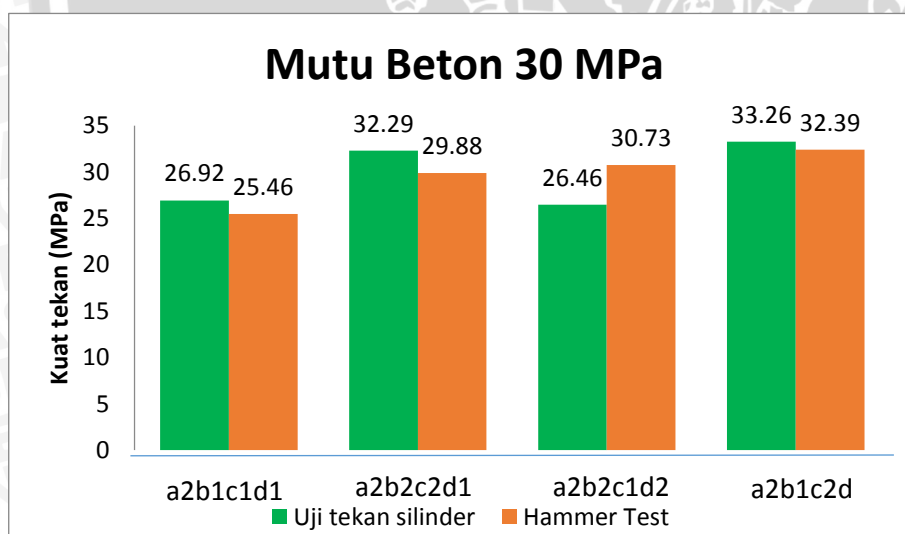
4.1.3 Hammer Test

Hammer test merupakan suatu cara untuk memeriksa mutu beton tanpa merusak struktur beton itu sendiri. Pengujian *Hammer Test* bertujuan untuk membandingkan mutu beton hasil pengujian kuat tekan silinder.

Dalam perhitungan teoritis digunakan nilai kuat tekan rata-rata dari hasil uji tekan silinder. Hal ini dapat dilakukan karena tidak terdapat hasil kuat tekan yang terlalu jauh antara nilai kuat tekan uji silinder dengan nilai kuat tekan *Hammer Test*.



Gambar 4.9 Perbandingan Hasil dari Uji Kuat Tekan Beton Benda Uji Silinder dan Hasil dari *Hammer Test* Balok Beton dengan Mutu Beton Rencana 20 MPa



Gambar 4.10 Perbandingan Hasil dari Uji Kuat Tekan Beton Benda Uji Silinder dan Hasil dari *Hammer Test* Balok Beton dengan Mutu Beton Rencana 30 MPa

4.2 Pengujian *Pull Out*

Mencari nilai suatu beban maksimum yang dapat ditahan oleh lekatan bambu terhadap beton adalah tujuan dari pengujian pull out. Dilain itu juga untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh dengan menambahkan kait dan mengganti jenis kait terhadap kuat lekat bambu pada beton tulangan bambu.

Tulangan bambu yang akan digunakan dalam pengujian pull out akan diberikan penambahan kait dan variasi jenis kait yang berupa bambu petung dan kayu kamper. Selain itu juga variasi mutu beton dan jarak kait akan diperhitungkan juga. Dalam pengujian pull out, mutu beton yang digunakan yaitu 30 Mpa dan 20 Mpa. Dan untuk variasi jarak kait digunakan selebar 6 cm dan 12 cm. Sedangkan bentuk benda uji yang akan digunakan dalam pengujian pull out adalah beton balok dengan ukuran 30 cm x 15 cm x 25 cm dan diberikan beban menggunakan Piston dan Load Cell. Contoh benda uji Pull Out akan ditampilkan pada Gambar 4.11 dengan benda uji Pull Out yang berjumlah 16 dengan rincian yang tertera pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Rincian Benda Uji *Pull Out*

No	Benda Uji	Jumlah Benda Uji
1	$a_1b_1d_1$	2
2	$a_1b_2d_1$	2
3	$a_2b_1d_1$	2
4	$a_2b_2d_1$	2
5	$a_1b_2d_2$	2
6	$a_2b_1d_2$	2
7	$a_1b_1d_2$	2
8	$a_2b_2d_2$	2



Gambar 4.11 Pengujian Benda Uji Pull Out

Pengujian *pull out* dari beberapa kombinasi perlakuan akan menghasilkan beban maksimum yang dapat dilihat pada Tabel 4.8. Untuk mendapatkan tegangan lekatan bambu, dapat dilakukan perhitungan dari nilai beban maksimum yang ada. Pada Tabel 4.9 akan ditampilkan hasil dari tegangan lekat bambu.

Tabel 4.8 Beban Maksimum Uji Pull Out

		Mutu Beton 20 MPa (a ₁)		Mutu Beton 30 MPa (a ₂)	
		Jarak Kait 6 cm (b ₁)	Jarak Kait 12 cm (b ₂)	Jarak Kait 6 cm (b ₁)	Jarak Kait 12 cm (b ₂)
Jenis Kait	Bambu (d ₁)	2700 kg	2150 kg	2650 kg	2350 kg
		2050 kg	3050 kg	2750 kg	2750 kg
	Kayu Kamper (d ₂)	2700 kg	3550 kg	3365 kg	1350 kg
		3650 kg	1850 kg	3850 kg	1900 kg

Dari hasil uji pull out pada Tabel 4.8 dapat dilihat bahwa beban maksimum terbesar terdapat pada benda uji $a_2b_1d_2$ sebesar 3850 kg, sedangkan beban maksimum terkecil terdapat pada benda uji $a_2b_2d_2$ sebesar 1350 kg.

Tabel 4.9 Tegangan Lekatan Tulangan Bambu

No.	Kode Benda Uji Pull-Out	P maks (kg)	Gaya Cabut Per Batang (kg)	Rata-Rata Gaya Cabut (kg)	Tegangan Lekat (kg/cm^2)	Tegangan Lekat (MPa)
1	a ₁ b ₁ d ₁ -1	2700	1350	1187,5	3,299	0,330
	a ₁ b ₁ d ₁ -2	2050	1025			
2	a ₁ b ₂ d ₁ -1	2150	1075	1300	3,611	0,361
	a ₁ b ₂ d ₁ -2	3050	1525			
3	a ₁ b ₁ d ₂ -1	3050	1525	1675	4,653	0,465
	a ₁ b ₁ d ₂ -2	3650	1825			
4	a ₁ b ₂ d ₂ -1	3550	1775	1350	3,750	0,375
	a ₁ b ₂ d ₂ -2	1850	925			
5	a ₂ b ₁ d ₁ -1	2650	1325	1350	3,750	0,375
	a ₂ b ₁ d ₁ -2	2750	1375			
6	a ₂ b ₂ d ₁ -1	2350	1175	1275	3,542	0,354
	a ₂ b ₂ d ₁ -2	2750	1375			
7	a ₂ b ₁ d ₂ -1	3350	1675	1800	5,000	0,500
	a ₂ b ₁ d ₂ -2	3850	1925			
8	a ₂ b ₂ d ₂ -1	1900	950	1037,5	2,882	0,288
	a ₂ b ₂ d ₂ -2	2250	1125			

Dengan data yang di tunjukan pada Tabel 4.9, dapat dilihat bahwa variasi mutu beton, jarak kait, dan jenis kait dapat menjadikan tegangan lekatan tulangan bambu menjadi meningkat.

4.3 Pengujian Lentur Balok Beton Bertulangan Bambu

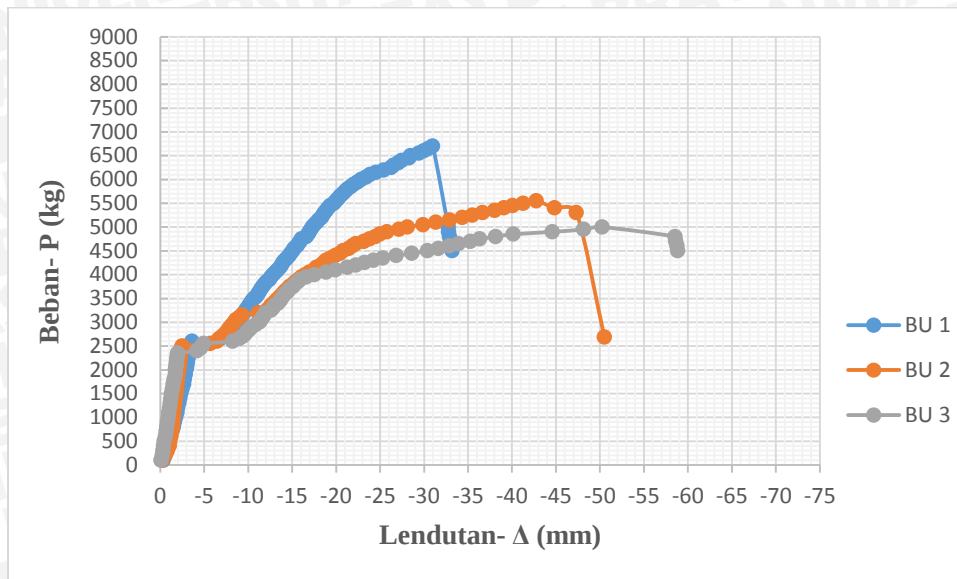
Pengujian lentur pada balok beton digunakan untuk mengetahui pengaruh dari variasi perlakuan terhadap kuat lentur balok bertulangan bambu. Dalam pengujian ini digunakan benda uji balok beton sebanyak 24 buah dengan ukuran 18 cm x 28 cm x 160 cm. Dari semua benda uji balok yang digunakan, terdiri dari 8 jenis kombinasi perlakuan dengan masing-masing kombinasi dilakukan sebanyak tiga kali ulangan. Hasil pengujian kuat lentur balok bertulangan bambu ditunjukkan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Kuat Lentur Benda Uji Balok

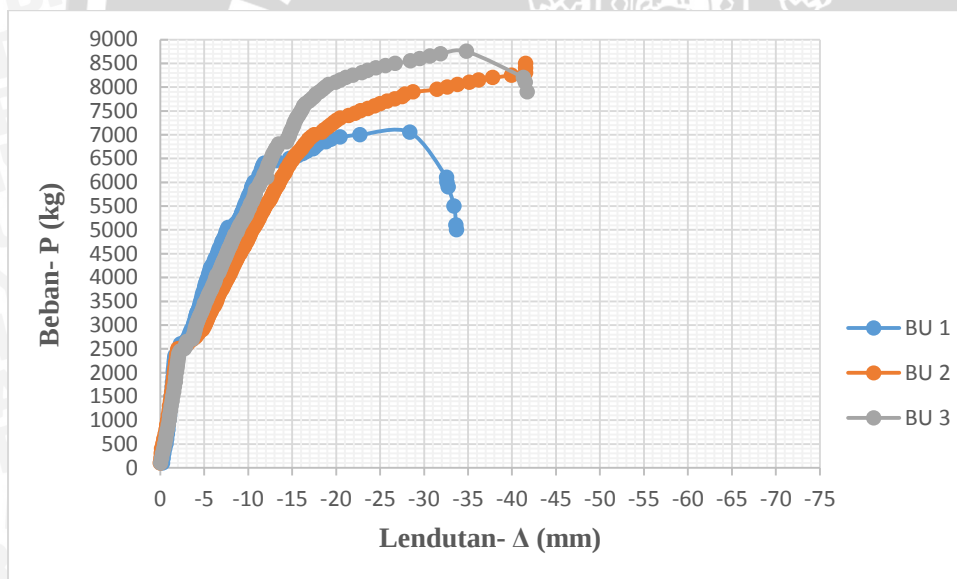
Benda Uji Balok	Ulangan Ke-	Beban Maksimum (kg)	Beban Maksimum Rata-rata (kg)
a ₁ b ₁ c ₂ d ₁	1	7050	8100
	2	8750	
	3	8500	
a ₂ b ₁ c ₁ d ₁	1	4800	4850
	2	4750	
	3	5000	
a ₁ b ₂ c ₂ d ₁	1	6700	5750
	2	5550	
	3	5000	
a ₂ b ₂ c ₂ d ₁	1	6750	7333,33
	2	7500	
	3	7750	
a ₁ b ₁ c ₁ d ₂	1	5800	6216,67
	2	6900	
	3	5950	
a ₂ b ₁ c ₂ d ₂	1	7550	7266,67
	2	8050	
	3	6200	
a ₁ b ₂ c ₂ d ₂	1	7500	8000
	2	8000	
	3	8500	
a ₂ b ₂ c ₁ d ₂	1	6200	5300
	2	5500	
	3	4200	

Berdasarkan Tabel 4.10, dapat dilihat bahwa terdapat banyak variasi beban maksimum yang dapat ditahan oleh masing-masing variasi kombinasi balok beton bertulangan bambu. Beban maksimum rata-rata yang dapat ditahan oleh balok beton sebesar 8100 kg pada kombinasi perlakuan a₁b₁c₂d₁, sedangkan untuk beban minimum rata-rata sebesar 4850 kg pada kombinasi perlakuan a₂b₁c₁d₁.

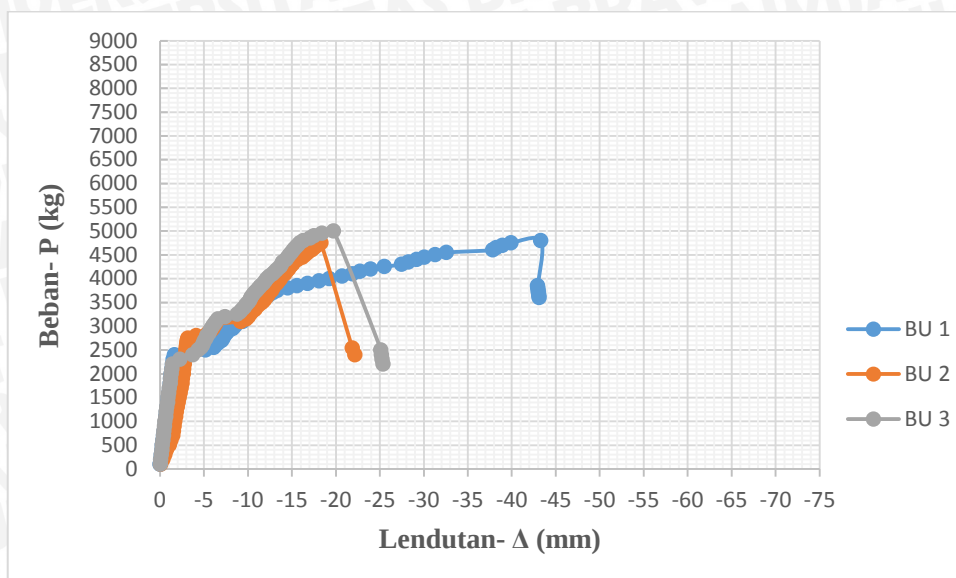
Hubungan antara lendutan dengan beban yang terjadi pada tengah bentang balok saat pengujian dapat ditunjukkan pada Gambar 4.12 sampai Gambar 4.19.



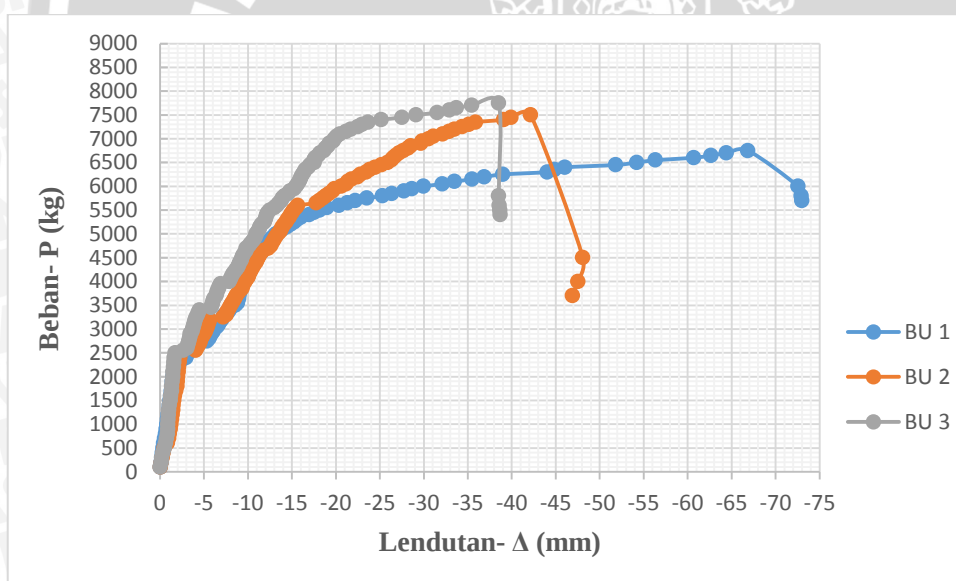
Gambar 4.12 Grafik Hubungan Lendutan dengan Beban (Benda Uji $a_1b_2c_1d_1$)



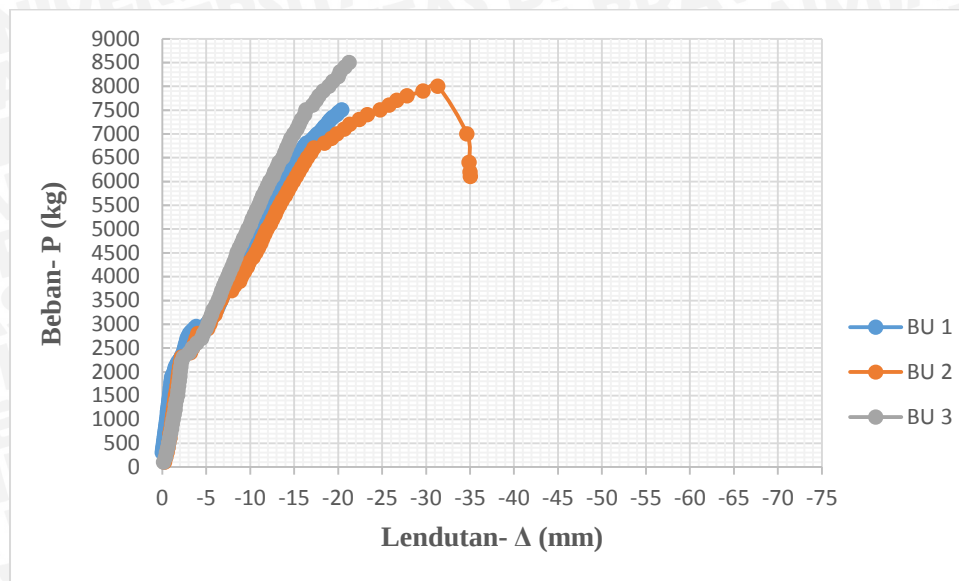
Gambar 4.13 Grafik Hubungan Lendutan dengan Beban (Benda Uji $a_1b_1c_2d_1$)



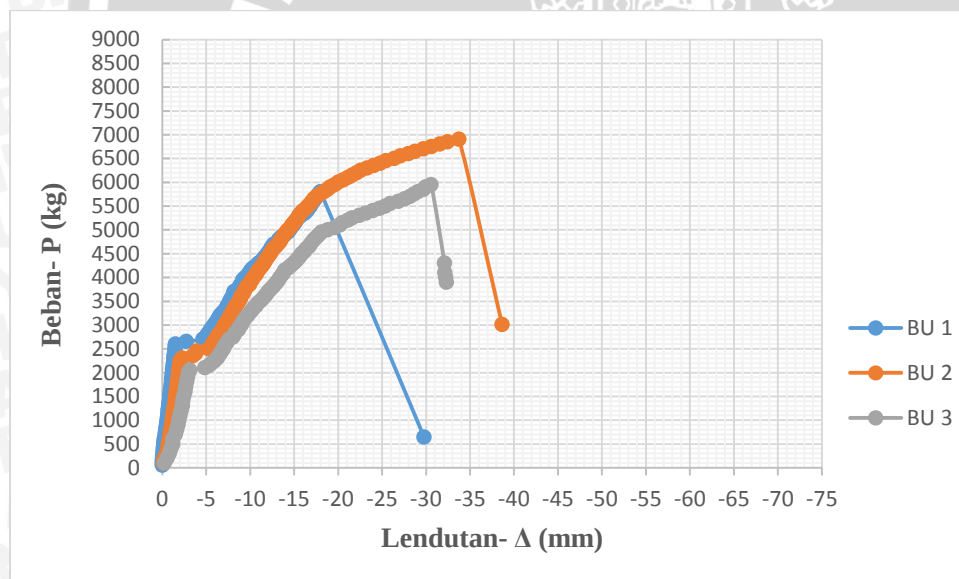
Gambar 4.14 Grafik Hubungan Lendutan dengan Beban (Benda Uji $a_2b_1c_1d_1$)



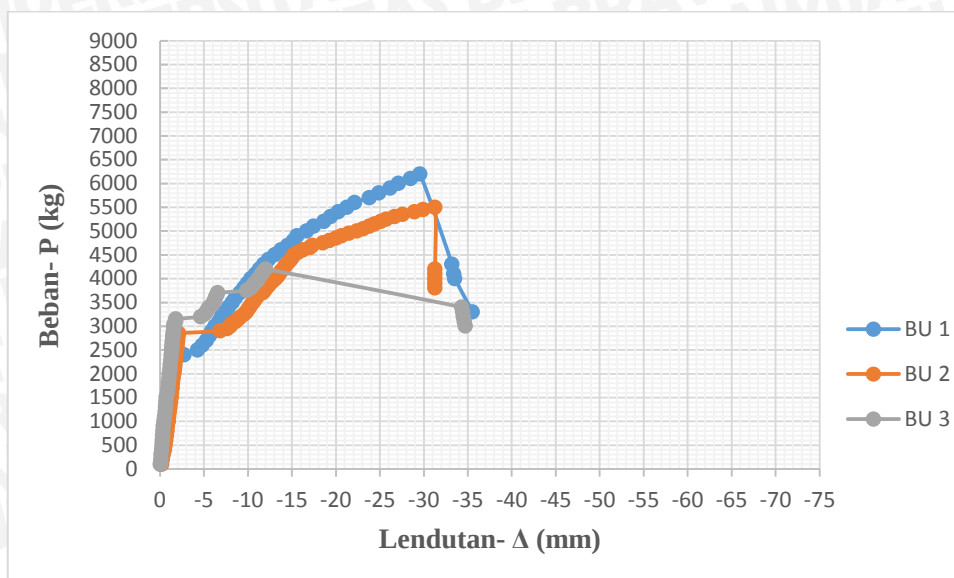
Gambar 4.15 Grafik Hubungan Lendutan dengan Beban (Benda Uji $a_2b_2c_2d_1$)



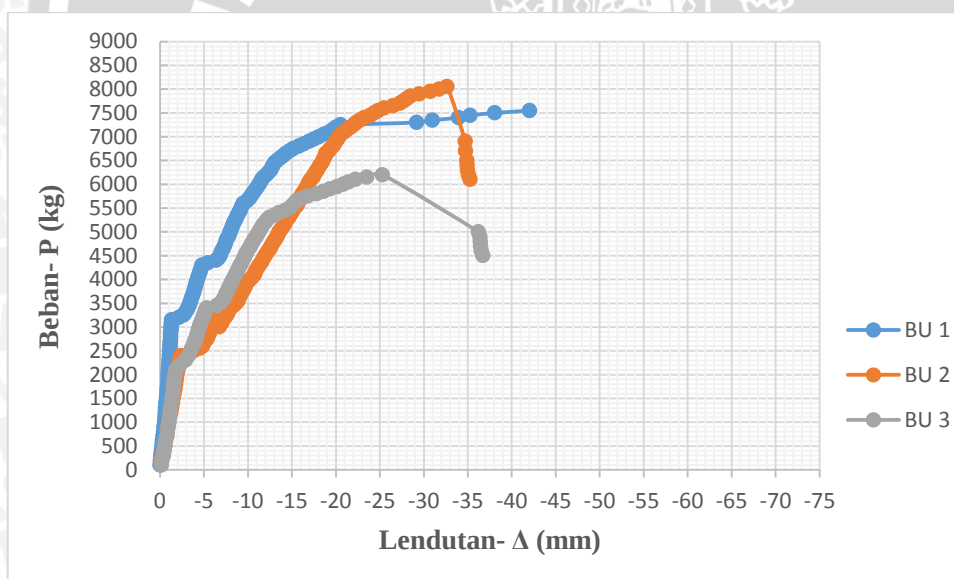
Gambar 4.16 Grafik Hubungan Lendutan dengan Beban (Benda Uji a₁b₂c₂d₂)



Gambar 4.17 Grafik Hubungan Lendutan dengan Beban (Benda Uji a₁b₁c₁d₂)



Gambar 4.18 Grafik Hubungan Lendutan dengan Beban (Benda Uji $a_2b_2c_1d_2$)



Gambar 4.19 Grafik Hubungan Lendutan dengan Beban (Benda Uji $a_2b_1c_2d_2$)

Berdasarkan Gambar 4.12 sampai 4.19 dapat diketahui besarnya lendutan dan beban maksimum yang terjadi pada balok dengan berbagai variasi mutu beton, jarak kait, rasio tulangan, dan jenis kait. Nilai beban maksimum dan lendutan dapat ditunjukkan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Nilai Pmaks dan Δ maks pada Balok Beton Bertulangan Bambu

Benda Uji		P maks (kg)	Δ maks di Tengah Bentang (mm)
a1b2c1d1	1	6700	-30.99
	2	5550	-42.775
	3	5000	-50.265
a2b1c1d1	1	4800	-43.32
	2	4750	-18.31
	3	5000	-19.735
a1b1c2d1	1	7050	-28.395
	2	8500	-41.575
	3	8750	-34.84
a2b2c2d1	1	6750	-66.85
	2	7500	-42.14
	3	7750	-38.5
a1b2c2d2	1	7500	-20.44
	2	8000	-31.33
	3	8500	-21.27
a2b2c1d2	1	6200	-29.55
	2	5500	-31.27
	3	4200	-12.02
a2b1c2d2	1	7550	-42.04
	2	8050	-32.66
	3	6200	-25.31
a1b1c1d2	1	5800	-18.005
	2	6900	-33.74
	3	5950	-30.575

4.4 Analisis Balok Beton Bertulangan Bambu

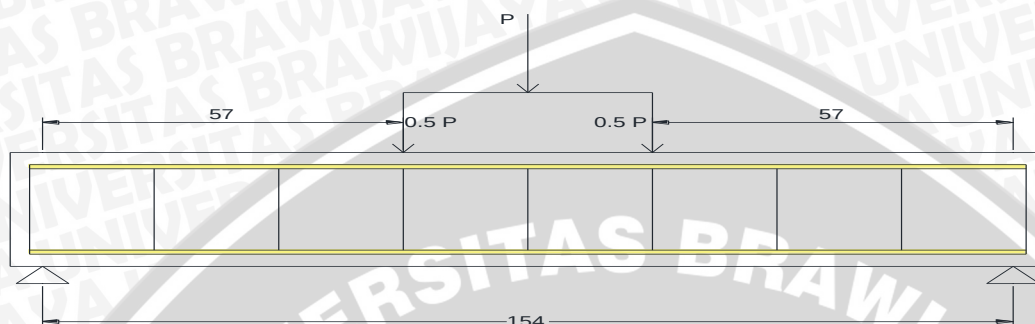
4.4.1 Teoritis

4.4.1.1 Analisis Lentur Balok Bertulangan Bambu

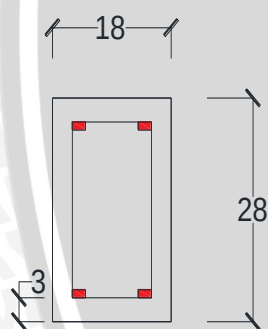
Pada penelitian ini, analisis lentur balok bertulangan bambu dengan kait menggunakan dasar pada analisis yang ada pada Ghavami (2005). Pada analisis ini harus memenuhi prinsip keseimbangan antara gaya tekan beton (C) dengan gaya tarik tulangan bambu (T). Gaya tarik tulangan bambu (T) didapat dari hasil perkalian tegangan lekat dengan luas geser tulangan bambu. Berdasarkan hasil penelitian, sebagian besar

keruntuhan balok beton bertulangan bambu dikarenakan hilangnya lekatan antara beton dengan tulangan bambu.

Nilai P maksimum teoritis digunakan untuk mengetahui besarnya beban maksimum teoritis yang mampu ditahan oleh suatu balok. Gambar pemodelan pembebanan benda uji balok bertulangan bambu dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.20 Pemodelan Pembebanan Balok



Gambar 4.21 Potongan Melintang Balok

Contoh perhitungan P maksimum teoritis untuk balok $a_1b_2c_1d_1$:

$$b = 180 \text{ mm}$$

$$d = 250 \text{ mm}$$

$$\text{As geser} = 2 \times 1540 \times (2 \times (10+20)) = 184800 \text{ mm}^2$$

$$\text{Mutu Beton } (f'_c) = 26,342 \text{ MPa}$$

$$\text{Tegangan Lekat } (\mu) = 0,3611 \text{ MPa}$$

Persamaan keseimbangan gaya:

$$T = Cc$$

$$\text{As geser} \times \mu = 0,85 \times f'_c \times b \times a$$

$$184800 \times 0,3611 = 0,85 \times 26,342 \times 180 \times a$$

$$a = 16,558 \text{ mm}$$

Perhitungan c (letak garis netral):

$$c = \frac{a}{\beta_1}$$

$$c = \frac{16,558}{0,85}$$

$$c = 19,48 \text{ mm}$$

Karena terjadi keruntuhan tarik, sehingga momen nominalnya:

$$M_n = T \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_n = 184800 \times 0,3611 \times \left(250 - \frac{19,48}{2} \right)$$

$$M_n = 16130853 \text{ Nmm}$$

Besarnya nilai momen ultimate:

$$M_u = \phi \cdot M_n$$

$$M_u = 0,8 \cdot 16130853 \text{ Nmm}$$

$$M_u = 12904682 \text{ Nmm}$$

Jika diketahui bahwa nilai

$$V_A = V_B = \frac{P_u}{2}$$

$$M_u = \frac{P_u}{2} \times 570$$

maka nilai beban maksimum (P_u) teoritisnya adalah

$$M_u = \frac{P_u}{2} \times 570$$

$$P_u = \frac{12904682}{570} \times 2$$

$$P_u = 45279,59 \text{ N}$$

$$P_u = 4527,959 \text{ kg}$$

Dari perhitungan diatas dapat dilihat nilai beban maksimum teoritis adalah sebesar 4527,959 kg untuk balok $a_1b_2c_1d_1$. Sedangkan nilai beban maksimum eksperimen untuk balok $a_1b_2c_1d_1$ adalah sebesar 5750 kg. Selisih hasil perhitungan eksperimen dengan



teoritis balok $a_1b_2c_1d_1$ adalah sebesar 1552,09 kg atau sebesar 26,99%. Beban maksimum teoritis untuk balok yang lainnya dapat dicari dengan menggunakan cara yang sama seperti diatas dan dapat dilihat pada lampiran.

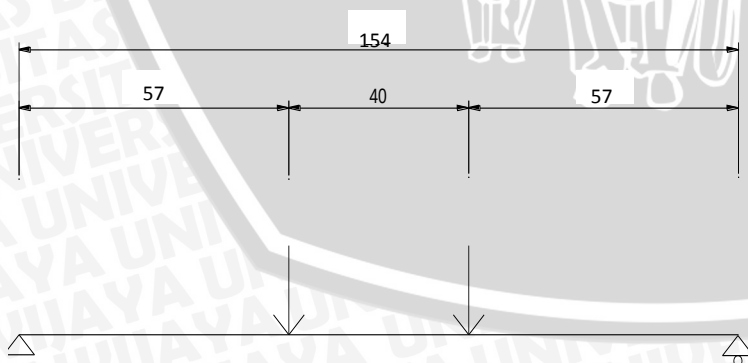
Tabel 4.12 Nilai Pmax Balok Beton Bertulangan Bambu secara Teoritis

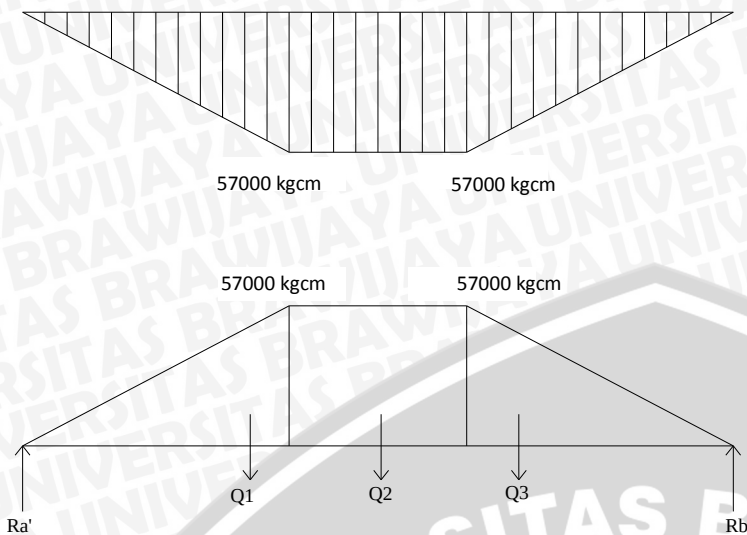
No	Benda Uji	Pmax (kg)
1	$a_1b_2c_1d_1$	4572,96
2	$a_2b_2c_2d_1$	8699,23
3	$a_1b_1c_2d_1$	8003,98
4	$a_2b_1c_1d_1$	4699,49
5	$a_2b_2c_1d_2$	3939,11
6	$a_1b_2c_2d_2$	9035,84
7	$a_1b_1c_1d_2$	5748,8
8	$a_2b_1c_2d_2$	12026,38

Berdasarkan Tabel 4.12 dapat dilihat bahwa balok beton bertulangan bambu memiliki beban maksimum sebesar 12026,38 kg pada benda uji $a_2b_1c_2d_2$.

4.4.1.2 Analisis Lendutan Balok Bertulangan Bambu

Lendutan balok bertulangan bambu secara teoritis dapat dicari dengan menggunakan berbagai macam metode, salah satunya adalah Metode *Conjugate Beam*.





Gambar 4.22 Bidang Momen Balok

$$P_{\text{elastis}} = 2000 \text{ kg}$$

$$R_a = R_b = 1000 \text{ kg}$$

Tabel 4.13 Momen Conjugate

Titik	Momen
0	0
10	10000
20	20000
30	30000
40	40000
50	50000
57	57000
70	57000
80	57000
90	57000
97	57000
110	50000
120	40000
130	30000
140	20000
150	10000
154	0



$$\begin{aligned}
 Q_1 &= 0,5 \times 57 \times 57000 = 1624500 \text{ kgcm}^2 \\
 Q_2 &= 40 \times 57000 = 2280000 \text{ kgcm}^2 \\
 Q_3 &= 0,5 \times 57 \times 57000 = 1624500 \text{ kgcm}^2 \\
 Q &= Q_1 + Q_2 + Q_3 = 5529000 \text{ kgcm}^2 \\
 V_a &= V_b = 2764500 \text{ kgcm}^2
 \end{aligned}$$

Contoh perhitungan lendutan benda uji $a_1b_2c_1d_1$ ulangan ke-1:

$$b = 18 \text{ cm}$$

$$h = 28 \text{ cm}$$

$$f'_c = 24,474 \text{ MPa}$$

$$I = \frac{1}{12} \times b \times h^3 = \frac{1}{12} \times 18 \times 28^3 = 32928 \text{ cm}^4$$

$$E_{\text{beton}} = 4700\sqrt{f'_c} = 4700\sqrt{24,474} = 23251,698 \text{ MPa} = 232517 \text{ kg/cm}^2$$

$$\Delta_E = \frac{M_E'}{EI}$$

$$= \frac{Ra' \times 80 - Q_1 \times \left(\frac{1}{3} \times 57 + 20\right) - \frac{1}{2} Q_2 \times 10}{EI}$$

$$= \frac{2764500 \times 77 - 1624500 \times 39 - \frac{1}{2} \times 2280000 \times 10}{232517 \times 32928}$$

$$= 0,018 \text{ cm}$$

$$= 0,18 \text{ mm}$$

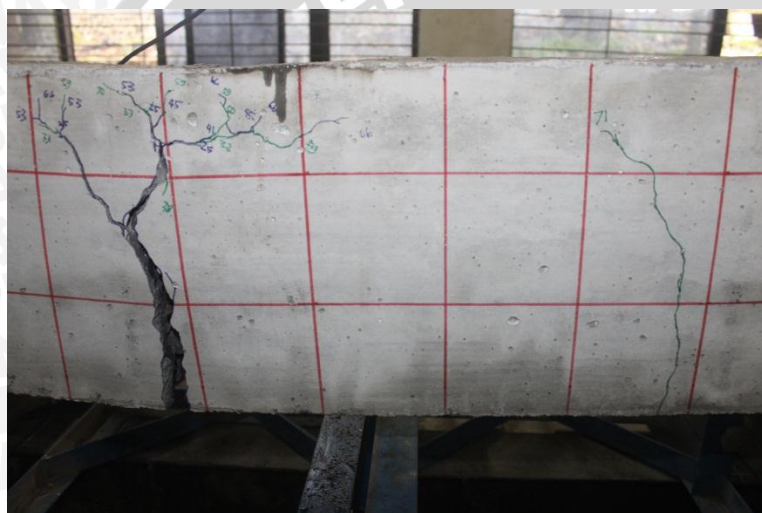
Tabel 4.14 Nilai Lendutan Aktual dan Teoritis

Benda Uji		f' (Mpa)	Lendutan (mm)				KR (%)
			Aktual	Rata-rata aktual	Teoritis	Rata-rata Teoritis	
a1b2c1d1	1	24.474	2.95		0.180388		
	2	27.276	2.145	2.276666667	0.170875	0.174046	92.355
	3	27.276	1.735		0.170875		
a1b1c1d2	1	26.314	1.18		0.17397		
	2	20.485	1.89	2.026666667	0.197173	0.183740	90.934
	3	24.559	3.01		0.180076		
a1b1c2d1	1	18.137	1.535		0.20955		
	2	26.653	1.625	1.673333333	0.172859	0.182360	89.102
	3	29.369	1.86		0.164671		
a1b2c2d2	1	25.776	1.365		0.175775		
	2	24.446	1.925	1.79	0.180493	0.176715	90.128
	3	26.342	2.08		0.173877		
a2b1c1d1	1	24.305	1.315		0.181017		
	2	31.350	2.665	1.761666667	0.159385	0.172846	90.189
	3	25.097	1.305		0.178137		
a2b2c1d2	1	22.352	1.415		0.188757		
	2	28.860	1.6	1.366666667	0.166118	0.174327	87.245
	3	28.181	1.085		0.168107		
a2b2c2d1	1	28.775	1.49		0.166363		
	2	43.432	2.035	1.666666667	0.135414	0.160480	90.371
	3	24.673	1.475		0.179663		
a2b1c2d2	1	32.199	0.945		0.15727		
	2	32.765	1.96	1.541666667	0.155906	0.154816	89.958
	3	34.802	1.72		0.151274		

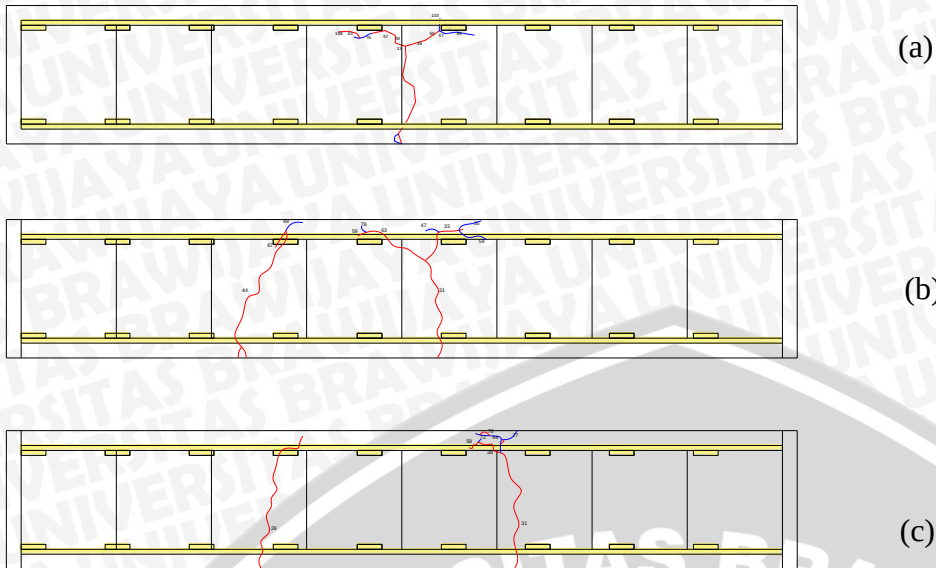
Dari Tabel 4.14 diatas dapat dilihat bahwa lendutan teoritis dan lendutan aktual memiliki perbandingan yang sangat jauh dengan nilai KR diatas 80%. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti adanya rongga udara didalam beton yang dapat mempengaruhi besarnya nilai modulus elastisitas aktual balok tersebut.

4.4.2 Pola Retak

Analisis pola retak digunakan untuk mengetahui hubungan antara pola retak dengan beban maksimum yang dapat ditahan oleh balok beton bertulangan bambu. Analisis pola retak dikelompokkan berdasarkan beberapa variasi yang ada, yaitu mutu beton, jarak kait, rasio tulangan, dan jenis kait seperti pada Gambar 4.24 Sampai Gambar 4.31.

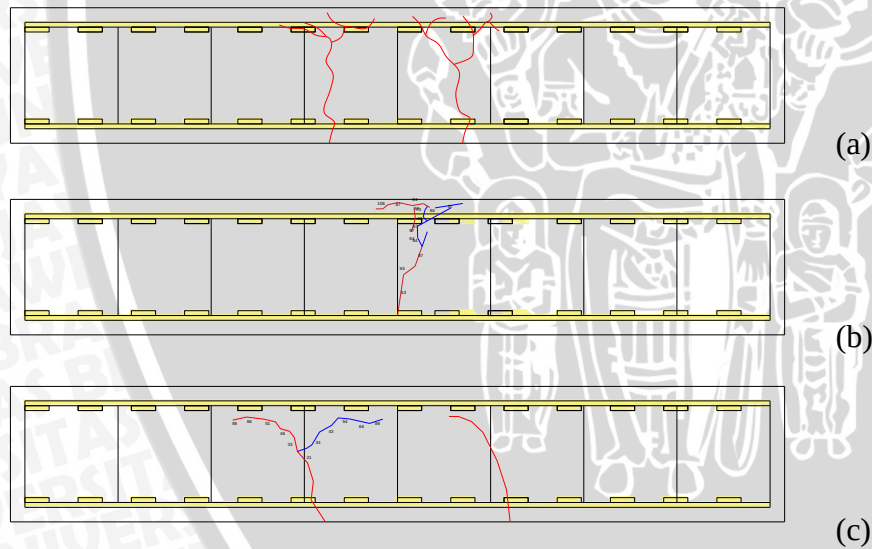


Gambar 4.23 Pola Retak



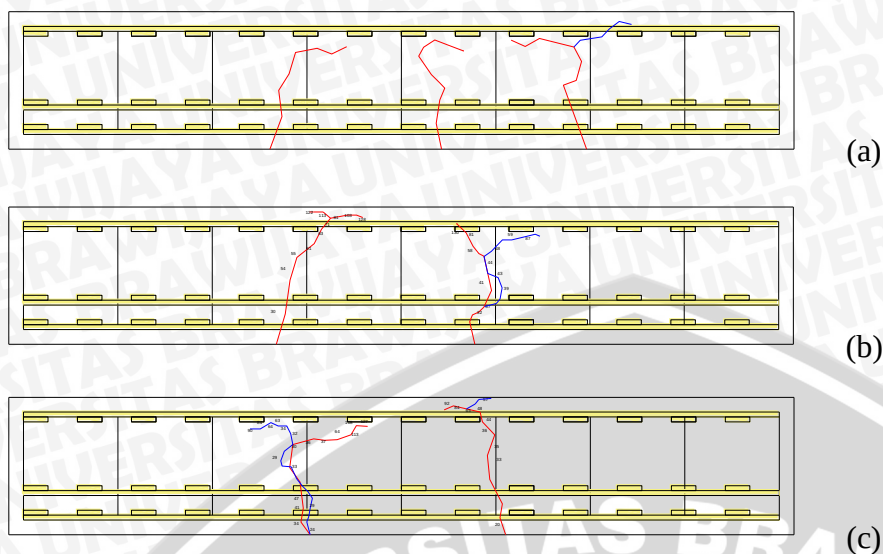
Gambar 4.24 Pola Retak Benda Uji a1b2c1d1 (Mutu Beton 20 MPa, Jarak Kait 12 cm, Rasio Tulangan 0,8%, Jenis Kait Bambu)

- (a) Ulangan ke-1 dengan P maks 6700 kg
- (b) Ulangan ke-2 dengan P maks 5400 kg
- (c) Ulangan ke-3 dengan P maks 5000 kg



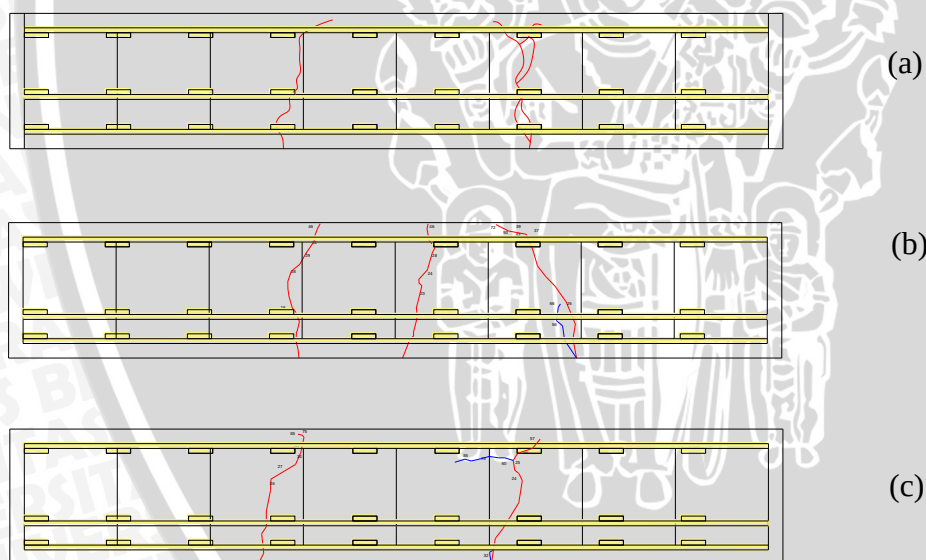
Gambar 4.25 Pola Retak Benda Uji a1b1c1d2 (Mutu Beton 20 MPa, Jarak Kait 6 cm, Rasio Tulangan 0,8%, Jenis Kait Kayu Kamper)

- (a) Ulangan ke-1 dengan P maks 5800 kg
- (b) Ulangan ke-2 dengan P maks 6900 kg
- (c) Ulangan ke-3 dengan P maks 5950 kg



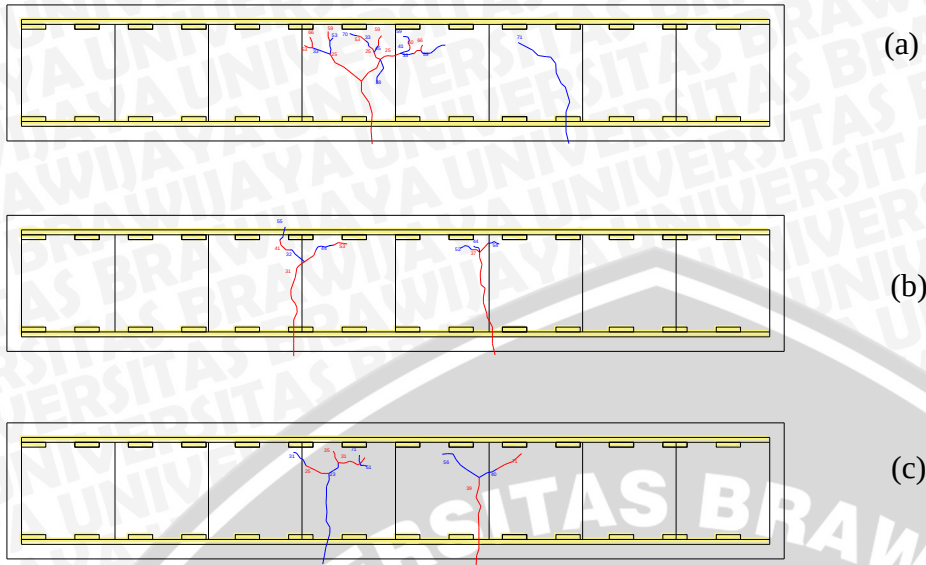
Gambar 4.26 Pola Retak Benda Uji a1b1c2d1 (Mutu Beton 20 MPa, Jarak Kait 6 cm, Rasio Tulangan 1,6%, Jenis Kait Bambu)

- (a) Ulangan ke-1 dengan P maks 7050 kg
- (b) Ulangan ke-2 dengan P maks 8750 kg
- (c) Ulangan ke-3 dengan P maks 8500 kg



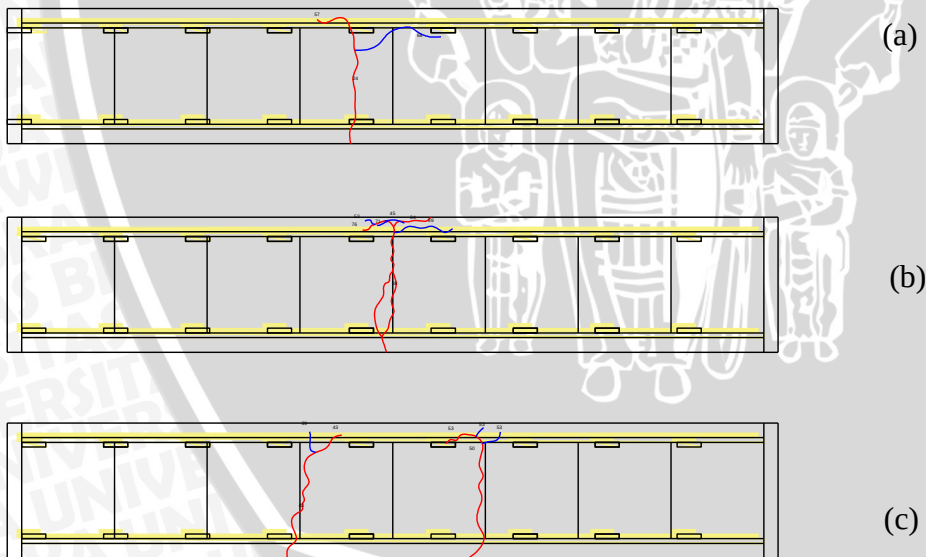
Gambar 4.27 Pola Retak Benda Uji a1b2c2d2 (Mutu Beton 20 MPa, Jarak Kait 12 cm, Rasio Tulangan 1,6%, Jenis Kait Kayu Kamper)

- (a) Ulangan ke-1 dengan P maks 7500 kg
- (b) Ulangan ke-2 dengan P maks 8000 kg
- (c) Ulangan ke-3 dengan P maks 8500 kg



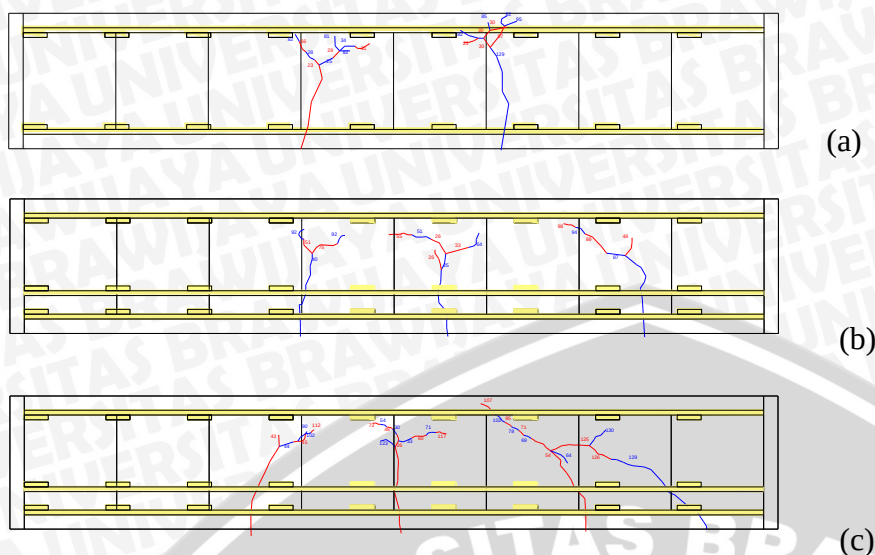
Gambar 4.28 Pola Retak Benda Uji a2b1c1d1 (Mutu Beton 30 MPa, Jarak Kait 6 cm, Rasio Tulangan 0,8%, Jenis Kait Bambu)

- (a) Ulangan ke-1 dengan P maks 4800 kg
- (b) Ulangan ke-2 dengan P maks 4750 kg
- (c) Ulangan ke-3 dengan P maks 5000 kg



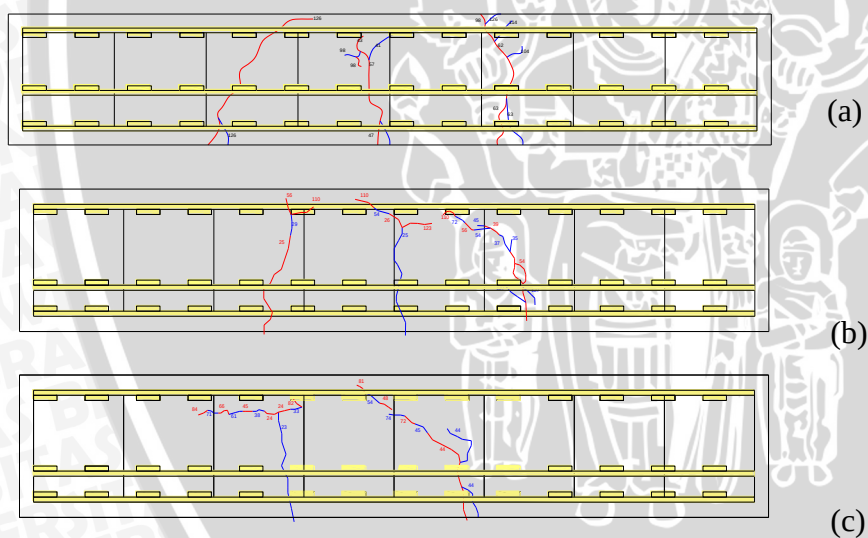
Gambar 4.29 Pola Retak Benda Uji a2b2c1d2 (Mutu Beton 30 MPa, Jarak Kait 12 cm, Rasio Tulangan 0,8%, Jenis Kait Kayu Kamper)

- (a) Ulangan ke-1 dengan P maks 6200 kg
- (b) Ulangan ke-2 dengan P maks 5500 kg
- (c) Ulangan ke-3 dengan P maks 4200 kg



Gambar 4.30 Pola Retak Benda Uji a2b2c2d1 (Mutu Beton 30 MPa, Jarak Kait 12 cm, Rasio Tulangan 1,6%, Jenis Kait Bambu)

- (a) Ulangan ke-1 dengan P maks 6200 kg
- (b) Ulangan ke-2 dengan P maks 5500 kg
- (c) Ulangan ke-3 dengan P maks 4200 kg



Gambar 4.31 Pola Retak Benda Uji a2b1c2d2 (Mutu Beton 30 MPa, Jarak Kait 6 cm, Rasio Tulangan 1,6%, Jenis Kait Kayu Kamper)

- (a) Ulangan ke-1 dengan P maks 7550 kg
- (b) Ulangan ke-2 dengan P maks 8050 kg
- (c) Ulangan ke-3 dengan P maks 6200 kg

4.5 Analisis Tegangan Tulangan Bambu

Keruntuhan pada balok bertulangan bambu dengan pengait pada uji lentur diasumsikan terjadi akibat adanya selip antara tulangan dengan beton. Asumsi ini dapat diambil karena pada hasil uji lentur terlihat bahwa tulangan bambu tidak mengalami kehancuran.

Pada penelitian ini tidak dilakukan uji tegangan leleh untuk tulangan bambu, besarnya nilai tegangan leleh tulangan bambu diambil dari penelitian terdahulu yaitu sebesar 190 MPa.



Gambar 4.32 Tulangan Mengalami Selip pada Beton

Balok bertulangan bambu dengan pengait mengalami keruntuhan akibat selip atau kehilangan lekatan antara tulangan dengan beton dapat dibuktikan dengan perhitungan teoritis. Perhitungan ini membandingkan hasil teoritis tegangan leleh dari tulangan bambu dengan hasil tegangan leleh tulangan dari penelitian terdahulu. Bila hasil perhitungan teoritis lebih kecil dibandingkan dengan hasil penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa balok bertulangan bambu mengalami keruntuhan akibat selip antara tulangan dengan beton.

Perhitungan teoritis diambil dari beban terbesar benda uji pull out, yaitu $a_2b_1d_2$ (mutu beton 30 MPa, jarak kait 6 cm, jenis kait kayu kamper) sebesar 3850 kg.

$$P = 3.850 \text{ kg}$$

$$A = 2 \times 1 \times 2 = 4 \text{ cm}^2$$

$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{3850}{4} = 962,5 \text{ kg/cm}^2 = 96,25 \text{ MPa}$$

Dan juga pada benda uji *pull out* $a_1b_1d_2$ (mutu beton 20 MPa, jarak kait 6 cm, jenis kait kayu kamper) sebesar 3.650 kg.

$$P = 3.650 \text{ kg}$$

$$A = 2 \times 1 \times 2 = 4 \text{ cm}^2$$

$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{3650}{4} = 912,5 \text{ kg/cm}^2 = 91,25 \text{ MPa}$$

Dari perhitungan diatas nilai tegangan leleh yang didapat dari uji *pull out*, diambil nilai terbesar yaitu sebesar 96,25 MPa.

Beban terbesar pada uji lentur balok bertulangan bambu dengan pengait sebesar 8750 kg pada benda uji $a_1b_1c_2d_1$ (mutu beton 20 MPa, jarak kait 6cm, rasio tulangan 1,6%, jenis kait bambu). Maka besarnya tegangan pada tulangan bambu:

$$P = 8.750 \text{ kg}$$

$$M_u = R_v a \cdot 57$$

$$= 0,5 P \cdot 57$$

$$= 0,5 \cdot 8750 \cdot 57$$

$$= 249375 \text{ kgcm} = 24937500 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{24937500}{0,8} = 31171875 \text{ Nmm}$$

Didapat nilai M_n , maka:

$$M_n = T \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$31171875 = T \cdot \left(250 - \frac{a}{2}\right)$$

$$T = \frac{31171875}{\left(250 - \frac{a}{2}\right)}$$

Persamaan keseimbangan:

$$T = C_c$$

$$\frac{31171875}{\left(250 - \frac{a}{2}\right)} = 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a$$

$$\frac{31171875}{\left(250 - \frac{a}{2}\right)} = 0,85 \cdot 29,34 \cdot 180 \cdot a$$

$$1122255 a - 2244,51 a^2 - 31171875 = 0$$

$$a^2 - 500 a + 13888,05 = 0$$

Dari akar persamaan diatas, didapat nilai a sebesar 29,52 mm, kemudian nilai a dimasukan dalam persamaan T .

$$T = \frac{31171875}{\left(250 - \frac{a}{2}\right)}$$

$$T = \frac{31171875}{\left(250 - \frac{29,52}{2}\right)}$$



$$T = 132510,95 \text{ N}$$

Besarnya nilai tegangan dengan beban dari T:

$$\sigma = \frac{T}{A}$$

$$\sigma = \frac{132510,95}{(20 \cdot 10 \cdot 4)}$$

$$\sigma = 165 \text{ MPa}$$

Nilai tegangan terbesar pada tulangan balok sebesar 165 MPa.

Dapat dipastikan keruntuhan balok bertulangan bambu diakibatkan oleh kehilangan lekatan antara tulangan dengan beton, dan tulangan bambu belum mengalami leleh. Hal ini dapat dibuktikan dari hasil perhitungan teoritis diatas didapatkan nilai tegangan bambu uji *pull-out* sebesar 96,25 MPa sedangkan nilai tegangan bambu pada balok sebesar 165 MPa. Hasil perhitungan teoritis diatas memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan penelitian terdahulu sebesar 190 MPa.

4.6 Uji Hipotesis

Untuk mengetahui ada atau tidak pengaruh dari variabel bebas yaitu jenis kait terhadap variabel terikat pada hasil pengujian kuat lekat (*pull out*) ataupun pada pengujian kuat lentur balok bertulangan bambu, dilakukan uji hipotesis dengan beberapa metode. Uji hipotesis menggunakan metode *Analysis of Variant* (ANOVA), analisis faktor, dan analisis uji T.

4.6.1 Pengujian *Pull Out*

4.6.1.1 Metode *Analysis of Variant* (ANOVA)

Uji hipotesis pada pengujian *pull out* dilakukan untuk mengetahui adanya pengaruh variasi jenis kait terhadap tegangan lekat antara tulangan bambu berkait dengan beton.

H_0 : tidak terdapat pengaruh yang signifikan variasi jenis kait pada tulangan bambu dengan kait terhadap tegangan lekat antara tulangan dengan beton.

H_1 : terdapat pengaruh yang signifikan variasi jenis kait pada tulangan bambu dengan kait terhadap tegangan lekat antara tulangan dengan beton

Level of significance (α) = 0,05

Tabel 4.15 Rancangan Penelitian *PullOut* (2 kali ulangan)

		Mutu Beton 20 MPa (a_1)		Mutu Beton 30 MPa (a_2)	
		Jarak Kait 6 cm (b_1)	Jarak Kait 12 cm (b_2)	Jarak Kait 6 cm (b_1)	Jarak Kait 12 cm (b_2)
Jenis Kait (D)	Bambu (d_1)	$a_1b_1d_1 - 1$	$a_1b_2d_1 - 1$	$a_2b_1d_1 - 1$	$a_2b_2d_1 - 1$
		$a_1b_1d_1 - 2$	$a_1b_2d_1 - 2$	$a_2b_1d_1 - 2$	$a_2b_2d_1 - 2$
	Kayu	$a_1b_1d_2 - 1$	$a_1b_2d_2 - 1$	$a_2b_1d_2 - 1$	$a_2b_2d_2 - 1$
	Kamper (d_2)	$a_1b_1d_2 - 2$	$a_1b_2d_2 - 2$	$a_2b_1d_2 - 2$	$a_2b_2d_2 - 2$

Tabel 4.16 Hasil Pengujian *PullOut*

		Mutu Beton 20 MPa (a_1)		Mutu Beton 30 MPa (a_2)		Total
		Jarak Kait 6 cm (b_1)	Jarak Kait 12 cm (b_2)	Jarak Kait 6 cm (b_1)	Jarak Kait 12 cm (b_2)	
Jenis Kait (D)	Bambu (d_1)	2700	2150	2650	2350	9850
		2050	3050	2750	2750	10600
	Kayu	2700	3550	3365	1350	10965
	Kamper (d_2)	3650	1850	3850	1900	11250
		11100	10600	12615	8350	42665

Kontras

$$\begin{aligned}
 \text{Kontras D} &= (a_1b_1d_2 + a_1b_2d_2 + a_2b_1d_2 + a_2b_2d_2) - (a_1b_2d_1 + a_1b_1d_1 + a_2b_2d_1 + a_2b_1d_1) \\
 &= (2700 + 3650 + 3550 + 1850 + 3365 + 3850 + 1350 + 1900) - (2150 + 3050 \\
 &\quad + 2700 + 2050 + 2350 + 2750 + 2650 + 2750) \\
 &= 1765
 \end{aligned}$$

Pengaruh Efek

$$\text{Pengaruh Efek B} = \frac{\text{Kontras(B)}}{4n} = \frac{1765}{4(2)} = 220,625$$

Derajat Bebas

$$\text{DB Perlakuan} = \text{DB (D)} = d - 1 = 2 - 1 = 1$$

$$\text{DB Total} = nabd - 1$$

$$= (2 \times 2 \times 2 \times 2) - 1 = 15$$

$$\text{DB Galat} = \text{DB total} - \text{DB perlakuan} = 15 - 1 = 14$$

Jumlah Kuadrat (JK)

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \text{JK (D)} = \frac{[\text{Kontras}_{(B)}]^2}{2^3 n} \\ &= \frac{[1765]^2}{2^3 2} = 194701,563 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total} &= \sum \sum \sum y_{ijk}^2 - \frac{y^2}{n 2^3} \\ &= 121303225 - \frac{42665^2}{2(2^3)} = 7534335,938 \end{aligned}$$

$$\text{JK Galat} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} = 7534335,938 - 194701,563 = 7339634,375$$

Kuadrat Tengah (KT)

$$\text{KT (D)} = \frac{\text{JK (D)}}{\text{DB (D)}} = \frac{194701,563}{1} = 194701,563$$

$$\text{KT Galat} = \frac{\text{JK Galat}}{\text{DB Galat}} = \frac{7339634,375}{14} = 524259,598$$

F Hitung

$$\begin{aligned} \text{F Hitung} &= \frac{\text{KT (D)}}{\text{KT (G)}} \\ &= \frac{194701,563}{524259,598} = 0,371 \end{aligned}$$

Tabel 4.17 Analisis Variansi Pengaruh Utama Faktor D (Jenis Kait) terhadap Tegangan Lekat Tulangan Bambu dengan Kait

Perilaku	JK	DB	KT	F hitung	F table 5%
Pengaruh Utama					
D	194701,563	1	194701,563	0,371	4,6
Galat	7339634,375	14	524259,598		
Total	7534335,938	15			

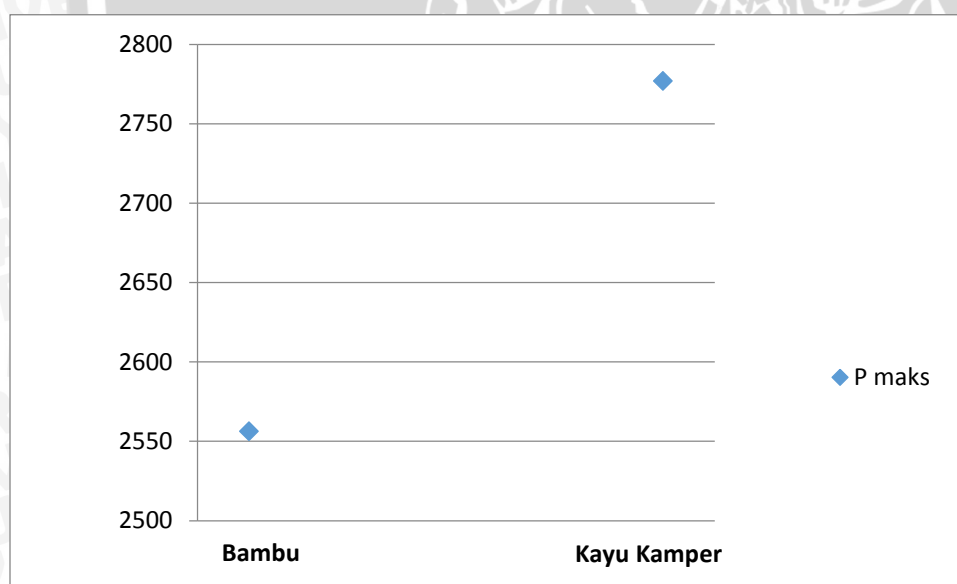
Dengan menggunakan *level of significance* (α) = 0,05 diperoleh nilai F tabel = $F_{0,05; 1; 14} = 4,6$. Karena nilai F hitung < F tabel ($0,371 < 4,6$), maka H_0 diterima. Sehingga belum terdapat pengaruh signifikan pada variasi jenis kait terhadap tegangan lekat tulangan bambu berkait dengan beton. Dengan F hitung sebesar 0,371 maka besarnya *level of significance* (α) untuk pengaruh utama Jenis Kait (Faktor D) adalah 0,552.

4.6.1.2 Metode Analisis Faktor

Analisis faktor merupakan metode yang digunakan untuk mencari korelasi antara dua variabel atau lebih yang berbeda. Dalam penelitian ini variabel yang ditinjau adalah jenis kait, yaitu jenis kait bambu dan jenis kait kayu kamper.

Tabel 4.18 Nilai P maksimum Tiap Jenis Kait

Jenis Kait	Benda Uji	P maks (kg)	Rata-rata P maks (kg)
Bambu	a ₁ b ₁ d ₁ - 1	2700	2556.25
	a ₁ b ₁ d ₁ - 2	2050	
	a ₂ b ₁ d ₁ - 1	2650	
	a ₂ b ₁ d ₁ - 2	2750	
	a ₁ b ₂ d ₁ - 1	2150	
	a ₁ b ₂ d ₁ - 2	3050	
	a ₂ b ₂ d ₁ - 1	2350	
	a ₂ b ₂ d ₁ - 2	2750	
Kamper	a ₁ b ₁ d ₂ - 1	2700	2776.875
	a ₁ b ₁ d ₂ - 2	3650	
	a ₂ b ₁ d ₂ - 1	3365	
	a ₂ b ₁ d ₂ - 2	3850	
	a ₁ b ₂ d ₂ - 1	3550	
	a ₁ b ₂ d ₂ - 2	1850	
	a ₂ b ₂ d ₂ - 1	1350	
	a ₂ b ₂ d ₂ - 2	1900	



Gambar 4.33 Grafik P maksimum Masing-masing Jenis Kait

Dari Gambar 4.32 diatas dapat dilihat bahwa kayu kamper dapat menahan beban (P maksimum) lebih besar jika dibandingkan dengan bambu. Nilai P maks untuk kayu kamper adalah sebesar 2776,875 kg, sedangkan untuk bambu adalah sebesar 2556,25 kg.

4.6.1.3 Analisis Uji T

Analisis Uji T digunakan untuk mencari korelasi antara jenis kait bambu dengan jenis kait kayu kamper dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan hipotesis

Jenis kait Kayu Kamper dapat menahan beban lebih besar jika dibandingkan dengan jenis kait Bambu.

$$H_0: \mu = \mu_1$$

$$H_1: \mu > \mu_1$$

Jika $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka H_0 ditolak

2. Nilai P maksimum masing-masing jenis kait dikelompokkan seperti pada Tabel 4.19

Tabel 4.19 Nilai P maksimum Berdasarkan Jenis Kait

n	Jenis Kait	
	Bambu (A)	Kayu Kamper (B)
1	2700	2700
2	2050	3650
3	2650	3365
4	2750	3850
5	2150	3550
6	3050	1850
7	2350	1350
8	2750	1900
Jumlah	20450	22215
Rata-rata	2556.25	2776.875

3. Analisis

Dilakukan perhitungan sebagai berikut:

n	A ²	B ²
1	7290000	7290000
2	4202500	13322500
3	7022500	11323225
4	7562500	14822500
5	4622500	12602500
6	9302500	3422500
7	5522500	1822500
8	7562500	3610000
Jumlah	53087500	68215725

$$S = \sqrt{\frac{\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}}{n-1}}$$

$$Sx_1 = \sqrt{\frac{53087500 - \frac{(20450)^2}{8}}{8-1}}$$

$$= 340,63$$

$$Sx_2 = \sqrt{\frac{68215725 - \frac{(22215)^2}{8}}{8-1}}$$

$$= 965,66$$

$$Sx_1 x_2 = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)Sx_1^2 + (n_2 - 1)Sx_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

$$Sx_1 x_2 = \sqrt{\frac{(8-1)340,63^2 + (8-1)965,66^2}{8+8-2}}$$

$$= 193,51$$

$$t = \frac{x_1 - x_2}{Sx_1 x_2 \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

$$t = \frac{2556,25 - 2776,875}{193,51 \sqrt{\frac{1}{8} + \frac{1}{8}}}$$

$$= -2,28$$

$$Df = n_1 + n_2 - 2$$

$$= 8 + 8 - 2$$

$$= 14$$

$$\alpha = 0,05$$

$$t_{\text{tabel}} = 1,761$$

$$t_{\text{hitung}} > t_{\text{tabel}}$$

$$2,28 > 1,761 \rightarrow H_0 \text{ ditolak}$$

Maka jenis kait Kayu Kamper dapat menahan beban lebih besar jika dibandingkan dengan jenis kait Bambu.

4.6.2 Pengujian Kuat Lentur Balok Bertulangan Bambu dengan Kait

4.6.2.1 Metode *Analysis of Variant* (ANOVA)

Uji hipotesis pada pengujian kuat lentur dilakukan untuk mengetahui adanya pengaruh variasi jarak kait terhadap besarnya beban yang maksimum yang mampu dipikul oleh balok beton bertulangan bambu dengan kait.

H_0 : tidak terdapat pengaruh yang signifikan variasi jenis kait pada kuat lentur balok beton bertulangan bambu dengan kait.

H_1 : terdapat pengaruh yang signifikan variasi jenis kait pada kuat lentur balok beton bertulangan bambu dengan kait.

Level of significance (α) = 0,05

Tabel 4.20 Rancangan Penelitian Pengujian Kuat Lentur Balok Bertulangan Bambu dengan Kait

		Mutu Beton 20 MPa (a_1)		Mutu Beton 30 MPa (a_2)	
		Jarak Kait 6 cm (b_1)	Jarak Kait 12 cm (b_2)	Jarak Kait 6 cm (b_1)	Jarak Kait 12 cm (b_2)
Rasio Tulangan 0,8% (c_1)	Jenis Kait Bambu (d_1)	$a_1b_1c_1d_1$	$a_1b_2c_1d_1$	$a_2b_1c_1d_1$	$a_2b_2c_1d_1$
	Jenis Kait Kayu Kamper (d_2)	$a_1b_1c_1d_2$	$a_1b_2c_1d_2$	$a_2b_1c_1d_2$	$a_2b_2c_1d_2$
Rasio Tulangan 1,6% (c_2)	Jenis Kait Bambu (d_1)	$a_1b_1c_2d_1$	$a_1b_2c_2d_1$	$a_2b_1c_2d_1$	$a_2b_2c_2d_1$
	Jenis Kait Kayu Kamper (d_2)	$a_1b_1c_2d_2$	$a_1b_2c_2d_2$	$a_2b_1c_2d_2$	$a_2b_2c_2d_2$

Tabel 4.21 Rancangan Pembagian Blok Positif Negatif Penelitian Pengujian Kuat Lentur Balok Bertulangan Bambu dengan Kait

		Mutu Beton 20 MPa (a_1)		Mutu Beton 30 MPa (a_2)	
		Jarak Kait 6 cm (b_1)	Jarak Kait 12 cm (b_2)	Jarak Kait 6 cm (b_1)	Jarak Kait 12 cm (b_2)
Rasio Tulangan 0,8% (c_1)	Jenis Kait Bambu (d_1)	+	-	-	+
	Jenis Kait Kayu Kamper (d_2)	-	+	+	-
Rasio Tulangan 1,6% (c_2)	Jenis Kait Bambu (d_1)	-	+	+	-
	Jenis Kait Kayu Kamper (d_2)	+	-	-	+

Tabel 4.22 Hasil Penelitian Pengujian Kuat Lentur Balok Bertulangan Bambu dengan Kait

		Mutu Beton 20 MPa (a ₁)		Mutu Beton 30 MPa (a ₂)	
		Jarak Kait 6 cm (b ₁)	Jarak Kait 12 cm (b ₂)	Jarak Kait 6 cm (b ₁)	Jarak Kait 12 cm (b ₂)
Rasio Tulangan 0,8% (c ₁)	Jenis Kait Bambu (d ₁)		6700	4800	
			5550	4750	
			5000	5000	
	Jenis Kait Kayu Kamper (d ₂)	5800			6200
		6900			5500
		5950			4200
Rasio Tulangan 1,6% (c ₂)	Jenis Kait Bambu (d ₁)	7050			6750
		8750			7500
		8500			7750
	Jenis Kait Kayu Kamper (d ₂)		7500	7550	
			8000	8050	
			8500	6200	

Kontras

$$\begin{aligned}
 \text{Kontras D} &= (a_1b_1c_1d_2 + a_2b_2c_1d_2 + a_1b_2c_2d_2 + a_2b_1c_2d_2) - (a_1b_2c_1d_1 + a_2b_1c_1d_1 + a_1b_1c_2d_1 + a_2b_2c_2d_1) \\
 &= (5800 + 6900 + 5950 + 6200 + 5500 + 4200 + 7500 + 8000 + 8500 + 7550 + 8050 + 6200) - (6700 + 5550 + 5000 + 4800 + 4750 + 5000 + 7050 + 8750 + 8500 + 6750 + 7500 + 7750) \\
 &= 2250
 \end{aligned}$$

Pengaruh Efek

$$\text{Pengaruh Efek D} = \frac{\text{Kontras}_{(D)}}{4n} = \frac{2250}{4(3)} = 187,5$$

Derajat Bebas

$$\text{DB Perlakuan} = \text{DB (A)} + \text{DB (B)} + \text{DB (C)} + \text{DB (D)} + \text{DB (AC)} + \text{DB (BD)} + \text{DB (AB)} + \text{DB (AD)} + \text{DB (BC)} + \text{DB (CD)}$$

$$= 1+1+1+1+1+1+1+1+1+1$$

$$= 10$$

$$\text{DB Total} = nabcd - 1$$

$$= \frac{(3 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2)}{2} - 1 = 23$$

$$\text{DB Galat} = \text{DB total} - \text{DB perlakuan} = 23 - 10 = 13$$

Jumlah Kuadrat (JK)

$$\begin{aligned} \text{JK (D)} &= \frac{[\text{Kontras}_{(D)}]^2}{2^4 - 1n} \\ &= \frac{[2250]^2}{2^3 3} = 210937,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \text{JK (A)} + \text{JK (B)} + \text{JK (C)} + \text{JK (D)} + \text{JK (AC)} + \text{JK (BD)} + \text{JK (AB)} + \text{JK} \\ &\quad (\text{AD}) + \text{JK (BC)} + \text{JK (CD)} \\ &= 4125104,167 + 937,5 + 27627604,167 + 210937,5 + 37604,167 + 37604,167 + \\ &\quad 440104,167 + 104,167 + 104,167 + 440104,167 \\ &= 32920208,33 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total} &= \sum \sum \sum y_{ijk}^2 - \frac{y^2}{\frac{1}{2}n2^4} \\ &= 1087412500 - \frac{158450^2}{\frac{1}{2}3(2^4)} = 41312395,83 \end{aligned}$$

$$\text{JK Galat} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} = 41312395,83 - 32920208,33 = 8392187,5$$

Kuadrat Tengah (KT)

$$\text{KT (D)} = \frac{\text{JK (D)}}{\text{DB (D)}} = \frac{210937,5}{1} = 210937,5$$

$$\text{KT Galat} = \frac{\text{JK Galat}}{\text{DB Galat}} = \frac{8392187,5}{13} = 645552,885$$

F Hitung

$$\begin{aligned} \text{F Hitung} &= \frac{\text{KT (D)}}{\text{KT (G)}} \\ &= \frac{210937,5}{645552,885} = 0,327 \end{aligned}$$

Tabel 4.23 Analisis Variansi terhadap Kuat Lentur Balok Tulangan Bambu dengan Kait

Perilaku	JK	DB	KT	f hitung	F tabel 5%	Keterangan
Pengaruh Utama						
A	4125104.167	1	4125104.167	6.390	4.45	Diterima
B	937.500	1	937.500	0.001	4.45	Ditolak
C	27627604.167	1	27627604.167	42.797	4.45	Diterima
D	210937.500	1	210937.500	0.327	4.45	Ditolak
Interaksi						
AC	37604.167	1	37604.167	0.058	4.45	Ditolak
BD	37604.167	1	37604.167	0.058	4.45	Ditolak
AB	440104.167	1	440104.167	0.682	4.45	Ditolak
AD	104.167	1	104.167	0.00016	4.45	Ditolak
BC	104.167	1	104.167	0.00016	4.45	Ditolak
CD	440104.167	1	440104.167	0.682	4.45	Ditolak
Galat	8392187.500	13	645552.885			
Total	41312395.833	23				

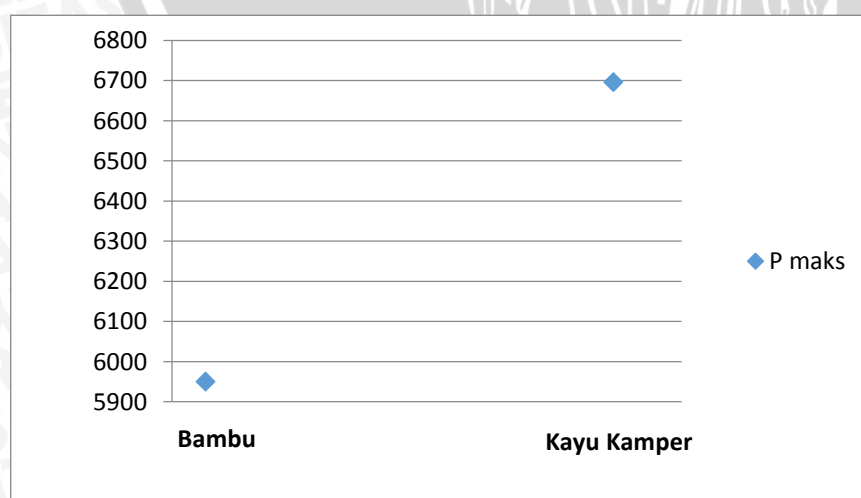
Dengan menggunakan *level of significance* (α) = 0,05 diperoleh nilai F tabel = $F_{0,005; 1; 23} = 4,45$. Karena nilai F hitung < F tabel ($0,327 < 4,45$), maka H_0 diterima. Sehingga belum terdapat pengaruh signifikan pada variasi jenis kait terhadap kuat lentur balok bertulangan bambu dengan kait. Dengan F hitung sebesar 0,327 maka besarnya *level of significance* (α) untuk pengaruh utama Jenis Kait (Faktor D) adalah 0,577.

4.6.2.2 Metode Analisis Faktor

Analisis faktor merupakan metode yang digunakan untuk mencari korelasi antara dua variabel atau lebih yang berbeda. Dalam penelitian ini variabel yang ditinjau adalah jenis kait, yaitu jenis kait bambu dan jenis kait kayu kamper.

Tabel 4.24 Nilai P maksimum Tiap Jenis Kait

Jenis Kait	Benda Uji	P maks (kg)	Rata-rata P maks (kg)
Bambu	a ₂ b ₁ c ₁ d ₁ - 1	4800	5950
	a ₂ b ₁ c ₁ d ₁ - 2	4750	
	a ₂ b ₁ c ₁ d ₁ - 3	5000	
	a ₁ b ₂ c ₁ d ₁ - 1	6700	
	a ₁ b ₂ c ₁ d ₁ - 2	5550	
	a ₁ b ₂ c ₁ d ₁ - 3	5000	
	a ₁ b ₁ c ₂ d ₁ - 1	7050	
	a ₁ b ₁ c ₂ d ₁ - 2	8750	
	a ₁ b ₁ c ₂ d ₁ - 3	8500	
	a ₂ b ₂ c ₂ d ₁ - 1	6750	
	a ₂ b ₂ c ₂ d ₁ - 2	7500	
	a ₂ b ₂ c ₂ d ₁ - 3	7750	
Kamper	a ₁ b ₁ c ₁ d ₂ - 1	5800	6695.833
	a ₁ b ₁ c ₁ d ₂ - 2	6900	
	a ₁ b ₁ c ₁ d ₂ - 3	5950	
	a ₂ b ₂ c ₁ d ₂ - 1	6200	
	a ₂ b ₂ c ₁ d ₂ - 2	5500	
	a ₂ b ₂ c ₁ d ₂ - 3	4200	
	a ₂ b ₁ c ₂ d ₂ - 1	7550	
	a ₂ b ₁ c ₂ d ₂ - 2	8050	
	a ₂ b ₁ c ₂ d ₂ - 3	6200	
	a ₁ b ₂ c ₂ d ₂ - 1	7500	
	a ₁ b ₂ c ₂ d ₂ - 2	8000	
	a ₁ b ₂ c ₂ d ₂ - 3	8500	



Gambar 4.34 Grafik P maksimum Masing-masing Jenis Kait

Dari Gambar 4.33 diatas dapat dilihat bahwa kayu kamper dapat menahan beban (P maksimum) lebih besar jika dibandingkan dengan bambu. Nilai P maks untuk kayu kamper adalah sebesar 6695,833 kg, sedangkan untuk bambu adalah sebesar 5950 kg.

4.6.2.3 Metode Uji T

Analisis Uji T digunakan untuk mencari korelasi antara jenis kait bambu dengan jenis kait kayu kamper pada balok beton bertulangan bambu dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan hipotesis

Jenis kait Kayu Kamper dapat menahan beban lebih besar jika dibandingkan dengan jenis kait Bambu.

$$H_0: \mu = \mu_1$$

$$H_1: \mu > \mu_1$$

Jika $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka H_0 ditolak

2. Nilai P maksimum masing-masing jenis kait dikelompokkan seperti pada Tabel 4.25

Tabel 4.25 Nilai P maksimum Berdasarkan Jenis Kait

n	Jenis Kait	
	Bambu (A)	Kayu Kamper (B)
1	4800	5800
2	4750	6900
3	5000	5950
4	6700	6200
5	5550	5500
6	5000	4200
7	7050	7550
8	8750	8050
9	8500	6200
10	6750	7500
11	7500	8000
12	7750	8500
Jumlah	78000	80350
Rata-rata	6500	6695.833333

3. Analisis

Dilakukan perhitungan sebagai berikut:

n	A ²	B ²
1	23040000	33640000
2	22562500	47610000
3	25000000	35402500
4	44890000	38440000
5	30802500	30250000
6	25000000	17640000
7	49702500	57002500
8	76562500	64802500
9	72250000	38440000
10	44222500	56250000
11	56250000	64000000
12	60062500	72250000
Jumlah	530345000	555727500

$$S = \sqrt{\frac{\Sigma y^2 - \frac{(\Sigma y)^2}{n}}{n - 1}}$$

$$Sx_1 = \sqrt{\frac{530345000 - \frac{(78000)^2}{12}}{12 - 1}}$$

$$= 1456,8$$

$$Sx_2 = \sqrt{\frac{555727500 - \frac{(80350)^2}{12}}{12 - 1}}$$

$$= 1269,12$$

$$Sx_1 x_2 = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)Sx_1^2 + (n_2 - 1)Sx_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

$$Sx_1 x_2 = \sqrt{\frac{(12 - 1) 1456,8^2 + (12 - 1) 1269,12^2}{12 + 12 - 2}}$$

$$= 291,27$$

$$t = \frac{x_1 - x_2}{Sx_1 x_2 \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

$$t = \frac{6700 - 6695,833}{291,27 \sqrt{\frac{1}{12} + \frac{1}{12}}} = -1,65$$

$$\begin{aligned} Df &= n_1 + n_2 - 2 \\ &= 12 + 12 - 2 \\ &= 22 \end{aligned}$$

$$\alpha = 0,05$$

$$t_{\text{tabel}} = 1,717$$

$$\begin{aligned} t_{\text{hitung}} &< t_{\text{tabel}} \\ 1,65 &< 1,717 \quad \rightarrow H_0 \text{ diterima} \end{aligned}$$

Maka, jenis kait Bambu dapat menahan beban lebih besar jika dibandingkan dengan jenis kait Kayu Kamper.





BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil uji statistik yang telah dilakukan, penggunaan variasi jenis kait belum memiliki pengaruh yang signifikan terhadap tegangan lekat tulangan bambu dengan beton, hal ini telah dibuktikan dengan beberapa metode seperti *analysis of variant*, analisis faktor, dan analisis uji T. Namun, berdasarkan besarnya nilai P maksimum cabut, terbukti bahwa kait kayu kamper mampu menahan beban lebih besar dibanding dengan kait bambu. Beban cabut dari uji *pull out* mengalami perbedaan dengan adanya variasi penambahan jenis kait. Jenis kait kayu kamper memiliki nilai rata-rata P maksimum cabut sebesar 2776,875 kg, sedangkan untuk jenis kait bambu memiliki nilai rata-rata P maksimum cabut sebesar 2556,25 kg.
2. Berdasarkan hasil uji statistik yang telah dilakukan, penggunaan variasi jenis kait belum memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kuat lentur balok bertulangan bambu, hal ini telah dibuktikan dengan beberapa seperti *analysis of variant*, analisis faktor, dan analisis uji T. Namun, berdasarkan besarnya nilai kapasitas beban maksimum, terbukti bahwa jenis kait kayu kamper dapat menahan beban lebih besar dibanding dengan jenis kait bambu. Kapasitas beban maksimum dari hasil uji lentur balok bertulangan bambu mengalami perbedaan dengan adanya variasi penambahan jenis kait. Jenis kait kayu kamper memiliki nilai kapasitas beban maksimum sebesar 6695,833 kg, sedangkan untuk jenis kait bambu memiliki nilai kapasitas beban maksimum sebesar 6508,3325 kg.

5.2 Saran

Banyak terdapat kekurangan dan keterbatasan dalam pelaksanaan penelitian ini. Oleh karena itu, berikut saran-saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya agar dapat memperoleh hasil yang lebih signifikan.

1. Dengan lebih memperhatikan proses pembuatan benda uji atau proses pengecoran agar tidak terdapat banyak rongga didalam campuran beton. Karena banyaknya rongga-rongga pada campuran beton tersebut dapat mempengaruhi besarnya nilai modulus elastisitas balok tersebut. Nilai modulus elastisitas penelitian tersebut juga akan memberikan hasil yang berbeda jauh dengan nilai modulus elastisitas teoritis apabila terdapat banyak rongga dalam campuran beton.
2. Memperhatikan perlakuan terhadap kait, mulai dari proses pembuatan hingga tulangan dengan pengait menyatu dengan beton. Teknik pemberian lem pada kait, perlakuan kait saat lem masih basah hingga sudah benar-benar menempel.
3. Lebih Lebih memperhatikan perletakan pemasangan load cell pada benda uji *pull out* agar proses cabut tulangan bambu dari beton memperoleh hasil pembacaan yang lebih signifikan.
4. Adanya penambahan balok kontrol sebagai pembanding dengan balok uji agar hasil dari pengujian dapat terlihat lebih jelas perbedaannya.
5. Dengan lebih meringkas variabel-variabel yang ada, agar variabel yang ditinjau tidak tertutupi hasilnya oleh variabel yang lain dan lebih terlihat pengaruh yang terjadi.
6. Adanya penelitian-penelitian selanjutnya dengan modifikasi jenis kait yang berbeda agar didapatkan nilai kuat lekat bambu dengan beton yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI 90-S53, *Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary*, ACI Committee 318, Farmington Hills Mi.
- ASTM C-33 02a. 2002. *Standard Specification for Concrete Aggregates*. USA: Annual Books of ASTM Standards.
- Dewi, S.M., 2005. *Perilaku Pelat Lapis Komposit Bambu Spesi pada Beban In-Plane dan Beban Lentur*. Disertasi S3 ITS Surabaya.
- Ghavami, K., 2005. *Bamboo As Reinforcement In Structural Concrete Elements*. J. Cement & Concrete Composites, Elsevier, 27, pp. 637-649.
- Lestari, A. D., 2005. *Pengaruh Penambahan Kait pada Tulangan Bambu Terhadap Respon Lentur Balok Beton Bertulangan Bambu*. Jurnal Rekayasa Sipil./Volume9.
- Morisco. 1990. *Rekayasa Bambu*. Yogyakarta: Nafiri Offset.
- Nasution, A., 2009. *Analisis dan Desain Struktur Beton Bertulang*. Bandung: ITB
- Nawy, E. G., 1998. *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. Bandung: PT. Refika Aditama
- Prabowo, Danu. 2011. *Signifikansi Nilai Modulus Elastisitas Kayu Glugu, Kruing, Kamper yang Ada di Pasaran dengan SNI 2002*. Skripsi S1 UMS Surakarta.
- Ronald E. Walpole, Raymond H Myers. *Ilmu Peluang dan Statistika Untuk Insinyur dan Ilmuwan*. Edisi ke – 4, ITB Bandung 1995.
- SNI-03-2847-2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Beta Version, Bandung.
- Wang, C. K., & Salmon, C. G., 1986. *Disain Beton Bertulang*. Jakarta: Erlangga



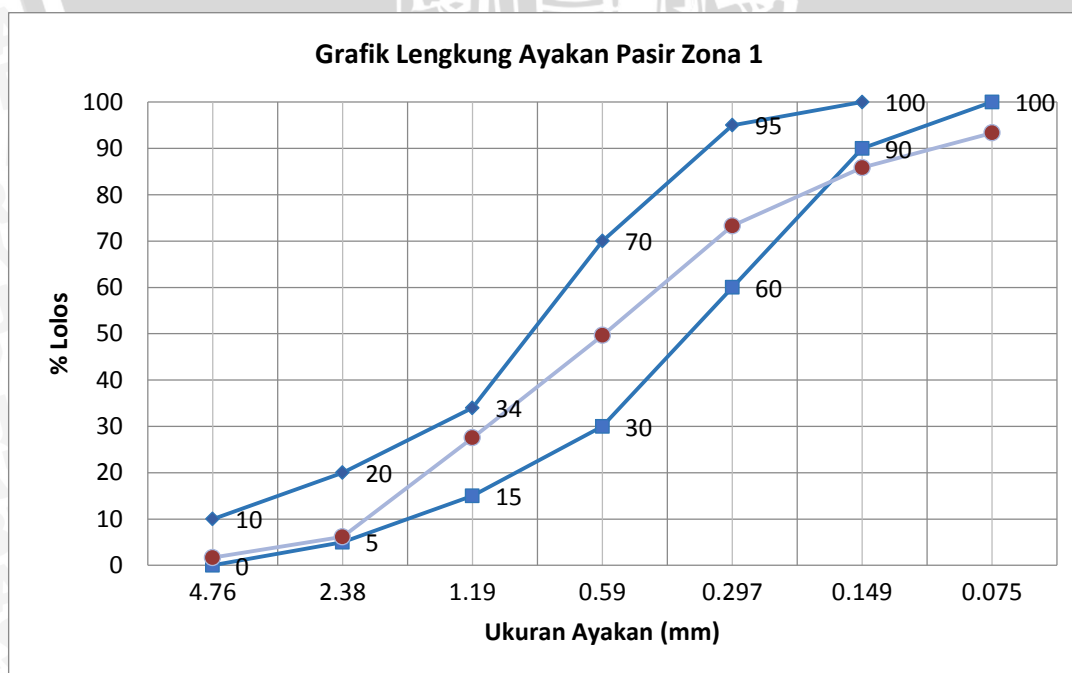
LAMPIRAN 1

Data Hasil Analisa Gradasi Agregat

➤ Agregat Halus

Lubang Saringan		Pasir			
		Tertinggal		%Kumulatif	
no	mm	gram	%	Tertinggal	Lolos
3"	76,2	-	-	-	-
2.5"	63,5	-	-	-	-
2"	50,8	-	-	-	-
1.5"	38,1	-	-	-	-
1"	25,4	-	-	-	-
3/4"	19,1	-	-	-	-
1/2"	12,7	-	-	-	-
3/8"	9,5	-	-	-	100,00
4	4,76	66,40	6,64	6,64	93,36
8	2,38	75,20	7,51	14,15	85,85
16	1,19	125,80	12,57	26,72	73,28
30	0,59	236,60	23,64	50,36	49,64
50	0,297	221,30	22,11	72,48	27,52
100	0,149	213,80	21,37	93,84	6,16
200	0,075	45,00	4,50	98,34	1,66
Pan		16,60	1,66	-	-
Σ =		1000,7		362,536	

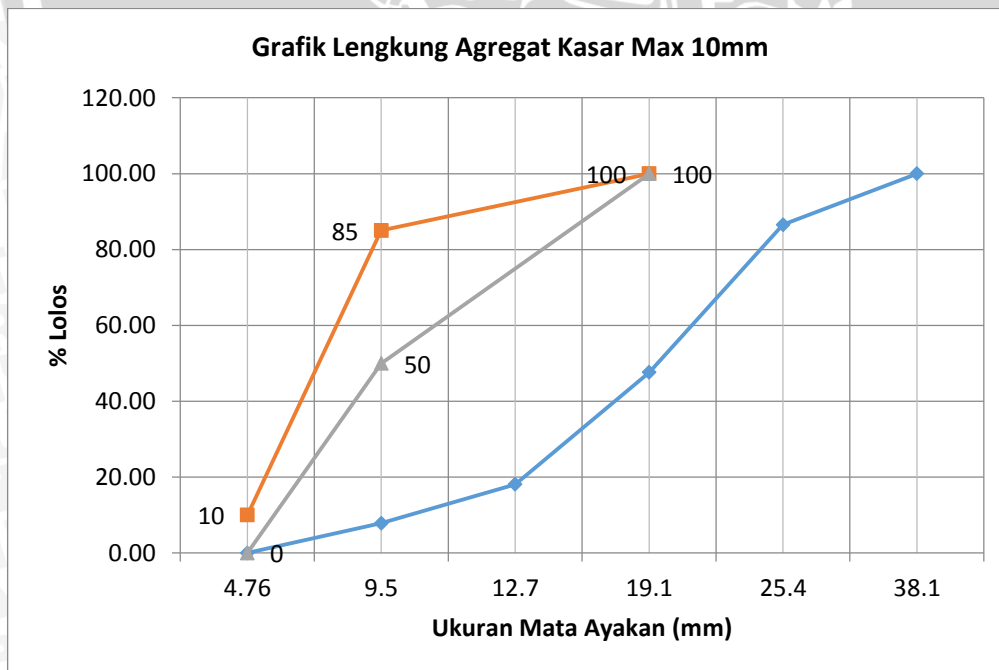
$$\begin{aligned} \text{Modulus kehalusan pasir} &= \frac{\sum \% \text{ yang tertahan no.3/8" sampai no.100}}{100} \\ &= 3,625 \end{aligned}$$



➤ Agregat Kasar

Lubang Saringan		Kerikil			
		Tertinggal		%Kumulatif	
no	mm	gram	%	Tertinggal	Lolos
3"	76,2	-	-	-	100
2.5"	63,5	-	-	-	100
2"	50,8	-	-	-	100
1.5"	38,1	-	-	-	100
1"	25,4	13,244	13,46	13,46	86,54
0.75"	19,1	38,28	38,90	52,36	47,64
0.5"	12,7	29,078	29,55	81,92	18,08
0.375"	9,5	10,043	10,21	92,12	7,88
4	4,76	7,752	7,88	100,00	0,00
8	2,38	-	-	-	-
16	1,19	-	-	-	-
20	0,85	-	-	-	-
50	0,297	-	-	-	-
100	0,149	-	-	-	-
200	0,075	-	-	-	-
Pan		-	-	-	-
Σ =		98,397		339,86	

$$\begin{aligned} \text{Modulus kehalusan kerikil} &= \frac{\sum \% \text{ yang tertahan no. 3/8" sampai no. 100}}{100} \\ &= 3,399 \end{aligned}$$



LAMPIRAN 2

Data Hasil Kadar Air, Berat Jenis, dan Penyerapan Agregat

➤ Agregat Halus

PENGUJIAN KE :	SATUAN	I	II
Berat Talam + agregat basah (1)	(gr)	83,1	79,6
Berat Talam + agregat kering (2)	(gr)	81,8	78,2
Berat Air = (1)-(2)	(gr)	1,3	1,4
Berat Talam (4)	(gr)	5	5,2
Berat Contoh Kering = (2)-(4)	(gr)	76,8	73
Kadar Air = (3)/(5)	(%)	1,69	1,92
Kadar Air rata-rata	(%)	1,81	

NOMOR CONTOH			A
Berat benda uji kering permukaan jenuh	500	(gr)	500
Berat benda uji kering oven	Bk	(gr)	498,2
Berat piknometer + air	B	(gr)	672,2
Berat piknometer + benda uji (ssd) + air (pd suhu kamar)	Bt	(gr)	983,1

NOMOR CONTOH		A
Berat Jenis Curah (Bulk Spesific Grafity)	$Bk/(B+500-Bt)$	2,635
Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (Bulk Spesific Grafity Saturated Surface Dry)	$500/(B+500-Bt)$	2,644
Berat Jenis Semu Apparent Spesific Gravity)	$Bk/(B+Bk-Bt)$	2,660
Penyerapan (%) (Absorption)	$(500-Bk)/Bk \times 100\%$	0,361

➤ Agregat Kasar

PENGUJIAN KE:	SATUAN	I	II
Berat Talam + Contoh basah	(gr)	569,3	575,4
Berat Talam + Contoh kering	(gr)	548,8	557,8
Berat Air = (1)-(2)	(gr)	20,5	17,6
Berat Talam	(gr)	99,3	99,2
Berat Contoh Kering = (2)-(4)	(gr)	449,5	458,6
Kadar Air = (3)/(5)	(%)	4,56	3,8
Kadar Air rata-rata	(%)	4,20	

Nomor Contoh			A
Berat benda uji kering permukaan jenuh	Bj	(gr)	1505,5
Berat benda uji kering oven	Bk	(gr)	1467,3
Berat benda uji dalam air	Ba	(gr)	879,9

Nomor Contoh		A
Berat Jenis Curah (Bulk Specific Gravity)	Bk/(Bj-Ba)	2,345
Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (Bulk Specific Gravity Saturated Surface Dry)	Bj/(Bj-Ba)	2,406
Berat Jenis Semu Apparent Specific Gravity)	Bk/(Bk-Ba)	2,498
Penyerapan (%) (Absorption)	(Bj-Bk)/Bkx100%	2,603

LAMPIRAN 3

Data Hasil Berat Isi Agregat

➤ Agregat Halus

No	Keterangan	Satuan		
1	Berat takaran	(gr)	1650	1650
2	Berat takaran + air	(gr)	4850	4850
3	Berat air = (2)-(1)	(gr)	3200	3200
4	Volume air = (3)/(1)	(cc)	3200	3200
	CARA		RODDED	SHOVELED
5	Berat Takaran	(gr)	1650	1650
6	Berat takaran + benda uji	(gr)	6650	6300
7	Berat benda uji = (6)-(5)	(gr)	5000	4650
8	Berat isi agregat halus = (7)/(4)	(gr/cc)	1,5625	1,4531
9	Berat isi agregat halus rata-rata	(gr/cc)	1,508	

➤ Agregat Kasar

No	Keterangan	Satuan		
1	Berat takaran	(gr)	1650	1650
2	Berat takaran + air	(gr)	4850	4850
3	Berat air = (2)-(1)	(gr)	3200	3200
4	Volume air = (3)/(1)	(cc)	3200	3200
	CARA		RODDED	SHOVELED
5	Berat Takaran	(gr)	1650	1650
6	Berat takaran + benda uji	(gr)	6300	5800
7	Berat benda uji = (6)-(5)	(gr)	4650	4150
8	Berat isi agregat halus = (7)/(4)	(gr/cc)	1,4531	1,2969
9	Berat isi agregat kasar rata-rata	(gr/cc)	1,38	



LAMPIRAN 4

Data Hasil Mix Design

➤ Mix Design $f'c = 20$ Mpa

NO	URAIAN	TABEL / GRAFIK	NILAI
1	Kuat tekan yang disyaratkan	Ditetapkan	20 Mpa
2	Deviasi standar	Diketahui	-
3	Nilai Tambah (Margin)	(K=1,64)	12 Mpa
4	Kuat tekan rata2 yg ditargetkan	(1) + (3)	32 Mpa
5	Jenis Semen	Ditetapkan	Normal (Tipe I)
6	Jenis Agregat Kasar	Ditetapkan	Batu pecah
	Jenis Agregat Halus	Ditetapkan	Pasir
7	Faktor Air semen Bebas	Tabel 2 atau Grafik 1/2	0,55
8	Faktor air semen Maksimum	Ditetapkan	0,6
9	Slump	Ditetapkan	60 - 180 mm
10	Ukuran Agregat Maksimum	Ditetapkan	40 mm
11	Kadar Air Bebas	Tabel 6	205 kg/m ³
12	Jumlah semen	(11) : (8) atau (11) : (7)	372,727 kg/m ³
13	Jumlah Semen Maksimum	Ditetapkan	-
14	Jumlah Semen Minimum	Ditetapkan	275 kg/m ³
15	FAS yg disesuaikan	-	-
16	Susunan besar butir agregat halus	Grafik 3 – 6	Zona 1
17	Persen agregat halus	Grafik 13 – 15	45%
18	Berat Jenis Relatif Agregat (SSD)	Diketahui	2,513 kg/m ³
19	Berat isi beton	Grafik 16	2217 kg/m ³
20	Kadar agregat gabungan	(19) - (11) - (12)	1639,273 kg/m ³
21	Kadar agregat halus	(17) x (20)	737,673 kg/m ³
22	Kadar agregat kasar	(20) - (21)	901,600 kg/m ³

Banyaknya Bahan (Teoritis)	Semen (kg)	Air (kg/lt)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)
Tiap m3 dg ketelitian 5kg (Teoritis)	372,73	205	737,673	901,600
Tiap campuran uji 0,032 m3	2,37	1,30	4,69	5,74
Proporsi (teoritis)	1	0,55	1,98	2,42

➤ Mix Design $f'c = 30$ Mpa

NO	URAIAN	TABEL / GRAFIK	NILAI
1	Kuat tekan yang disyaratkan	Ditetapkan	30 Mpa
2	Deviasi standar	Diketahui	-
3	Nilai Tambah (Margin)	($K=1,64$)	12 Mpa
4	Kuat tekan rata2 yg ditargetkan	(1) + (3)	42 Mpa
5	Jenis Semen	Ditetapkan	Normal (Tipe I)
6	Jenis Agregat Kasar	Ditetapkan	Batu pecah
	Jenis Agregat Halus	Ditetapkan	Pasir
7	Faktor Air semen Bebas	Tabel 2 atau Grafik 1/2	0,39
8	Faktor air semen Maksimum	Ditetapkan	0,6
9	Slump	Ditetapkan	60 - 180 mm
10	Ukuran Agregat Maksimum	Ditetapkan	40 mm
11	Kadar Air Bebas	Tabel 6	205 kg/m ³
12	Jumlah semen	(11) : (8) atau (11) : (7)	525,641 kg/m ³
13	Jumlah Semen Maksimum	Ditetapkan	-
14	Jumlah Semen Minimum	Ditetapkan	275 kg/m ³
15	FAS yg disesuaikan	-	-
16	Susunan besar butir agregat halus	Grafik 3 – 6	Zona 1
17	Persen agregat halus	Grafik 13 – 15	41%
18	Berat Jenis Relatif Agregat (SSD)	Diketahui	2,408 kg/m ³
19	Berat isi beton	Grafik 16	2212,5 kg/m ³
20	Kadar agregat gabungan	(19) - (11) - (12)	1481,859 kg/m ³
21	Kadar agregat halus	(17) x (20)	607,562 kg/m ³
22	Kadar agregat kasar	(20) - (21)	874,297 kg/m ³

Banyaknya Bahan (Teoritis)	Semen (kg)	Air (kg/lt)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)
Tiap m ³ dg ketelitian 5kg (teoritis)	525,64	205	607,562	874,297
Tiap campuran uji 0,032 m ³	3,35	1,30	3,87	5,56
Proporsi (teoritis)	1	0,39	1,16	1,66

LAMPIRAN 5

Data Hasil Uji Kuat Tekan Silinder

Benda Uji		Luas Penampang (mm ²)	Berat (kg)	P max (kN)	Kuat Tekan (N/mm ²)	Kuat Tekan Rata-rata (N/mm ²)	Kuat Tekan Rata2 (N/mm ²)
a ₁ b ₂ c ₁ d ₁	1	17671,46	12,1	588000	33,274	25,092	24,474
	1	17671,46	12,1	277000	15,675		
	2	17671,46	12,05	561000	31,746		27,276
	2	17671,46	11,8	403000	22,805		
	3	17671,46	12,15	511000	28,917		27,276
	3	17671,46	12,15	453000	25,635		
a ₁ b ₁ c ₁ d ₂	1	17671,46	12,08	489000	27,672		26,314
	1	17671,46	12,1	441000	24,955		
	2	17671,46	11,9	405000	22,918		20,485
	2	17671,46	12,4	319000	18,052		
	3	17671,46	12,08	431000	24,390		24,559
	3	17671,46	11,9	437000	24,729		
a ₁ b ₁ c ₂ d ₁	1	17671,46	11,75	195000	11,035		18,137
	1	17671,46	12,2	446000	25,238		
	2	17671,46	12,25	603000	34,123		26,653
	2	17671,46	12,45	339000	19,183		
	3	17671,46	12,15	484000	27,389		29,369
	3	17671,46	12,1	554000	31,350		
a ₁ b ₂ c ₂ d ₂	1	17671,46	12,22	411000	23,258		25,776
	1	17671,46	12,06	500000	28,294		
	2	17671,46	12,18	469000	26,540		24,446
	2	17671,46	12,06	395000	22,352		
	3	17671,46	12,08	554000	31,350		26,342
	3	17671,46	11,9	377000	21,334		

Benda Uji		Luas Penampangan (mm ²)	Berat (kg)	P max (kN)	Kuat Tekan (N/mm ²)	Kuat Tekan Rata-rata (N/mm ²)	Kuat Tekan Rata2 (N/mm ²)
a ₂ b ₁ c ₁ d ₁	1	17671,46	11,8	580000	32,821	29,733	24,305
	1	17671,46	11,9	279000	15,788		
	2	17671,46	11,84	602000	34,066		31,350
	2	17671,46	12,08	506000	28,634		
	3	17671,46	11,8	457000	25,861		25,097
	3	17671,46	11,86	430000	24,333		
a ₂ b ₂ c ₁ d ₂	1	17671,46	12,02	325000	18,391	29,733	22,352
	1	17671,46	12,02	465000	26,314		
	2	17671,46	11,88	554000	31,350		28,860
	2	17671,46	12,1	466000	26,370		
	3	17671,46	11,94	394000	22,296		28,181
	3	17671,46	12,26	602000	34,066		
a ₂ b ₂ c ₂ d ₁	1	17671,46	12,02	612000	34,632	29,733	28,775
	1	17671,46	11,92	405000	22,918		
	2	17671,46	12,02	764000	43,234		43,432
	2	17671,46	11,94	771000	43,630		
	3	17671,46	12,14	533000	30,162		24,673
	3	17671,46	12,2	339000	19,183		
a ₂ b ₁ c ₂ d ₂	1	17671,46	11,98	561000	31,746	29,733	32,199
	1	17671,46	12,1	577000	32,652		
	2	17671,46	12,04	552000	31,237		32,765
	2	17671,46	12,16	606000	34,293		
	3	17671,46	12,04	562000	31,803		34,802
	3	17671,46	12,14	668000	37,801		

LAMPIRAN 6

Data Hasil Uji *Hammer Test*

Elemen Struktur										
Lokasi Pd. Elemen		Ver	Ver	Hor	Ver	Ver	Hor	Ver	Hor	Hor
Sudut Pukulan		-90	-90	0	-90	-90	0	-90	0	0
Kode Bidang Uji		a1b2c1d1-1			a1b2c1d1-2			a1b2c1d1-3		
Titik Tembakan Ke										
Nilai Lenting Palu Beton (R)	1	34	30	28	36	43	34	28	34	36
	2	30	32	30	36	41	34	28	34	34
	3	30	30	32	42	41	36	28	36	36
	4	30	30	30	36	42	36	28	34	36
	5	30	34	28	40	44	36	32	36	34
	6	28	30	30	34	40	35	28	34	36
	7	30	32	32	34	46	35	28	32	34
	8	28	32	36	36	42	34	28	32	36
	9	32	30	32	36	40	34	28	36	36
	10	34	30	32	34	43	34	30	36	38
Jumlah N		10	10	10	10	10	10	10	10	10
R Maksimum		34	34	36	42	46	36	32	36	38
R Minimum		28	30	28	34	40	34	28	32	34
R Rata-Rata		30.6	31	31	36.4	42.2	34.8	28.6	34.4	35.6
R Rata Rata Terkoreksi		30.6	31	31	36.4	42.2	34.8	28.6	34.4	35.6
Perkiraan Kuat										
Tekan Beton		296.	303.	254.	392.	497.	316.	265.	309.	329.
Terkoreksi		92	28	09	95	02	25	66	56	74
(Kubus)(Kg/Cm2)										
Koreksi Ke Silinder	0.83	24.6 4	25.1 7	21.0 9	32.6 2	41.2 5	26.2 5	22.0 5	25.6 9	27.3 7
Rata-Rata (Mpa)		23.64			33.37			25.04		

Elemen Struktur										
Lokasi Pd. Elemen		Ver	Hor	Ver	Ver	Ver	Hor	Hor	Hor	Ver
Sudut Pukulan		-90	0	-90	-90	-90	0	0	0	-90
Kode Bidang Uji		a1b1c1d2-1			a1b1c1d2-2			a1b1c1d2-3		
Titik Tembakan Ke										
Nilai Lenting Palu Beton (R)	1	32	37	35	32	32	36	34	32	34
	2	32	40	33	32	32	38	34	36	34
	3	32	38	32	32	34	40	32	30	38
	4	32	40	36	36	30	40	30	32	38
	5	32	38	36	32	32	38	28	38	36
	6	33	36	32	30	30	34	30	32	32
	7	34	38	31	30	32	40	30	36	36
	8	32	40	32	34	30	34	32	32	34
	9	30	40	30	30	32	38	34	30	36
	10	34	39	35	36	30	36	34	36	32
Jumlah N		10	10	10	10	10	10	10	10	10
R Maksimum		34	40	36	36	34	40	34	38	38
R Minimum		30	36	30	30	30	34	28	30	32
R Rata-Rata		32.3	38.6	33.2	32.4	31.4	37.4	31.8	33.4	35
R Rata Rata Terkoreksi		32.3	38.6	33.2	32.4	31.4	37.4	31.8	33.4	35
Perkiraan Kuat Tekan Beton Terkoreksi (Kubus)(Kg/Cm2)		324.2 3	381.5 9	338.9 7	325.8 6	309.6 8	360.6 2	266.9 2	292.9 8	369.0 4
Koreksi Ke Silinder	0.83	26.91	31.67	28.13	27.05	25.70	29.93	22.15	24.32	30.63
Rata-Rata (Mpa)		28.91			27.56			25.70		

Elemen Struktur										
Lokasi Pd. Elemen		Ver	Hor	Hor	Ver	Hor	Ver	Ver	Hor	Ver
Sudut Pukulan		-90	0	0	-90	0	-90	-90	0	-90
Kode Bidang Uji		a1b1c2d1-1			a1b1c2d1-2			a1b1c2d1-3		
Titik Tembakan Ke										
Nilai Lenting Palu Beton (R)	1	32	30	30	38	38	38	32	36	30
	2	32	34	34	34	36	40	32	38	32
	3	32	30	34	34	34	38	34	40	32
	4	30	32	30	40	36	36	32	38	32
	5	32	32	30	38	34	36	34	38	34
	6	30	32	34	36	36	36	30	38	34
	7	34	30	32	38	34	36	34	36	32
	8	32	30	34	36	36	36	32	40	34
	9	30	30	32	32	34	36	34	38	34
	10	34	30	34	36	38	36	30	38	32
Jumlah N		10	10	10	10	10	10	10	10	10
R Maksimum		34	34	34	40	38	40	34	40	34
R Minimum		30	30	30	32	34	36	30	36	30
R Rata-Rata		31.8	31	32.4	36.2	35.6	36.8	32.4	38	32.6
R Rata Rata Terkoreksi		31.8	31	32.4	36.2	35.6	36.8	32.4	38	32.6
Perkiraan Kuat								325.8	371.0	329.1
Tekan Beton Terkoreksi (Kubus)(Kg/Cm2)		316.1	254.0	276.6	389.5	329.7	399.8	6	7	2
								28.17	28.17	28.17
								28.17	28.17	28.17
								28.17	28.17	28.17
Koreksi Ke Silinder	0.8 3	26.24	21.09	22.96	32.33	27.37	33.19	27.05	30.80	27.32
Rata-Rata (Mpa)		23.43			30.96			28.39		

Elemen Struktur										
Lokasi Pd. Elemen		Hor	Ver	Hor	Ver	Hor	Hor	Hor	Ver	Hor
Sudut Pukulan		0	-90	0	-90	0	0	0	-90	0
Kode Bidang Uji		a1b2c2d2-1			a1b2c2d2-2			a1b2c2d2-3		
Titik Tembakan Ke										
Nilai Lenting Palu Beton (R)	1	34	33	34	30	33	36	30	30	30
	2	34	30	32	30	32	34	31	28	32
	3	34	32	31	30	36	32	31	32	31
	4	34	30	35	32	32	32	34	29	32
	5	32	32	33	30	34	33	30	28	31
	6	34	30	32	32	30	34	33	28	34
	7	30	32	35	28	32	36	33	32	29
	8	35	30	31	30	32	32	31	28	34
	9	33	33	34	30	33	34	33	29	34
	10	34	32	34	28	32	33	32	28	29
Jumlah N		10	10	10	10	10	10	10	10	10
R Maksimum		35	33	35	32	36	36	34	32	34
R Minimum		30	30	31	28	30	32	30	28	29
R Rata-Rata		33.4	31.4	33.1	30	32.6	33.6	31.8	29.2	31.6
R Rata Rata Terkoreksi		33.4	31.4	33.1	30	32.6	33.6	31.8	29.2	31.6
Perkiraan Kuat					287.4			266.9	274.9	
Tekan Beton Terkoreksi (Kubus)(Kg/Cm2)		292.9 8	309.6 8	288.0 5	4	279.8 8	296.2 8	2	4	263.7 0
					28.17			28.17	28.17	
					28.17			28.17	28.17	
					28.17			28.17	28.17	
Koreksi Ke Silinder	0.8 3	24.32	25.70	23.91	23.86	23.23	24.59	22.15	22.82	21.89
Rata-Rata (Mpa)		24.64			23.89			22.29		

Elemen Struktur										
Lokasi Pd. Elemen		Hor	Ver	Ver	Hor	Hor	Ver	Ver	Hor	Hor
Sudut Pukulan		0	-90	-90	0	0	-90	-90	0	0
Kode Bidang Uji		a2b1c1d1-1			a2b1c1d1-2			a2b1c1d1-3		
Titik Tembakan Ke										
Nilai Lenting Palu Beton (R)	1	38	30	32	32	36	34	30	36	30
	2	34	30	32	34	36	30	32	34	32
	3	34	30	28	34	38	30	32	32	34
	4	36	30	28	32	40	34	32	32	30
	5	38	30	28	32	38	30	32	34	34
	6	36	34	30	36	40	30	30	32	32
	7	34	32	28	36	38	30	30	32	32
	8	34	34	30	36	38	32	28	32	34
	9	34	32	30	34	38	34	28	32	34
	10	34	30	30	34	40	30	32	34	34
Jumlah N		10	10	10	10	10	10	10	10	10
R Maksimum		38	34	32	36	40	34	32	36	34
R Minimum		34	30	28	32	36	30	28	32	30
R Rata-Rata		35.2	31.2	29.6	34	38.2	31.4	30.6	33	32.6
R Rata Rata Terkoreksi		35.2	31.2	29.6	34	38.2	31.4	30.6	33	32.6
Perkiraan Kuat Tekan Beton Terkoreksi (Kubus)(Kg/Cm2)		322.9 8	306.4 8	281.1 7	302.9 0	374.5 7	309.6 8	296.9 2	286.4 1	279.8 8
Koreksi Ke Silinder	0.8 3	26.81	25.44	23.34	25.14	31.09	25.70	24.64	23.77	23.23
Rata-Rata (Mpa)		25.19			27.31			23.88		

Elemen Struktur										
Lokasi Pd. Elemen		Ver	Hor	Hor	Hor	Ver	Ver	Hor	Hor	Hor
Sudut Pukulan		-90	0	0	0	-90	-90	0	0	0
Kode Bidang Uji		a2b2c1d2-1			a2b2c1d2-2			a2b2c1d2-3		
Titik Tembakan Ke										
Nilai Lenting Palu Beton (R)	1	30	36	36	39	38	34	40	38	40
	2	30	35	39	40	40	35	42	36	40
	3	33	36	38	38	38	34	42	36	38
	4	29	36	38	42	40	34	43	37	40
	5	32	34	37	38	42	31	42	40	38
	6	28	34	38	38	37	32	44	40	42
	7	30	35	38	38	36	32	40	39	38
	8	28	38	38	38	40	32	42	34	42
	9	32	36	36	38	38	35	38	39	39
	10	30	36	36	38	37	33	42	38	38
Jumlah N		10	10	10	10	10	10	10	10	10
R Maksimum		33	38	39	42	42	35	44	40	42
R Minimum		28	34	36	38	36	31	38	34	38
R Rata-Rata		30.2	35.6	37.4	38.7	38.6	33.2	41.5	37.7	39.5
R Rata Rata Terkoreksi		30.2	35.6	37.4	38.7	38.6	33.2	41.5	37.7	39.5
Perkiraan Kuat										
Tekan Beton		290.5	329.7	360.6	383.3	431.4	338.9	433.6	365.8	397.5
Terkoreksi		9	4	2	6	8	7	0	3	4
(Kubus)(Kg/Cm2)										
Koreksi Ke Silinder	0.8 3	24.12	27.37	29.93	31.82	35.81	28.13	35.99	30.36	33.00
Rata-Rata (Mpa)		27.14			31.92			33.12		

Elemen Struktur										
Lokasi Pd. Elemen		Hor	Ver	Ver	Hor	Ver	Ver	Hor	Ver	Ver
Sudut Pukulan		0	-90	-90	0	-90	-90	0	-90	-90
Kode Bidang Uji		a2b2c2d1-1			a2b2c2d1-2			a2b2c2d1-3		
Titik Tembakan Ke										
Nilai Lenting Palu Beton (R)	1	36	32	32	36	30	38	36	38	36
	2	36	32	30	38	32	38	38	36	38
	3	38	32	32	34	32	34	34	38	36
	4	38	32	32	34	30	36	38	40	40
	5	36	30	32	36	34	38	38	38	36
	6	34	30	34	36	30	34	38	36	38
	7	38	34	34	38	34	34	38	38	40
	8	36	34	32	38	34	38	38	38	38
	9	34	32	32	38	34	38	36	38	36
	10	36	32	30	38	34	38	38	38	40
Jumlah N		10	10	10	10	10	10	10	10	10
R Maksimum		38	34	34	38	34	38	38	40	40
R Minimum		34	30	30	34	30	34	34	36	36
R Rata-Rata		36.2	32	32	36.6	32.4	36.6	37.2	37.8	37.8
R Rata Rata Terkoreksi		36.2	32	32	36.6	32.4	36.6	37.2	37.8	37.8
Perkiraan Kuat Tekan Beton Terkoreksi (Kubus)(Kg/Cm2)		339.9 6	319.3 6	319.3 6	346.8 1	325.8 6	396.4 1	357.1 5	417.3 4	417.3 4
Koreksi Ke Silinder	0.8 3	28.22	26.51	26.51	28.78	27.05	32.90	29.64	34.64	34.64
Rata-Rata (Mpa)		27.08			29.58			32.97		

Elemen Struktur										
Lokasi Pd. Elemen		Ver	Hor	Hor	Ver	Ver	Hor	Ver	Hor	Hor
Sudut Pukulan		-90	0	0	-90	-90	0	-90	0	0
Kode Bidang Uji		a2b1c2d2-1			a2b1c2d2-2			a2b1c2d2-3		
Titik Tembakan Ke										
Nilai Lenting Palu Beton (R)	1	42	35	37	39	45	40	30	36	36
	2	41	35	40	40	40	40	30	35	39
	3	38	35	40	41	46	42	33	36	38
	4	38	35	38	40	40	39	29	36	38
	5	38	38	37	43	40	40	32	34	37
	6	41	35	38	40	44	40	28	34	40
	7	38	36	40	41	41	41	30	36	38
	8	37	35	37	42	39	44	28	38	38
	9	37	36	39	42	40	40	32	36	38
	10	40	36	38	40	43	39	30	36	36
Jumlah N		10	10	10	10	10	10	10	10	10
R Maksimum		42	38	40	43	46	44	33	38	40
R Minimum		37	35	37	39	39	39	28	34	36
R Rata-Rata		39	35.6	38.4	40.8	41.8	40.5	30.2	35.7	37.8
R Rata Rata Terkoreksi		39	35.6	38.4	40.8	41.8	40.5	30.2	35.7	37.8
Perkiraan Kuat		438.6	329.7	378.0	471.1	489.5	415.4			
Tekan Beton Terkoreksi (Kubus)(Kg/Cm2)	1	4	8	7	9	6		290.5 9	331.4 4	367.5 7
		28.17	28.17	28.17	28.17	28.17	28.17			
		28.17	28.17	28.17	28.17	28.17	28.17			
		28.17	28.17	28.17	28.17	28.17	28.17			
Koreksi Ke Silinder	0.8 3	36.40	27.37	31.38	39.11	40.64	34.48	24.12	27.51	30.51
Rata-Rata (Mpa)		31.72			38.08			27.38		

LAMPIRAN 7**Data Hasil Uji *Pull Out***

1. Benda Uji a2b2d1-1

Tanggal pembuatan : 17 Mei 2016

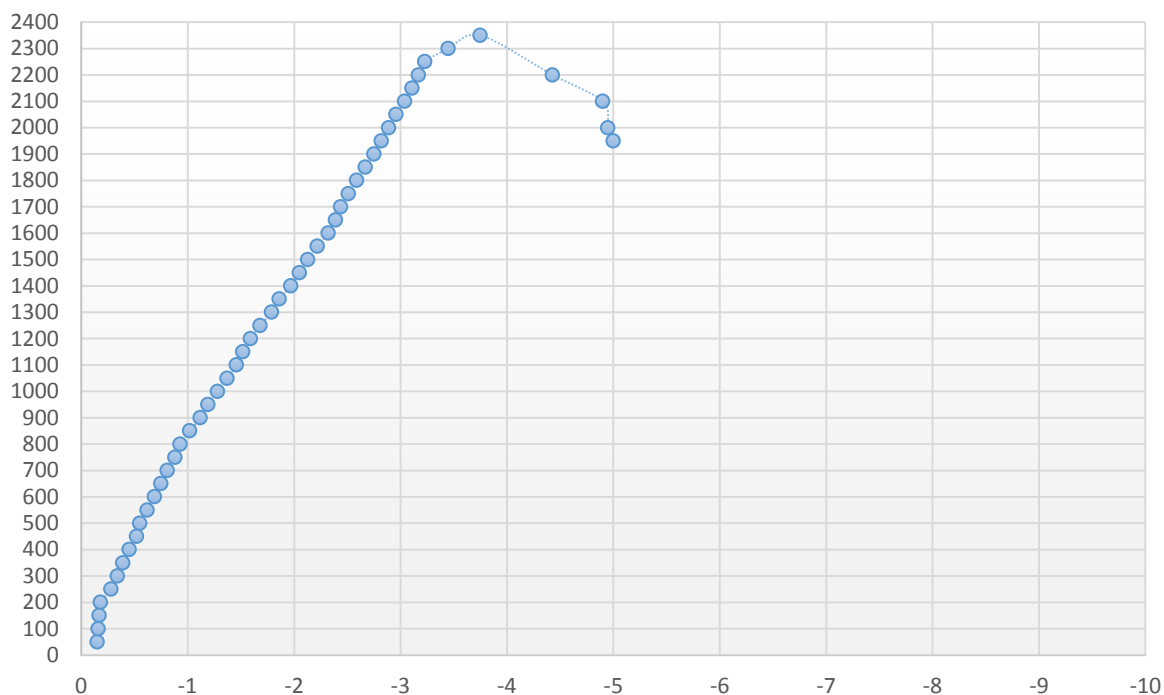
Tanggal Pengujian : 14 Juni 2016

Mutu Beton Rencana : 30 MPa

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)	Titik
				3
1	50	50	-0.15	3.15
2	50	100	-0.16	3.16
3	50	150	-0.17	3.17
4	50	200	-0.18	3.18
5	50	250	-0.28	3.28
6	50	300	-0.34	3.34
7	50	350	-0.39	3.39
8	50	400	-0.45	3.45
9	50	450	-0.52	3.52
10	50	500	-0.55	3.55
11	50	550	-0.62	3.62
12	50	600	-0.69	3.69
13	50	650	-0.75	3.75
14	50	700	-0.81	3.81
15	50	750	-0.88	3.88
16	50	800	-0.93	3.93
17	50	850	-1.02	4.02
18	50	900	-1.12	4.12
19	50	950	-1.19	4.19
20	50	1000	-1.28	4.28
21	50	1050	-1.37	4.37
22	50	1100	-1.46	4.46
23	50	1150	-1.52	4.52
24	50	1200	-1.59	4.59
25	50	1250	-1.68	4.68
26	50	1300	-1.79	4.79
27	50	1350	-1.86	4.86
28	50	1400	-1.97	4.97

Lanjutan

29	50	1450	-2.05	5.05
30	50	1500	-2.13	5.13
31	50	1550	-2.22	5.22
32	50	1600	-2.32	5.32
33	50	1650	-2.39	5.39
34	50	1700	-2.44	5.44
35	50	1750	-2.51	5.51
36	50	1800	-2.59	5.59
37	50	1850	-2.67	5.67
38	50	1900	-2.75	5.75
39	50	1950	-2.82	5.82
40	50	2000	-2.89	5.89
41	50	2050	-2.96	5.96
42	50	2100	-3.04	6.04
43	50	2150	-3.11	6.11
44	50	2200	-3.17	6.17
45	50	2250	-3.23	6.23
46	50	2300	-3.45	6.45
47	50	2350	-3.75	6.75
48	50	2200	-4.43	7.43
49	50	2100	-4.9	7.9
50	50	2000	-4.95	7.95
51	50	1950	-5	8



Grafik Beban dengan Lendutan

2. Benda Uji a2b1d1-1

Tanggal pembuatan : 17 Mei 2016

Tanggal Pengujian : 14 Juni 2016

Mutu Beton Rencana : 30 MPa

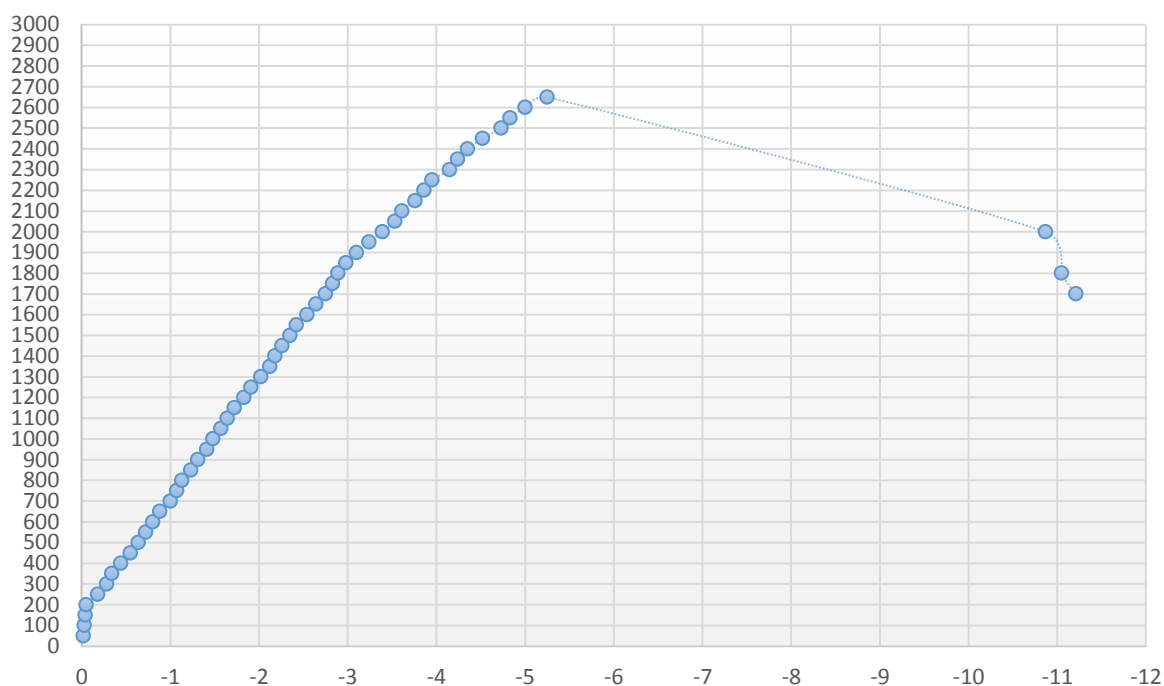
No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)	Titik
				7
1	50	50	-0.02	7.02
2	50	100	-0.03	7.03
3	50	150	-0.04	7.04
4	50	200	-0.05	7.05
5	50	250	-0.18	7.18
6	50	300	-0.28	7.28
7	50	350	-0.34	7.34
8	50	400	-0.44	7.44
9	50	450	-0.55	7.55
10	50	500	-0.64	7.64
11	50	550	-0.72	7.72
12	50	600	-0.8	7.8
13	50	650	-0.88	7.88

Lanjutan

14	50	700	-1	8
15	50	750	-1.07	8.07
16	50	800	-1.13	8.13
17	50	850	-1.23	8.23
18	50	900	-1.31	8.31
19	50	950	-1.41	8.41
20	50	1000	-1.48	8.48
21	50	1050	-1.57	8.57
22	50	1100	-1.64	8.64
23	50	1150	-1.72	8.72
24	50	1200	-1.83	8.83
25	50	1250	-1.91	8.91
26	50	1300	-2.02	9.02
27	50	1350	-2.12	9.12
28	50	1400	-2.18	9.18
29	50	1450	-2.26	9.26
30	50	1500	-2.35	9.35
31	50	1550	-2.42	9.42
32	50	1600	-2.54	9.54
33	50	1650	-2.64	9.64
34	50	1700	-2.75	9.75
35	50	1750	-2.83	9.83
36	50	1800	-2.89	9.89
37	50	1850	-2.98	9.98
38	50	1900	-3.1	10.1
39	50	1950	-3.24	10.24
40	50	2000	-3.39	10.39
41	50	2050	-3.53	10.53
42	50	2100	-3.61	10.61
43	50	2150	-3.76	10.76
44	50	2200	-3.86	10.86
45	50	2250	-3.95	10.95
46	50	2300	-4.15	11.15
47	50	2350	-4.24	11.24
48	50	2400	-4.35	11.35
49	50	2450	-4.52	11.52

Lanjutan

50	50	2500	-4.73	11.73
51	50	2550	-4.83	11.83
52	50	2600	-5	12
53	50	2650	-5.25	12.25
54	50	2000	-10.87	17.87
55	200	1800	-11.05	18.05
56	100	1700	-11.21	18.21



Grafik Beban dengan Lendutan

3. Benda Uji a2b2d1-2

Tanggal pembuatan : 17 Mei 2016

Tanggal Pengujian : 15 Juni 2016

Mutu Beton Rencana : 30 MPa

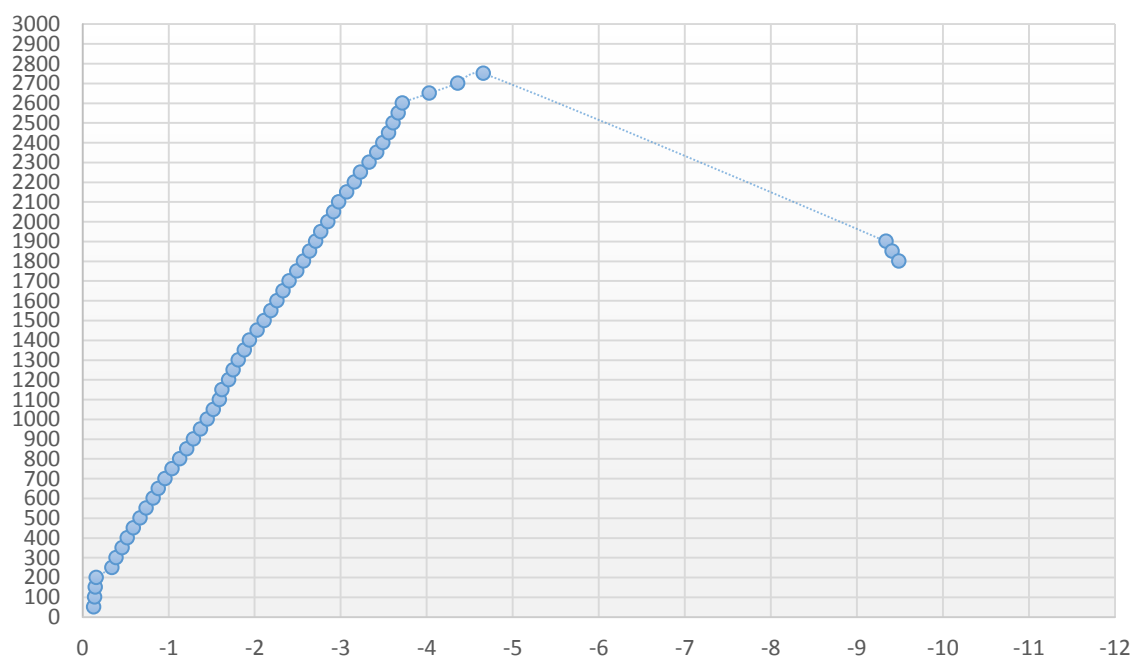
No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)	Titik
				8
1	50	50	-0.13	8.13
2	50	100	-0.14	8.14

Lanjutan

3	50	150	-0.15	8.15
4	50	200	-0.16	8.16
5	50	250	-0.34	8.34
6	50	300	-0.39	8.39
7	50	350	-0.46	8.46
8	50	400	-0.52	8.52
9	50	450	-0.59	8.59
10	50	500	-0.67	8.67
11	50	550	-0.74	8.74
12	50	600	-0.82	8.82
13	50	650	-0.88	8.88
14	50	700	-0.96	8.96
15	50	750	-1.04	9.04
16	50	800	-1.13	9.13
17	50	850	-1.21	9.21
18	50	900	-1.29	9.29
19	50	950	-1.37	9.37
20	50	1000	-1.45	9.45
21	50	1050	-1.52	9.52
22	50	1100	-1.59	9.59
23	50	1150	-1.62	9.62
24	50	1200	-1.7	9.7
25	50	1250	-1.75	9.75
26	50	1300	-1.81	9.81
27	50	1350	-1.88	9.88
28	50	1400	-1.94	9.94
29	50	1450	-2.03	10.03
30	50	1500	-2.11	10.11
31	50	1550	-2.19	10.19
32	50	1600	-2.26	10.26
33	50	1650	-2.33	10.33
34	50	1700	-2.4	10.4
35	50	1750	-2.49	10.49
36	50	1800	-2.57	10.57
37	50	1850	-2.64	10.64
38	50	1900	-2.71	10.71

Lanjutan

39	50	1950	-2.77	10.77
40	50	2000	-2.85	10.85
41	50	2050	-2.92	10.92
42	50	2100	-2.98	10.98
43	50	2150	-3.07	11.07
44	50	2200	-3.16	11.16
45	50	2250	-3.23	11.23
46	50	2300	-3.33	11.33
47	50	2350	-3.42	11.42
48	50	2400	-3.49	11.49
49	50	2450	-3.56	11.56
50	50	2500	-3.61	11.61
51	50	2550	-3.67	11.67
52	50	2600	-3.72	11.72
53	50	2650	-4.03	12.03
54	50	2700	-4.36	12.36
55	50	2750	-4.66	12.66
56	50	1900	-9.34	17.34
57	50	1850	-9.41	17.41
58	50	1800	-9.49	17.49



Grafik Beban dengan Lendutan

4. Benda Uji a1b2d1-1

Tanggal pembuatan : 17 Mei 2016

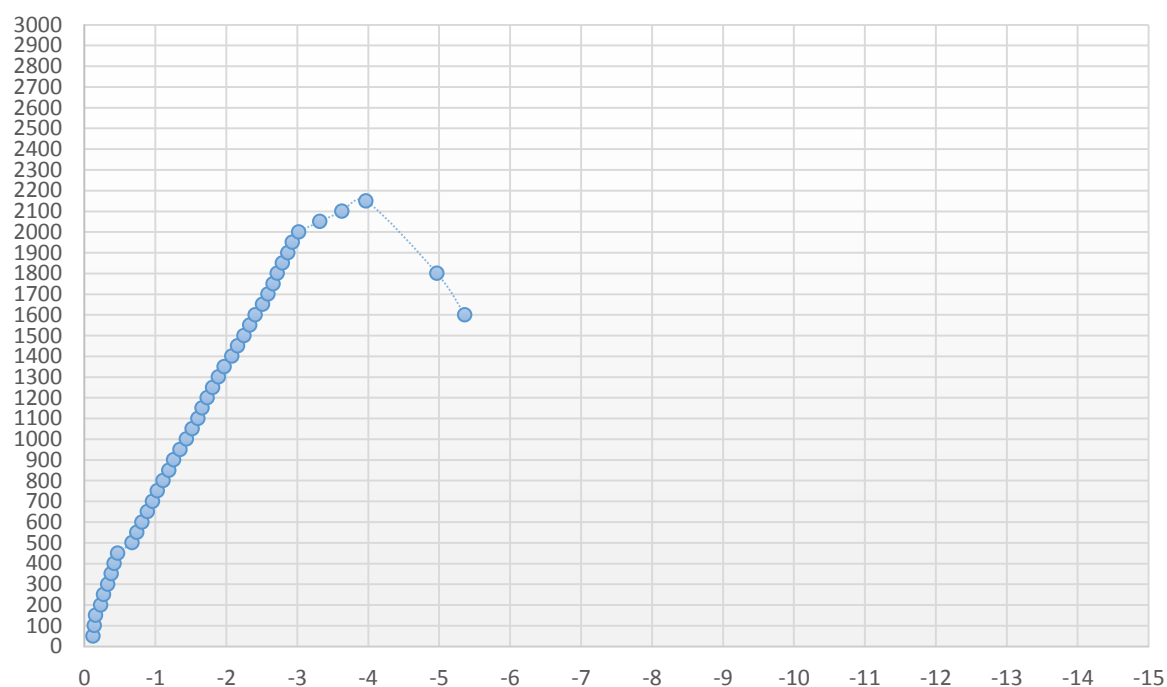
Tanggal Pengujian : 15 Juni 2016

Mutu Beton Rencana : 20 MPa

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)	Titik
				7
1	50	50	-0.12	7.12
2	50	100	-0.14	7.14
3	50	150	-0.16	7.16
4	50	200	-0.23	7.23
5	50	250	-0.27	7.27
6	50	300	-0.33	7.33
7	50	350	-0.38	7.38
8	50	400	-0.42	7.42
9	50	450	-0.47	7.47
10	50	500	-0.67	7.67
11	50	550	-0.74	7.74
12	50	600	-0.81	7.81
13	50	650	-0.89	7.89
14	50	700	-0.96	7.96
15	50	750	-1.03	8.03
16	50	800	-1.11	8.11
17	50	850	-1.19	8.19
18	50	900	-1.26	8.26
19	50	950	-1.35	8.35
20	50	1000	-1.44	8.44
21	50	1050	-1.52	8.52
22	50	1100	-1.6	8.6
23	50	1150	-1.66	8.66
24	50	1200	-1.73	8.73
25	50	1250	-1.81	8.81
26	50	1300	-1.89	8.89
27	50	1350	-1.97	8.97
28	50	1400	-2.08	9.08
29	50	1450	-2.16	9.16
30	50	1500	-2.25	9.25

Lanjutan

31	50	1550	-2.33	9.33
32	50	1600	-2.41	9.41
33	50	1650	-2.51	9.51
34	50	1700	-2.59	9.59
35	50	1750	-2.66	9.66
36	50	1800	-2.72	9.72
37	50	1850	-2.79	9.79
38	50	1900	-2.87	9.87
39	50	1950	-2.93	9.93
40	50	2000	-3.02	10.02
41	50	2050	-3.32	10.32
42	50	2100	-3.63	10.63
43	50	2150	-3.97	10.97
44	350	1800	-4.97	11.97
45	200	1600	-5.36	12.36



Grafik Beban dengan Lendutan

5. Benda Uji a1b2d1-2

Tanggal pembuatan : 17 Mei 2016

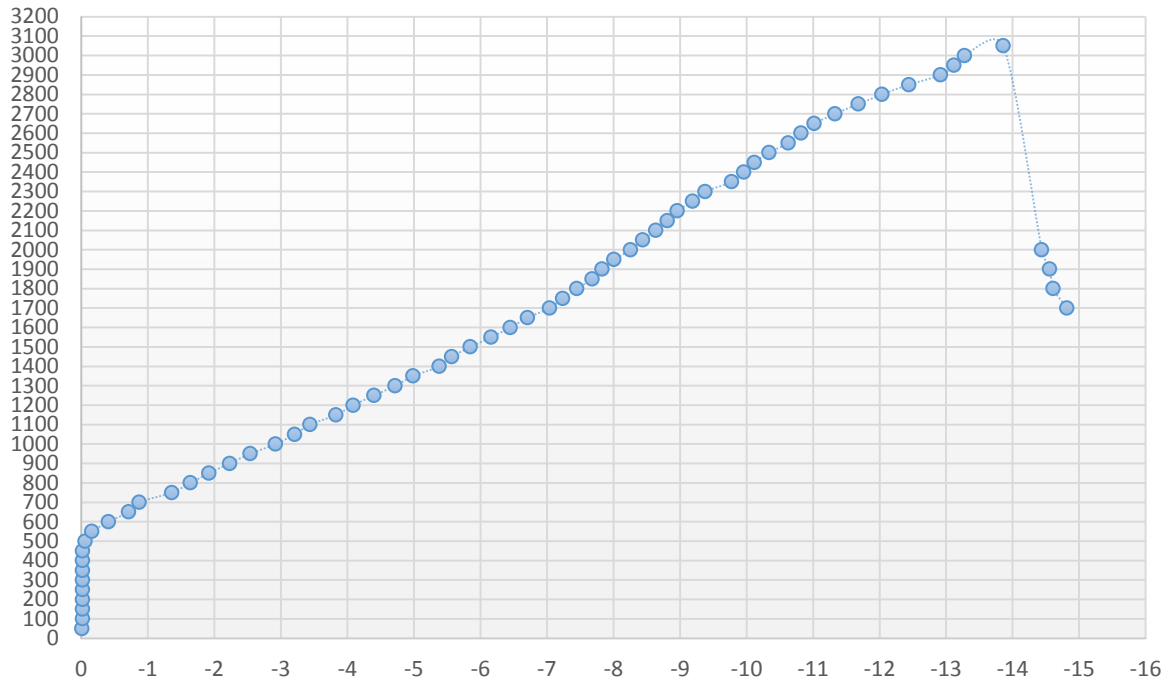
Tanggal Pengujian : 15 Juni 2016

Mutu Beton Rencana : 20 MPa

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)	Titik
				6
1	50	50	-0.01	6.01
2	50	100	-0.02	6.02
3	50	150	-0.02	6.02
4	50	200	-0.02	6.02
5	50	250	-0.02	6.02
6	50	300	-0.02	6.02
7	50	350	-0.02	6.02
8	50	400	-0.02	6.02
9	50	450	-0.02	6.02
10	50	500	-0.06	6.06
11	50	550	-0.16	6.16
12	50	600	-0.41	6.41
13	50	650	-0.71	6.71
14	50	700	-0.87	6.87
15	50	750	-1.36	7.36
16	50	800	-1.64	7.64
17	50	850	-1.92	7.92
18	50	900	-2.23	8.23
19	50	950	-2.54	8.54
20	50	1000	-2.92	8.92
21	50	1050	-3.21	9.21
22	50	1100	-3.44	9.44
23	50	1150	-3.83	9.83
24	50	1200	-4.09	10.09
25	50	1250	-4.4	10.4
26	50	1300	-4.72	10.72
27	50	1350	-4.99	10.99
28	50	1400	-5.38	11.38
29	50	1450	-5.57	11.57
30	50	1500	-5.85	11.85

Lanjutan

31	50	1550	-6.16	12.16
32	50	1600	-6.45	12.45
33	50	1650	-6.71	12.71
34	50	1700	-7.04	13.04
35	50	1750	-7.24	13.24
36	50	1800	-7.45	13.45
37	50	1850	-7.68	13.68
38	50	1900	-7.83	13.83
39	50	1950	-8.01	14.01
40	50	2000	-8.26	14.26
41	50	2050	-8.44	14.44
42	50	2100	-8.64	14.64
43	50	2150	-8.81	14.81
44	50	2200	-8.96	14.96
45	50	2250	-9.19	15.19
46	50	2300	-9.38	15.38
47	50	2350	-9.78	15.78
48	50	2400	-9.96	15.96
49	50	2450	-10.12	16.12
50	50	2500	-10.34	16.34
51	50	2550	-10.63	16.63
52	50	2600	-10.82	16.82
53	50	2650	-11.02	17.02
54	50	2700	-11.33	17.33
55	50	2750	-11.68	17.68
56	50	2800	-12.04	18.04
57	50	2850	-12.44	18.44
58	50	2900	-12.92	18.92
59	50	2950	-13.12	19.12
60	50	3000	-13.28	19.28
61	50	3050	-13.86	19.86
62	1050	2000	-14.44	20.44
63	100	1900	-14.56	20.56
64	100	1800	-14.61	20.61
65	100	1700	-14.82	20.82



Grafik Beban dengan Lendutan

6. Benda Uji a1b1d1-2

Tanggal pembuatan : 17 Mei 2016

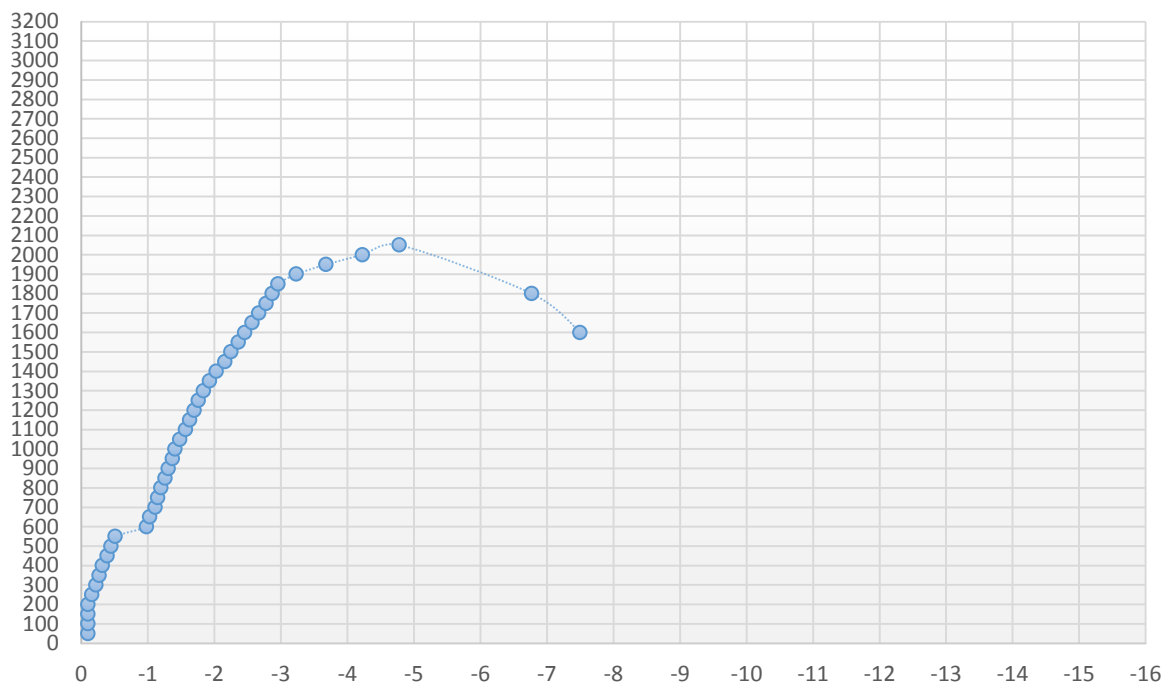
Tanggal Pengujian : 15 Juni 2016

Mutu Beton Rencana : 20 MPa

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)	Titik
1	50	50	-0.1	7.1
2	50	100	-0.1	7.1
3	50	150	-0.1	7.1
4	50	200	-0.1	7.1
5	50	250	-0.16	7.16
6	50	300	-0.22	7.22
7	50	350	-0.27	7.27
8	50	400	-0.32	7.32
9	50	450	-0.39	7.39
10	50	500	-0.45	7.45
11	50	550	-0.51	7.51
12	50	600	-0.98	7.98
13	50	650	-1.03	8.03

Lanjutan

14	50	700	-1.11	8.11
15	50	750	-1.15	8.15
16	50	800	-1.2	8.2
17	50	850	-1.26	8.26
18	50	900	-1.31	8.31
19	50	950	-1.37	8.37
20	50	1000	-1.41	8.41
21	50	1050	-1.48	8.48
22	50	1100	-1.57	8.57
23	50	1150	-1.63	8.63
24	50	1200	-1.7	8.7
25	50	1250	-1.76	8.76
26	50	1300	-1.84	8.84
27	50	1350	-1.93	8.93
28	50	1400	-2.03	9.03
29	50	1450	-2.16	9.16
30	50	1500	-2.25	9.25
31	50	1550	-2.36	9.36
32	50	1600	-2.46	9.46
33	50	1650	-2.57	9.57
34	50	1700	-2.67	9.67
35	50	1750	-2.78	9.78
36	50	1800	-2.87	9.87
37	50	1850	-2.96	9.96
38	50	1900	-3.23	10.23
39	50	1950	-3.68	10.68
40	50	2000	-4.23	11.23
41	50	2050	-4.78	11.78
42	250	1800	-6.77	13.77
43	200	1600	-7.5	14.5



Grafik Beban dengan Lendutan

7. Benda Uji a2b1d2-1

Tanggal pembuatan : 30 April 2016

Tanggal Pengujian : 16 Juni 2016

Mutu Beton Rencana : 30 MPa

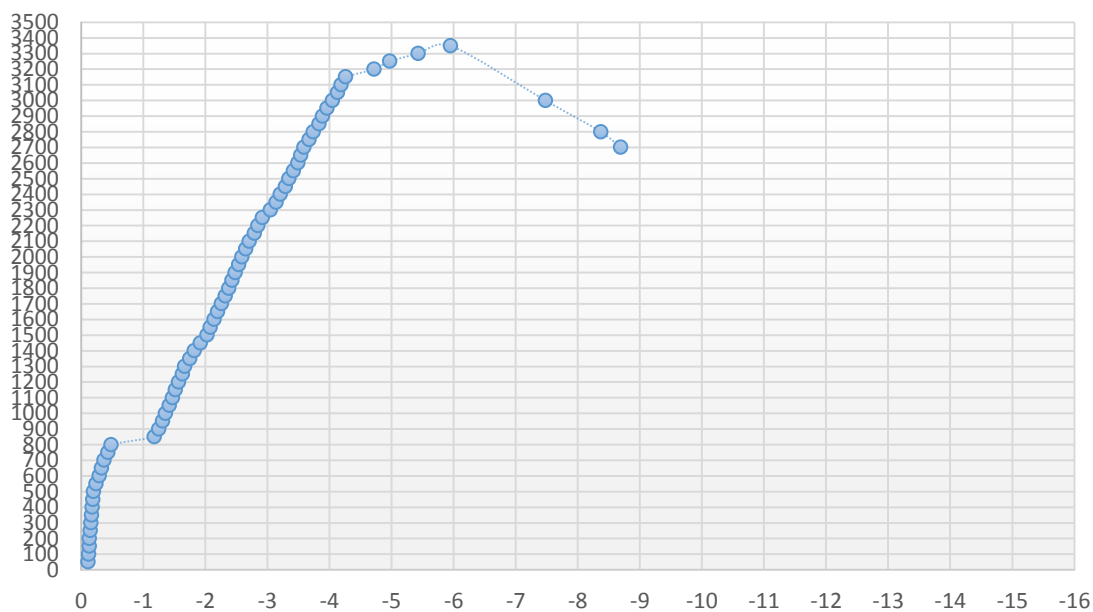
No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)	Titik
				0
1	50	50	-0.11	0.11
2	50	100	-0.12	0.12
3	50	150	-0.13	0.13
4	50	200	-0.13	0.13
5	50	250	-0.15	0.15
6	50	300	-0.16	0.16
7	50	350	-0.17	0.17
8	50	400	-0.18	0.18
9	50	450	-0.19	0.19
10	50	500	-0.2	0.2
11	50	550	-0.24	0.24
12	50	600	-0.29	0.29
13	50	650	-0.33	0.33

Lanjutan

14	50	700	-0.37	0.37
15	50	750	-0.43	0.43
16	50	800	-0.48	0.48
17	50	850	-1.18	1.18
18	50	900	-1.25	1.25
19	50	950	-1.31	1.31
20	50	1000	-1.36	1.36
21	50	1050	-1.42	1.42
22	50	1100	-1.47	1.47
23	50	1150	-1.52	1.52
24	50	1200	-1.57	1.57
25	50	1250	-1.63	1.63
26	50	1300	-1.67	1.67
27	50	1350	-1.75	1.75
28	50	1400	-1.82	1.82
29	50	1450	-1.92	1.92
30	50	1500	-2.03	2.03
31	50	1550	-2.08	2.08
32	50	1600	-2.14	2.14
33	50	1650	-2.2	2.2
34	50	1700	-2.26	2.26
35	50	1750	-2.32	2.32
36	50	1800	-2.38	2.38
37	50	1850	-2.43	2.43
38	50	1900	-2.48	2.48
39	50	1950	-2.54	2.54
40	50	2000	-2.59	2.59
41	50	2050	-2.65	2.65
42	50	2100	-2.71	2.71
43	50	2150	-2.79	2.79
44	50	2200	-2.85	2.85
45	50	2250	-2.92	2.92
46	50	2300	-3.05	3.05
47	50	2350	-3.14	3.14
48	50	2400	-3.21	3.21
49	50	2450	-3.29	3.29

Lanjutan

50	50	2500	-3.35	3.35
51	50	2550	-3.42	3.42
52	50	2600	-3.49	3.49
53	50	2650	-3.54	3.54
54	50	2700	-3.59	3.59
55	50	2750	-3.67	3.67
56	50	2800	-3.74	3.74
57	50	2850	-3.83	3.83
58	50	2900	-3.89	3.89
59	50	2950	-3.96	3.96
60	50	3000	-4.05	4.05
61	50	3050	-4.13	4.13
62	50	3100	-4.19	4.19
63	50	3150	-4.26	4.26
64	50	3200	-4.72	4.72
65	50	3250	-4.97	4.97
66	50	3300	-5.43	5.43
67	50	3350	-5.95	5.95
68	350	3000	-7.48	7.48
69	200	2800	-8.37	8.37
70	100	2700	-8.69	8.69



Grafik Beban dengan Lendutan

8. Benda Uji a2b2d2-2

Tanggal pembuatan : 30 April 2016

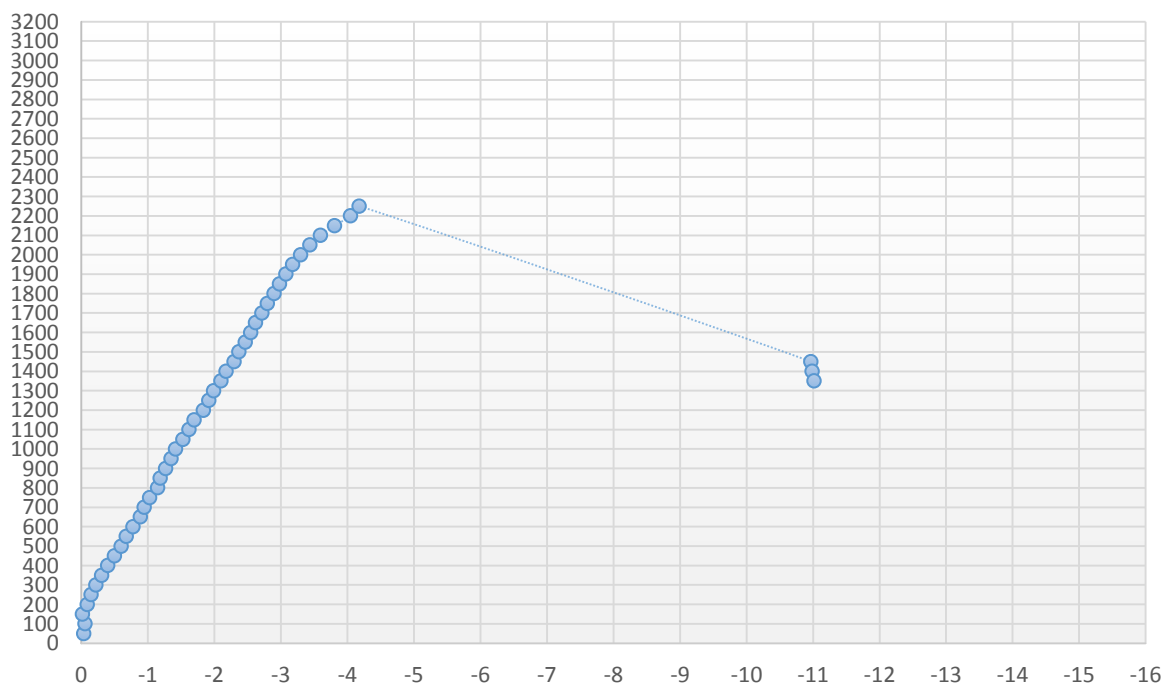
Tanggal Pengujian : 16 Juni 2016

Mutu Beton Rencana : 30 MPa

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)	Titik
				0.64
1	50	50	-0.04	0.68
2	50	100	-0.06	0.7
3	50	150	-0.02	0.66
4	50	200	-0.09	0.73
5	50	250	-0.15	0.79
6	50	300	-0.22	0.86
7	50	350	-0.31	0.95
8	50	400	-0.4	1.04
9	50	450	-0.5	1.14
10	50	500	-0.6	1.24
11	50	550	-0.68	1.32
12	50	600	-0.78	1.42
13	50	650	-0.89	1.53
14	50	700	-0.95	1.59
15	50	750	-1.03	1.67
16	50	800	-1.15	1.79
17	50	850	-1.19	1.83
18	50	900	-1.27	1.91
19	50	950	-1.35	1.99
20	50	1000	-1.42	2.06
21	50	1050	-1.53	2.17
22	50	1100	-1.62	2.26
23	50	1150	-1.7	2.34
24	50	1200	-1.84	2.48
25	50	1250	-1.92	2.56
26	50	1300	-1.99	2.63
27	50	1350	-2.1	2.74
28	50	1400	-2.18	2.82
29	50	1450	-2.3	2.94
30	50	1500	-2.37	3.01

Lanjutan

31	50	1550	-2.47	3.11
32	50	1600	-2.55	3.19
33	50	1650	-2.62	3.26
34	50	1700	-2.72	3.36
35	50	1750	-2.8	3.44
36	50	1800	-2.9	3.54
37	50	1850	-2.98	3.62
38	50	1900	-3.08	3.72
39	50	1950	-3.18	3.82
40	50	2000	-3.3	3.94
41	50	2050	-3.44	4.08
42	50	2100	-3.6	4.24
43	50	2150	-3.81	4.45
44	50	2200	-4.05	4.69
45	50	2250	-4.18	4.82
46	800	1450	-10.97	11.61
47	50	1400	-10.99	11.63
48	50	1350	-11.02	11.66



Grafik Beban dengan Lendutan

9. Benda Uji a2b1d1-2

Tanggal pembuatan : 17 Mei 2016

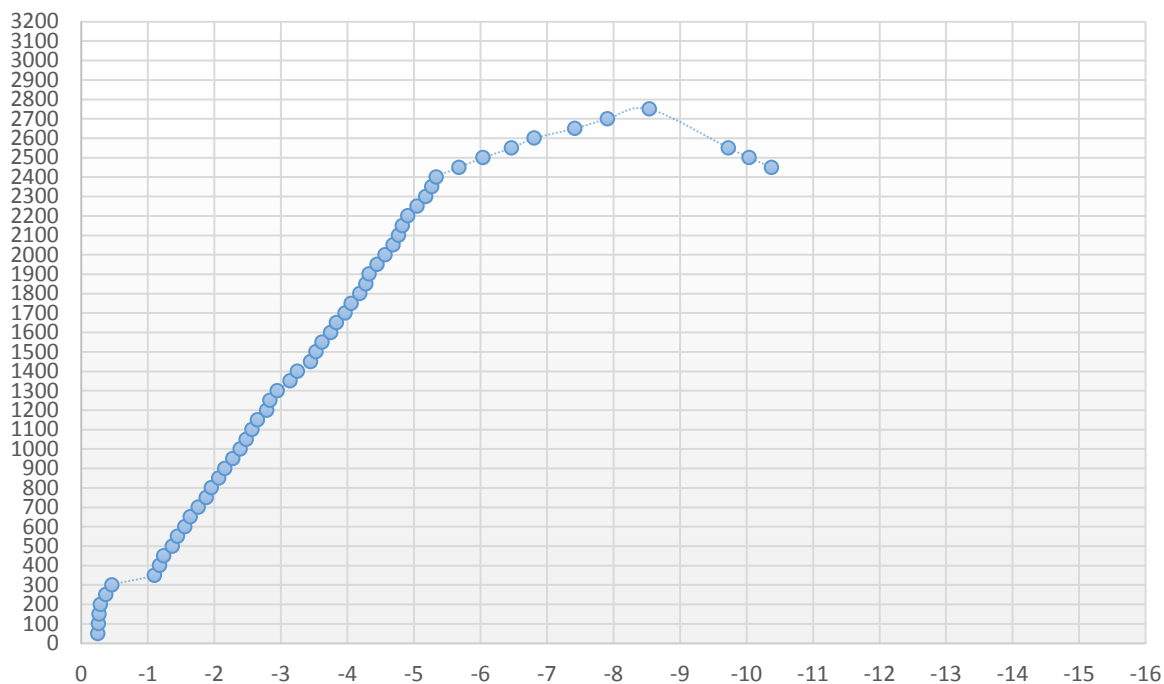
Tanggal Pengujian : 16 Juni 2016

Mutu Beton Rencana : 30 MPa

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)	Titik
				0
1	50	50	-0.25	0.25
2	50	100	-0.26	0.26
3	50	150	-0.27	0.27
4	50	200	-0.29	0.29
5	50	250	-0.37	0.37
6	50	300	-0.46	0.46
7	50	350	-1.1	1.1
8	50	400	-1.18	1.18
9	50	450	-1.24	1.24
10	50	500	-1.37	1.37
11	50	550	-1.45	1.45
12	50	600	-1.56	1.56
13	50	650	-1.64	1.64
14	50	700	-1.76	1.76
15	50	750	-1.88	1.88
16	50	800	-1.96	1.96
17	50	850	-2.07	2.07
18	50	900	-2.16	2.16
19	50	950	-2.28	2.28
20	50	1000	-2.39	2.39
21	50	1050	-2.48	2.48
22	50	1100	-2.57	2.57
23	50	1150	-2.65	2.65
24	50	1200	-2.79	2.79
25	50	1250	-2.84	2.84
26	50	1300	-2.95	2.95
27	50	1350	-3.14	3.14
28	50	1400	-3.25	3.25
29	50	1450	-3.45	3.45
30	50	1500	-3.53	3.53

Lanjutan

31	50	1550	-3.62	3.62
32	50	1600	-3.75	3.75
33	50	1650	-3.84	3.84
34	50	1700	-3.97	3.97
35	50	1750	-4.06	4.06
36	50	1800	-4.19	4.19
37	50	1850	-4.28	4.28
38	50	1900	-4.33	4.33
39	50	1950	-4.45	4.45
40	50	2000	-4.57	4.57
41	50	2050	-4.69	4.69
42	50	2100	-4.77	4.77
43	50	2150	-4.83	4.83
44	50	2200	-4.91	4.91
45	50	2250	-5.05	5.05
46	50	2300	-5.18	5.18
47	50	2350	-5.27	5.27
48	50	2400	-5.34	5.34
49	50	2450	-5.68	5.68
50	50	2500	-6.04	6.04
51	50	2550	-6.47	6.47
52	50	2600	-6.81	6.81
53	50	2650	-7.42	7.42
54	50	2700	-7.91	7.91
55	50	2750	-8.54	8.54
56	200	2550	-9.73	9.73
57	50	2500	-10.04	10.04
58	50	2450	-10.38	10.38



Grafik Beban dengan Lendutan

10. Benda Uji a1b1d1-1

Tanggal pembuatan : 17 Mei 2016

Tanggal Pengujian : 16 Juni 2016

Mutu Beton Rencana : 20 MPa

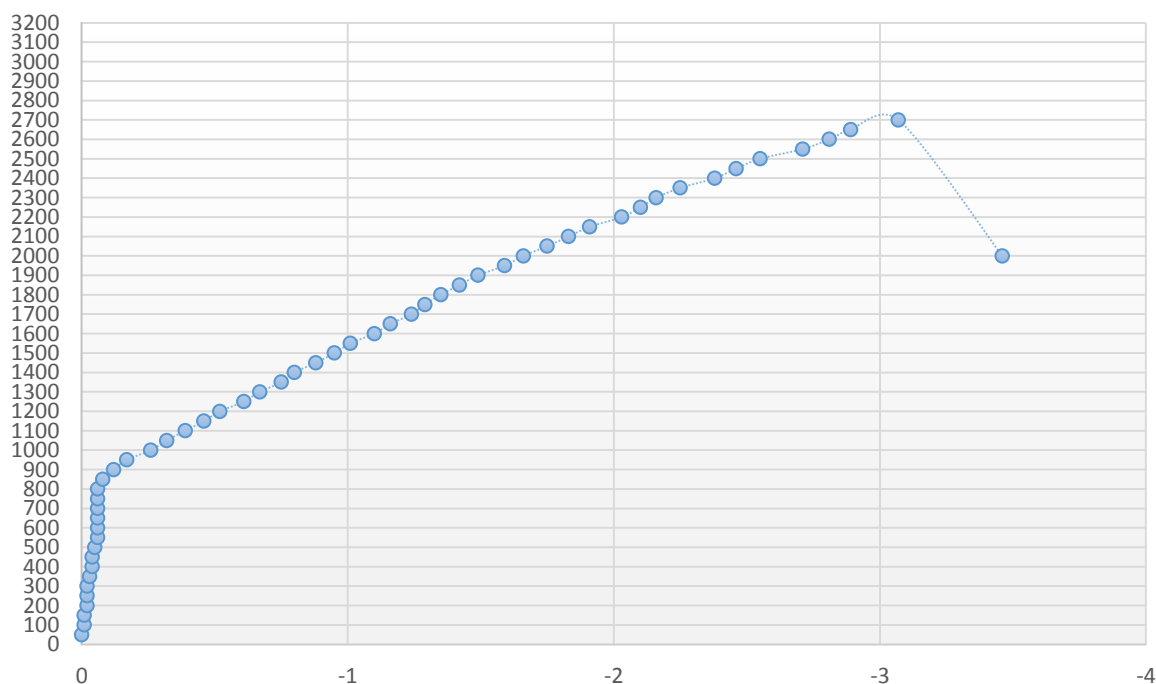
No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)	Titik
				0
1	50	50	0	0
2	50	100	-0.01	0.01
3	50	150	-0.01	0.01
4	50	200	-0.02	0.02
5	50	250	-0.02	0.02
6	50	300	-0.02	0.02
7	50	350	-0.03	0.03
8	50	400	-0.04	0.04
9	50	450	-0.04	0.04
10	50	500	-0.05	0.05
11	50	550	-0.06	0.06
12	50	600	-0.06	0.06
13	50	650	-0.06	0.06

Lanjutan

14	50	700	-0.06	0.06
15	50	750	-0.06	0.06
16	50	800	-0.06	0.06
17	50	850	-0.08	0.08
18	50	900	-0.12	0.12
19	50	950	-0.17	0.17
20	50	1000	-0.26	0.26
21	50	1050	-0.32	0.32
22	50	1100	-0.39	0.39
23	50	1150	-0.46	0.46
24	50	1200	-0.52	0.52
25	50	1250	-0.61	0.61
26	50	1300	-0.67	0.67
27	50	1350	-0.75	0.75
28	50	1400	-0.8	0.8
29	50	1450	-0.88	0.88
30	50	1500	-0.95	0.95
31	50	1550	-1.01	1.01
32	50	1600	-1.1	1.1
33	50	1650	-1.16	1.16
34	50	1700	-1.24	1.24
35	50	1750	-1.29	1.29
36	50	1800	-1.35	1.35
37	50	1850	-1.42	1.42
38	50	1900	-1.49	1.49
39	50	1950	-1.59	1.59
40	50	2000	-1.66	1.66
41	50	2050	-1.75	1.75
42	50	2100	-1.83	1.83
43	50	2150	-1.91	1.91
44	50	2200	-2.03	2.03
45	50	2250	-2.1	2.1
46	50	2300	-2.16	2.16
47	50	2350	-2.25	2.25
48	50	2400	-2.38	2.38
49	50	2450	-2.46	2.46

Lanjutan

50	50	2500	-2.55	2.55
51	50	2550	-2.71	2.71
52	50	2600	-2.81	2.81
53	50	2650	-2.89	2.89
54	50	2700	-3.07	3.07
55	700	2000	-3.46	3.46



Grafik Beban dengan Lendutan

11. Benda Uji a1b1d2-1

Tanggal pembuatan : 28 April 2016

Tanggal Pengujian : 17 Juni 2016

Mutu Beton Rencana : 20 MPa

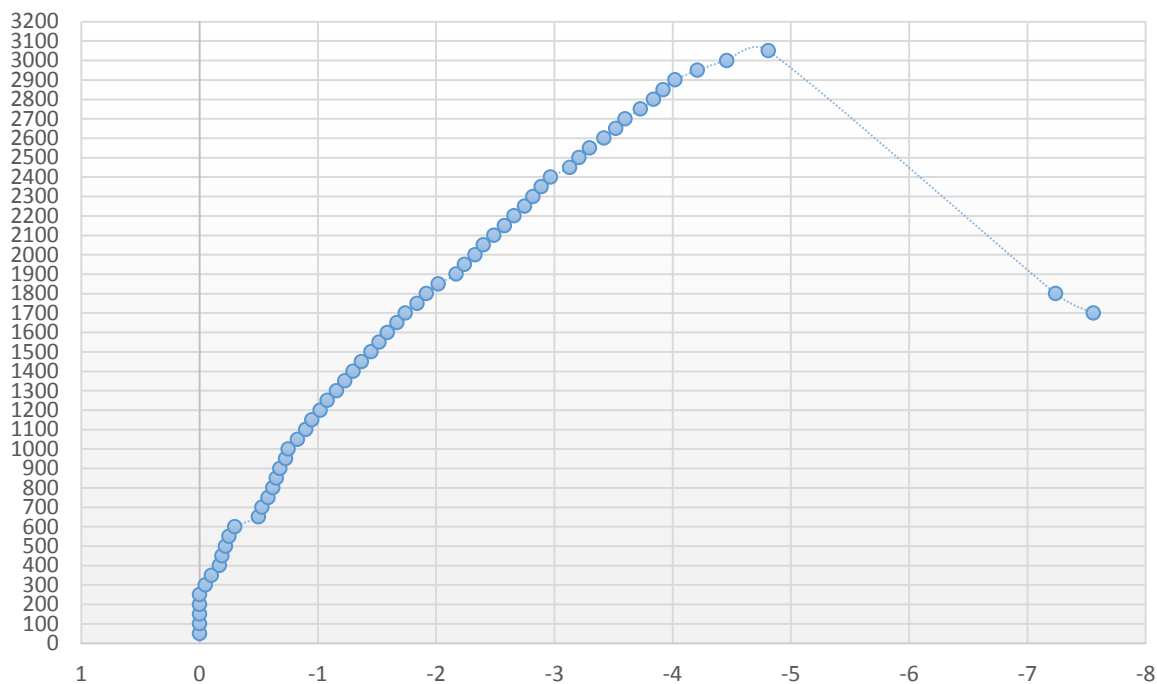
No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)	Titik
				0
1	50	50	0	0
2	50	100	0	0
3	50	150	0	0
4	50	200	0	0

Lanjutan

5	50	250	0	0
6	50	300	-0.05	0.05
7	50	350	-0.1	0.1
8	50	400	-0.17	0.17
9	50	450	-0.19	0.19
10	50	500	-0.22	0.22
11	50	550	-0.25	0.25
12	50	600	-0.3	0.3
13	50	650	-0.5	0.5
14	50	700	-0.53	0.53
15	50	750	-0.58	0.58
16	50	800	-0.62	0.62
17	50	850	-0.65	0.65
18	50	900	-0.68	0.68
19	50	950	-0.73	0.73
20	50	1000	-0.75	0.75
21	50	1050	-0.83	0.83
22	50	1100	-0.9	0.9
23	50	1150	-0.95	0.95
24	50	1200	-1.02	1.02
25	50	1250	-1.08	1.08
26	50	1300	-1.16	1.16
27	50	1350	-1.23	1.23
28	50	1400	-1.3	1.3
29	50	1450	-1.37	1.37
30	50	1500	-1.45	1.45
31	50	1550	-1.52	1.52
32	50	1600	-1.59	1.59
33	50	1650	-1.67	1.67
34	50	1700	-1.74	1.74
35	50	1750	-1.84	1.84
36	50	1800	-1.92	1.92
37	50	1850	-2.02	2.02
38	50	1900	-2.17	2.17
39	50	1950	-2.24	2.24
40	50	2000	-2.33	2.33

Lanjutan

41	50	2050	-2.4	2.4
42	50	2100	-2.49	2.49
43	50	2150	-2.58	2.58
44	50	2200	-2.66	2.66
45	50	2250	-2.75	2.75
46	50	2300	-2.82	2.82
47	50	2350	-2.89	2.89
48	50	2400	-2.97	2.97
49	50	2450	-3.13	3.13
50	50	2500	-3.21	3.21
51	50	2550	-3.3	3.3
52	50	2600	-3.42	3.42
53	50	2650	-3.52	3.52
54	50	2700	-3.6	3.6
55	50	2750	-3.73	3.73
56	50	2800	-3.84	3.84
57	50	2850	-3.92	3.92
58	50	2900	-4.02	4.02
59	50	2950	-4.21	4.21
60	50	3000	-4.46	4.46
61	50	3050	-4.81	4.81
62	50	1800	-7.24	7.24
63	50	1700	-7.56	7.56



Grafik Beban dengan Lendutan

12. Benda Uji a2b1d2-2

Tanggal pembuatan : 30 April 2016

Tanggal Pengujian : 17 Juni 2016

Mutu Beton Rencana : 30 MPa

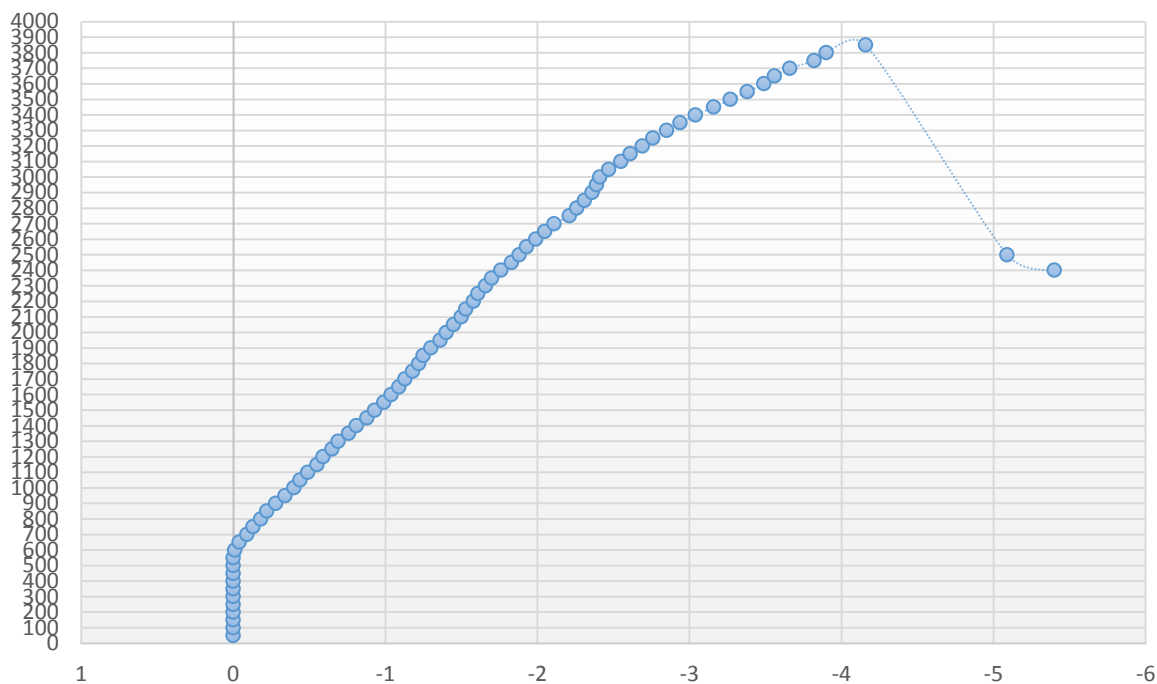
No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)	Titik
				0
1	50	50	0	0
2	50	100	0	0
3	50	150	0	0
4	50	200	0	0
5	50	250	0	0
6	50	300	0	0
7	50	350	0	0
8	50	400	0	0
9	50	450	0	0
10	50	500	0	0
11	50	550	0	0
12	50	600	-0.01	0.01
13	50	650	-0.04	0.04

Lanjutan

14	50	700	-0.09	0.09
15	50	750	-0.13	0.13
16	50	800	-0.18	0.18
17	50	850	-0.22	0.22
18	50	900	-0.28	0.28
19	50	950	-0.34	0.34
20	50	1000	-0.4	0.4
21	50	1050	-0.44	0.44
22	50	1100	-0.49	0.49
23	50	1150	-0.55	0.55
24	50	1200	-0.59	0.59
25	50	1250	-0.65	0.65
26	50	1300	-0.69	0.69
27	50	1350	-0.76	0.76
28	50	1400	-0.81	0.81
29	50	1450	-0.88	0.88
30	50	1500	-0.93	0.93
31	50	1550	-0.99	0.99
32	50	1600	-1.04	1.04
33	50	1650	-1.09	1.09
34	50	1700	-1.13	1.13
35	50	1750	-1.18	1.18
36	50	1800	-1.22	1.22
37	50	1850	-1.25	1.25
38	50	1900	-1.3	1.3
39	50	1950	-1.36	1.36
40	50	2000	-1.4	1.4
41	50	2050	-1.45	1.45
42	50	2100	-1.5	1.5
43	50	2150	-1.53	1.53
44	50	2200	-1.58	1.58
45	50	2250	-1.61	1.61
46	50	2300	-1.66	1.66
47	50	2350	-1.7	1.7
48	50	2400	-1.76	1.76
49	50	2450	-1.83	1.83

Lanjutan

50	50	2500	-1.88	1.88
51	50	2550	-1.93	1.93
52	50	2600	-1.99	1.99
53	50	2650	-2.05	2.05
54	50	2700	-2.11	2.11
55	50	2750	-2.21	2.21
56	50	2800	-2.26	2.26
57	50	2850	-2.31	2.31
58	50	2900	-2.36	2.36
59	50	2950	-2.39	2.39
60	50	3000	-2.41	2.41
61	50	3050	-2.47	2.47
62	50	3100	-2.55	2.55
63	50	3150	-2.61	2.61
64	50	3200	-2.69	2.69
65	50	3250	-2.76	2.76
66	50	3300	-2.85	2.85
67	50	3350	-2.94	2.94
68	50	3400	-3.04	3.04
69	50	3450	-3.16	3.16
70	50	3500	-3.27	3.27
71	50	3550	-3.38	3.38
72	50	3600	-3.49	3.49
73	50	3650	-3.56	3.56
74	50	3700	-3.66	3.66
75	50	3750	-3.82	3.82
76	50	3800	-3.9	3.9
77	50	3850	-4.16	4.16
78	50	2500	-5.09	5.09
79	50	2400	-5.4	5.4



Grafik Beban dengan Lendutan

13. Benda Uji a1b2d2-1

Tanggal pembuatan : 28 April 2016

Tanggal Pengujian : 17 Juni 2016

Mutu Beton Rencana : 20 MPa

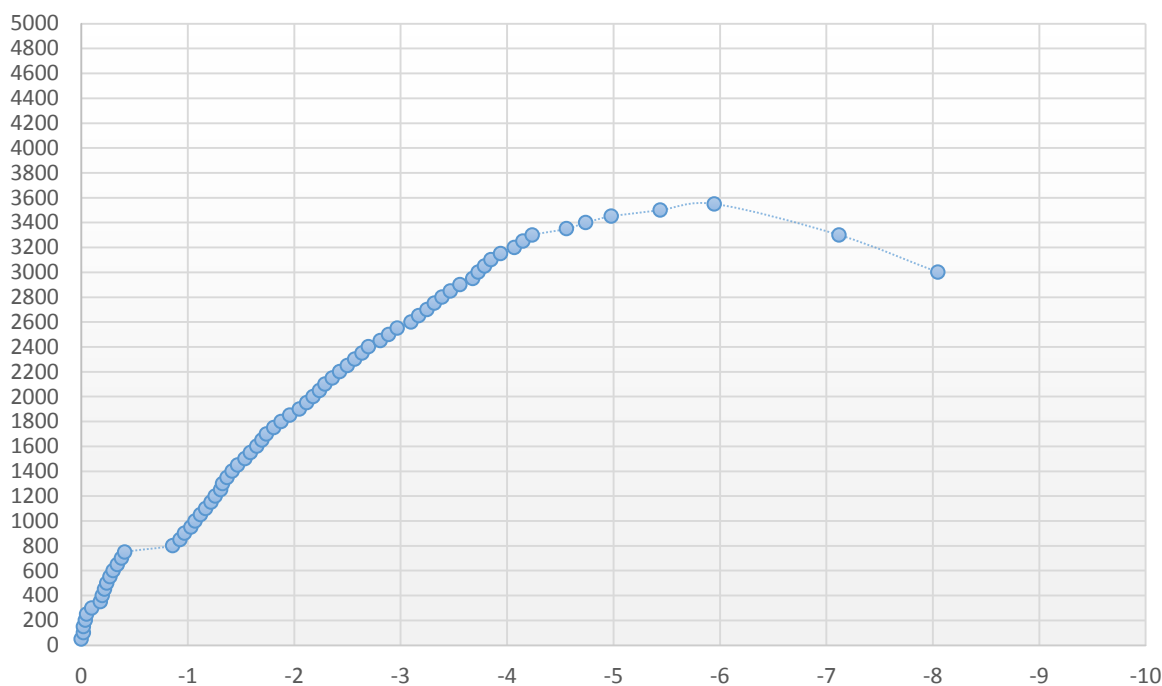
No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)	Titik
				1
1	50	50	0	1
2	50	100	-0.02	1.02
3	50	150	-0.02	1.02
4	50	200	-0.04	1.04
5	50	250	-0.05	1.05
6	50	300	-0.1	1.1
7	50	350	-0.18	1.18
8	50	400	-0.2	1.2
9	50	450	-0.22	1.22
10	50	500	-0.24	1.24
11	50	550	-0.27	1.27
12	50	600	-0.3	1.3
13	50	650	-0.34	1.34

Lanjutan

14	50	700	-0.38	1.38
15	50	750	-0.41	1.41
16	50	800	-0.86	1.86
17	50	850	-0.93	1.93
18	50	900	-0.97	1.97
19	50	950	-1.03	2.03
20	50	1000	-1.07	2.07
21	50	1050	-1.12	2.12
22	50	1100	-1.17	2.17
23	50	1150	-1.22	2.22
24	50	1200	-1.26	2.26
25	50	1250	-1.31	2.31
26	50	1300	-1.33	2.33
27	50	1350	-1.37	2.37
28	50	1400	-1.42	2.42
29	50	1450	-1.47	2.47
30	50	1500	-1.54	2.54
31	50	1550	-1.59	2.59
32	50	1600	-1.65	2.65
33	50	1650	-1.7	2.7
34	50	1700	-1.74	2.74
35	50	1750	-1.81	2.81
36	50	1800	-1.88	2.88
37	50	1850	-1.96	2.96
38	50	1900	-2.05	3.05
39	50	1950	-2.12	3.12
40	50	2000	-2.18	3.18
41	50	2050	-2.24	3.24
42	50	2100	-2.29	3.29
43	50	2150	-2.36	3.36
44	50	2200	-2.43	3.43
45	50	2250	-2.5	3.5
46	50	2300	-2.57	3.57
47	50	2350	-2.64	3.64
48	50	2400	-2.7	3.7
49	50	2450	-2.81	3.81

Lanjutan

50	50	2500	-2.89	3.89
51	50	2550	-2.97	3.97
52	50	2600	-3.1	4.1
53	50	2650	-3.17	4.17
54	50	2700	-3.25	4.25
55	50	2750	-3.32	4.32
56	50	2800	-3.39	4.39
57	50	2850	-3.47	4.47
58	50	2900	-3.56	4.56
59	50	2950	-3.68	4.68
60	50	3000	-3.73	4.73
61	50	3050	-3.79	4.79
62	50	3100	-3.85	4.85
63	50	3150	-3.94	4.94
64	50	3200	-4.07	5.07
65	50	3250	-4.15	5.15
66	50	3300	-4.24	5.24
67	50	3350	-4.56	5.56
68	50	3400	-4.74	5.74
69	50	3450	-4.98	5.98
70	50	3500	-5.44	6.44
71	50	3550	-5.95	6.95
72	250	3300	-7.12	8.12
73	300	3000	-8.05	9.05



Grafik Beban dengan Lendutan

14. Benda Uji a2b2d2-1

Tanggal pembuatan : 30 April 2016

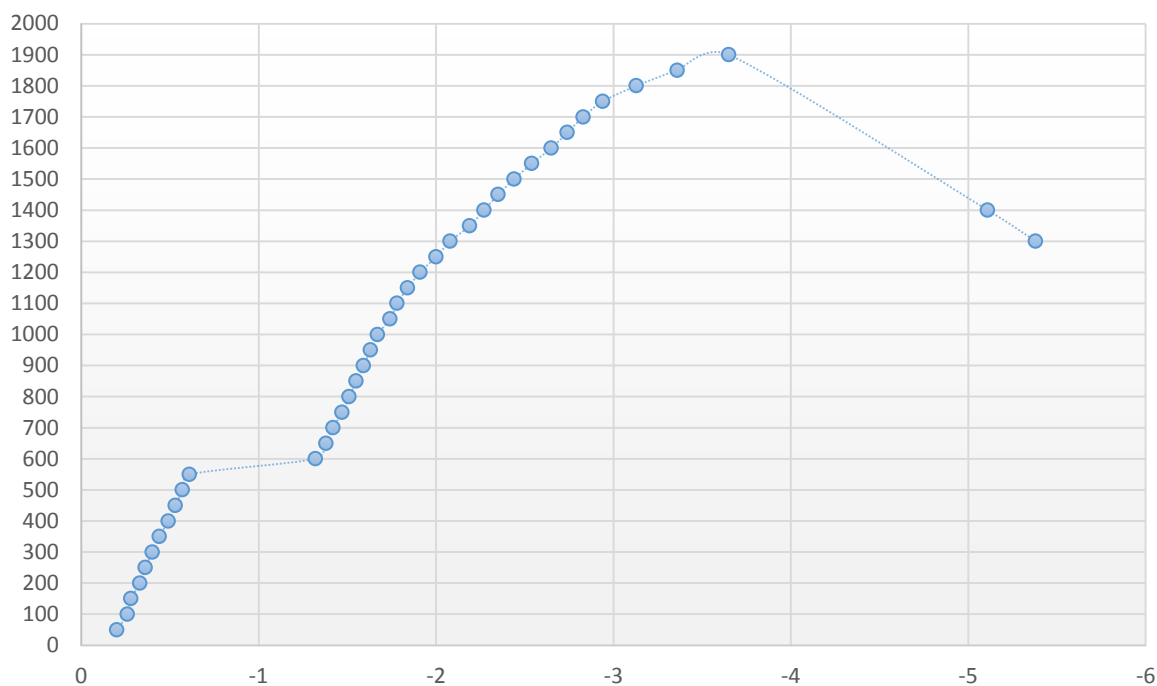
Tanggal Pengujian : 17 Juni 2016

Mutu Beton Rencana : 30 MPa

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)	Titik
				0
1	50	50	-0.2	0.2
2	50	100	-0.26	0.26
3	50	150	-0.28	0.28
4	50	200	-0.33	0.33
5	50	250	-0.36	0.36
6	50	300	-0.4	0.4
7	50	350	-0.44	0.44
8	50	400	-0.49	0.49
9	50	450	-0.53	0.53
10	50	500	-0.57	0.57
11	50	550	-0.61	0.61
12	50	600	-1.32	1.32
13	50	650	-1.38	1.38

Lanjutan

14	50	700	-1.42	1.42
15	50	750	-1.47	1.47
16	50	800	-1.51	1.51
17	50	850	-1.55	1.55
18	50	900	-1.59	1.59
19	50	950	-1.63	1.63
20	50	1000	-1.67	1.67
21	50	1050	-1.74	1.74
22	50	1100	-1.78	1.78
23	50	1150	-1.84	1.84
24	50	1200	-1.91	1.91
25	50	1250	-2	2
26	50	1300	-2.08	2.08
27	50	1350	-2.19	2.19
28	50	1400	-2.27	2.27
29	50	1450	-2.35	2.35
30	50	1500	-2.44	2.44
31	50	1550	-2.54	2.54
32	50	1600	-2.65	2.65
33	50	1650	-2.74	2.74
34	50	1700	-2.83	2.83
35	50	1750	-2.94	2.94
36	50	1800	-3.13	3.13
37	50	1850	-3.36	3.36
38	50	1900	-3.65	3.65
39	500	1400	-5.11	5.11
40	100	1300	-5.38	5.38



Grafik Beban dengan lendutan

15. Benda Uji a1b1d2-2

Tanggal pembuatan : 28 April 2016

Tanggal Pengujian : 17 Juni 2016

Mutu Beton Rencana : 20 MPa

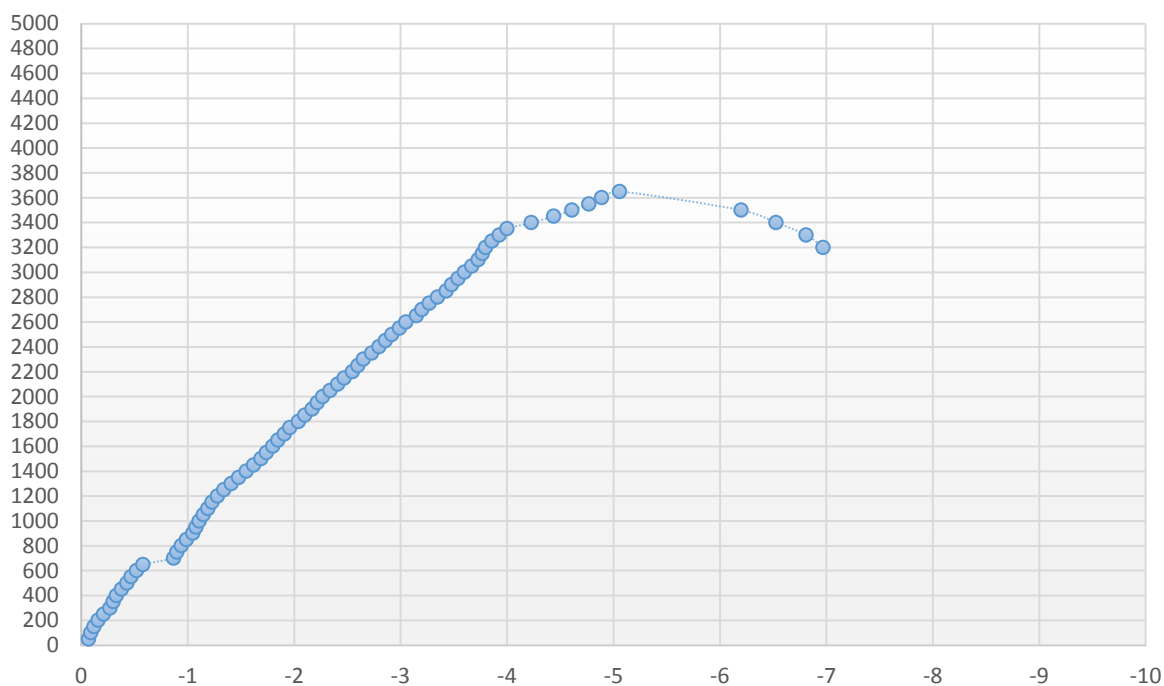
No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)	Titik
				6
1	50	50	-0.07	6.07
2	50	100	-0.09	6.09
3	50	150	-0.12	6.12
4	50	200	-0.16	6.16
5	50	250	-0.21	6.21
6	50	300	-0.27	6.27
7	50	350	-0.3	6.3
8	50	400	-0.33	6.33
9	50	450	-0.38	6.38
10	50	500	-0.43	6.43
11	50	550	-0.47	6.47
12	50	600	-0.52	6.52
13	50	650	-0.58	6.58

Lanjutan

14	50	700	-0.87	6.87
15	50	750	-0.9	6.9
16	50	800	-0.94	6.94
17	50	850	-0.99	6.99
18	50	900	-1.05	7.05
19	50	950	-1.08	7.08
20	50	1000	-1.11	7.11
21	50	1050	-1.15	7.15
22	50	1100	-1.19	7.19
23	50	1150	-1.23	7.23
24	50	1200	-1.28	7.28
25	50	1250	-1.34	7.34
26	50	1300	-1.41	7.41
27	50	1350	-1.48	7.48
28	50	1400	-1.55	7.55
29	50	1450	-1.62	7.62
30	50	1500	-1.69	7.69
31	50	1550	-1.74	7.74
32	50	1600	-1.8	7.8
33	50	1650	-1.85	7.85
34	50	1700	-1.91	7.91
35	50	1750	-1.96	7.96
36	50	1800	-2.04	8.04
37	50	1850	-2.1	8.1
38	50	1900	-2.17	8.17
39	50	1950	-2.22	8.22
40	50	2000	-2.27	8.27
41	50	2050	-2.34	8.34
42	50	2100	-2.41	8.41
43	50	2150	-2.47	8.47
44	50	2200	-2.55	8.55
45	50	2250	-2.6	8.6
46	50	2300	-2.65	8.65
47	50	2350	-2.73	8.73
48	50	2400	-2.8	8.8
49	50	2450	-2.86	8.86

Lanjutan

50	50	2500	-2.92	8.92
51	50	2550	-2.99	8.99
52	50	2600	-3.05	9.05
53	50	2650	-3.15	9.15
54	50	2700	-3.2	9.2
55	50	2750	-3.27	9.27
56	50	2800	-3.35	9.35
57	50	2850	-3.43	9.43
58	50	2900	-3.48	9.48
59	50	2950	-3.54	9.54
60	50	3000	-3.6	9.6
61	50	3050	-3.67	9.67
62	50	3100	-3.73	9.73
63	50	3150	-3.77	9.77
64	50	3200	-3.8	9.8
65	50	3250	-3.86	9.86
66	50	3300	-3.93	9.93
67	50	3350	-4	10
68	50	3400	-4.23	10.23
69	50	3450	-4.44	10.44
70	50	3500	-4.61	10.61
71	50	3550	-4.77	10.77
72	50	3600	-4.89	10.89
73	50	3650	-5.06	11.06
74	150	3500	-6.2	12.2
75	100	3400	-6.53	12.53
76	100	3300	-6.81	12.81
77	100	3200	-6.97	12.97



Grafik beban dengan Lendutan

16. Benda Uji a1b2d2-2

Tanggal pembuatan : 28 April 2016

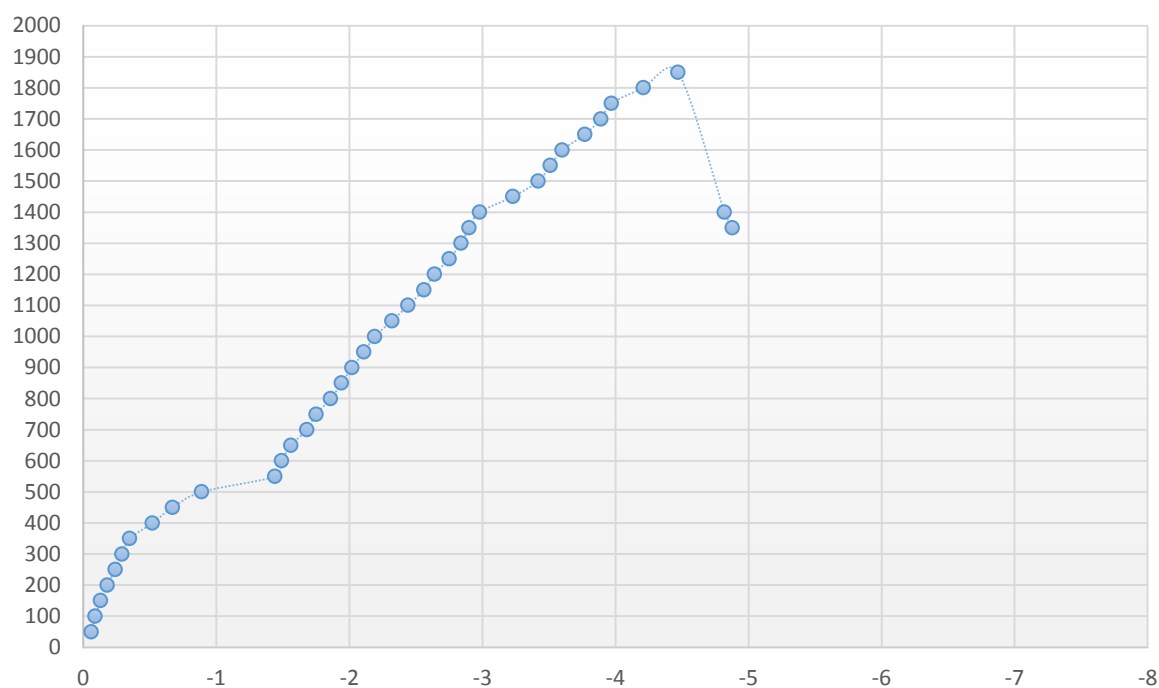
Tanggal Pengujian : 17 Juni 2016

Mutu Beton Rencana : 20 MPa

No	Tahap Beban	Beban	Lendutan	Titik
	(kg)	(kg)	(mm)	0
1	50	50	-0.06	0.06
2	50	100	-0.09	0.09
3	50	150	-0.13	0.13
4	50	200	-0.18	0.18
5	50	250	-0.24	0.24
6	50	300	-0.29	0.29
7	50	350	-0.35	0.35
8	50	400	-0.52	0.52
9	50	450	-0.67	0.67
10	50	500	-0.89	0.89
11	50	550	-1.44	1.44
12	50	600	-1.49	1.49
13	50	650	-1.56	1.56

Lanjutan

14	50	700	-1.68	1.68
15	50	750	-1.75	1.75
16	50	800	-1.86	1.86
17	50	850	-1.94	1.94
18	50	900	-2.02	2.02
19	50	950	-2.11	2.11
20	50	1000	-2.19	2.19
21	50	1050	-2.32	2.32
22	50	1100	-2.44	2.44
23	50	1150	-2.56	2.56
24	50	1200	-2.64	2.64
25	50	1250	-2.75	2.75
26	50	1300	-2.84	2.84
27	50	1350	-2.9	2.9
28	50	1400	-2.98	2.98
29	50	1450	-3.23	3.23
30	50	1500	-3.42	3.42
31	50	1550	-3.51	3.51
32	50	1600	-3.6	3.6
33	50	1650	-3.77	3.77
34	50	1700	-3.89	3.89
35	50	1750	-3.97	3.97
36	50	1800	-4.21	4.21
37	50	1850	-4.47	4.47
38	450	1400	-4.82	4.82
39	50	1350	-4.88	4.88



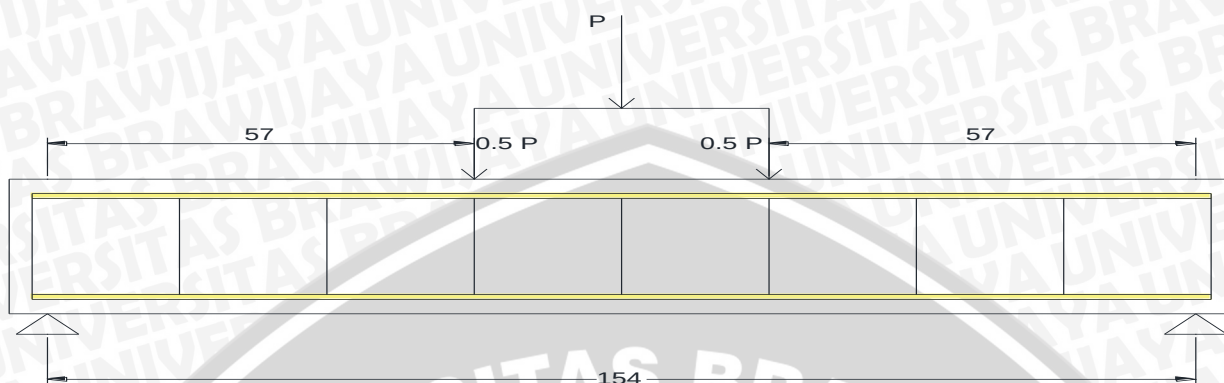
Grafik Beban dengan Lendutan



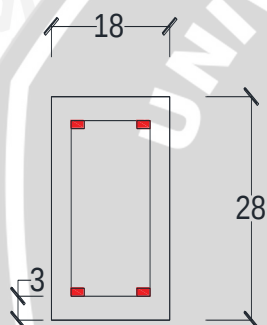


LAMPIRAN 8

Hasil Perhitungan P Teoritis



Gambar 4.12 Pemodelan Pembebanan Struktur



Gambar 4.13 Potongan Melintang Balok

Contoh perhitungan P maks teoritis untuk balok dengan mutu beton 20 MPa, jarak kait 12 cm, rasio tulangan 0,8% dan jenis kait bambu ($a_1b_2c_1d_1$)

$$b = 180 \text{ mm}$$

$$d = 250 \text{ mm}$$

$$A_s \text{ geser} = 2 \times 1540 \times (2 \times (10+20)) = 18480 \text{ mm}^2$$

$$f'_c = 26,342 \text{ MPa}$$

$$\mu = 0,3611 \text{ MPa}$$

terjadi keruntuhan tarik

$$T = C_c$$

$$A_s \text{ geser} \cdot \mu = 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a$$

$$18480 \cdot 0,3611 = 0,85 \cdot 26,342 \cdot 180 \cdot a$$

$$a = 16,558 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1}$$

$$c = \frac{16,558}{0,85}$$

$$c = 19,48 \text{ mm}$$

Karena terjadi keruntuhan tarik maka momen nominalnya,

$$M_n = T \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_n = 66733,33 \cdot \left(250 - \frac{16,558}{2} \right)$$

$$M_n = 16130853 \text{ Nmm}$$

Maka momen ultimate

$$M_u = \phi \cdot M_n$$

$$M_u = 0,8 \cdot 16130853 \text{ Nmm}$$

$$M_u = 12904682 \text{ Nmm}$$

Sehingga beban maksimum (P_u) teoritisnya adalah

$$R_{Va} = 0,5 P$$

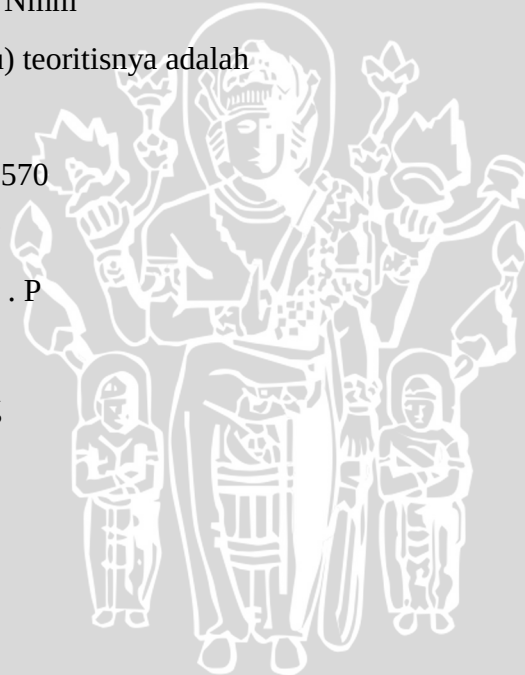
$$M_{Max} = 0,5 P \cdot 570$$

$$M_{Max} = 285 \cdot P$$

$$12904682 = 285 \cdot P$$

$$P = 45279,59 \text{ N}$$

$$P = 4527,959 \text{ kg}$$



Contoh perhitungan P maks teoritis untuk balok dengan mutu beton 20 MPa, jarak kait 6 cm, rasio tulangan 0,8% dan jenis kait kayu kamper ($a_1b_1c_1d_2$)

$$b = 180 \text{ mm}$$

$$d = 250 \text{ mm}$$

$$A_s \text{ geser} = 2 \times 1540 \times (2 \times (10+20)) = 18480 \text{ mm}^2$$

$$f'_c = 23,786 \text{ MPa}$$

$$\mu = 0,465 \text{ MPa}$$

terjadi keruntuhan tarik

$$T = C_c$$

$$A_s \text{ geser} \cdot \mu = 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a$$

$$18480 \cdot 0,3465 = 0,85 \cdot 23,786 \cdot 180 \cdot a$$

$$a = 23,62 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1}$$

$$c = \frac{23,62}{0,85}$$

$$c = 27,79 \text{ mm}$$

Karena terjadi keruntuhan tarik maka momen nominalnya,

$$M_n = T \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_n = 85983,33 \cdot \left(250 - \frac{23,62}{2} \right)$$

$$M_n = 20480086 \text{ Nmm}$$

Maka momen ultimate

$$M_u = \phi \cdot M_n$$

$$M_u = 0,8 \cdot 20480086 \text{ Nmm}$$

$$M_u = 16384069 \text{ Nmm}$$

Sehingga beban maksimum (P_u) teoritisnya adalah

$$R_{Va} = 0,5 P$$

$$M_{Max} = 0,5 P \cdot 570$$

$$M_{Max} = 285 \cdot P$$

$$16384069 = 285 \cdot P$$

$$P = 57487,96 \text{ N}$$

$$P = 5748,796 \text{ kg}$$

Contoh perhitungan P maks teoritis untuk balok dengan mutu beton 20 MPa, jarak kait 6 cm, rasio tulangan 1,6% dan jenis kait bambu ($a_1b_1c_2d_1$)

$$b = 180 \text{ mm}$$

$$d = 250 \text{ mm}$$

$$\text{As geser} = 2 \times 1540 \times (2 \times (10+20)) = 18480 \text{ mm}^2$$

$$f'c = 24,72 \text{ MPa}$$

$$\mu = 0,329 \text{ MPa}$$

terjadi keruntuhan tarik

$$T=Cc$$

$$\text{As geser} \cdot \mu = 0,85 \cdot f'c \cdot b \cdot a$$

$$18480 \cdot 0,329 = 0,85 \cdot 24,72 \cdot 180 \cdot a$$

$$a = 32,23504 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1}$$

$$c = \frac{32,235}{0,85}$$

$$c = 37,923 \text{ mm}$$

Karena terjadi keruntuhan tarik maka momen nominalnya,

$$Mn = T \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$Mn = 121916,7 \cdot \left(250 - \frac{32,235}{2} \right)$$

$$Mn = 28514172 \text{ Nmm}$$

Maka momen ultimate

$$Mu = \phi \cdot Mn$$

$$Mu = 0,8 \cdot 28514172 \text{ Nmm}$$

$$Mu = 22811338 \text{ Nmm}$$

Sehingga beban maksimum (P_u) teoritisnya adalah

$$RVa = 0,5 P$$

$$M_{Max} = 0,5 P \cdot 570$$

$$M_{Max} = 285 \cdot P$$

$$22811338 = 285 \cdot P$$

$$P = 80039,78 \text{ N}$$

$$P = 8003,978 \text{ kg}$$

Contoh perhitungan P maks teoritis untuk balok dengan mutu beton 20 MPa, jarak kait 12 cm, rasio tulangan 1,6% dan jenis kait kayu kamper ($a_1b_2c_2d_2$)

$$b = 180 \text{ mm}$$

$$d = 250 \text{ mm}$$

$$A_s \text{ geser} = 2 \times 1540 \times (2 \times (10+20)) = 18480 \text{ mm}^2$$

$$f'_c = 25,521 \text{ MPa}$$

$$\mu = 0,375 \text{ MPa}$$

terjadi keruntuhan tarik

$$T = C_c$$

$$A_s \text{ geser} \cdot \mu = 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a$$

$$18480 \cdot 0,375 = 0,85 \cdot 25,521 \cdot 180 \cdot a$$

$$a = 35,495 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1}$$

$$c = \frac{35,495}{0,85}$$

$$c = 41,76 \text{ mm}$$

Karena terjadi keruntuhan tarik maka momen nominalnya,

$$M_n = T \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_n = 138600 \cdot \left(250 - \frac{35,495}{2} \right)$$

$$M_n = 32190194 \text{ Nmm}$$

Maka momen ultimate

$$M_u = \phi \cdot M_n$$

$$M_u = 0,8 \cdot 32190194 \text{ Nmm}$$

$$M_u = 25752155 \text{ Nmm}$$

Sehingga beban maksimum (P_u) teoritisnya adalah

$$R_{Va} = 0,5 P$$

$$M_{Max} = 0,5 P \cdot 570$$

$$M_{Max} = 285 \cdot P$$

$$25752155 = 285 \cdot P$$

$$P = 90358,44 \text{ N}$$

$$P = 9035,844 \text{ kg}$$

Contoh perhitungan P maks teoritis untuk balok dengan mutu beton 30 MPa, jarak kait 6 cm, rasio tulangan 0,8% dan jenis kait bambu ($a_2b_1c_1d_1$)

$$b = 180 \text{ mm}$$

$$d = 250 \text{ mm}$$

$$\text{As geser} = 2 \times 1540 \times (2 \times (10+20)) = 18480 \text{ mm}^2$$

$$f'c = 26,917 \text{ MPa}$$

$$\mu = 0,375 \text{ MPa}$$

terjadi keruntuhan tarik

$$T=Cc$$

$$\text{As geser} \cdot \mu = 0,85 \cdot f'c \cdot b \cdot a$$

$$18480 \cdot 0,375 = 0,85 \cdot 26,917 \cdot 180 \cdot a$$

$$a = 16,827 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1}$$

$$c = \frac{16,827}{0,85}$$

$$c = 19,796 \text{ mm}$$

Karena terjadi keruntuhan tarik maka momen nominalnya,

$$Mn = T \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$Mn = 69300 \cdot \left(250 - \frac{16,827}{2} \right)$$

$$Mn = 16741938 \text{ Nmm}$$

Maka momen ultimate

$$Mu = \phi \cdot Mn$$

$$Mu = 0,8 \cdot 16741938 \text{ Nmm}$$

$$Mu = 13393550 \text{ Nmm}$$

Sehingga beban maksimum (P_u) teoritisnya adalah

$$RVa = 0,5 P$$

$$M_{Max} = 0,5 P \cdot 570$$

$$M_{Max} = 285 \cdot P$$

$$13393550 = 285 \cdot P$$

$$P = 46994,91 \text{ N}$$

$$P = 4699,491 \text{ kg}$$

Contoh perhitungan P maks teoritis untuk balok dengan mutu beton 30 MPa, jarak kait 12 cm, rasio tulangan 0,8% dan jenis kait kayu kamper ($a_2b_2c_1d_2$)

$$b = 180 \text{ mm}$$

$$d = 250 \text{ mm}$$

$$A_s \text{ geser} = 2 \times 1540 \times (2 \times (10+20)) = 18480 \text{ mm}^2$$

$$f'_c = 26,46 \text{ MPa}$$

$$\mu = 0,288 \text{ MPa}$$

terjadi keruntuhan tarik

$$T = C_c$$

$$A_s \text{ geser} \cdot \mu = 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a$$

$$18480 \cdot 0,288 = 0,85 \cdot 26,46 \cdot 180 \cdot a$$

$$a = 13,153 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1}$$

$$c = \frac{13,153}{0,85}$$

$$c = 15,474 \text{ mm}$$

Karena terjadi keruntuhan tarik maka momen nominalnya,

$$M_n = T \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_n = 53258,33 \cdot \left(250 - \frac{13,153}{2} \right)$$

$$M_n = 12964324 \text{ Nmm}$$

Maka momen ultimate

$$M_u = \phi \cdot M_n$$

$$M_u = 0,8 \cdot 12964324 \text{ Nmm}$$

$$M_u = 10371459 \text{ Nmm}$$

Sehingga beban maksimum (P_u) teoritisnya adalah

$$R_{Va} = 0,5 P$$

$$M_{Max} = 0,5 P \cdot 570$$

$$M_{Max} = 285 \cdot P$$

$$10371459 = 285 \cdot P$$

$$P = 36391,08 \text{ N}$$

$$P = 3639,108 \text{ kg}$$

Contoh perhitungan P maks teoritis untuk balok dengan mutu beton 30 MPa, jarak kait 12 cm, rasio tulangan 1,6% dan jenis kait bambu ($a_2b_2c_2d_1$)

$$b = 180 \text{ mm}$$

$$d = 250 \text{ mm}$$

$$\text{As geser} = 2 \times 1540 \times (2 \times (10+20)) = 18480 \text{ mm}^2$$

$$f'_c = 32,293 \text{ MPa}$$

$$\mu = 0,354 \text{ MPa}$$

terjadi keruntuhan tarik

$$T = Cc$$

$$\text{As geser} \cdot \mu = 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a$$

$$18480 \cdot 0,354 = 0,85 \cdot 32,293 \cdot 180 \cdot a$$

$$a = 26,493 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1}$$

$$c = \frac{26,493}{0,85}$$

$$c = 31,168 \text{ mm}$$

Karena terjadi keruntuhan tarik maka momen nominalnya,

$$M_n = T \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_n = 130900 \cdot \left(250 - \frac{26,493}{2} \right)$$

$$M_n = 30991005 \text{ Nmm}$$

Maka momen ultimate

$$M_u = \phi \cdot M_n$$

$$M_u = 0,8 \cdot 30991005 \text{ Nmm}$$

$$M_u = 24792804 \text{ Nmm}$$

Sehingga beban maksimum (P_u) teoritisnya adalah

$$RV_a = 0,5 P$$

$$MM_{\text{Max}} = 0,5 P \cdot 570$$

$$MM_{\text{Max}} = 285 \cdot P$$

$$24792804 = 285 \cdot P$$

$$P = 86992,3 \text{ N}$$

$$P = 8699,23 \text{ kg}$$

Contoh perhitungan P maks teoritis untuk balok dengan mutu beton 30 MPa, jarak kait 6 cm, rasio tulangan 1,6% dan jenis kait kayu kamper ($a_2b_1c_2d_2$)

$$b = 180 \text{ mm}$$

$$d = 250 \text{ mm}$$

$$A_s \text{ geser} = 2 \times 1540 \times (2 \times (10+20)) = 18480 \text{ mm}^2$$

$$f'_c = 33,255 \text{ MPa}$$

$$\mu = 0,5 \text{ MPa}$$

terjadi keruntuhan tarik

$$T = C_c$$

$$A_s \text{ geser} \cdot \mu = 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a$$

$$18480 \cdot 0,5 = 0,85 \cdot 33,255 \cdot 180 \cdot a$$

$$a = 36,32 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1}$$

$$c = \frac{36,32}{0,85}$$

$$c = 42,73 \text{ mm}$$

Karena terjadi keruntuhan tarik maka momen nominalnya,

$$M_n = T \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_n = 184800 \cdot \left(250 - \frac{36,32}{2} \right)$$

$$M_n = 42843985 \text{ Nmm}$$

Maka momen ultimate

$$M_u = \phi \cdot M_n$$

$$M_u = 0,8 \cdot 42843985 \text{ Nmm}$$

$$M_u = 34275188 \text{ Nmm}$$

Sehingga beban maksimum (P_u) teoritisnya adalah

$$R_{Va} = 0,5 P$$

$$M_{Max} = 0,5 P \cdot 570$$

$$M_{Max} = 285 \cdot P$$

$$34275188 = 285 \cdot P$$

$$P = 120263,8 \text{ N}$$

$$P = 12026,38 \text{ kg}$$



LAMPIRAN 9

Data Hasil Uji Lentur

Nama Benda Uji	=	a1b2c1d2 - 1
Tanggal Pembuatan	=	18-Apr-16
Tanggal Pengujian	=	23-Mei-16
Komposisi Benda Uji		
Mutu beton rencana	=	20 MPa
Mutu beton aktual	=	MPa
Ukuran Benda Uji		
panjang	=	160,6 cm 160,5 160,6 160,8
lebar	=	18,1 cm 18,1 18,1 18
tinggi	=	27,9 cm 28 27,7 28
selimut beton	=	3 cm
Umur beton	=	35 hari
Berat Benda Uji	=	194 kg
Berat Volume	=	0,002396481 kg/cm ³
	=	2396,4808 kg/m ³
Lebar retak terbesar	=	1,5 cm 1,5 1,4

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)		Rata-Rata (mm)
			Titik 1	Titik 2	
1	100	100	-0,05	-0,07	-0,06
2	100	200	-0,14	-0,18	-0,16
3	100	300	-0,15	-0,28	-0,215
4	100	400	-0,21	-0,36	-0,285
5	100	500	-0,27	-0,45	-0,36
6	100	600	-0,35	-0,53	-0,44
7	100	700	-0,43	-0,61	-0,52
8	100	800	-0,51	-0,69	-0,6
9	100	900	-0,59	-0,76	-0,675
10	100	1000	-0,65	-0,82	-0,735
11	100	1100	-0,74	-0,89	-0,815
12	100	1200	-0,81	-0,97	-0,89
13	100	1300	-0,88	-1,03	-0,955
14	100	1400	-0,93	-1,1	-1,015
15	100	1500	-1,01	-1,16	-1,085
16	100	1600	-1,07	-1,22	-1,145
17	100	1700	-1,15	-1,29	-1,22
18	100	1800	-1,22	-1,36	-1,29

19	100	1900	-1,29	-1,42	-1,355
20	100	2000	-1,35	-1,48	-1,415
21	100	2100	-1,44	-1,56	-1,5
22	100	2200	-1,51	-1,62	-1,565
23	100	2300	-1,61	-1,75	-1,68
24	100	2400	-2,63	-2,88	-2,755
25	100	2500	-4,12	-4,42	-4,27
26	100	2600	-4,69	-4,98	-4,835
27	100	2700	-5,11	-5,46	-5,285
28	100	2800	-5,55	-5,79	-5,67
29	100	2900	-5,74	-6,08	-5,91
30	100	3000	-6,09	-6,45	-6,27
31	100	3100	-6,55	-6,91	-6,73
32	100	3200	-6,84	-7,18	-7,01
33	100	3300	-7,29	-7,62	-7,455
34	100	3400	-7,66	-7,99	-7,825
35	100	3500	-8,09	-8,41	-8,25
36	100	3600	-8,43	-8,76	-8,595
37	100	3700	-8,95	-9,32	-9,135
38	100	3800	-9,37	-9,75	-9,56
39	100	3900	-9,79	-10,16	-9,975
40	100	4000	-10,18	-10,55	-10,365
41	100	4100	-10,7	-11,1	-10,9
42	100	4200	-11,11	-11,54	-11,325
43	100	4300	-11,59	-12	-11,795
44	100	4400	-12,11	-12,57	-12,34
45	100	4500	-12,84	-13,32	-13,08
46	100	4600	-13,53	-14,02	-13,775
47	100	4700	-14,29	-14,82	-14,555
48	100	4800	-14,94	-15,46	-15,2
49	100	4900	-15,33	-15,87	-15,6
50	100	5000	-16,41	-16,98	-16,695
51	100	5100	-17,2	-17,77	-17,485
52	100	5200	-18,36	-18,94	-18,65
53	100	5300	-19,11	-19,7	-19,405
54	100	5400	-19,99	-20,61	-20,3
55	100	5500	-20,95	-21,58	-21,265
56	100	5600	-21,8	-22,5	-22,15
57	100	5700	-23,39	-24,21	-23,8
58	100	5800	-24,5	-25,32	-24,91
59	100	5900	-25,77	-26,61	-26,19
60	100	6000	-26,71	-27,56	-27,135
61	100	6100	-28,1	-28,95	-28,525
62	100	6200	-29,12	-29,98	-29,55
63	100	4300	-32,62	-33,81	-33,215
64	100	4100	-32,83	-34,02	-33,425

65	100	4000	-32,93	-34,13	-33,53
66	100	3300	-33,9	-37,19	-35,545

Nama Benda Uji = a1b2c2d2 - 1
 Tanggal Pembuatan = 15-Apr-16
 Tanggal Pengujian = 18-Mei-16
 Komposisi Benda Uji
 Mutu beton rencana = 20 MPa
 Mutu beton aktual = MPa
 Ukuran Benda Uji
 panjang = 160,3 160 160,5 160,8
 lebar = 19,3 18,5 18,5 20,8
 tinggi = 27,4 27,2 27,6 27,8
 selimut beton = 3 cm
 Umur beton = 33 hari
 Berat Benda Uji = 195,2 kg
 Berat Volume = 0,002304366 kg/cm³
 = 2304,365926 kg/m³
 Lebar retak terbesar = 0,6 cm

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)		Rata- Rata (mm)
			Titik 1	Titik 2	
1	50	50	0	0,14	0,07
2	50	100	-0,03	0,17	0,07
3	50	150	-0,06	0,17	0,055
4	50	200	-0,11	0,17	0,03
5	50	250	-0,13	0,17	0,02
6	50	300	-0,19	0,16	-0,015
7	50	350	-0,22	0,12	-0,05
8	50	400	-0,26	0,09	-0,085
9	50	450	-0,3	0,06	-0,12
10	50	500	-0,34	0	-0,17
11	50	550	-0,38	-0,04	-0,21
12	50	600	-0,43	-0,07	-0,25
13	50	650	-0,45	-0,11	-0,28
14	50	700	-0,49	-0,14	-0,315
15	50	750	-0,51	-0,18	-0,345
16	50	800	-0,56	-0,21	-0,385
17	50	850	-0,59	-0,25	-0,42
18	50	900	-0,63	-0,29	-0,46
19	50	950	-0,66	-0,33	-0,495

20	50	1000	-0,69	-0,36	-0,525
21	50	1050	-0,72	-0,4	-0,56
22	50	1100	-0,76	-0,44	-0,6
23	50	1150	-0,78	-0,47	-0,625
24	50	1200	-0,81	-0,51	-0,66
25	50	1250	-0,85	-0,55	-0,7
26	50	1300	-0,88	-0,58	-0,73
27	50	1350	-0,92	-0,62	-0,77
28	50	1400	-0,95	-0,65	-0,8
29	50	1450	-0,98	-0,67	-0,825
30	50	1500	-1	-0,7	-0,85
31	50	1550	-1,04	-0,73	-0,885
32	50	1600	-1,08	-0,78	-0,93
33	50	1650	-1,1	-0,81	-0,955
34	50	1700	-1,17	-0,84	-1,005
35	50	1750	-1,17	-0,88	-1,025
36	50	1800	-1,2	-0,91	-1,055
37	50	1850	-1,23	-0,94	-1,085
38	50	1900	-1,27	-0,98	-1,125
39	50	1950	-1,42	-1,13	-1,275
40	50	2000	-1,51	-1,22	-1,365
41	50	2050	-1,59	-1,29	-1,44
42	50	2100	-1,68	-1,38	-1,53
43	50	2150	-1,83	-1,5	-1,665
44	50	2200	-1,98	-1,67	-1,825
45	50	2250	-2,15	-1,83	-1,99
46	50	2300	-2,32	-2	-2,16
47	50	2350	-2,46	-2,13	-2,295
48	50	2400	-2,57	-2,25	-2,41
49	50	2450	-2,66	-2,33	-2,495
50	50	2500	-2,74	-2,4	-2,57
51	50	2550	-2,79	-2,47	-2,63
52	50	2600	-2,88	-2,56	-2,72
53	50	2650	-2,96	-2,63	-2,795
54	50	2700	-3,03	-2,71	-2,87
55	50	2750	-3,13	-2,83	-2,98
56	50	2800	-3,26	-2,95	-3,105
57	50	2850	-3,48	-3,16	-3,32
58	50	2900	-3,79	-3,46	-3,625
59	50	2950	-4,06	-3,74	-3,9
60	50	3000	-5,22	-4,95	-5,085
61	50	3050	-5,44	-5,17	-5,305
62	50	3100	-5,69	-5,43	-5,56
63	50	3150	-5,84	-5,59	-5,715
64	50	3200	-5,98	-5,73	-5,855
65	50	3250	-6,14	-5,88	-6,01
66	50	3300	-6,34	-6,09	-6,215
67	50	3350	-6,43	-6,23	-6,33

68	50	3400	-6,55	-6,36	-6,455
69	50	3450	-6,69	-6,47	-6,58
70	50	3500	-6,81	-6,58	-6,695
71	50	3550	-6,92	-6,69	-6,805
72	50	3600	-7,01	-6,79	-6,9
73	50	3650	-7,15	-6,92	-7,035
74	50	3700	-7,27	-7,05	-7,16
75	50	3750	-7,33	-7,18	-7,255
76	50	3800	-7,52	-7,31	-7,415
77	50	3850	-7,66	-7,46	-7,56
78	50	3900	-7,77	-7,57	-7,67
79	50	3950	-7,86	-7,67	-7,765
80	50	4000	-8,03	-7,83	-7,93
81	50	4050	-8,17	-7,97	-8,07
82	50	4100	-8,35	-8,15	-8,25
83	50	4150	-8,5	-8,31	-8,405
84	50	4200	-8,6	-8,4	-8,5
85	50	4250	-8,7	-8,46	-8,58
86	50	4300	-8,85	-8,61	-8,73
87	50	4350	-8,97	-8,73	-8,85
88	50	4400	-9,08	-8,85	-8,965
89	50	4450	-9,26	-9,01	-9,135
90	50	4500	-9,4	-9,16	-9,28
91	50	4550	-9,5	-9,33	-9,415
92	50	4600	-9,66	-9,43	-9,545
93	50	4650	-9,75	-9,54	-9,645
94	50	4700	-9,91	-9,67	-9,79
95	50	4750	-10,02	-9,77	-9,895
96	50	4800	-10,14	-9,92	-10,03
97	50	4850	-10,32	-10,1	-10,21
98	50	4900	-10,59	-10,36	-10,475
99	50	4950	-10,75	-10,53	-10,64
100	50	5000	-10,93	-10,74	-10,835
101	50	5050	-11,08	-10,87	-10,975
102	50	5100	-11,21	-11,01	-11,11
103	50	5150	-11,34	-11,14	-11,24
104	50	5200	-11,47	-11,27	-11,37
105	50	5250	-11,6	-11,4	-11,5
106	50	5300	-11,71	-11,53	-11,62
107	50	5350	-11,84	-11,65	-11,745
108	50	5400	-11,96	-11,78	-11,87
109	50	5450	-12,11	-11,93	-12,02
110	50	5500	-12,29	-12,11	-12,2
111	50	5550	-12,4	-12,23	-12,315
112	50	5600	-12,56	-12,38	-12,47
113	50	5650	-12,82	-12,65	-12,735
114	50	5700	-12,96	-12,79	-12,875
115	50	5750	-13,1	-12,93	-13,015

116	50	5800	-13,2	-13,05	-13,125
117	50	5850	-13,32	-13,16	-13,24
118	50	5900	-13,44	-13,28	-13,36
119	50	5950	-13,53	-13,39	-13,46
120	50	6000	-13,77	-13,62	-13,695
121	50	6050	-13,94	-13,78	-13,86
122	50	6100	-14,05	-13,91	-13,98
123	50	6150	-14,18	-14,03	-14,105
124	50	6200	-14,31	-14,16	-14,235
125	50	6250	-14,47	-14,32	-14,395
126	50	6300	-14,61	-14,45	-14,53
127	50	6350	-14,76	-14,62	-14,69
128	50	6400	-14,99	-14,83	-14,91
129	50	6450	-15,11	-14,98	-15,045
130	50	6500	-15,32	-15,17	-15,245
131	50	6550	-15,49	-15,36	-15,425
132	50	6600	-15,71	-15,57	-15,64
133	50	6650	-15,92	-15,78	-15,85
134	50	6700	-16,1	-15,96	-16,03
135	50	6750	-16,28	-16,16	-16,22
136	50	6800	-16,51	-16,38	-16,445
137	50	6850	-16,95	-16,83	-16,89
138	50	6900	-17,24	-17,12	-17,18
139	50	6950	-17,51	-17,37	-17,44
140	50	7000	-17,72	-17,61	-17,665
141	50	7050	-18,08	-17,98	-18,03
142	50	7100	-18,29	-18,2	-18,245
143	50	7150	-18,51	-18,43	-18,47
144	50	7200	-18,79	-18,7	-18,745
145	50	7250	-18,99	-18,9	-18,945
146	50	7300	-19,22	-19,13	-19,175
147	50	7350	-19,46	-19,37	-19,415
148	50	7400	-19,9	-19,81	-19,855
149	50	7450	-20,11	-20,03	-20,07
150	50	7500	-20,63	-20,25	-20,44

Nama Benda Uji = a1b1c1d2 - 1

Tanggal Pembuatan = 20-Apr-16

Tanggal Pengujian = 21-Mei-16

Komposisi Benda Uji

Mutu beton rencana = 20 MPa

Mutu beton aktual = MPa

Ukuran Benda Uji

panjang = 160,4

lebar = 18,8

tinggi	=	28,0	
selimut beton	=	3	cm
Umur beton	=		hari
Berat Benda Uji	=	191	kg
Berat Volume	=	0,002257634	kg/cm ³
	=	2257,633994	kg/m ³
Lebar retak terbesar	=	2,75	cm

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)		Rata-Rata (mm)
			Titik 1	Titik 2	
1	50	50	0	-0,02	-0,01
2	50	100	0	-0,05	-0,025
3	50	150	0	-0,09	-0,045
4	50	200	0	-0,13	-0,065
5	50	250	0	-0,16	-0,08
6	50	300	0	-0,22	-0,11
7	50	350	0	-0,25	-0,125
8	50	400	0	-0,3	-0,15
9	50	450	0	-0,34	-0,17
10	50	500	0	-0,4	-0,2
11	50	550	0	-0,43	-0,215
12	50	600	-0,02	-0,47	-0,245
13	50	650	-0,08	-0,53	-0,305
14	50	700	-0,12	-0,58	-0,35
15	50	750	-0,16	-0,62	-0,39
16	50	800	-0,21	-0,66	-0,435
17	50	850	-0,24	-0,7	-0,47
18	50	900	-0,27	-0,75	-0,51
19	50	950	-0,3	-0,78	-0,54
20	50	1000	-0,32	-0,82	-0,57
21	50	1050	-0,34	-0,86	-0,6
22	50	1100	-0,39	-0,9	-0,645
23	50	1150	-0,4	-0,93	-0,665
24	50	1200	-0,4	-0,98	-0,69
25	50	1250	-0,44	-1,01	-0,725
26	50	1300	-0,47	-1,05	-0,76
27	50	1350	-0,5	-1,08	-0,79
28	50	1400	-0,54	-1,11	-0,825
29	50	1450	-0,56	-1,14	-0,85
30	50	1500	-0,58	-1,18	-0,88
31	50	1550	-0,61	-1,2	-0,905
32	50	1600	-0,64	-1,24	-0,94
33	50	1650	-0,66	-1,27	-0,965
34	50	1700	-0,68	-1,31	-0,995

35	50	1750	-0,72	-1,34	-1,03
36	50	1800	-0,75	-1,39	-1,07
37	50	1850	-0,78	-1,42	-1,1
38	50	1900	-0,81	-1,45	-1,13
39	50	1950	-0,83	-1,47	-1,15
40	50	2000	-0,85	-1,51	-1,18
41	50	2050	-0,87	-1,54	-1,205
42	50	2100	-0,91	-1,57	-1,24
43	50	2150	-0,93	-1,59	-1,26
44	50	2200	-0,96	-1,62	-1,29
45	50	2250	-0,98	-1,66	-1,32
46	50	2300	-1,01	-1,69	-1,35
47	50	2350	-1,03	-1,72	-1,375
48	50	2400	-1,06	-1,75	-1,405
49	50	2450	-1,09	-1,78	-1,435
50	50	2500	-1,13	-1,81	-1,47
51	50	2550	-1,16	-1,84	-1,5
52	50	2600	-1,19	-1,88	-1,535
53	50	2650	-2,36	-3,12	-2,74
54	50	2700	-4,25	-5,05	-4,65
55	50	2750	-4,57	-5,38	-4,975
56	50	2800	-4,76	-5,57	-5,165
57	50	2850	-4,95	-5,76	-5,355
58	50	2900	-5,11	-5,95	-5,53
59	50	2950	-5,3	-6,13	-5,715
60	50	3000	-5,49	-6,34	-5,915
61	50	3050	-5,66	-6,52	-6,09
62	50	3100	-5,86	-6,74	-6,3
63	50	3150	-5,98	-6,86	-6,42
64	50	3200	-6,13	-7,04	-6,585
65	50	3250	-6,37	-7,28	-6,825
66	50	3300	-6,6	-7,54	-7,07
67	50	3350	-6,74	-7,88	-7,31
68	50	3400	-6,93	-7,9	-7,415
69	50	3450	-7,11	-8,08	-7,595
70	50	3500	-7,22	-8,21	-7,715
71	50	3550	-7,34	-8,35	-7,845
72	50	3600	-7,48	-8,47	-7,975
73	50	3650	-7,65	-8,65	-8,15
74	50	3700	-7,48	-8,89	-8,185
75	50	3750	-8,11	-9,02	-8,565
76	50	3800	-8,3	-9,29	-8,795
77	50	3850	-8,43	-9,47	-8,95
78	50	3900	-8,62	-9,62	-9,12
79	50	3950	-8,66	-9,76	-9,21
80	50	4000	-8,94	-9,97	-9,455
81	50	4050	-9,27	-10,31	-9,79
82	50	4100	-9,41	-10,46	-9,935

83	50	4150	-9,57	-10,61	-10,09
84	50	4200	-9,85	-10,9	-10,375
85	50	4250	-10,24	-11,28	-10,76
86	50	4300	-10,44	-11,49	-10,965
87	50	4350	-10,81	-11,87	-11,34
88	50	4400	-11,03	-12,1	-11,565
89	50	4450	-11,23	-12,35	-11,79
90	50	4500	-11,46	-12,54	-12
91	50	4550	-11,63	-12,72	-12,175
92	50	4600	-11,8	-12,91	-12,355
93	50	4650	-11,96	-13,07	-12,515
94	50	4700	-12,13	-13,24	-12,685
95	50	4750	-12,59	-13,71	-13,15
96	50	4800	-12,72	-13,84	-13,28
97	50	4850	-13,01	-14,12	-13,565
98	50	4900	-13,41	-14,53	-13,97
99	50	4950	-13,77	-14,91	-14,34
100	50	5000	-13,94	-15,06	-14,5
101	50	5050	-14,11	-15,23	-14,67
102	50	5100	-14,33	-15,5	-14,915
103	50	5150	-14,54	-15,67	-15,105
104	50	5200	-14,66	-15,81	-15,235
105	50	5250	-14,91	-16,08	-15,495
106	50	5300	-15,24	-16,41	-15,825
107	50	5350	-15,76	-16,68	-16,22
108	50	5400	-16,02	-16,96	-16,49
109	50	5450	-16,18	-17,13	-16,655
110	50	5500	-16,37	-17,34	-16,855
111	50	5550	-16,53	-17,53	-17,03
112	50	5600	-16,7	-17,71	-17,205
113	50	5650	-16,91	-17,93	-17,42
114	50	5700	-17,09	-18,12	-17,605
115	50	5750	-17,27	-18,33	-17,8
116	50	5800	-17,47	-18,54	-18,005
117	50	642	-30,72	-28,84	-29,78

Nama Benda Uji = a1b2c2d2-2

Tanggal Pembuatan = 18-Apr-16

Tanggal Pengujian = 25-Mei-16

Komposisi Benda Uji

Mutu beton rencana = 20 MPa

Mutu beton aktual = MPa

Ukuran Benda Uji

panjang = 160,4

lebar = 18,5

tinggi = 27,7

selimut beton	=	3	cm
Umur beton	=	37	hari
Berat Benda Uji	=	191	kg
Berat Volume	=	0,00233117	kg/cm ³
	=	2331,169849	kg/m ³
Lebar retak terbesar	=	4,7	cm

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)		Rata-Rata (mm)
			Titik 1	Titik 2	
1	100	100	-0,25	-0,35	-0,3
2	100	200	-0,35	-0,51	-0,43
3	100	300	-0,45	-0,67	-0,56
4	100	400	-0,53	-0,8	-0,665
5	100	500	-0,62	-0,9	-0,76
6	100	600	-0,72	-1,05	-0,885
7	100	700	-0,75	-1,08	-0,915
8	100	800	-0,83	-1,19	-1,01
9	100	900	-0,89	-1,25	-1,07
10	100	1000	-0,96	-1,33	-1,145
11	100	1100	-1,03	-1,41	-1,22
12	100	1200	-1,11	-1,49	-1,3
13	100	1300	-1,16	-1,57	-1,365
14	100	1400	-1,25	-1,67	-1,46
15	100	1500	-1,32	-1,75	-1,535
16	100	1600	-1,41	-1,85	-1,63
17	100	1700	-1,47	-1,91	-1,69
18	100	1800	-1,54	-2	-1,77
19	100	1900	-1,61	-2,08	-1,845
20	100	2000	-1,68	-2,17	-1,925
21	100	2100	-1,74	-2,25	-1,995
22	100	2200	-1,83	-2,35	-2,09
23	100	2300	-1,94	-2,51	-2,225
24	100	2400	-2,89	-3,55	-3,22
25	100	2500	-3,16	-3,84	-3,5
26	100	2600	-3,33	-4,06	-3,695
27	100	2700	-3,49	-4,25	-3,87
28	100	2800	-3,68	-4,47	-4,075
29	100	2900	-4,79	-5,57	-5,18
30	100	3000	-5,05	-5,83	-5,44
31	100	3100	-5,4	-5,8	-5,6
32	100	3200	-5,61	-6,43	-6,02
33	100	3300	-5,79	-6,62	-6,205
34	100	3400	-5,94	-6,81	-6,375
35	100	3500	-6,28	-7,17	-6,725
36	100	3600	-6,49	-7,38	-6,935

37	100	3700	-7,41	-8,46	-7,935
38	100	3800	-7,96	-8,52	-8,24
39	100	3900	-8,28	-9,35	-8,815
40	100	4000	-8,52	-9,61	-9,065
41	100	4100	-8,83	-9,94	-9,385
42	100	4200	-9,13	-10,27	-9,7
43	100	4300	-9,35	-10,52	-9,935
44	100	4400	-9,74	-10,97	-10,355
45	100	4500	-10,08	-11,32	-10,7
46	100	4600	-10,35	-11,61	-10,98
47	100	4700	-10,6	-11,88	-11,24
48	100	4800	-10,81	-12,1	-11,455
49	100	4900	-11,05	-12,36	-11,705
50	100	5000	-11,28	-12,6	-11,94
51	100	5100	-11,64	-13	-12,32
52	100	5200	-11,88	-13,24	-12,56
53	100	5300	-12,16	-13,55	-12,855
54	100	5400	-12,38	-13,78	-13,08
55	100	5500	-12,66	-14,06	-13,36
56	100	5600	-12,97	-14,37	-13,67
57	100	5700	-13,32	-14,73	-14,025
58	100	5800	-13,63	-15,04	-14,335
59	100	5900	-13,93	-15,32	-14,625
60	100	6000	-14,25	-15,65	-14,95
61	100	6100	-14,56	-15,96	-15,26
62	100	6200	-14,86	-16,24	-15,55
63	100	6300	-15,17	-16,57	-15,87
64	100	6400	-15,51	-16,89	-16,2
65	100	6500	-15,85	-17,26	-16,555
66	100	6600	-16,22	-17,64	-16,93
67	100	6700	-16,56	-17,99	-17,275
68	100	6800	-17,75	-19,22	-18,485
69	100	6900	-18,49	-20,03	-19,26
70	100	7000	-19,09	-20,72	-19,905
71	100	7100	-19,86	-21,57	-20,715
72	100	7200	-20,46	-22,22	-21,34
73	100	7300	-21,56	-23,32	-22,44
74	100	7400	-22,42	-24,24	-23,33
75	100	7500	-23,85	-25,72	-24,785
76	100	7600	-24,85	-26,76	-25,805
77	100	7700	-25,72	-27,65	-26,685
78	100	7800	-26,86	-28,88	-27,87
79	100	7900	-28,62	-30,71	-29,665
80	100	8000	-30,22	-32,44	-31,33
81	100	7000	-33,46	-35,84	-34,65
82	100	6400	-33,71	-36,08	-34,895
83	100	6200	-33,83	-36,19	-35,01
84	100	6100	-33,83	-36,31	-35,07

Nama Benda Uji = a1b2c2d2 - 3
 Tanggal Pembuatan = 20-Apr-16
 Tanggal Pengujian = 23-Mei-16
 Komposisi Benda Uji
 Mutu beton rencana = 20 MPa
 Mutu beton aktual = MPa
 Ukuran Benda Uji
 panjang = 160,3 160,3 160,4 160,4
 lebar = 18,3 18,2 18,2 18,4
 tinggi = 27,8 27,5 27,5 27,8
 selimut beton = 3 cm
 Umur beton = 33 hari
 Berat Benda Uji = 189,6 kg
 Berat Volume = 0,002331479 kg/cm³
 = 2331,478747 kg/m³
 Lebar retak terbesar = 0,45 cm 0,4 0,5

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)		Rata-Rata (mm)
			Titik 1	Titik 2	
1	100	100	-0,11	-0,24	-0,175
2	100	200	-0,27	-0,5	-0,385
3	100	300	-0,41	-0,62	-0,515
4	100	400	-0,54	-0,73	-0,635
5	100	500	-0,66	-0,82	-0,74
6	100	600	-0,8	-0,91	-0,855
7	100	700	-0,93	-1,03	-0,98
8	100	800	-1,02	-1,11	-1,065
9	100	900	-1,12	-1,2	-1,16
10	100	1000	-1,22	-1,28	-1,25
11	100	1100	-1,37	-1,39	-1,38
12	100	1200	-1,45	-1,49	-1,47
13	100	1300	-1,52	-1,55	-1,535
14	100	1400	-1,62	-1,63	-1,625
15	100	1500	-1,78	-1,74	-1,76
16	100	1600	-1,83	-1,79	-1,81
17	100	1700	-1,91	-1,85	-1,88
18	100	1800	-1,97	-1,92	-1,945
19	100	1900	-2,05	-1,97	-2,01
20	100	2000	-2,13	-2,03	-2,08
21	100	2100	-2,2	-2,09	-2,145
22	100	2200	-2,28	-2,15	-2,215

23	100	2300	-2,5	-2,36	-2,43
24	100	2400	-3,18	-3	-3,09
25	100	2500	-3,52	-3,34	-3,43
26	100	2600	-4,04	-3,86	-3,95
27	100	2700	-4,6	-4,37	-4,485
28	100	2800	-4,84	-4,58	-4,71
29	100	2900	-5,17	-4,88	-5,025
30	100	3000	-5,38	-5,06	-5,22
31	100	3100	-5,6	-5,24	-5,42
32	100	3200	-5,81	-5,43	-5,62
33	100	3300	-6,02	-5,62	-5,82
34	100	3400	-6,33	-5,91	-6,12
35	100	3500	-6,62	-6,18	-6,4
36	100	3600	-6,84	-6,39	-6,615
37	100	3700	-7,02	-6,57	-6,795
38	100	3800	-7,28	-6,77	-7,025
39	100	3900	-7,49	-6,97	-7,23
40	100	4000	-7,75	-7,2	-7,475
41	100	4100	-7,98	-7,41	-7,695
42	100	4200	-8,22	-7,7	-7,96
43	100	4300	-8,45	-7,91	-8,18
44	100	4400	-8,66	-8,11	-8,385
45	100	4500	-8,82	-8,29	-8,555
46	100	4600	-9,06	-8,52	-8,79
47	100	4700	-9,31	-8,79	-9,05
48	100	4800	-9,51	-8,99	-9,25
49	100	4900	-9,8	-9,28	-9,54
50	100	5000	-10,04	-9,52	-9,78
51	100	5100	-10,3	-9,8	-10,05
52	100	5200	-10,52	-10	-10,26
53	100	5300	-10,76	-10,25	-10,505
54	100	5400	-10,99	-10,49	-10,74
55	100	5500	-11,26	-10,74	-11
56	100	5600	-11,5	-10,97	-11,235
57	100	5700	-11,71	-11,17	-11,44
58	100	5800	-12,01	-11,44	-11,725
59	100	5900	-12,27	-11,69	-11,98
60	100	6000	-12,53	-11,94	-12,235
61	100	6100	-12,9	-12,3	-12,6
62	100	6200	-13,12	-12,47	-12,795
63	100	6300	-13,42	-12,75	-13,085
64	100	6400	-13,66	-12,95	-13,305
65	100	6500	-14,08	-13,37	-13,725
66	100	6600	-14,31	-13,58	-13,945
67	100	6700	-14,56	-13,82	-14,19
68	100	6800	-14,8	-14,07	-14,435
69	100	6900	-15,05	-14,28	-14,665
70	100	7000	-15,38	-14,59	-14,985

71	100	7100	-15,76	-14,93	-15,345
72	100	7200	-15,99	-15,17	-15,58
73	100	7300	-16,28	-15,45	-15,865
74	100	7400	-16,65	-15,8	-16,225
75	100	7500	-17	-15,72	-16,36
76	100	7600	-17,58	-16,68	-17,13
77	100	7700	-17,97	-17,06	-17,515
78	100	7800	-18,31	-17,38	-17,845
79	100	7900	-19,01	-17,66	-18,335
80	100	8000	-19,47	-18,51	-18,99
81	100	8100	-19,9	-18,93	-19,415
82	100	8200	-20,52	-19,52	-20,02
83	100	8300	-20,54	-19,97	-20,255
84	100	8400	-21,31	-20,31	-20,81
85	100	8500	-21,77	-20,77	-21,27

Nama Benda Uji = a1b1c2d1-3
 Tanggal Pembuatan = 25-Apr-16
 Tanggal Pengujian = 25-Mei-16
 Komposisi Benda Uji
 Mutu beton rencana = 20 MPa
 Mutu beton aktual = MPa
 Ukuran Benda Uji
 panjang = 160,2 mm
 lebar = 18,2 mm
 tinggi = 27,9 mm
 selimut beton = 3 cm
 Umur beton = 30 hari
 Berat Benda Uji = 188,15 kg
 Berat Volume = 0,0023149 kg/cm³
 = 2314,9098 kg/m³
 Lebar retak terbesar = 4,5 cm

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)		Rata-Rata (mm)
			Titik 1	Titik 2	
1	100	100	0	-0,1	-0,05
2	100	200	-0,06	-0,27	-0,165
3	100	300	-0,18	-0,42	-0,3
4	100	400	-0,3	-0,56	-0,43
5	100	500	-0,41	-0,65	-0,53
6	100	600	-0,52	-0,74	-0,63

7	100	700	-0,62	-0,83	-0,725
8	100	800	-0,74	-0,91	-0,825
9	100	900	-0,84	-1	-0,92
10	100	1000	-0,98	-1,09	-1,035
11	100	1100	-1,03	-1,14	-1,085
12	100	1200	-1,15	-1,21	-1,18
13	100	1300	-1,27	-1,29	-1,28
14	100	1400	-1,39	-1,37	-1,38
15	100	1500	-1,48	-1,44	-1,46
16	100	1600	-1,58	-1,52	-1,55
17	100	1700	-1,67	-1,61	-1,64
18	100	1800	-1,77	-1,67	-1,72
19	100	1900	-1,83	-1,73	-1,78
20	100	2000	-1,93	-1,79	-1,86
21	50	2050	-1,93	-1,84	-1,885
22	50	2100	-1,93	-1,89	-1,91
23	50	2150	-1,99	-1,94	-1,965
24	50	2200	-2,01	-1,96	-1,985
25	50	2250	-2,07	-1,99	-2,03
26	50	2300	-2,11	-2,03	-2,07
27	50	2350	-2,17	-2,05	-2,11
28	50	2400	-2,2	-2,08	-2,14
29	50	2450	-2,31	-2,26	-2,285
30	50	2500	-2,84	-2,65	-2,745
31	50	2550	-3,03	-2,82	-2,925
32	50	2600	-3,07	-2,84	-2,955
33	50	2650	-3,21	-2,86	-3,035
34	50	2700	-4,46	-2,9	-3,68
35	50	2750	-4,51	-2,99	-3,75
36	50	2800	-4,62	-3,05	-3,835
37	50	2850	-4,69	-3,12	-3,905
38	50	2900	-4,76	-3,2	-3,98
39	50	2950	-4,84	-3,25	-4,045
40	50	3000	-4,92	-3,33	-4,125
41	50	3050	-5,01	-3,42	-4,215
42	50	3100	-5,12	-3,52	-4,32
43	50	3150	-5,23	-3,62	-4,425
44	50	3200	-5,36	-3,73	-4,545
45	50	3250	-5,6	-3,8	-4,7
46	50	3300	-5,6	-3,95	-4,775
47	50	3350	-5,73	-4,05	-4,89
48	50	3400	-5,83	-4,16	-4,995
49	50	3450	-5,91	-4,19	-5,05
50	50	3500	-6,09	-4,36	-5,225
51	50	3550	-6,19	-4,48	-5,335
52	50	3600	-6,31	-4,6	-5,455

53	50	3650	-6,42	-4,7	-5,56
54	50	3700	-6,59	-4,84	-5,715
55	50	3750	-6,7	-4,98	-5,84
56	50	3800	-6,81	-5,07	-5,94
57	50	3850	-6,94	-5,16	-6,05
58	50	3900	-7,16	-5,26	-6,21
59	50	3950	-7,23	-5,36	-6,295
60	50	4000	-7,25	-5,48	-6,365
61	50	4050	-7,35	-5,6	-6,475
62	50	4100	-7,56	-5,78	-6,67
63	50	4150	-7,69	-5,89	-6,79
64	50	4200	-7,77	-6	-6,885
65	50	4250	-7,91	-6,13	-7,02
66	50	4300	-7,97	-6,24	-7,105
67	50	4350	-8,14	-6,33	-7,235
68	50	4400	-8,26	-6,46	-7,36
69	50	4450	-8,39	-6,59	-7,49
70	50	4500	-8,5	-6,7	-7,6
71	50	4550	-8,6	-6,79	-7,695
72	50	4600	-8,7	-6,91	-7,805
73	50	4650	-8,86	-7,04	-7,95
74	50	4700	-8,97	-7,18	-8,075
75	50	4750	-9,08	-7,28	-8,18
76	50	4800	-9,17	-7,38	-8,275
77	50	4850	-9,31	-7,53	-8,42
78	50	4900	-9,38	-7,66	-8,52
79	50	4950	-9,67	-7,81	-8,74
80	50	5000	-9,73	-7,9	-8,815
81	50	5050	-9,85	-8,03	-8,94
82	50	5100	-9,99	-8,2	-9,095
83	50	5150	-10,17	-8,33	-9,25
84	50	5200	-10,31	-8,52	-9,415
85	50	5250	-10,5	-8,66	-9,58
86	50	5300	-10,69	-8,83	-9,76
87	50	5350	-10,83	-8,96	-9,895
88	50	5400	-10,86	-9,08	-9,97
89	50	5450	-11,06	-9,21	-10,135
90	50	5500	-11,1	-9,31	-10,205
91	50	5550	-11,25	-9,42	-10,335
92	50	5600	-11,49	-9,54	-10,515
93	50	5650	-11,5	-9,71	-10,605
94	50	5700	-11,62	-9,83	-10,725
95	50	5750	-11,72	-9,93	-10,825
96	50	5800	-11,62	-10,04	-10,83
97	50	5850	-11,64	-10,19	-10,915
98	50	5900	-12,11	-10,31	-11,21

99	50	5950	-12,22	-10,41	-11,315
100	50	6000	-12,35	-10,55	-11,45
101	50	6050	-12,48	-10,69	-11,585
102	50	6100	-13,56	-10,7	-12,13
103	50	6150	-12,74	-10,92	-11,83
104	50	6200	-12,86	-11,04	-11,95
105	50	6250	-13	-11,18	-12,09
106	50	6300	-13,11	-11,3	-12,205
107	50	6350	-13,2	-11,4	-12,3
108	50	6400	-13,31	-11,51	-12,41
109	50	6450	-13,43	-11,63	-12,53
110	50	6500	-13,53	-11,75	-12,64
111	50	6550	-13,64	-11,88	-12,76
112	50	6600	-13,75	-11,97	-12,86
113	50	6650	-13,87	-12,12	-12,995
114	50	6700	-14,03	-12,29	-13,16
115	50	6750	-14,2	-12,46	-13,33
116	50	6800	-14,35	-12,61	-13,48
117	50	6850	-15,24	-13,55	-14,395
118	50	6900	-15,32	-13,64	-14,48
119	50	6950	-15,5	-13,82	-14,66
120	50	7000	-15,57	-13,89	-14,73
121	50	7050	-15,66	-13,99	-14,825
122	50	7100	-15,79	-14,12	-14,955
123	50	7150	-15,88	-14,26	-15,07
124	50	7200	-15,99	-14,37	-15,18
125	50	7250	-16,09	-14,46	-15,275
126	50	7300	-16,19	-14,61	-15,4
127	50	7350	-16,3	-14,72	-15,51
128	50	7400	-16,52	-14,93	-15,725
129	50	7450	-16,68	-15,11	-15,895
130	50	7500	-16,86	-15,31	-16,085
131	50	7550	-16,97	-15,43	-16,2
132	50	7600	-17,1	-15,56	-16,33
133	50	7650	-17,31	-15,78	-16,545
134	50	7700	-17,71	-16,2	-16,955
135	50	7750	-17,98	-16,48	-17,23
136	50	7800	-18,24	-16,77	-17,505
137	50	7850	-18,46	-17	-17,73
138	50	7900	-18,84	-17,41	-18,125
139	50	7950	-19,19	-17,8	-18,495
140	50	8000	-19,49	-18,13	-18,81
141	50	8050	-19,84	-18,51	-19,175
142	50	8100	-20,6	-19,3	-19,95
143	50	8150	-21,13	-19,85	-20,49
144	50	8200	-21,76	-20,51	-21,135

145	50	8250	-22,51	-21,31	-21,91
146	50	8300	-23,49	-22,39	-22,94
147	50	8350	-23,62	-23,54	-23,58
148	50	8400	-24,61	-24,51	-24,56
149	50	8450	-25,65	-25,65	-25,65
150	50	8500	-26,69	-26,76	-26,725
151	50	8550	-28,34	-28,59	-28,465
152	50	8600	-29,34	-29,69	-29,515
153	50	8650	-30,45	-30,94	-30,695
154	50	8700	-31,59	-32,21	-31,9
155	50	8750	-34,04	-35,64	-34,84
156	50	8200	-40,6	-42,01	-41,305
157	50	8100	-40,92	-42,11	-41,515
158	50	7900	-41,23	-42,23	-41,73

Nama Benda Uji = a1b2c1d1-1
 Tanggal Pembuatan = 23-Apr-16
 Tanggal Pengujian = 25-Mei-16
 Komposisi Benda Uji
 Mutu beton rencana = 20 MPa
 Mutu beton aktual = MPa
 Ukuran Benda Uji
 panjang = 163,0 164 164
 lebar = 18,3 18,3 18,5 18
 tinggi = 27,9 27,9 27,8 27,8
 selimut beton = 3 cm
 Umur beton = 32 hari
 Berat Benda Uji = 191,15 kg
 Berat Volume = 0,002298289 kg/cm³
 = 2298,288957 kg/m³
 Lebar retak terbesar = 1,4 cm

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)		Rata-Rata (mm)
			Titik 1	Titik 2	
1	100	100	-0,32	-0,42	-0,37
2	100	200	-0,46	-0,7	-0,58
3	100	300	-0,56	-0,97	-0,765
4	100	400	-0,68	-1,2	-0,94
5	100	500	-0,76	-1,34	-1,05

6	100	600	-0,87	-1,52	-1,195
7	100	700	-0,99	-1,7	-1,345
8	100	800	-1,14	-1,93	-1,535
9	100	900	-1,23	-2,05	-1,64
10	100	1000	-1,35	-2,17	-1,76
11	100	1100	-1,49	-2,32	-1,905
12	100	1200	-1,58	-2,43	-2,005
13	100	1300	-1,7	-2,55	-2,125
14	100	1400	-1,82	-2,67	-2,245
15	100	1500	-1,92	-2,77	-2,345
16	100	1600	-2,05	-2,93	-2,49
17	100	1700	-2,24	-3,15	-2,695
18	100	1800	-2,31	-3,22	-2,765
19	100	1900	-2,39	-3,32	-2,855
20	100	2000	-2,49	-3,41	-2,95
21	50	2050	-2,53	-3,46	-2,995
22	50	2100	-2,57	-3,5	-3,035
23	50	2150	-2,63	-3,56	-3,095
24	50	2200	-2,67	-3,6	-3,135
25	50	2250	-2,71	-3,65	-3,18
26	50	2300	-2,76	-3,69	-3,225
27	50	2350	-2,81	-3,75	-3,28
28	50	2400	-2,88	-3,84	-3,36
29	50	2450	-2,93	-3,89	-3,41
30	50	2500	-2,96	-3,93	-3,445
31	50	2550	-3,05	-4,02	-3,535
32	50	2600	-3,15	-4,13	-3,64
33	50	2650	-6,26	-7,43	-6,845
34	50	2700	-6,92	-8,01	-7,465
35	50	2750	-7,18	-8,26	-7,72
36	50	2800	-7,42	-8,5	-7,96
37	50	2850	-7,71	-8,77	-8,24
38	50	2900	-7,88	-8,96	-8,42
39	50	2950	-8,06	-9,13	-8,595
40	50	3000	-8,3	-9,37	-8,835
41	50	3050	-8,49	-9,54	-9,015
42	50	3100	-8,66	-9,72	-9,19
43	50	3150	-8,86	-9,92	-9,39
44	50	3200	-9,03	-10,09	-9,56
45	50	3250	-9,2	-10,25	-9,725
46	50	3300	-9,39	-10,44	-9,915
47	50	3350	-9,57	-10,62	-10,095
48	50	3400	-9,76	-10,81	-10,285

49	50	3450	-9,95	-11	-10,475
50	50	3500	-10,16	-11,2	-10,68
51	50	3550	-10,46	-11,48	-10,97
52	50	3600	-10,63	-11,65	-11,14
53	50	3650	-10,8	-11,84	-11,32
54	50	3700	-10,97	-12	-11,485
55	50	3750	-11,17	-12,19	-11,68
56	50	3800	-11,36	-12,41	-11,885
57	50	3850	-11,57	-12,62	-12,095
58	50	3900	-11,91	-12,94	-12,425
59	50	3950	-12,11	-13,14	-12,625
60	50	4000	-12,32	-13,36	-12,84
61	50	4050	-12,58	-13,63	-13,105
62	50	4100	-12,86	-13,91	-13,385
63	50	4150	-13,12	-14,14	-13,63
64	50	4200	-13,28	-14,31	-13,795
65	50	4250	-13,44	-14,47	-13,955
66	50	4300	-13,67	-14,69	-14,18
67	50	4350	-13,89	-14,95	-14,42
68	50	4400	-14,19	-15,21	-14,7
69	50	4450	-14,34	-15,39	-14,865
70	50	4500	-14,56	-15,61	-15,085
71	50	4550	-14,72	-15,77	-15,245
72	50	4600	-15,03	-16,07	-15,55
73	50	4650	-15,19	-16,26	-15,725
74	50	4700	-15,37	-16,44	-15,905
75	50	4750	-15,55	-16,62	-16,085
76	50	4800	-16,05	-17,15	-16,6
77	50	4850	-16,28	-17,39	-16,835
78	50	4900	-16,42	-17,53	-16,975
79	50	4950	-16,59	-17,72	-17,155
80	50	5000	-16,76	-17,88	-17,32
81	50	5050	-16,95	-18,08	-17,515
82	50	5100	-17,24	-18,39	-17,815
83	50	5150	-17,45	-18,58	-18,015
84	50	5200	-17,79	-18,91	-18,35
85	50	5250	-17,94	-19,09	-18,515
86	50	5300	-18,13	-19,25	-18,69
87	50	5350	-18,33	-19,47	-18,9
88	50	5400	-18,54	-19,68	-19,11
89	50	5450	-18,75	-19,9	-19,325
90	50	5500	-19,17	-20,33	-19,75
91	50	5550	-19,42	-20,6	-20,01

92	50	5600	-19,69	-20,84	-20,265
93	50	5650	-19,88	-21,04	-20,46
94	50	5700	-20,18	-21,33	-20,755
95	50	5750	-20,53	-21,59	-21,06
96	50	5800	-20,72	-21,88	-21,3
97	50	5850	-21,09	-22,24	-21,665
98	50	5900	-21,45	-22,63	-22,04
99	50	5950	-21,87	-23,05	-22,46
100	50	6000	-22,28	-23,48	-22,88
101	50	6050	-22,8	-24,04	-23,42
102	50	6100	-23,24	-24,46	-23,85
103	50	6150	-23,9	-25,16	-24,53
104	50	6200	-24,79	-26,01	-25,4
105	50	6250	-25,61	-26,86	-26,235
106	50	6300	-25,91	-27,18	-26,545
107	50	6350	-26,46	-27,71	-27,085
108	50	6400	-26,85	-28,07	-27,46
109	50	6450	-27,49	-29,07	-28,28
110	50	6500	-27,9	-29,06	-28,48
111	50	6550	-28,86	-29,97	-29,415
112	50	6600	-29,43	-30,52	-29,975
113	50	6650	-29,95	-30,99	-30,47
114	50	6700	-30,49	-31,49	-30,99
115	50	5000	-31,92	-33,57	-32,745
116	50	4900	-31,98	-33,65	-32,815
117	50	4800	-32,08	-33,75	-32,915
118	50	4700	-32,19	-33,85	-33,02
119	50	4600	-32,31	-33,94	-33,125
120	50	4500	-32,4	-34,03	-33,215

Nama Benda Uji = a1b1c2d1-2

Tanggal Pembuatan = 23-Apr-16

Tanggal Pengujian = 26-Mei-16

Komposisi Benda Uji

Mutu beton rencana = 20 MPa

Mutu beton aktual = MPa

Ukuran Benda Uji

panjang = 160,3

lebar = 18,5

tinggi = 28,3

selimut beton = 3 cm

Umur beton	=	33	hari
Berat Benda Uji	=	188,75	kg
Berat Volume	=	0,002252151	kg/cm ³
	=	2252,15061	kg/m ³
Lebar retak terbesar	=	5,9	cm

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)		Rata- Rata (mm)
			Titik 1	Titik 2	
1	100	100	0	-0,09	-0,045
2	100	200	0	-0,17	-0,085
3	100	300	0	-0,26	-0,13
4	100	400	0	-0,36	-0,18
5	100	500	-0,14	-0,49	-0,315
6	100	600	-0,28	-0,58	-0,43
7	100	700	-0,42	-0,69	-0,555
8	100	800	-0,54	-0,79	-0,665
9	100	900	-0,64	-0,87	-0,755
10	100	1000	-0,75	-0,95	-0,85
11	100	1100	-0,84	-1,02	-0,93
12	100	1200	-0,96	-1,11	-1,035
13	100	1300	-1,04	-1,16	-1,1
14	100	1400	-1,13	-1,23	-1,18
15	100	1500	-1,24	-1,31	-1,275
16	100	1600	-1,32	-1,37	-1,345
17	100	1700	-1,38	-1,43	-1,405
18	100	1800	-1,48	-1,51	-1,495
19	100	1900	-1,54	-1,58	-1,56
20	100	2000	-1,61	-1,64	-1,625
21	50	2050	-1,68	-1,7	-1,69
22	50	2100	-1,7	-1,72	-1,71
23	50	2150	-1,75	-1,85	-1,8
24	50	2200	-1,78	-1,78	-1,78
25	50	2250	-1,85	-1,83	-1,84
26	50	2300	-1,88	-1,86	-1,87
27	50	2350	-1,91	-1,89	-1,9
28	50	2400	-1,95	-1,93	-1,94
29	50	2450	-2	-1,98	-1,99
30	50	2500	-2,03	-2	-2,015
31	50	2550	-2,75	-2,72	-2,735
32	50	2600	-3,11	-3,1	-3,105
33	50	2650	-3,38	-3,38	-3,38
34	50	2700	-3,74	-3,74	-3,74

35	50	2750	-4,05	-4,05	-4,05
36	50	2800	-4,3	-4,3	-4,3
37	50	2850	-4,47	-4,47	-4,47
38	50	2900	-4,82	-4,82	-4,82
39	50	2950	-4,97	-4,96	-4,965
40	50	3000	-5,1	-5,11	-5,105
41	50	3050	-5,22	-5,22	-5,22
42	50	3100	-5,33	-5,33	-5,33
43	50	3150	-5,44	-5,44	-5,44
44	50	3200	-5,58	-5,56	-5,57
45	50	3250	-5,72	-5,71	-5,715
46	50	3300	-5,84	-5,82	-5,83
47	50	3350	-5,97	-5,96	-5,965
48	50	3400	-6,19	-6,19	-6,19
49	50	3450	-6,3	-6,31	-6,305
50	50	3500	-6,41	-6,43	-6,42
51	50	3550	-6,5	-6,53	-6,515
52	50	3600	-6,6	-6,63	-6,615
53	50	3650	-6,71	-6,75	-6,73
54	50	3700	-6,85	-6,9	-6,875
55	50	3750	-7,02	-7,05	-7,035
56	50	3800	-7,16	-7,21	-7,185
57	50	3850	-7,29	-7,33	-7,31
58	50	3900	-7,41	-7,48	-7,445
59	50	3950	-7,57	-7,63	-7,6
60	50	4000	-7,71	-7,78	-7,745
61	50	4050	-7,82	-7,92	-7,87
62	50	4100	-7,97	-8,1	-8,035
63	50	4150	-8,08	-8,2	-8,14
64	50	4200	-8,18	-8,3	-8,24
65	50	4250	-8,31	-8,44	-8,375
66	50	4300	-8,43	-8,58	-8,505
67	50	4350	-8,59	-8,74	-8,665
68	50	4400	-8,71	-8,88	-8,795
69	50	4450	-8,83	-9,01	-8,92
70	50	4500	-9,04	-9,23	-9,135
71	50	4550	-9,13	-9,35	-9,24
72	50	4600	-9,28	-9,51	-9,395
73	50	4650	-9,48	-9,74	-9,61
74	50	4700	-9,58	-9,84	-9,71
75	50	4750	-9,7	-10,06	-9,88
76	50	4800	-9,83	-10,15	-9,99
77	50	4850	-9,98	-10,29	-10,135
78	50	4900	-10,09	-10,4	-10,245
79	50	4950	-10,19	-10,53	-10,36

80	50	5000	-10,32	-10,67	-10,495
81	50	5050	-10,51	-10,86	-10,685
82	50	5100	-10,68	-11,05	-10,865
83	50	5150	-10,84	-11,22	-11,03
84	50	5200	-10,96	-11,36	-11,16
85	50	5250	-11,08	-11,49	-11,285
86	50	5300	-11,22	-11,64	-11,43
87	50	5350	-11,35	-11,79	-11,57
88	50	5400	-11,52	-11,97	-11,745
89	50	5450	-11,63	-12,1	-11,865
90	50	5500	-11,75	-12,21	-11,98
91	50	5550	-11,89	-12,49	-12,19
92	50	5600	-12,14	-12,63	-12,385
93	50	5650	-12,32	-12,84	-12,58
94	50	5700	-12,43	-12,96	-12,695
95	50	5750	-12,55	-13,1	-12,825
96	50	5800	-12,66	-13,22	-12,94
97	50	5850	-12,8	-13,37	-13,085
98	50	5900	-12,96	-13,55	-13,255
99	50	5950	-13,13	-13,74	-13,435
100	50	6000	-13,27	-13,88	-13,575
101	50	6050	-13,38	-14,01	-13,695
102	50	6100	-13,54	-14,16	-13,85
103	50	6150	-13,72	-14,35	-14,035
104	50	6200	-13,87	-14,52	-14,195
105	50	6250	-13,99	-14,62	-14,305
106	50	6300	-14,12	-14,77	-14,445
107	50	6350	-14,32	-14,97	-14,645
108	50	6400	-14,46	-15,03	-14,745
109	50	6450	-14,69	-15,36	-15,025
110	50	6500	-14,82	-15,5	-15,16
111	50	6550	-15	-15,69	-15,345
112	50	6600	-15,23	-15,93	-15,58
113	50	6650	-15,45	-16,15	-15,8
114	50	6700	-15,74	-16,47	-16,105
115	50	6750	-15,88	-16,65	-16,265
116	50	6800	-16,12	-16,85	-16,485
117	50	6850	-16,33	-17,08	-16,705
118	50	6900	-16,51	-17,27	-16,89
119	50	6950	-16,81	-17,58	-17,195
120	50	7000	-17,12	-17,91	-17,515
121	50	7050	-17,96	-18,8	-18,38
122	50	7100	-18,24	-19,08	-18,66
123	50	7150	-18,61	-19,48	-19,045
124	50	7200	-18,92	-19,8	-19,36

125	50	7250	-19,31	-20,18	-19,745
126	50	7300	-19,63	-20,52	-20,075
127	50	7350	-20,02	-20,92	-20,47
128	50	7400	-20,99	-21,91	-21,45
129	50	7450	-21,71	-22,64	-22,175
130	50	7500	-22,34	-23,27	-22,805
131	50	7550	-23,17	-24,08	-23,625
132	50	7600	-23,92	-24,87	-24,395
133	50	7650	-24,55	-25,51	-25,03
134	50	7700	-25,31	-26,29	-25,8
135	50	7750	-26,21	-27,2	-26,705
136	50	7800	-27,07	-27,98	-27,525
137	50	7850	-26,86	-28,88	-27,87
138	50	7900	-28,27	-29,22	-28,745
139	50	7950	-30,95	-32,01	-31,48
140	50	8000	-32,13	-33,19	-32,66
141	50	8050	-33,32	-34,34	-33,83
142	50	8100	-34,66	-35,7	-35,18
143	50	8150	-35,68	-36,75	-36,215
144	50	8200	-37,3	-38,35	-37,825
145	50	8250	-39,57	-40,35	-39,96
146	50	8300	-41,8	-41,35	-41,575
147	100	8400	-41,8	-41,35	-41,575
148	100	8500	-41,8	-41,35	-41,575
149	100	8100	-41,8	-41,35	-41,575
150	100	7900	-41,8	-41,35	-41,575
151	100	7800	-41,8	-41,35	-41,575
152	100	7700	-41,8	-41,35	-41,575
153	100	7600	-41,8	-41,35	-41,575

Nama Benda Uji = a1b1c1d2-2

Tanggal Pembuatan = 20-Apr-16

Tanggal Pengujian = 26-Mei-16

Komposisi Benda Uji

Mutu beton rencana = 20 MPa

Mutu beton aktual = MPa

Ukuran Benda Uji

panjang = 160,6

lebar = 18,2

tinggi = 27,9

selimut beton	=	3	cm
Umur beton	=	36	hari
Berat Benda Uji	=	189,45	kg
Berat Volume	=	0,002325098	kg/cm ³
	=	2325,0977	kg/m ³
Lebar retak terbesar	=	3,2	cm

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)		Rata-Rata (mm)
			Titik 1	Titik 2	
1	100	100	-0,14	-0,12	-0,13
2	100	200	-0,26	-0,24	-0,25
3	100	300	-0,47	-0,5	-0,485
4	100	400	-0,61	-0,65	-0,63
5	100	500	-0,71	-0,76	-0,735
6	100	600	-0,8	-0,84	-0,82
7	100	700	-0,88	-0,92	-0,9
8	100	800	-0,98	-1	-0,99
9	100	900	-1,06	-1,08	-1,07
10	100	1000	-1,15	-1,14	-1,145
11	100	1100	-1,23	-1,2	-1,215
12	100	1200	-1,31	-1,29	-1,3
13	100	1300	-1,42	-1,4	-1,41
14	100	1400	-1,48	-1,45	-1,465
15	100	1500	-1,55	-1,52	-1,535
16	100	1600	-1,62	-1,59	-1,605
17	100	1700	-1,69	-1,65	-1,67
18	100	1800	-1,76	-1,74	-1,75
19	100	1900	-1,84	-1,82	-1,83
20	100	2000	-1,9	-1,88	-1,89
21	50	2050	-1,95	-1,93	-1,94
22	50	2100	-1,97	-1,96	-1,965
23	50	2150	-2,01	-1,99	-2
24	50	2200	-2,05	-2,02	-2,035
25	50	2250	-2,09	-2,07	-2,08
26	50	2300	-2,26	-2,31	-2,285
27	50	2350	-3,5	-3,49	-3,495
28	50	2400	-3,81	-3,8	-3,805
29	50	2450	-3,97	-3,95	-3,96
30	50	2500	-5,22	-5,36	-5,29
31	50	2550	-5,57	-5,74	-5,655
32	50	2600	-5,68	-5,87	-5,775
33	50	2650	-5,83	-6,03	-5,93
34	50	2700	-6,03	-6,22	-6,125
35	50	2750	-6,15	-6,35	-6,25
36	50	2800	-6,32	-6,52	-6,42

37	50	2850	-6,58	-6,79	-6,685
38	50	2900	-6,71	-6,93	-6,82
39	50	2950	-6,84	-7,08	-6,96
40	50	3000	-7	-7,24	-7,12
41	50	3050	-7,16	-7,46	-7,31
42	50	3100	-7,34	-7,63	-7,485
43	50	3150	-7,45	-7,75	-7,6
44	50	3200	-7,59	-7,89	-7,74
45	50	3250	-7,76	-8,05	-7,905
46	50	3300	-7,96	-8,24	-8,1
47	50	3350	-8,09	-8,36	-8,225
48	50	3400	-8,25	-8,54	-8,395
49	50	3450	-8,43	-8,73	-8,58
50	50	3500	-8,61	-8,92	-8,765
51	50	3550	-8,74	-9,04	-8,89
52	50	3600	-8,87	-9,18	-9,025
53	50	3650	-8,99	-9,3	-9,145
54	50	3700	-9,19	-9,5	-9,345
55	50	3750	-9,3	-9,63	-9,465
56	50	3800	-9,46	-9,77	-9,615
57	50	3850	-9,77	-10,11	-9,94
58	50	3900	-9,94	-10,12	-10,03
59	50	3950	-10,09	-10,42	-10,255
60	50	4000	-10,24	-10,57	-10,405
61	50	4050	-10,49	-10,81	-10,65
62	50	4100	-10,65	-10,97	-10,81
63	50	4150	-10,8	-11,12	-10,96
64	50	4200	-11,02	-11,35	-11,185
65	50	4250	-11,24	-11,58	-11,41
66	50	4300	-11,42	-11,75	-11,585
67	50	4350	-11,57	-11,91	-11,74
68	50	4400	-11,75	-12,09	-11,92
69	50	4450	-11,94	-12,29	-12,115
70	50	4500	-12,14	-12,49	-12,315
71	50	4550	-12,3	-12,65	-12,475
72	50	4600	-12,49	-12,83	-12,66
73	50	4650	-12,77	-13,12	-12,945
74	50	4700	-13	-13,35	-13,175
75	50	4750	-13,21	-13,58	-13,395
76	50	4800	-13,35	-13,72	-13,535
77	50	4850	-13,53	-13,92	-13,725
78	50	4900	-13,73	-14,13	-13,93
79	50	4950	-13,9	-14,28	-14,09
80	50	5000	-14,14	-14,54	-14,34
81	50	5050	-14,42	-14,82	-14,62
82	50	5100	-14,57	-14,96	-14,765
83	50	5150	-14,79	-15,19	-14,99
84	50	5200	-15,02	-15,41	-15,215

85	50	5250	-15,2	-15,61	-15,405
86	50	5300	-15,38	-15,77	-15,575
87	50	5350	-15,57	-15,98	-15,775
88	50	5400	-15,83	-16,22	-16,025
89	50	5450	-16,15	-16,58	-16,365
90	50	5500	-16,37	-16,79	-16,58
91	50	5550	-16,64	-17,06	-16,85
92	50	5600	-16,83	-17,26	-17,045
93	50	5650	-17,07	-17,48	-17,275
94	50	5700	-17,33	-17,76	-17,545
95	50	5750	-17,76	-18,2	-17,98
96	50	5800	-18,16	-18,61	-18,385
97	50	5850	-18,56	-19,03	-18,795
98	50	5900	-18,88	-19,37	-19,125
99	50	5950	-19,34	-19,89	-19,615
100	50	6000	-19,76	-20,31	-20,035
101	50	6050	-20,34	-20,9	-20,62
102	50	6100	-20,84	-21,48	-21,16
103	50	6150	-21,34	-21,94	-21,64
104	50	6200	-21,78	-22,41	-22,095
105	50	6250	-22,25	-22,88	-22,565
106	50	6300	-22,97	-23,61	-23,29
107	50	6350	-23,76	-24,4	-24,08
108	50	6400	-24,49	-25,13	-24,81
109	50	6450	-25,14	-25,77	-25,455
110	50	6500	-25,94	-26,84	-26,39
111	50	6550	-26,84	-27,37	-27,105
112	50	6600	-27,72	-28,27	-27,995
113	50	6650	-28,47	-29,05	-28,76
114	50	6700	-29,36	-30,03	-29,695
115	50	6750	-30,28	-30,93	-30,605
116	50	6800	-31,35	-31,78	-31,565
117	50	6850	-31,96	-32,9	-32,43
118	50	6900	-33,27	-34,21	-33,74
119	50	3012	-39,21	-38,07	-38,64

Nama Benda Uji = a1b1c1d2-3

Tanggal Pembuatan = 20-Apr-16

Tanggal Pengujian = 26-Mei-16

Komposisi Benda Uji

Mutu beton rencana = 20 MPa

Mutu beton aktual = MPa

Ukuran Benda Uji

panjang = 160,3

lebar	=	18,0	cm
tinggi	=	27,9	cm
selimut beton	=	3	cm
Umur beton	=	36	hari
Berat Benda Uji	=	186,6	kg
Berat Volume	=	0,002315651	kg/cm ³
	=	2315,651321	kg/m ³
Lebar retak terbesar	=	4,6	cm

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)		Rata- Rata (mm)
			Titik 1	Titik 2	
1	100	100	-0,18	-0,33	-0,255
2	100	200	-0,52	-0,61	-0,565
3	100	300	-0,8	-0,87	-0,835
4	100	400	-1,01	-1,04	-1,025
5	100	500	-1,23	-1,23	-1,23
6	100	600	-1,37	-1,05	-1,21
7	100	700	-1,54	-1,5	-1,52
8	100	800	-1,69	-1,62	-1,655
9	100	900	-1,85	-1,75	-1,8
10	100	1000	-1,96	-1,86	-1,91
11	100	1100	-2,07	-1,97	-2,02
12	100	1200	-2,27	-2,09	-2,18
13	100	1300	-2,37	-2,3	-2,335
14	100	1400	-2,46	-2,23	-2,345
15	100	1500	-2,61	-2,3	-2,455
16	100	1600	-2,85	-2,38	-2,615
17	100	1700	-2,93	-2,47	-2,7
18	100	1800	-3,01	-2,55	-2,78
19	100	1900	-3,18	-2,65	-2,915
20	100	2000	-3,27	-2,75	-3,01
21	50	2050	-3,41	-2,92	-3,165
22	50	2100	-5,19	-4,53	-4,86
23	50	2150	-5,6	-5,08	-5,34
24	50	2200	-5,99	-5,34	-5,665
25	50	2250	-6,27	-5,72	-5,995
26	50	2300	-6,57	-6	-6,285
27	50	2350	-6,67	-6,22	-6,445
28	50	2400	-6,87	-6,38	-6,625
29	50	2450	-7,04	-6,54	-6,79

30	50	2500	-7,27	-6,69	-6,98
31	50	2550	-7,3	-6,88	-7,09
32	50	2600	-7,49	-7,04	-7,265
33	50	2650	-7,73	-7,13	-7,43
34	50	2700	-7,9	-7,34	-7,62
35	50	2750	-8,39	-7,71	-8,05
36	50	2800	-8,58	-7,86	-8,22
37	50	2850	-8,65	-8,03	-8,34
38	50	2900	-9,02	-8,32	-8,67
39	50	2950	-9,15	-8,44	-8,795
40	50	3000	-9,36	-8,66	-9,01
41	50	3050	-9,43	-8,85	-9,14
42	50	3100	-9,58	-8,98	-9,28
43	50	3150	-9,77	-9,17	-9,47
44	50	3200	-10,06	-9,44	-9,75
45	50	3250	-10,32	-9,62	-9,97
46	50	3300	-10,51	-9,82	-10,165
47	50	3350	-10,76	-10,05	-10,405
48	50	3400	-11,09	-10,31	-10,7
49	50	3450	-11,26	-10,49	-10,875
50	50	3500	-11,69	-10,63	-11,16
51	50	3550	-11,92	-10,89	-11,405
52	50	3600	-12,17	-11,18	-11,675
53	50	3650	-12,35	-11,39	-11,87
54	50	3700	-12,56	-11,57	-12,065
55	50	3750	-12,8	-11,81	-12,305
56	50	3800	-13,13	-12,13	-12,63
57	50	3850	-13,35	-12,33	-12,84
58	50	3900	-13,56	-12,54	-13,05
59	50	3950	-13,78	-12,73	-13,255
60	50	4000	-13,95	-12,89	-13,42
61	50	4050	-14,17	-13,11	-13,64
62	50	4100	-14,35	-13,27	-13,81
63	50	4150	-14,52	-13,42	-13,97
64	50	4200	-14,93	-13,81	-14,37
65	50	4250	-15,25	-14,1	-14,675
66	50	4300	-15,58	-14,39	-14,985
67	50	4350	-15,82	-14,62	-15,22
68	50	4400	-16,1	-14,88	-15,49
69	50	4450	-16,32	-15,11	-15,715
70	50	4500	-16,53	-15,27	-15,9
71	50	4550	-16,84	-15,58	-16,21

72	50	4600	-17,08	-15,73	-16,405
73	50	4650	-17,43	-16,05	-16,74
74	50	4700	-17,49	-16,22	-16,855
75	50	4750	-17,75	-16,43	-17,09
76	50	4800	-18,01	-16,63	-17,32
77	50	4850	-18,27	-16,93	-17,6
78	50	4900	-18,5	-17,17	-17,835
79	50	4950	-18,83	-17,48	-18,155
80	50	5000	-19,54	-18,14	-18,84
81	50	5050	-20,3	-18,93	-19,615
82	50	5100	-20,91	-19,55	-20,23
83	50	5150	-21,16	-19,8	-20,48
84	50	5200	-21,8	-20,42	-21,11
85	50	5250	-22,26	-20,9	-21,58
86	50	5300	-23,06	-21,77	-22,415
87	50	5350	-23,78	-22,52	-23,15
88	50	5400	-24,55	-23,34	-23,945
89	50	5450	-25,3	-24,14	-24,72
90	50	5500	-25,96	-24,82	-25,39
91	50	5550	-26,49	-25,35	-25,92
92	50	5600	-27,4	-26,32	-26,86
93	50	5650	-28,1	-27,07	-27,585
94	50	5700	-28,71	-27,66	-28,185
95	50	5750	-29,18	-28,15	-28,665
96	50	5800	-29,6	-28,57	-29,085
97	50	5850	-30,23	-29,19	-29,71
98	50	5900	-30,56	-29,35	-29,955
99	50	5950	-31,08	-30,07	-30,575
100	50	4300	-32,37	-31,82	-32,095
101	50	4100	-32,42	-31,89	-32,155
102	50	4000	-32,51	-32,03	-32,27
103	50	3900	-32,55	-32,11	-32,33

Nama Benda Uji = a1b1c2d1-1

Tanggal Pembuatan = 22-Apr-16

Tanggal Pengujian = 28-Mei-16

Komposisi Benda Uji

Mutu beton rencana = 20 MPa

Mutu beton aktual = MPa

Ukuran Benda Uji

panjang = 160,3

lebar	=	17,8	
tinggi	=	27,8	
selimut beton	=	3	cm
Umur beton	=	36	hari
Berat Benda Uji	=	185,15	kg
Berat Volume	=	0,002327463	kg/cm ³
	=	2327,462884	kg/m ³
Lebar retak terbesar	=	3,2	cm

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)		Rata-Rata (mm)
			Titik 1	Titik 2	
1	100	100	-0,08	-0,46	-0,27
2	100	200	-0,08	-0,6	-0,34
3	100	300	-0,08	-0,78	-0,43
4	100	400	-0,16	-0,93	-0,545
5	100	500	-0,28	-1,05	-0,665
6	100	600	-0,35	-1,14	-0,745
7	100	700	-0,41	-1,23	-0,82
8	100	800	-0,48	-1,3	-0,89
9	100	900	-0,53	-1,37	-0,95
10	100	1000	-0,59	-1,43	-1,01
11	100	1100	-0,65	-1,49	-1,07
12	100	1200	-0,7	-1,55	-1,125
13	100	1300	-0,75	-1,6	-1,175
14	100	1400	-0,81	-1,64	-1,225
15	100	1500	-0,87	-1,69	-1,28
16	100	1600	-0,92	-1,73	-1,325
17	100	1700	-0,98	-1,78	-1,38
18	100	1800	-1,02	-1,82	-1,42
19	100	1900	-1,08	-1,86	-1,47
20	100	2000	-1,14	-1,93	-1,535
21	50	2050	-1,14	-1,93	-1,535
22	50	2100	-1,19	-1,96	-1,575
23	50	2150	-1,22	-1,99	-1,605
24	50	2200	-1,24	-2,01	-1,625
25	50	2250	-1,26	-2,03	-1,645
26	50	2300	-1,28	-2,06	-1,67
27	50	2350	-1,33	-2,09	-1,71
28	50	2400	-1,61	-2,34	-1,975
29	50	2450	-1,72	-2,46	-2,09

30	50	2500	-1,85	-2,57	-2,21
31	50	2550	-1,92	-2,63	-2,275
32	50	2600	-1,97	-2,69	-2,33
33	50	2650	-2,49	-3,26	-2,875
34	50	2700	-2,73	-3,51	-3,12
35	50	2750	-2,84	-3,65	-3,245
36	50	2800	-2,95	-3,74	-3,345
37	50	2850	-3,06	-3,85	-3,455
38	50	2900	-3,18	-3,95	-3,565
39	50	2950	-3,41	-4,07	-3,74
40	50	3000	-3,5	-4,09	-3,795
41	50	3050	-3,55	-4,21	-3,88
42	50	3100	-3,67	-4,3	-3,985
43	50	3150	-3,7	-4,33	-4,015
44	50	3200	-3,77	-4,44	-4,105
45	50	3250	-3,84	-4,54	-4,19
46	50	3300	-3,98	-4,64	-4,31
47	50	3350	-4,05	-4,84	-4,445
48	50	3400	-4,07	-4,9	-4,485
49	50	3450	-4,26	-4,92	-4,59
50	50	3500	-4,32	-4,96	-4,64
51	50	3550	-4,39	-5,05	-4,72
52	50	3600	-4,42	-5,15	-4,785
53	50	3650	-4,53	-5,16	-4,845
54	50	3700	-4,59	-5,3	-4,945
55	50	3750	-4,64	-5,47	-5,055
56	50	3800	-4,66	-5,54	-5,1
57	50	3850	-4,72	-5,59	-5,155
58	50	3900	-4,77	-5,69	-5,23
59	50	3950	-4,87	-5,77	-5,32
60	50	4000	-4,99	-5,89	-5,44
61	50	4050	-5,06	-5,95	-5,505
62	50	4100	-5,16	-6,04	-5,6
63	50	4150	-5,35	-6,08	-5,715
64	50	4200	-5,42	-6,08	-5,75
65	50	4250	-5,56	-6,31	-5,935
66	50	4300	-5,72	-6,52	-6,12
67	50	4350	-5,81	-6,56	-6,185
68	50	4400	-5,94	-6,64	-6,29
69	50	4450	-6,07	-6,93	-6,5
70	50	4500	-6,14	-6,95	-6,545

71	50	4550	-6,2	-7,12	-6,66
72	50	4600	-6,31	-7,16	-6,735
73	50	4650	-6,43	-7,35	-6,89
74	50	4700	-6,52	-7,45	-6,985
75	50	4750	-6,58	-7,49	-7,035
76	50	4800	-6,76	-7,61	-7,185
77	50	4850	-6,92	-7,75	-7,335
78	50	4900	-7,02	-7,85	-7,435
79	50	4950	-7,12	-7,93	-7,525
80	50	5000	-7,26	-7,99	-7,625
81	50	5050	-7,43	-8,08	-7,755
82	50	5100	-8,18	-8,69	-8,435
83	50	5150	-8,43	-8,96	-8,695
84	50	5200	-8,61	-9,28	-8,945
85	50	5250	-8,72	-9,4	-9,06
86	50	5300	-8,96	-9,5	-9,23
87	50	5350	-9,04	-9,51	-9,275
88	50	5400	-9,11	-9,72	-9,415
89	50	5450	-9,18	-9,83	-9,505
90	50	5500	-9,29	-9,93	-9,61
91	50	5550	-9,41	-10,01	-9,71
92	50	5600	-9,52	-10,18	-9,85
93	50	5650	-9,64	-10,27	-9,955
94	50	5700	-9,73	-10,33	-10,03
95	50	5750	-9,83	-10,53	-10,18
96	50	5800	-9,95	-10,66	-10,305
97	50	5850	-10,02	-10,75	-10,385
98	50	5900	-10,09	-10,8	-10,445
99	50	5950	-10,34	-10,81	-10,575
100	50	6000	-10,44	-10,93	-10,685
101	50	6050	-11,03	-11,37	-11,2
102	50	6100	-11,07	-11,41	-11,24
103	50	6150	-11,11	-11,44	-11,275
104	50	6200	-11,19	-11,73	-11,46
105	50	6250	-11,26	-11,81	-11,535
106	50	6300	-11,33	-11,88	-11,605
107	50	6350	-11,43	-12	-11,715
108	50	6400	-11,57	-12,14	-11,855
109	50	6450	-12,25	-14,12	-13,185
110	50	6500	-14,6	-14,85	-14,725
111	50	6550	-15,27	-15,98	-15,625

112	50	6600	-15,87	-16,59	-16,23
113	50	6650	-16,29	-17,05	-16,67
114	50	6700	-17,02	-17,84	-17,43
115	50	6750	-17,27	-18,1	-17,685
116	50	6800	-17,57	-18,41	-17,99
117	50	6850	-18,45	-19,3	-18,875
118	50	6900	-19,01	-19,89	-19,45
119	50	6950	-19,98	-20,95	-20,465
120	50	7000	-22,07	-23,35	-22,71
121	50	7050	-27,5	-29,29	-28,395
123	50	6100	-31,39	-33,77	-32,58
124	50	6000	-31,43	-33,83	-32,63
125	50	5900	-31,55	-33,95	-32,75
126	50	5500	-32,17	-34,69	-33,43
127	50	5100	-32,33	-34,95	-33,64
128	50	5000	-32,42	-35,03	-33,725
129	50	5050	-46,3	-45,33	-45,815
130	50	5100	-46,3	-45,33	-45,815
131	50	5150	-46,3	-45,33	-45,815
132	50	5200	-46,3	-45,33	-45,815
133	50	5250	-46,3	-45,33	-45,815
134	50	5300	-46,3	-45,33	-45,815
135	50	5350	-46,3	-45,33	-45,815
136	50	5400	-46,3	-45,33	-45,815
137	50	5450	-46,3	-45,33	-45,815
138	50	5500	-46,3	-45,33	-45,815
139	50	5550	-46,3	-45,33	-45,815
140	50	5600	-46,3	-45,33	-45,815

Nama Benda Uji = a1b2c1d1-3

Tanggal Pembuatan = 27-Apr-16

Tanggal Pengujian = 30-Mei-16

Komposisi Benda Uji

Mutu beton rencana = 20 MPa

Mutu beton aktual = MPa

Ukuran Benda Uji

panjang = 160,6

lebar = 18,2

tinggi = 28,0

selimut beton	=	3	cm
Umur beton	=		hari
Berat Benda Uji	=	195,1	kg
Berat Volume	=	0,002385403	kg/cm ³
	=	2385,402883	kg/m ³
Lebar retak terbesar	=	2,5	cm

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)		Rata-Rata (mm)
			Titik 1	Titik 2	
1	100	100	0	-0,18	-0,09
2	100	200	0	-0,5	-0,25
3	100	300	0	-0,63	-0,315
4	100	400	0	-0,8	-0,4
5	100	500	0	-0,93	-0,465
6	100	600	0	-1,2	-0,6
7	100	700	-0,06	-1,31	-0,685
8	100	800	-0,06	-1,44	-0,75
9	100	900	-0,12	-1,55	-0,835
10	100	1000	-0,22	-1,62	-0,92
11	100	1100	-0,3	-1,68	-0,99
12	100	1200	-0,4	-1,77	-1,085
13	100	1300	-0,47	-1,82	-1,145
14	100	1400	-0,59	-1,89	-1,24
15	100	1500	-0,67	-1,95	-1,31
16	100	1600	-0,79	-2,05	-1,42
17	100	1700	-0,87	-2,12	-1,495
18	100	1800	-0,98	-2,2	-1,59
19	100	1900	-1,16	-2,28	-1,72
20	100	2000	-1,13	-2,34	-1,735
21	50	2050	-1,19	-2,37	-1,78
22	50	2100	-1,25	-2,43	-1,84
23	50	2150	-1,26	-2,46	-1,86
24	50	2200	-1,29	-2,46	-1,875
25	50	2250	-1,33	-2,49	-1,91
26	50	2300	-1,39	-2,55	-1,97
27	50	2350	-1,42	-2,58	-2
28	50	2400	-3,67	-4,69	-4,18

29	50	2450	-4,09	-5,06	-4,575
30	50	2500	-4,28	-5,24	-4,76
31	50	2550	-4,45	-5,42	-4,935
32	50	2600	-7,61	-8,87	-8,24
33	50	2650	-8,36	-9,6	-8,98
34	50	2700	-8,76	-10,01	-9,385
35	50	2750	-9,04	-10,28	-9,66
36	50	2800	-9,25	-10,49	-9,87
37	50	2850	-9,56	-10,82	-10,19
38	50	2900	-9,79	-11,06	-10,425
39	50	2950	-10,23	-11,51	-10,87
40	50	3000	-10,63	-11,97	-11,3
41	50	3050	-10,83	-12,11	-11,47
42	50	3100	-11	-12,3	-11,65
43	50	3150	-11,19	-12,48	-11,835
44	50	3200	-11,33	-12,61	-11,97
45	50	3250	-11,97	-13,24	-12,605
46	50	3300	-12,2	-13,47	-12,835
47	50	3350	-12,42	-13,68	-13,05
48	50	3400	-12,78	-14,04	-13,41
49	50	3450	-13,02	-14,28	-13,65
50	50	3500	-13,16	-14,43	-13,795
51	50	3550	-13,37	-14,62	-13,995
52	50	3600	-13,61	-14,85	-14,23
53	50	3650	-13,92	-15,17	-14,545
54	50	3700	-14,12	-15,36	-14,74
55	50	3750	-14,47	-15,75	-15,11
56	50	3800	-14,69	-15,97	-15,33
57	50	3850	-15,02	-16,31	-15,665
58	50	3900	-15,28	-16,56	-15,92
59	50	3950	-15,98	-17,26	-16,62
60	50	4000	-16,88	-18,17	-17,525
61	50	4050	-18,16	-19,6	-18,88
62	50	4100	-19,18	-20,67	-19,925
63	50	4150	-20,45	-22,09	-21,27
64	50	4200	-21,39	-23,11	-22,25
65	50	4250	-22,3	-24,13	-23,215

66	50	4300	-23,32	-25,19	-24,255
67	50	4350	-24,34	-26,28	-25,31
68	50	4400	-25,8	-27,85	-26,825
69	50	4450	-27,5	-29,73	-28,615
70	50	4500	-29,19	-31,61	-30,4
71	50	4550	-30,34	-32,91	-31,625
72	50	4600	-31,55	-34,22	-32,885
73	50	4650	-32,53	-35,31	-33,92
74	50	4700	-33,79	-36,78	-35,285
75	50	4750	-34,73	-37,92	-36,325
76	50	4800	-36,39	-39,92	-38,155
77	50	4850	-38,15	-42,16	-40,155
78	50	4900	-41,21	-47,93	-44,57
79	50	4950	-44,66	-51,61	-48,135
80	50	5000	-46,69	-53,84	-50,265
81	50	4800	-54,7	-62,41	-58,555
82	50	4700	-54,73	-62,53	-58,63
83	50	4600	-54,91	-62,62	-58,765
84	50	4500	-54,98	-62,69	-58,835
85	50	4400	-9,25	-10,49	-9,87

Nama Benda Uji = a1b2c1d1-2
Tanggal Pembuatan = 27-Apr-16
Tanggal Pengujian = 30-Mei-16
Komposisi Benda Uji
Mutu beton rencana = 20 MPa
Mutu beton aktual = MPa

Ukuran Benda Uji
panjang = 160,9 161 161 160,8
lebar = 18,2 18 18,5
tinggi = 28,2 28 28,5
selimut beton = 3 cm

Umur beton = hari
Berat Benda Uji = 194,25 kg
Berat Volume = 0,002358872 kg/cm³
= 2358,871694 kg/m³
Lebar retak terbesar = 1,5 cm

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)		Rata-Rata (mm)
			Titik 1	Titik 2	
1	100	100	-0,25	-0,21	-0,23
2	100	200	-0,61	-0,46	-0,535
3	100	300	-0,93	-0,7	-0,815
4	100	400	-1,2	-0,89	-1,045
5	100	500	-1,29	-0,97	-1,13
6	100	600	-1,39	-1,06	-1,225
7	100	700	-1,5	-1,15	-1,325
8	100	800	-1,6	-1,24	-1,42
9	100	900	-1,64	-1,29	-1,465
10	100	1000	-1,69	-1,35	-1,52
11	100	1100	-1,73	-1,39	-1,56
12	100	1200	-1,78	-1,49	-1,635
13	100	1300	-1,85	-1,53	-1,69
14	100	1400	-1,91	-1,6	-1,755
15	100	1500	-1,96	-1,65	-1,805
16	100	1600	-2,03	-1,7	-1,865
17	100	1700	-2,09	-1,74	-1,915
18	100	1800	-2,16	-1,79	-1,975
19	100	1900	-2,22	-1,88	-2,05
20	100	2000	-2,3	-1,99	-2,145
21	50	2050	-2,33	-2	-2,165
22	50	2100	-2,37	-2,04	-2,205
23	50	2150	-2,39	-2,06	-2,225
24	50	2200	-2,43	-2,09	-2,26
25	50	2250	-2,46	-2,11	-2,285

26	50	2300	-2,51	-2,04	-2,275
27	50	2350	-2,55	-2,16	-2,355
28	50	2400	-2,61	-2,22	-2,415
29	50	2450	-2,66	-2,26	-2,46
30	50	2500	-2,71	-2,31	-2,51
31	50	2550	-5,93	-5,5	-5,715
32	50	2600	-6,69	-6,23	-6,46
33	50	2650	-6,97	-6,5	-6,735
34	50	2700	-7,3	-6,79	-7,045
35	50	2750	-7,6	-7,07	-7,335
36	50	2800	-7,87	-7,32	-7,595
37	50	2850	-8,07	-7,51	-7,79
38	50	2900	-8,3	-7,72	-8,01
39	50	2950	-8,5	-7,91	-8,205
40	50	3000	-8,78	-8,16	-8,47
41	50	3050	-8,98	-8,22	-8,6
42	50	3100	-9,32	-8,64	-8,98
43	50	3150	-9,65	-8,96	-9,305
44	50	3200	-12,13	-10,15	-11,14
45	50	3250	-12,63	-11,62	-12,125
46	50	3300	-12,93	-11,91	-12,42
47	50	3350	-13,13	-12,09	-12,61
48	50	3400	-13,44	-12,38	-12,91
49	50	3450	-13,74	-12,68	-13,21
50	50	3500	-13,97	-12,9	-13,435
51	50	3550	-14,24	-13,15	-13,695
52	50	3600	-14,53	-13,41	-13,97
53	50	3650	-14,84	-13,5	-14,17

54	50	3700	-15,09	-13,95	-14,52
55	50	3750	-15,38	-14,03	-14,705
56	50	3800	-15,7	-14,58	-15,14
57	50	3850	-15,99	-14,87	-15,43
58	50	3900	-16,32	-15,18	-15,75
59	50	3950	-16,66	-15,51	-16,085
60	50	4000	-17,1	-15,93	-16,515
61	50	4050	-17,57	-16,38	-16,975
62	50	4100	-18,13	-16,93	-17,53
63	50	4150	-18,4	-17,19	-17,795
64	50	4200	-18,88	-17,66	-18,27
65	50	4250	-19,22	-18	-18,61
66	50	4300	-19,5	-18,26	-18,88
67	50	4350	-20	-18,73	-19,365
68	50	4400	-20,55	-19,29	-19,92
69	50	4450	-21,11	-19,82	-20,465
70	50	4500	-21,44	-20,16	-20,8
71	50	4550	-22,1	-20,78	-21,44
72	50	4600	-22,54	-21,18	-21,86
73	50	4650	-22,95	-21,57	-22,26
74	50	4700	-23,87	-22,44	-23,155
75	50	4750	-24,56	-23,05	-23,805
76	50	4800	-25,24	-23,71	-24,475
77	50	4850	-25,78	-24,21	-24,995
78	50	4900	-26,61	-24,95	-25,78
79	50	4950	-28,01	-26,29	-27,15
80	50	5000	-28,99	-27,25	-28,12
81	50	5050	-30,79	-29,01	-29,9

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)		Rata-Rata (mm)
			Titik 1	Titik 2	
1	100	100	-0,02	-0,41	-0,215
2	100	200	-0,1	-0,48	-0,29
3	100	300	-0,17	-0,64	-0,405
4	100	400	-0,17	-0,87	-0,52
5	100	500	-0,17	-1,06	-0,615
6	100	600	-0,17	-1,19	-0,68
7	100	700	-0,17	-1,34	-0,755
8	100	800	-0,17	-1,45	-0,81
9	100	900	-0,19	-1,57	-0,88
10	100	1000	-0,26	-1,66	-0,96
11	100	1100	-0,34	-1,71	-1,025
12	100	1200	-0,4	-1,8	-1,1
13	100	1300	-0,46	-1,85	-1,155
14	100	1400	-0,52	-1,95	-1,235
15	100	1500	-0,58	-1,99	-1,285
16	100	1600	-0,64	-2,03	-1,335
17	100	1700	-0,66	-2,15	-1,405
18	100	1800	-0,72	-2,18	-1,45
19	100	1900	-0,78	-2,23	-1,505
20	100	2000	-0,87	-2,33	-1,6
21	50	2050	-0,9	-2,36	-1,63
22	50	2100	-0,93	-2,39	-1,66
23	50	2150	-0,96	-2,41	-1,685
24	50	2200	-0,99	-2,42	-1,705
25	50	2250	-1,02	-2,44	-1,73
26	50	2300	-1,07	-2,48	-1,775
27	50	2350	-1,11	-2,48	-1,795
28	50	2400	-1,13	-2,5	-1,815
29	50	2450	-1,16	-2,51	-1,835
30	50	2500	-1,19	-2,53	-1,86
31	50	2550	-1,23	-2,65	-1,94
32	50	2600	-1,25	-2,66	-1,955
33	50	2650	-1,29	-2,68	-1,985
34	50	2700	-1,32	-2,71	-2,015
35	50	2750	-1,35	-2,73	-2,04
36	50	2800	-1,39	-2,74	-2,065
37	50	2850	-1,45	-2,82	-2,135

38	50	2900	-6,15	-7,57	-6,86
39	50	2950	-7	-8,36	-7,68
40	50	3000	-7,39	-8,7	-8,045
41	50	3050	-7,68	-8,7	-8,19
42	50	3100	-7,98	-9,25	-8,615
43	50	3150	-8,34	-9,56	-8,95
44	50	3200	-8,58	-9,79	-9,185
45	50	3250	-9	-10,18	-9,59
46	50	3300	-9,29	-10,44	-9,865
47	50	3350	-9,45	-10,6	-10,025
48	50	3400	-9,64	-10,78	-10,21
49	50	3450	-9,86	-10,96	-10,41
50	50	3500	-10,07	-11,16	-10,615
51	50	3550	-10,25	-11,33	-10,79
52	50	3600	-10,46	-11,52	-10,99
53	50	3650	-10,65	-11,72	-11,185
54	50	3700	-11,18	-12,22	-11,7
55	50	3750	-11,39	-12,42	-11,905
56	50	3800	-11,59	-12,59	-12,09
57	50	3850	-11,85	-12,83	-12,34
58	50	3900	-12,05	-13,02	-12,535
59	50	3950	-12,38	-13,32	-12,85
60	50	4000	-12,68	-13,64	-13,16
61	50	4050	-12,94	-13,88	-13,41
62	50	4100	-13,14	-14,05	-13,595
63	50	4150	-13,32	-14,21	-13,765
64	50	4200	-13,62	-14,47	-14,045
65	50	4250	-13,81	-14,65	-14,23
66	50	4300	-13,98	-14,81	-14,395
67	50	4350	-14,26	-15,07	-14,665
68	50	4400	-14,5	-15,28	-14,89
69	50	4450	-14,71	-15,47	-15,09
70	50	4500	-14,92	-15,65	-15,285
71	50	4550	-15,34	-16,06	-15,7
72	50	4600	-15,93	-16,64	-16,285
73	50	4650	-16,73	-17,37	-17,05
74	50	4700	-17,07	-17,64	-17,355
75	50	4750	-18,22	-18,83	-18,525
76	50	4800	-18,98	-19,55	-19,265

77	50	4850	-19,75	-20,3	-20,025
78	50	4900	-20,39	-20,94	-20,665
79	50	4950	-21,21	-21,76	-21,485
80	50	5000	-22,13	-22,68	-22,405
81	50	5050	-22,85	-23,38	-23,115
82	50	5100	-23,53	-24,07	-23,8
83	50	5150	-24,14	-24,68	-24,41
84	50	5200	-24,84	-25,38	-25,11
85	50	5250	-25,49	-25,99	-25,74
86	50	5300	-26,42	-26,93	-26,675
87	50	5350	-27,35	-27,86	-27,605
88	50	5400	-28,73	-29,19	-28,96
89	50	5450	-29,67	-30,2	-29,935
90	50	5500	-31,07	-31,47	-31,27
91	50	4200	-31,07	-31,47	-31,27
92	50	4100	-31,07	-31,47	-31,27
93	50	4000	-31,07	-31,47	-31,27
94	50	3900	-31,07	-31,47	-31,27
95	50	3800	-31,07	-31,47	-31,27

Nama Benda Uji = a2b1c2d2-1

Tanggal Pembuatan = 04-Mei-16

Tanggal Pengujian = 02-Jun-16

Komposisi Benda Uji

Mutu beton rencana = 30 MPa

Mutu beton aktual = MPa

Ukuran Benda Uji

panjang = 160,2 160 160,2 160,4

lebar = 18,5 18,4 18,6 18,5

tinggi = 28,0 28 28,5 28,5

selimut beton = 3 cm

Umur beton = hari

Berat Benda Uji = 193,4 kg

Berat Volume = 0,002326389 kg/cm³

= 2326,38929 kg/m³

Lebar retak terbesar = 2,3 cm

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)		Rata-Rata (mm)
			Titik 1	Titik 2	
1	100	100	0	-0,04	-0,02
2	100	200	-0,02	-0,1	-0,06
3	100	300	-0,08	-0,15	-0,115
4	100	400	-0,16	-0,21	-0,185
5	100	500	-0,23	-0,26	-0,245
6	100	600	-0,29	-0,31	-0,3
7	100	700	-0,35	-0,35	-0,35
8	100	800	-0,42	-0,41	-0,415
9	100	900	-0,48	-0,45	-0,465
10	100	1000	-0,53	-0,51	-0,52
11	100	1100	-0,58	-0,54	-0,56
12	100	1200	-0,63	-0,58	-0,605
13	100	1300	-0,67	-0,62	-0,645
14	100	1400	-0,74	-0,66	-0,7
15	100	1500	-0,8	-0,71	-0,755
16	100	1600	-0,85	-0,74	-0,795
17	100	1700	-0,9	-0,77	-0,835
18	100	1800	-0,99	-0,8	-0,895
19	100	1900	-1,01	-0,83	-0,92
20	100	2000	-1,03	-0,86	-0,945
21	100	2100	-1,08	-0,88	-0,98
22	100	2200	-1,13	-0,89	-1,01
23	100	2300	-1,17	-0,92	-1,045
24	100	2400	-1,17	-1,01	-1,09
25	100	2500	-1,26	-1,04	-1,15
26	50	2550	-1,26	-1,05	-1,155
27	50	2600	-1,26	-1,06	-1,16
28	50	2650	-1,32	-1,08	-1,2
29	50	2700	-1,32	-1,09	-1,205
30	50	2750	-1,32	-1,1	-1,21
31	50	2800	-1,32	-1,1	-1,21
32	50	2850	-1,34	-1,11	-1,225
33	50	2900	-1,36	-1,12	-1,24
34	50	2950	-1,4	-1,18	-1,29
35	50	3000	-1,43	-1,18	-1,305
36	50	3050	-1,43	-1,19	-1,31

37	50	3100	-1,45	-1,2	-1,325
38	50	3150	-1,46	-1,24	-1,35
39	50	3200	-2,22	-2,08	-2,15
40	50	3250	-2,81	-2,63	-2,72
41	50	3300	-2,92	-2,82	-2,87
42	50	3350	-3,15	-3,03	-3,09
43	50	3400	-3,24	-3,16	-3,2
44	50	3450	-3,36	-3,29	-3,325
45	50	3500	-3,45	-3,38	-3,415
46	50	3550	-3,53	-3,48	-3,505
47	50	3600	-3,61	-3,58	-3,595
48	50	3650	-3,73	-3,68	-3,705
49	50	3700	-3,82	-3,83	-3,825
50	50	3750	-3,89	-3,89	-3,89
51	50	3800	-3,95	-3,94	-3,945
52	50	3850	-4	-4,03	-4,015
53	50	3900	-4,07	-4,11	-4,09
54	50	3950	-4,14	-4,2	-4,17
55	50	4000	-4,24	-4,29	-4,265
56	50	4050	-4,3	-4,41	-4,355
57	50	4100	-4,41	-4,51	-4,46
58	50	4150	-4,51	-4,62	-4,565
59	50	4200	-4,57	-4,67	-4,62
60	50	4250	-4,67	-4,82	-4,745
61	50	4300	-4,74	-4,86	-4,8
62	50	4350	-5,38	-5,52	-5,45
63	50	4400	-6,3	-6,45	-6,375
64	50	4450	-6,64	-6,75	-6,695
65	50	4500	-6,75	-6,96	-6,855
66	50	4550	-6,84	-7,06	-6,95
67	50	4600	-6,94	-7,19	-7,065
68	50	4650	-7,12	-7,35	-7,235
69	50	4700	-7,22	-7,49	-7,355
70	50	4750	-7,31	-7,58	-7,445
71	50	4800	-7,4	-7,67	-7,535
72	50	4850	-7,51	-7,78	-7,645
73	50	4900	-7,66	-7,97	-7,815
74	50	4950	-7,74	-8,08	-7,91

75	50	5000	-7,84	-8,18	-8,01
76	50	5050	-7,96	-8,3	-8,13
77	50	5100	-8,05	-8,4	-8,225
78	50	5150	-8,16	-8,51	-8,335
79	50	5200	-8,26	-8,59	-8,425
80	50	5250	-8,45	-8,79	-8,62
81	50	5300	-8,53	-8,88	-8,705
82	50	5350	-8,64	-8,99	-8,815
83	50	5400	-8,82	-9,18	-9
84	50	5450	-8,96	-9,32	-9,14
85	50	5500	-9,01	-9,43	-9,22
86	50	5550	-9,15	-9,63	-9,39
87	50	5600	-9,27	-9,73	-9,5
88	50	5650	-9,94	-9,87	-9,905
89	50	5700	-10,2	-10,14	-10,17
90	50	5750	-10,39	-10,32	-10,355
91	50	5800	-10,55	-10,51	-10,53
92	50	5850	-10,75	-10,69	-10,72
93	50	5900	-10,99	-10,91	-10,95
94	50	5950	-11,15	-11,07	-11,11
95	50	6000	-11,31	-11,28	-11,295
96	50	6050	-11,48	-11,44	-11,46
97	50	6100	-11,59	-11,57	-11,58
98	50	6150	-11,82	-11,8	-11,81
99	50	6200	-12,13	-12,11	-12,12
100	50	6250	-12,38	-12,36	-12,37
101	50	6300	-12,62	-12,59	-12,605
102	50	6350	-12,75	-12,74	-12,745
103	50	6400	-12,87	-12,86	-12,865
104	50	6450	-13,06	-13,03	-13,045
105	50	6500	-13,35	-13,32	-13,335
106	50	6550	-13,71	-13,69	-13,7
107	50	6600	-14,03	-14,01	-14,02
108	50	6650	-14,33	-14,32	-14,325
109	50	6700	-14,75	-14,74	-14,745
110	50	6750	-15,17	-15,16	-15,165
111	50	6800	-15,84	-15,82	-15,83
112	50	6850	-16,37	-16,34	-16,355

113	50	6900	-16,96	-16,97	-16,965
114	50	6950	-17,51	-17,51	-17,51
115	50	7000	-18,04	-18,07	-18,055
116	50	7050	-18,65	-18,67	-18,66
117	50	7100	-19,25	-19,29	-19,27
118	50	7150	-19,65	-19,73	-19,69
119	50	7200	-19,97	-20,07	-20,02
120	50	7250	-20,45	-20,6	-20,525
121	50	7300	-28,9	-29,47	-29,185
122	50	7350	-30,71	-31,27	-30,99
123	50	7400	-34,13	-33,77	-33,95
124	50	7450	-35,46	-35,07	-35,265
125	50	7500	-39,35	-36,78	-38,065
126	50	7550	-42,31	-41,77	-42,04
127	50	4200	-10,39	-10,32	-10,355
128	50	4100	-10,39	-10,32	-10,355
129	50	4000	-10,39	-10,32	-10,355

Nama Benda Uji = a2b2c1d2-3

Tanggal Pembuatan = 04-Mei-16

Tanggal Pengujian = 02-Jun-16

Komposisi Benda Uji

Mutu beton rencana = 30 MPa

Mutu beton aktual = MPa

Ukuran Benda Uji

panjang = 160,1 160 160,3 160

lebar = 18,5 18 18 19

tinggi = 28,0 27,5 28,5 28

selimut beton = 3 cm

Umur beton = 29 hari

Berat Benda Uji = 193,45 kg

Berat Volume = 0,00233685 kg/cm³

= 2336,850131 kg/m³

Lebar retak terbesar = 1,5 cm

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)		Rata-Rata (mm)
			Titik 1	Titik 2	
1	100	100	-0,15	-0,03	-0,09
2	100	200	-0,21	-0,07	-0,14
3	100	300	-0,21	-0,08	-0,145
4	100	400	-0,26	-0,13	-0,195
5	100	500	-0,31	-0,17	-0,24
6	100	600	-0,37	-0,22	-0,295
7	100	700	-0,4	-0,24	-0,32
8	100	800	-0,46	-0,27	-0,365
9	100	900	-0,49	-0,32	-0,405
10	100	1000	-0,55	-0,4	-0,475
11	100	1100	-0,63	-0,43	-0,53
12	100	1200	-0,7	-0,49	-0,595
13	100	1300	-0,76	-0,52	-0,64
14	100	1400	-0,8	-0,54	-0,67
15	100	1500	-0,87	-0,58	-0,725
16	100	1600	-1,13	-0,62	-0,875
17	100	1700	-1,19	-0,67	-0,93
18	100	1800	-1,24	-0,72	-0,98
19	100	1900	-1,31	-0,76	-1,035
20	100	2000	-1,36	-0,81	-1,085
21	100	2100	-1,43	-0,86	-1,145
22	100	2200	-1,48	-0,9	-1,19
23	100	2300	-1,57	-0,95	-1,26
24	100	2400	-1,62	-0,98	-1,3

25	100	2500	-1,66	-1,01	-1,335
26	50	2550	-1,7	-1,04	-1,37
27	50	2600	-1,73	-1,06	-1,395
28	50	2650	-1,76	-1,09	-1,425
29	50	2700	-1,78	-1,11	-1,445
30	50	2750	-1,81	-1,13	-1,47
31	50	2800	-1,84	-1,15	-1,495
32	50	2850	-1,87	-1,17	-1,52
33	50	2900	-1,9	-1,19	-1,545
34	50	2950	-1,94	-1,21	-1,575
35	50	3000	-1,97	-1,24	-1,605
36	50	3050	-2	-1,26	-1,63
37	50	3100	-2,31	-1,3	-1,805
38	50	3150	-2,31	-1,32	-1,815
39	50	3200	-4,86	-4,42	-4,64
40	50	3250	-5,33	-4,84	-5,085
41	50	3300	-5,49	-5,13	-5,31
42	50	3350	-5,63	-5,28	-5,455
43	50	3400	-5,79	-5,44	-5,615
44	50	3450	-6,18	-5,78	-5,98
45	50	3500	-6,29	-5,9	-6,095
46	50	3550	-6,42	-6,04	-6,23
47	50	3600	-6,5	-6,14	-6,32
48	50	3650	-6,63	-6,28	-6,455
49	50	3700	-6,74	-6,4	-6,57
50	50	3750	-10,25	-9,54	-9,895

51	50	3800	-10,74	-10,01	-10,375
52	50	3850	-10,93	-10,2	-10,565
53	50	3900	-11,1	-10,38	-10,74
54	50	3950	-11,46	-10,71	-11,085
55	50	4000	-11,59	-10,84	-11,215
56	50	4050	-11,78	-11,03	-11,405
57	50	4100	-11,97	-11,21	-11,59
58	50	4150	-12,19	-11,44	-11,815
59	50	4200	-12,41	-11,63	-12,02
60	50	3400	-35,86	-32,82	-34,34
61	50	3300	-36,01	-32,89	-34,45
62	50	3200	-36,08	-32,95	-34,515
63	50	3100	-36,18	-33,04	-34,61
64	50	3000	-36,3	-33,12	-34,71

Nama Benda Uji = a2b1c2d2-2

Tanggal Pembuatan = 10-Mei-16

Tanggal Pengujian = 07-Jun-16

Komposisi Benda Uji

Mutu beton rencana = 30 MPa

Mutu beton aktual = MPa

Ukuran Benda Uji

panjang = 160,5 160,1 160,6 160,7

lebar = 18,5 18,5 18,5 18,5

tinggi = 28,4 28,5 28,5 28,5

selimut beton = 3 cm

Umur beton = 28 hari

Berat Benda Uji = 190,05 kg

Berat Volume = 0,002254203 kg/cm³

= 2254,202745 kg/m³

Lebar retak terbesar = 9,5 cm

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)		Rata-Rata (mm)
			Titik 1	Titik 2	
1	100	100	0,22	-0,18	0,02
2	100	200	0,21	-0,39	-0,09
3	100	300	-0,15	-0,62	-0,385
4	100	400	-0,25	-0,7	-0,475
5	100	500	-0,38	-0,79	-0,585
6	100	600	-0,47	-0,85	-0,66
7	100	700	-0,6	-0,95	-0,775
8	100	800	-0,7	-1,03	-0,865
9	100	900	-0,79	-1,09	-0,94
10	100	1000	-0,87	-1,16	-1,015
11	100	1100	-0,95	-1,23	-1,09
12	100	1200	-1,25	-1,3	-1,275
13	100	1300	-1,34	-1,37	-1,355
14	100	1400	-1,46	-1,44	-1,45
15	100	1500	-1,5	-1,53	-1,515
16	100	1600	-1,63	-1,59	-1,61
17	100	1700	-1,87	-1,63	-1,75
18	100	1800	-1,92	-1,7	-1,81
19	100	1900	-2	-1,76	-1,88
20	100	2000	-2,07	-1,85	-1,96
21	100	2100	-2,16	-1,94	-2,05
22	100	2200	-2,27	-2,02	-2,145
23	100	2300	-2,37	-2,11	-2,24
24	100	2400	-2,5	-2,27	-2,385
25	100	2500	-3,97	-3,69	-3,83
26	50	2550	-4,71	-4,35	-4,53
27	50	2600	-5,07	-4,68	-4,875
28	50	2650	-5,19	-4,77	-4,98
29	50	2700	-5,25	-4,84	-5,045
30	50	2750	-5,62	-5,14	-5,38
31	50	2800	-5,72	-5,24	-5,48
32	50	2850	-5,83	-5,33	-5,58
33	50	2900	-5,97	-5,42	-5,695
34	50	2950	-6,05	-5,5	-5,775
35	50	3000	-6,98	-6,5	-6,74
36	50	3050	-7,19	-6,65	-6,92
37	50	3100	-7,38	-6,79	-7,085
38	50	3150	-5,55	-6,96	-6,255

39	50	3200	-7,69	-7,1	-7,395
40	50	3250	-7,94	-7,29	-7,615
41	50	3300	-8,08	-7,41	-7,745
42	50	3350	-8,19	-7,56	-7,875
43	50	3400	-8,39	-7,7	-8,045
44	50	3450	-8,77	-8,12	-8,445
45	50	3500	-9,03	-8,33	-8,68
46	50	3550	-9,25	-8,53	-8,89
47	50	3600	-9,35	-8,63	-8,99
48	50	3650	-9,48	-8,75	-9,115
49	50	3700	-9,64	-8,9	-9,27
50	50	3750	-9,8	-9,05	-9,425
51	50	3800	-9,97	-9,19	-9,58
52	50	3850	-10,09	-9,3	-9,695
53	50	3900	-10,22	-9,42	-9,82
54	50	3950	-10,38	-9,61	-9,995
55	50	4000	-10,66	-9,9	-10,28
56	50	4050	-10,94	-10,17	-10,555
57	50	4100	-11,11	-10,37	-10,74
58	50	4150	-11,26	-10,5	-10,88
59	50	4200	-11,37	-10,6	-10,985
60	50	4250	-11,53	-10,75	-11,14
61	50	4300	-11,68	-10,9	-11,29
62	50	4350	-11,9	-11,11	-11,505
63	50	4400	-12,06	-11,27	-11,665
64	50	4450	-12,19	-11,4	-11,795
65	50	4500	-12,39	-11,59	-11,99
66	50	4550	-12,55	-11,76	-12,155
67	50	4600	-12,76	-11,94	-12,35
68	50	4650	-12,94	-12,13	-12,535
69	50	4700	-13,06	-12,25	-12,655
70	50	4750	-13,25	-12,44	-12,845
71	50	4800	-13,39	-12,58	-12,985
72	50	4850	-13,56	-12,73	-13,145
73	50	4900	-13,74	-12,91	-13,325
74	50	4950	-13,86	-13,02	-13,44
75	50	5000	-13,98	-13,13	-13,555
76	50	5050	-14,2	-13,34	-13,77
77	50	5100	-14,39	-13,5	-13,945
78	50	5150	-14,53	-13,78	-14,155
79	50	5200	-14,66	-13,9	-14,28

80	50	5250	-14,77	-13,99	-14,38
81	50	5300	-15,03	-14,34	-14,685
82	50	5350	-15,16	-14,45	-14,805
83	50	5400	-15,34	-14,69	-15,015
84	50	5450	-15,48	-14,8	-15,14
85	50	5500	-15,62	-14,92	-15,27
86	50	5550	-15,83	-15,35	-15,59
87	50	5600	-15,94	-15,44	-15,69
88	50	5650	-16,06	-15,59	-15,825
89	50	5700	-16,2	-15,76	-15,98
90	50	5750	-16,31	-15,86	-16,085
91	50	5800	-16,45	-15,98	-16,215
92	50	5850	-16,59	-16,19	-16,39
93	50	5900	-16,73	-16,41	-16,57
94	50	5950	-16,89	-16,54	-16,715
95	50	6000	-17,04	-16,72	-16,88
96	50	6050	-17,15	-16,84	-16,995
97	50	6100	-17,3	-17	-17,15
98	50	6150	-17,54	-17,33	-17,435
99	50	6200	-17,66	-17,41	-17,535
100	50	6250	-17,8	-17,67	-17,735
101	50	6300	-17,97	-17,81	-17,89
102	50	6350	-18,11	-18	-18,055
103	50	6400	-18,26	-18,14	-18,2
104	50	6450	-18,48	-18,38	-18,43
105	50	6500	-18,6	-18,5	-18,55
106	50	6550	-18,72	-18,68	-18,7
107	50	6600	-18,84	-18,79	-18,815
108	50	6650	-18,85	-18,9	-18,875
109	50	6700	-19,21	-19,22	-19,215
110	50	6750	-19,4	-19,39	-19,395
111	50	6800	-19,7	-19,74	-19,72
112	50	6850	-19,83	-19,87	-19,85
113	50	6900	-20,03	-20,06	-20,045
114	50	6950	-20,2	-20,22	-20,21
115	50	7000	-20,35	-20,37	-20,36
116	50	7050	-20,59	-20,67	-20,63
117	50	7100	-20,88	-20,98	-20,93
118	50	7150	-21,23	-21,37	-21,3
119	50	7200	-21,64	-21,8	-21,72
120	50	7250	-21,96	-22,16	-22,06

121	50	7300	-22,27	-22,46	-22,365
122	50	7350	-22,63	-22,86	-22,745
123	50	7400	-23,14	-23,33	-23,235
124	50	7450	-23,85	-24,02	-23,935
125	50	7500	-24,33	-24,49	-24,41
126	50	7550	-24,76	-24,88	-24,82
127	50	7600	-25,42	-25,52	-25,47
128	50	7650	-26,48	-26,51	-26,495
129	50	7700	-27,24	-27,34	-27,29
130	50	7750	-27,71	-27,71	-27,71
131	50	7800	-28,09	-28,06	-28,075
132	50	7850	-28,51	-28,46	-28,485
133	50	7900	-29,48	-29,47	-29,475
134	50	7950	-30,82	-30,73	-30,775
135	50	8000	-31,78	-31,73	-31,755
136	50	8050	-32,66	-32,66	-32,66
137	250	6900	-34,57	-34,85	-34,71
138	200	6700	-34,62	-34,91	-34,765
139	200	6500	-34,76	-35,05	-34,905
140	100	6400	-34,8	-35,09	-34,945
141	100	6300	-34,84	-35,14	-34,99
142	100	6200	-34,93	-35,23	-35,08
143	100	6100	-35,17	-35,39	-35,28

Nama Benda Uji = a2b1c2d2-3

Tanggal Pembuatan = 10-Mei-16

Tanggal Pengujian = 07-Jun-16

Komposisi Benda Uji

Mutu beton rencana = 30 MPa

Mutu beton aktual = MPa

Ukuran Benda Uji

panjang = 160,2 160 160,1 160,5

lebar = 18,3 18,2 18,5 18,5

tinggi = 28,2 28 28 28,5

selimut beton = 3 cm

Umur beton = hari

Berat Benda Uji = 189,5 kg

Berat Volume = 0,002290708 kg/cm³

= 2290,708427 kg/m³

Lebar retak terbesar = 2,2 cm

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)		Rata-Rata (mm)
			Titik 1	Titik 2	
1	100	100	-0,2	-0,13	-0,165
2	100	200	-0,24	-0,27	-0,255
3	100	300	-0,31	-0,5	-0,405
4	100	400	-0,36	-0,61	-0,485
5	100	500	-0,45	-0,68	-0,565
6	100	600	-0,53	-0,77	-0,65
7	100	700	-0,65	-0,91	-0,78
8	100	800	-0,74	-0,99	-0,865
9	100	900	-0,82	-1,07	-0,945
10	100	1000	-0,91	-1,17	-1,04
11	100	1100	-0,97	-1,24	-1,105
12	100	1200	-1,03	-1,33	-1,18
13	100	1300	-1,08	-1,41	-1,245
14	100	1400	-1,16	-1,49	-1,325
15	100	1500	-1,23	-1,56	-1,395
16	100	1600	-1,33	-1,66	-1,495
17	100	1700	-1,33	-1,71	-1,52
18	100	1800	-1,4	-1,78	-1,59
19	100	1900	-1,4	-1,87	-1,635
20	100	2000	-1,49	-1,95	-1,72
21	100	2100	-1,56	-2,06	-1,81
22	100	2200	-2,21	-2,34	-2,275
23	100	2300	-2,56	-3,33	-2,945
24	100	2400	-2,89	-3,66	-3,275
25	100	2500	-3,13	-3,93	-3,53
26	50	2550	-3,23	-4,05	-3,64
27	50	2600	-3,37	-4,19	-3,78
28	50	2650	-3,46	-4,36	-3,91
29	50	2700	-3,51	-4,41	-3,96
30	50	2750	-3,62	-4,57	-4,095
31	50	2800	-3,73	-4,63	-4,18
32	50	2850	-3,77	-4,7	-4,235
33	50	2900	-3,85	-4,78	-4,315
34	50	2950	-3,98	-4,91	-4,445
35	50	3000	-4,01	-4,97	-4,49
36	50	3050	-4,1	-5,06	-4,58
37	50	3100	-4,2	-5,15	-4,675
38	50	3150	-4,33	-5,29	-4,81
39	50	3200	-4,45	-5,43	-4,94

40	50	3250	-4,53	-5,5	-5,015
41	50	3300	-4,64	-5,6	-5,12
42	50	3350	-4,68	-5,69	-5,185
43	50	3400	-4,83	-5,82	-5,325
44	50	3450	-5,88	-7,11	-6,495
45	50	3500	-6,29	-7,52	-6,905
46	50	3550	-6,42	-7,79	-7,105
47	50	3600	-6,61	-8	-7,305
48	50	3650	-6,74	-8,12	-7,43
49	50	3700	-6,81	-8,24	-7,525
50	50	3750	-6,99	-8,4	-7,695
51	50	3800	-7,08	-8,53	-7,805
52	50	3850	-7,21	-8,65	-7,93
53	50	3900	-7,32	-8,8	-8,06
54	50	3950	-7,39	-8,93	-8,16
55	50	4000	-7,57	-9,13	-8,35
56	50	4050	-7,7	-9,25	-8,475
57	50	4100	-7,79	-9,41	-8,6
58	50	4150	-7,95	-9,57	-8,76
59	50	4200	-8,1	-9,71	-8,905
60	50	4250	-8,2	-9,83	-9,015
61	50	4300	-8,33	-9,98	-9,155
62	50	4350	-8,46	-10,14	-9,3
63	50	4400	-8,61	-10,3	-9,455
64	50	4450	-8,71	-10,43	-9,57
65	50	4500	-8,83	-10,57	-9,7
66	50	4550	-8,93	-10,68	-9,805
67	50	4600	-9,11	-10,88	-9,995
68	50	4650	-9,24	-11,05	-10,145
69	50	4700	-9,4	-11,23	-10,315
70	50	4750	-9,49	-11,35	-10,42
71	50	4800	-9,65	-11,54	-10,595
72	50	4850	-9,83	-11,71	-10,77
73	50	4900	-10,01	-11,91	-10,96
74	50	4950	-10,18	-12,08	-11,13
75	50	5000	-10,31	-12,22	-11,265
76	50	5050	-10,46	-12,38	-11,42
77	50	5100	-10,62	-12,57	-11,595
78	50	5150	-10,76	-12,73	-11,745
79	50	5200	-10,99	-12,97	-11,98
80	50	5250	-11,17	-13,16	-12,165
81	50	5300	-11,46	-13,49	-12,475
82	50	5350	-11,99	-14,08	-13,035

83	50	5400	-12,54	-14,61	-13,575
84	50	5450	-13,22	-15,29	-14,255
85	50	5500	-13,75	-15,8	-14,775
86	50	5550	-14,02	-16,06	-15,04
87	50	5600	-14,28	-16,32	-15,3
88	50	5650	-14,5	-16,54	-15,52
89	50	5700	-15,08	-17,12	-16,1
90	50	5750	-15,81	-17,82	-16,815
91	50	5800	-16,85	-18,77	-17,81
92	50	5850	-17,62	-19,54	-18,58
93	50	5900	-18,38	-20,28	-19,33
94	50	5950	-19,17	-21,09	-20,13
95	50	6000	-19,88	-21,85	-20,865
96	50	6050	-20,43	-22,47	-21,45
97	50	6100	-21,1	-23,39	-22,245
98	50	6150	-22,26	-24,78	-23,52
99	50	6200	-23,88	-26,74	-25,31
100	50	5000	-31,46	-40,98	-36,22
101	-100	4900	-31,71	-41,1	-36,405
102	-100	4800	-31,67	-41,18	-36,425
103	-100	4700	-31,75	-41,22	-36,485
104	-100	4600	-31,81	-41,29	-36,55
105	-100	4500	-31,96	-41,47	-36,715

Nama Benda Uji = a2b2c2d1-1

Tanggal Pembuatan = 11-Mei-16

Tanggal Pengujian = 08-Jun-16

Komposisi Benda Uji

Mutu beton rencana = 30 MPa

Mutu beton aktual = MPa

Ukuran Benda Uji

panjang = 160,4 160,3 160,3 160,3

lebar = 18,4 18,6 18,5 18,5

tinggi = 28,5 28,5 28,5 28,5

selimut beton = 3 cm

Umur beton = hari

Berat Benda Uji = 192,7 kg

Berat Volume = 0,002286802 kg/cm³

$$\begin{aligned} &= 2286,802267 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Lebar retak terbesar} &= 3 \text{ cm} \end{aligned}$$

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)		Rata-Rata (mm)
			Titik 1	Titik 2	
1	100	100	-0,09	-0,04	-0,065
2	100	200	-0,17	-0,09	-0,13
3	100	300	-0,25	-0,16	-0,205
4	100	400	-0,33	-0,24	-0,285
5	100	500	-0,42	-0,3	-0,36
6	100	600	-0,5	-0,39	-0,445
7	100	700	-0,61	-0,48	-0,545
8	100	800	-0,7	-0,56	-0,63
9	100	900	-0,79	-0,65	-0,72
10	100	1000	-0,87	-0,71	-0,79
11	100	1100	-0,93	-0,79	-0,86
12	100	1200	-1,04	-0,86	-0,95
13	100	1300	-1,11	-0,92	-1,015
14	100	1400	-1,17	-0,99	-1,08
15	100	1500	-1,26	-1,06	-1,16
16	100	1600	-1,35	-1,12	-1,235
17	100	1700	-1,42	-1,18	-1,3
18	100	1800	-1,48	-1,25	-1,365
19	100	1900	-1,53	-1,31	-1,42
20	100	2000	-1,61	-1,37	-1,49
21	100	2100	-1,67	-1,43	-1,55
22	100	2200	-1,77	-1,51	-1,64
23	100	2300	-2,37	-2,17	-2,27
24	100	2400	-3,04	-2,9	-2,97
25	100	2500	-3,31	-3,19	-3,25
26	50	2550	-3,5	-3,39	-3,445
27	50	2600	-3,64	-3,52	-3,58
28	50	2650	-3,76	-3,64	-3,7
29	50	2700	-3,95	-3,91	-3,93
30	50	2750	-5,43	-5,25	-5,34
31	50	2800	-5,69	-5,49	-5,59
32	50	2850	-5,8	-5,6	-5,7
33	50	2900	-5,96	-5,79	-5,875
34	50	2950	-6,14	-5,96	-6,05
35	50	3000	-6,29	-6,09	-6,19
36	50	3050	-6,61	-6,42	-6,515
37	50	3100	-6,78	-6,58	-6,68

38	50	3150	-6,94	-6,73	-6,835
39	50	3200	-7,15	-6,92	-7,035
40	50	3250	-7,31	-7,11	-7,21
41	50	3300	-7,45	-7,24	-7,345
42	50	3350	-7,83	-7,65	-7,74
43	50	3400	-8,03	-7,84	-7,935
44	50	3450	-8,22	-7,94	-8,08
45	50	3500	-8,77	-8,38	-8,575
46	50	3550	-9,03	-8,64	-8,835
47	50	3600	-9,08	-8,67	-8,875
48	50	3650	-9,16	-8,78	-8,97
49	50	3700	-9,18	-8,8	-8,99
50	50	3750	-9,24	-8,86	-9,05
51	50	3800	-9,35	-8,99	-9,17
52	50	3850	-9,41	-9,03	-9,22
53	50	3900	-9,51	-9,16	-9,335
54	50	3950	-9,67	-9,28	-9,475
55	50	4000	-9,79	-9,4	-9,595
56	50	4050	-9,89	-9,52	-9,705
57	50	4100	-10,14	-9,78	-9,96
58	50	4150	-10,25	-9,9	-10,075
59	50	4200	-10,36	-9,99	-10,175
60	50	4250	-10,51	-10,13	-10,32
61	50	4300	-10,62	-10,27	-10,445
62	50	4350	-10,8	-10,42	-10,61
63	50	4400	-10,96	-10,59	-10,775
64	50	4450	-11,03	-10,66	-10,845
65	50	4500	-11,18	-10,8	-10,99
66	50	4550	-11,37	-10,98	-11,175
67	50	4600	-11,71	-11,32	-11,515
68	50	4650	-11,9	-11,51	-11,705
69	50	4700	-12,1	-11,7	-11,9
70	50	4750	-12,23	-11,82	-12,025
71	50	4800	-12,49	-12,07	-12,28
72	50	4850	-12,66	-12,25	-12,455
73	50	4900	-12,87	-12,45	-12,66
74	50	4950	-13,18	-12,78	-12,98
75	50	5000	-13,4	-13	-13,2
76	50	5050	-13,8	-13,42	-13,61
77	50	5100	-14,15	-13,77	-13,96
78	50	5150	-14,62	-14,23	-14,425
79	50	5200	-15,07	-14,68	-14,875
80	50	5250	-15,47	-15,08	-15,275

81	50	5300	-15,8	-15,4	-15,6
82	50	5350	-16,23	-15,85	-16,04
83	50	5400	-17,11	-16,86	-16,985
84	50	5450	-17,7	-17,35	-17,525
85	50	5500	-18,31	-17,95	-18,13
86	50	5550	-19,15	-18,8	-18,975
87	50	5600	-20,53	-20,19	-20,36
88	50	5650	-21,46	-21,15	-21,305
89	50	5700	-22,33	-22,08	-22,205
90	50	5750	-23,63	-23,44	-23,535
91	50	5800	-25,41	-25,2	-25,305
92	50	5850	-26,46	-26,25	-26,355
93	50	5900	-27,83	-27,67	-27,75
94	50	5950	-28,71	-28,59	-28,65
95	50	6000	-30,03	-29,92	-29,975
96	50	6050	-32,1	-32,08	-32,09
97	50	6100	-33,48	-33,48	-33,48
98	50	6150	-35,44	-35,56	-35,5
99	50	6200	-36,81	-36,96	-36,885
100	50	6250	-38,86	-39,12	-38,99
101	50	6300	-43,83	-44,26	-44,045
102	50	6350	-43,8	-45,94	-44,87
103	50	6400	-45,12	-46,97	-46,045
104	50	6450	-50,76	-52,91	-51,835
105	50	6500	-53,13	-55,35	-54,24
106	50	6550	-55,17	-57,47	-56,32

Nama Benda Uji = a2b1c1d1-1
 Tanggal Pembuatan = 11-Mei-16
 Tanggal Pengujian = 09-Jun-16
 Komposisi Benda Uji
 Mutu beton rencana = 30 MPa
 Mutu beton aktual = MPa
 Ukuran Benda Uji
 panjang = 161,1 160,4
 lebar = 18,3
 tinggi = 27,9
 selimut beton = 3 cm
 Umur beton = hari
 Berat Benda Uji = 191,9 kg

Berat Volume = 0,002333533 kg/cm³
 = 2333,533344 kg/m³
 Lebar retak terbesar = 2,2 cm

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)		Rata-Rata (mm)
			Titik 1	Titik 2	
1	100	100	-0,04	-0,03	-0,035
2	100	200	-0,15	-0,04	-0,095
3	100	300	-0,26	-0,09	-0,175
4	100	400	-0,35	-0,13	-0,24
5	100	500	-0,41	-0,18	-0,295
6	100	600	-0,49	-0,25	-0,37
7	100	700	-0,56	-0,31	-0,435
8	100	800	-0,62	-0,37	-0,495
9	100	900	-0,7	-0,44	-0,57
10	100	1000	-0,78	-0,5	-0,64
11	100	1100	-0,84	-0,56	-0,7
12	100	1200	-0,91	-0,62	-0,765
13	100	1300	-1,01	-0,68	-0,845
14	100	1400	-1,06	-0,73	-0,895
15	100	1500	-1,13	-0,79	-0,96
16	100	1600	-1,22	-0,87	-1,045
17	100	1700	-1,28	-0,93	-1,105
18	100	1800	-1,36	-1	-1,18
19	100	1900	-1,41	-1,06	-1,235
20	100	2000	-1,49	-1,14	-1,315
21	100	2100	-1,57	-1,2	-1,385
22	100	2200	-1,63	-1,26	-1,445
23	100	2300	-1,72	-1,35	-1,535
24	100	2400	-1,84	-1,48	-1,66
25	100	2500	-5,41	-5	-5,205
26	50	2550	-6,34	-5,94	-6,14
27	50	2600	-6,55	-6,14	-6,345
28	50	2650	-6,88	-6,5	-6,69
29	50	2700	-7,23	-6,85	-7,04

30	50	2750	-7,39	-7	-7,195
31	50	2800	-7,54	-7,15	-7,345
32	50	2850	-7,77	-7,36	-7,565
33	50	2900	-8,01	-7,63	-7,82
34	50	2950	-8,46	-8,11	-8,285
35	50	3000	-8,74	-8,35	-8,545
36	50	3050	-8,91	-8,53	-8,72
37	50	3100	-10,11	-8,73	-9,42
38	50	3150	-9,27	-8,8	-9,035
39	50	3200	-9,65	-9,26	-9,455
40	50	3250	-9,88	-9,49	-9,685
41	50	3300	-10,11	-9,72	-9,915
42	50	3350	-10,45	-10,06	-10,255
43	50	3400	-10,72	-10,26	-10,49
44	50	3450	-10,93	-10,55	-10,74
45	50	3500	-11,21	-10,83	-11,02
46	50	3550	-11,6	-11,22	-11,41
47	50	3600	-12,1	-11,74	-11,92
48	50	3650	-12,52	-12,19	-12,355
49	50	3700	-12,98	-12,67	-12,825
50	50	3750	-13,51	-13,2	-13,355
51	50	3800	-14,62	-14,43	-14,525
52	50	3850	-15,76	-15,42	-15,59
53	50	3900	-16,88	-16,68	-16,78
54	50	3950	-18,22	-17,98	-18,1
55	50	4000	-19,44	-19,13	-19,285
56	50	4050	-20,57	-20,89	-20,73
57	50	4100	-22,1	-21,65	-21,875
58	50	4150	-23,03	-22,5	-22,765
59	50	4200	-24,2	-23,7	-23,95
60	50	4250	-25,81	-25,27	-25,54
61	50	4300	-27,72	-27,28	-27,5
62	50	4350	-28,48	-28,06	-28,27
63	50	4400	-29,38	-29,02	-29,2
64	50	4450	-30,23	-29,9	-30,065

65	50	4500	-31,45	-31,18	-31,315
66	50	4550	-32,75	-32,42	-32,585
67	50	4600	-37,82	-37,89	-37,855
68	50	4650	-38,22	-38,32	-38,27
69	50	4700	-38,89	-39	-38,945
70	50	4750	-40,28	-39,55	-39,915
71	50	4800	-42,7	-43,94	-43,32
72	50	3850	-42,94	-42,98	-42,96
73	50	3800	-42,98	-42,98	-42,98
74	50	3750	-43,01	-43,02	-43,015
75	50	3700	-43,06	-43,08	-43,07
76	50	3650	-43,07	-43,08	-43,075
77	50	3600	-43,11	-43,12	-43,115

Nama Benda Uji = a2b2c2d1-2
Tanggal Pembuatan = 13-Mei-16
Tanggal Pengujian = 10-Jun-16
Komposisi Benda Uji
Mutu beton rencana = 30 MPa
Mutu beton aktual = MPa

Ukuran Benda Uji
panjang = 160,8 161 160,8 160,8
lebar = 18,3 18 18 18,3
tinggi = 28,2 28,1 28,3 28,3
selimut beton = 3 cm

Umur beton = hari
Berat Benda Uji = 198,02 kg
Berat Volume = 0,002387325 kg/cm³
= 2387,324933 kg/m³
Lebar retak terbesar = 6 cm

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)		Rata-Rata (mm)
			Titik 1	Titik 2	
1	100	100	-0,03	-0,08	-0,055
2	100	200	-0,15	-0,19	-0,17
3	100	300	-0,25	-0,31	-0,28
4	100	400	-0,36	-0,42	-0,39
5	100	500	-0,46	-0,54	-0,5
6	100	600	-0,79	-0,97	-0,88
7	100	700	-0,91	-1,09	-1
8	100	800	-0,96	-1,18	-1,07
9	100	900	-1,04	-1,31	-1,175
10	100	1000	-1,11	-1,41	-1,26
11	100	1100	-1,17	-1,5	-1,335
12	100	1200	-1,22	-1,59	-1,405
13	100	1300	-1,27	-1,66	-1,465
14	100	1400	-1,34	-1,72	-1,53
15	100	1500	-1,39	-1,8	-1,595
16	100	1600	-1,44	-1,88	-1,66
17	100	1700	-1,48	-2,15	-1,815
18	100	1800	-1,66	-2,26	-1,96
19	100	1900	-1,66	-2,29	-1,975
20	100	2000	-1,73	-2,34	-2,035
21	100	2100	-1,78	-2,41	-2,095
22	100	2200	-1,83	-2,47	-2,15
23	100	2300	-1,88	-2,56	-2,22
24	100	2400	-1,92	-2,62	-2,27
25	100	2500	-2,03	-2,73	-2,38
26	50	2550	-3,73	-4,43	-4,08
27	50	2600	-3,88	-4,57	-4,225
28	50	2650	-4,02	-4,7	-4,36
29	50	2700	-4,17	-4,87	-4,52
30	50	2750	-4,26	-4,96	-4,61
31	50	2800	-4,37	-5,1	-4,735
32	50	2850	-4,51	-5,24	-4,875
33	50	2900	-4,67	-5,43	-5,05
34	50	2950	-4,82	-5,53	-5,175
35	50	3000	-4,97	-5,64	-5,305
36	50	3050	-5,06	-5,74	-5,4
37	50	3100	-5,13	-5,81	-5,47
38	50	3150	-5,25	-5,94	-5,595
39	50	3200	-5,32	-6,01	-5,665
40	50	3250	-6,77	-7,62	-7,195
41	50	3300	-7,09	-8	-7,545
42	50	3350	-7,15	-8,07	-7,61
43	50	3400	-7,3	-8,23	-7,765
44	50	3450	-7,44	-8,38	-7,91
45	50	3500	-7,59	-8,53	-8,06

46	50	3550	-7,74	-8,67	-8,205
47	50	3600	-7,94	-8,85	-8,395
48	50	3650	-8,08	-8,99	-8,535
49	50	3700	-8,23	-9,14	-8,685
50	50	3750	-8,39	-9,32	-8,855
51	50	3800	-8,61	-9,58	-9,095
52	50	3850	-8,85	-9,83	-9,34
53	50	3900	-8,93	-9,91	-9,42
54	50	3950	-9,02	-10,02	-9,52
55	50	4000	-9,19	-10,18	-9,685
56	50	4050	-9,39	-10,4	-9,895
57	50	4100	-9,56	-10,58	-10,07
58	50	4150	-9,64	-10,67	-10,155
59	50	4200	-9,75	-10,79	-10,27
60	50	4250	-9,92	-10,95	-10,435
61	50	4300	-10,05	-11,08	-10,565
62	50	4350	-10,19	-11,22	-10,705
63	50	4400	-10,41	-11,45	-10,93
64	50	4450	-10,52	-11,57	-11,045
65	50	4500	-10,66	-11,72	-11,19
66	50	4550	-10,81	-11,89	-11,35
67	50	4600	-10,97	-12,05	-11,51
68	50	4650	-11,22	-12,33	-11,775
69	50	4700	-11,77	-12,89	-12,33
70	50	4750	-12,05	-13,18	-12,615
71	50	4800	-12,15	-13,29	-12,72
72	50	4850	-12,33	-13,47	-12,9
73	50	4900	-12,49	-13,62	-13,055
74	50	4950	-12,68	-13,79	-13,235
75	50	5000	-12,83	-13,96	-13,395
76	50	5050	-13,12	-14,25	-13,685
77	50	5100	-13,26	-14,38	-13,82
78	50	5150	-13,35	-14,46	-13,905
79	50	5200	-13,59	-14,71	-14,15
80	50	5250	-13,8	-14,92	-14,36
81	50	5300	-13,96	-15,08	-14,52
82	50	5350	-14,15	-15,26	-14,705
83	50	5400	-14,3	-15,4	-14,85
84	50	5450	-14,49	-15,59	-15,04
85	50	5500	-14,64	-15,74	-15,19
86	50	5550	-14,92	-16,02	-15,47
87	50	5600	-15,1	-16,21	-15,655
88	50	5650	-17,3	-18,27	-17,785
89	50	5700	-17,62	-18,63	-18,125
90	50	5750	-18,02	-19,06	-18,54
91	50	5800	-18,38	-19,39	-18,885
92	50	5850	-18,74	-19,74	-19,24
93	50	5900	-19,13	-20,11	-19,62

94	50	5950	-19,38	-20,35	-19,865
95	50	6000	-20,18	-21,08	-20,63
96	50	6050	-20,71	-21,63	-21,17
97	50	6100	-20,9	-21,84	-21,37
98	50	6150	-21,3	-22,25	-21,775
99	50	6200	-22,01	-22,92	-22,465
100	50	6250	-22,35	-23,26	-22,805
101	50	6300	-22,98	-23,89	-23,435
102	50	6350	-23,38	-24,3	-23,84
103	50	6400	-23,98	-24,93	-24,455
104	50	6450	-24,73	-25,69	-25,21
105	50	6500	-25,38	-26,4	-25,89
106	50	6550	-25,82	-26,84	-26,33
107	50	6600	-26,03	-27,07	-26,55
108	50	6650	-26,3	-27,36	-26,83
109	50	6700	-26,66	-27,72	-27,19
110	50	6750	-27,13	-28,22	-27,675
111	50	6800	-27,65	-28,8	-28,225
112	50	6850	-27,94	-29,1	-28,52
113	50	6900	-28,54	-30,8	-29,67
114	50	6950	-29,17	-30,47	-29,82
115	50	7000	-29,86	-31,25	-30,555
116	50	7050	-30,37	-31,82	-31,095
117	50	7100	-31,36	-32,92	-32,14
118	50	7150	-32,04	-33,67	-32,855
119	50	7200	-32,65	-34,32	-33,485
120	50	7250	-33,47	-35,23	-34,35
121	50	7300	-34,23	-36,05	-35,14
122	50	7350	-34,96	-36,82	-35,89
123	50	7400	-38	-40,19	-39,095
124	50	7450	-38,87	-41,01	-39,94
125	50	7500	-40,92	-43,36	-42,14
126	50	4500	-45,69	-50,48	-48,085
127	50	4000	-45,2	-49,84	-47,52
128	50	3700	-44,59	-49,22	-46,905

Nama Benda Uji = a2b1c1d1-2

Tanggal Pembuatan = 13-Mei-16

Tanggal Pengujian = 10-Jun-16

Komposisi Benda Uji

Mutu beton rencana = 30 MPa

Mutu beton aktual = MPa

Ukuran Benda Uji

panjang = 160,3

lebar	=	18,4	
tinggi	=	28,7	
selimut beton	=	3	cm
Umur beton	=		hari
Berat Benda Uji	=	194	kg
Berat Volume	=	0,002290272	kg/cm ³
	=	2290,272374	kg/m ³
Lebar retak terbesar	=	1,5	cm

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)		Rata-Rata (mm)
			Titik 1	Titik 2	
1	100	100	-0,06	-0,11	-0,085
2	100	200	-0,3	-0,39	-0,345
3	100	300	-0,47	-0,64	-0,555
4	100	400	-0,64	-0,85	-0,745
5	100	500	-0,95	-1,18	-1,065
6	100	600	-1,1	-1,42	-1,26
7	100	700	-1,2	-1,73	-1,465
8	100	800	-1,29	-1,84	-1,565
9	100	900	-1,29	-1,97	-1,63
10	100	1000	-1,35	-2,08	-1,715
11	100	1100	-1,42	-2,19	-1,805
12	100	1200	-1,49	-2,3	-1,895
13	100	1300	-1,55	-2,4	-1,975
14	100	1400	-1,61	-2,59	-2,1
15	100	1500	-1,76	-2,69	-2,225
16	100	1600	-1,85	-2,77	-2,31
17	100	1700	-1,98	-2,9	-2,44
18	100	1800	-2,05	-3	-2,525
19	100	1900	-2,1	-3,08	-2,59
20	100	2000	-2,17	-3,16	-2,665
21	100	2100	-2,22	-3,24	-2,73

22	100	2200	-2,28	-3,3	-2,79
23	100	2300	-2,32	-3,37	-2,845
24	100	2400	-2,37	-3,44	-2,905
25	100	2500	-2,43	-3,51	-2,97
26	50	2550	-2,47	-3,57	-3,02
27	50	2600	-2,52	-3,6	-3,06
28	50	2650	-2,55	-3,64	-3,095
29	50	2700	-2,57	-3,7	-3,135
30	50	2750	-2,63	-3,77	-3,2
31	50	2800	-3,48	-4,77	-4,125
32	50	2850	-4,76	-6,16	-5,46
33	50	2900	-5,12	-6,52	-5,82
34	50	2950	-5,32	-6,75	-6,035
35	50	3000	-5,47	-6,9	-6,185
36	50	3050	-5,65	-7,09	-6,37
37	50	3100	-8,46	-9,9	-9,18
38	50	3150	-9,11	-10,49	-9,8
39	50	3200	-9,41	-10,74	-10,075
40	50	3250	-9,6	-10,92	-10,26
41	50	3300	-9,81	-11,13	-10,47
42	50	3350	-10,18	-11,45	-10,815
43	50	3400	-10,34	-11,6	-10,97
44	50	3450	-10,66	-11,92	-11,29
45	50	3500	-11,03	-12,25	-11,64
46	50	3550	-11,29	-12,51	-11,9
47	50	3600	-11,47	-12,68	-12,075
48	50	3650	-11,68	-12,87	-12,275
49	50	3700	-11,83	-13,01	-12,42
50	50	3750	-12,12	-13,29	-12,705
51	50	3800	-12,31	-13,46	-12,885

52	50	3850	-12,46	-13,59	-13,025
53	50	3900	-12,75	-13,88	-13,315
54	50	3950	-12,98	-14,09	-13,535
55	50	4000	-13,17	-14,28	-13,725
56	50	4050	-13,28	-14,37	-13,825
57	50	4100	-13,67	-14,76	-14,215
58	50	4150	-13,86	-14,94	-14,4
59	50	4200	-14,12	-15,19	-14,655
60	50	4250	-14,32	-15,37	-14,845
61	50	4300	-14,56	-15,6	-15,08
62	50	4350	-14,75	-15,81	-15,28
63	50	4400	-15,17	-16,2	-15,685
64	50	4450	-15,7	-16,71	-16,205
65	50	4500	-16,03	-17,03	-16,53
66	50	4550	-16,33	-17,31	-16,82
67	50	4600	-16,8	-17,75	-17,275
68	50	4650	-17,11	-18,03	-17,57
69	50	4700	-17,43	-18,36	-17,895
70	50	4750	-17,87	-18,75	-18,31
71	50	2540	-22,2	-21,54	-21,87
72	50	2400	-22,4	-21,96	-22,18

Nama Benda Uji = a2b1c1d1-3

Tanggal Pembuatan = 14-Mei-16

Tanggal Pengujian = 11-Jun-16

Komposisi Benda Uji

Mutu beton rencana = 30 MPa

Mutu beton aktual = MPa

Ukuran Benda Uji

panjang	=	160,3	
lebar	=	18,6	
tinggi	=	28,6	
selimut beton	=	3	cm
Umur beton	=		hari
Berat Benda Uji	=	193,15	kg
Berat Volume	=	0,002271315	kg/cm ³
	=	2271,315074	kg/m ³
Lebar retak terbesar	=	1,1	cm

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)		Rata-Rata (mm)
			Titik 1	Titik 2	
1	100	100	-0,02	-0,09	-0,055
2	100	200	-0,04	-0,15	-0,095
3	100	300	-0,1	-0,22	-0,16
4	100	400	-0,18	-0,29	-0,235
5	100	500	-0,24	-0,34	-0,29
6	100	600	-0,3	-0,39	-0,345
7	100	700	-0,38	-0,47	-0,425
8	100	800	-0,44	-0,52	-0,48
9	100	900	-0,52	-0,57	-0,545
10	100	1000	-0,57	-0,61	-0,59
11	100	1100	-0,66	-0,67	-0,665
12	100	1200	-0,74	-0,73	-0,735
13	100	1300	-0,82	-0,78	-0,8
14	100	1400	-0,92	-0,88	-0,9
15	100	1500	-0,98	-0,91	-0,945
16	100	1600	-1,06	-0,98	-1,02
17	100	1700	-1,14	-1,04	-1,09
18	100	1800	-1,25	-1,11	-1,18
19	100	1900	-1,31	-1,16	-1,235
20	100	2000	-1,41	-1,2	-1,305
21	100	2100	-1,49	-1,26	-1,375
22	100	2200	-1,55	-1,31	-1,43
23	100	2300	-2,42	-2,16	-2,29
24	100	2400	-4,03	-3,43	-3,73

25	100	2500	-4,89	-3,8	-4,345
26	50	2550	-5,24	-4,11	-4,675
27	50	2600	-5,41	-4,3	-4,855
28	50	2650	-5,53	-4,4	-4,965
29	50	2700	-5,68	-4,51	-5,095
30	50	2750	-5,84	-4,68	-5,26
31	50	2800	-5,94	-4,77	-5,355
32	50	2850	-6,17	-5	-5,585
33	50	2900	-6,31	-5,09	-5,7
34	50	2950	-6,42	-5,26	-5,84
35	50	3000	-6,61	-5,43	-6,02
36	50	3050	-6,82	-5,61	-6,215
37	50	3100	-6,97	-5,82	-6,395
38	50	3150	-7,22	-6,01	-6,615
39	50	3200	-7,95	-6,85	-7,4
40	50	3250	-9,08	-8,48	-8,78
41	50	3300	-9,42	-8,85	-9,135
42	50	3350	-9,65	-9,09	-9,37
43	50	3400	-9,94	-9,35	-9,645
44	50	3450	-10,12	-9,52	-9,82
45	50	3500	-10,37	-9,77	-10,07
46	50	3550	-10,52	-9,95	-10,235
47	50	3600	-10,65	-10,08	-10,365
48	50	3650	-10,83	-10,25	-10,54
49	50	3700	-11,02	-10,48	-10,75
50	50	3750	-11,28	-10,74	-11,01
51	50	3800	-11,51	-10,99	-11,25
52	50	3850	-11,76	-11,2	-11,48
53	50	3900	-12,02	-11,53	-11,775
54	50	3950	-12,25	-11,77	-12,01
55	50	4000	-12,41	-11,97	-12,19
56	50	4050	-12,69	-12,24	-12,465
57	50	4100	-13,07	-12,59	-12,83
58	50	4150	-13,31	-12,95	-13,13
59	50	4200	-13,52	-13,21	-13,365
60	50	4250	-13,89	-13,5	-13,695
61	50	4300	-14,01	-13,66	-13,835

62	50	4350	-14,15	-13,8	-13,975
63	50	4400	-14,47	-14,25	-14,36
64	50	4450	-14,65	-14,43	-14,54
65	50	4500	-14,87	-14,67	-14,77
66	50	4550	-15,07	-14,87	-14,97
67	50	4600	-15,27	-15,1	-15,185
68	50	4650	-15,5	-15,32	-15,41
69	50	4700	-15,73	-15,59	-15,66
70	50	4750	-15,97	-15,85	-15,91
71	50	4800	-16,37	-16,25	-16,31
72	50	4850	-16,94	-17,21	-17,075
73	50	4900	-17,49	-17,52	-17,505
74	50	4950	-18,37	-18,47	-18,42
75	50	5000	-19,68	-19,79	-19,735
76	50	2500	-25,25	-25,03	-25,14
77	50	2400	-25,3	-25,09	-25,195
78	50	2300	-25,36	-25,19	-25,275
79	50	2200	-25,47	-25,31	-25,39

Nama Benda Uji = a2b2c2d1-3

Tanggal Pembuatan = 14-Mei-16

Tanggal Pengujian = 11-Jun-16

Komposisi Benda Uji

Mutu beton rencana = 30 MPa

Mutu beton aktual = MPa

Ukuran Benda Uji

panjang = 160,7 161 160,5 160,5

lebar = 18,5 18,5 18,5 18,6

tinggi = 28,5 28 29,5 28

selimut beton = 3 cm

Umur beton = hari

Berat Benda Uji = 195,25 kg

Berat Volume = 0,002300736 kg/cm³

= 2300,736393 kg/m³

Lebar retak terbesar = 2 cm

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan (mm)		Rata-Rata (mm)
			Titik 1	Titik 2	
1	100	100	-0,03	-0,05	-0,04
2	100	200	-0,13	-0,2	-0,165
3	100	300	-0,09	-0,32	-0,205
4	100	400	-0,23	-0,46	-0,345
5	100	500	-0,51	-0,59	-0,55
6	100	600	-0,56	-0,73	-0,645
7	100	700	-0,74	-0,8	-0,77
8	100	800	-0,85	-0,86	-0,855
9	100	900	-0,88	-0,93	-0,905
10	100	1000	-0,82	-1	-0,91
11	100	1100	-0,82	-1,05	-0,935
12	100	1200	-0,85	-1,12	-0,985
13	100	1300	-0,84	-1,18	-1,01
14	100	1400	-0,91	-1,28	-1,095
15	100	1500	-1	-1,35	-1,175
16	100	1600	-1,04	-1,4	-1,22
17	100	1700	-1,16	-1,48	-1,32
18	100	1800	-1,17	-1,52	-1,345
19	100	1900	-1,22	-1,6	-1,41
20	100	2000	-1,31	-1,64	-1,475
21	100	2100	-1,24	-1,71	-1,475
22	100	2200	-1,34	-1,74	-1,54
23	100	2300	-1,36	-1,79	-1,575
24	100	2400	-1,41	-1,85	-1,63
25	100	2500	-1,48	-1,99	-1,735
26	50	2550	-2,4	-2,9	-2,65
27	50	2600	-2,87	-3,26	-3,065
28	50	2650	-2,91	-3,37	-3,14
29	50	2700	-2,98	-3,47	-3,225
30	50	2750	-3,07	-3,52	-3,295
31	50	2800	-3,13	-3,59	-3,36
32	50	2850	-3,22	-3,68	-3,45
33	50	2900	-3,36	-3,54	-3,45
34	50	2950	-3,41	-3,89	-3,65
35	50	3000	-3,5	-3,95	-3,725
36	50	3050	-3,63	-4,02	-3,825
37	50	3100	-3,69	-4,08	-3,885
38	50	3150	-3,72	-4,17	-3,945
39	50	3200	-3,78	-4,26	-4,02

40	50	3250	-3,94	-4,36	-4,15
41	50	3300	-4,07	-4,5	-4,285
42	50	3350	-4,16	-4,65	-4,405
43	50	3400	-4,24	-4,73	-4,485
44	50	3450	-5,5	-6,13	-5,815
45	50	3500	-5,58	-6,27	-5,925
46	50	3550	-5,6	-6,37	-5,985
47	50	3600	-5,67	-6,49	-6,08
48	50	3650	-5,78	-6,57	-6,175
49	50	3700	-5,98	-6,77	-6,375
50	50	3750	-6,08	-6,87	-6,475
51	50	3800	-6,14	-6,96	-6,55
52	50	3850	-6,26	-7,09	-6,675
53	50	3900	-6,35	-7,13	-6,74
54	50	3950	-6,46	-7,31	-6,885
55	50	4000	-7,66	-8,09	-7,875
56	50	4050	-7,7	-8,33	-8,015
57	50	4100	-7,82	-8,47	-8,145
58	50	4150	-7,93	-8,62	-8,275
59	50	4200	-8,16	-8,8	-8,48
60	50	4250	-8,43	-8,96	-8,695
61	50	4300	-8,53	-9,18	-8,855
62	50	4350	-8,64	-9,28	-8,96
63	50	4400	-8,76	-9,39	-9,075
64	50	4450	-9	-9,51	-9,255
65	50	4500	-9,03	-9,67	-9,35
66	50	4550	-9,12	-9,81	-9,465
67	50	4600	-9,27	-9,97	-9,62
68	50	4650	-9,48	-10,16	-9,82
69	50	4700	-9,37	-10,26	-9,815
70	50	4750	-9,74	-10,55	-10,145
71	50	4800	-9,94	-10,7	-10,32
72	50	4850	-10,32	-10,82	-10,57
73	50	4900	-10,47	-11,02	-10,745
74	50	4950	-10,6	-11,24	-10,92
75	50	5000	-10,54	-11,34	-10,94
76	50	5050	-10,77	-11,5	-11,135
77	50	5100	-10,94	-11,64	-11,29
78	50	5150	-10,98	-11,76	-11,37
79	50	5200	-11,09	-12	-11,545
80	50	5250	-11,52	-12,24	-11,88

81	50	5300	-11,64	-12,37	-12,005
82	50	5350	-11,66	-12,49	-12,075
83	50	5400	-11,72	-12,59	-12,155
84	50	5450	-11,81	-12,75	-12,28
85	50	5500	-12,11	-12,87	-12,49
86	50	5550	-12,85	-13,16	-13,005
87	50	5600	-13,34	-13,26	-13,3
88	50	5650	-13,64	-13,47	-13,555
89	50	5700	-13,99	-13,63	-13,81
90	50	5750	-14,12	-13,75	-13,935
91	50	5800	-14,29	-14,06	-14,175
92	50	5850	-14,89	-14,24	-14,565
93	50	5900	-15,1	-14,5	-14,8
94	50	5950	-15,59	-14,93	-15,26
95	50	6000	-15,88	-15,12	-15,5
96	50	6050	-16,01	-15,31	-15,66
97	50	6100	-16,23	-15,49	-15,86
98	50	6150	-16,29	-15,62	-15,955
99	50	6200	-16,41	-15,73	-16,07
100	50	6250	-16,56	-15,89	-16,225
101	50	6300	-16,59	-16,18	-16,385
102	50	6350	-16,66	-16,43	-16,545
103	50	6400	-16,94	-16,79	-16,865
104	50	6450	-17,17	-17,01	-17,09
105	50	6500	-17,41	-17,68	-17,545
106	50	6550	-17,58	-17,46	-17,52
107	50	6600	-17,69	-17,63	-17,66
108	50	6650	-17,97	-18,03	-18
109	50	6700	-18,11	-18,34	-18,225
110	50	6750	-18,54	-18,75	-18,645
111	50	6800	-18,69	-19	-18,845
112	50	6850	-18,93	-19,3	-19,115
113	50	6900	-19,07	-19,45	-19,26
114	50	6950	-19,53	-19,89	-19,71
115	50	7000	-19,66	-20,04	-19,85
116	50	7050	-19,89	-20,3	-20,095
117	50	7100	-20,23	-20,71	-20,47
118	50	7150	-20,91	-21,44	-21,175
119	50	7200	-21,43	-21,99	-21,71
120	50	7250	-22,17	-22,87	-22,52
121	50	7300	-22,61	-23,37	-22,99

122	50	7350	-22,79	-24,54	-23,665
123	50	7400	-23,59	-26,7	-25,145
124	50	7450	-26,4	-28,64	-27,52
125	50	7500	-28	-30,27	-29,135
126	50	7550	-30,38	-32,66	-31,52
127	50	7600	-31,67	-34,14	-32,905
128	50	7650	-32,4	-35,04	-33,72
129	50	7700	-33,84	-37,06	-35,45
130	50	7750	-36,64	-40,36	-38,5
131	50	5800	-36,64	-40,37	-38,505
132	50	5600	-36,72	-40,43	-38,575
133	50	5500	-36,78	-40,5	-38,64
134	50	5400	-36,81	-40,56	-38,685

