



**UJI CABUT TULANGAN BAMBU DENGAN VARIASI JARAK KAIT
DARI KLEM SELANG**

**SKRIPSI
TEKNIK SIPIL**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**IMAM NAWAWI
NIM. 135060101111047**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG**

2017

**LEMBAR PENGESAHAN****UJI CABUT TULANGAN BAMBU DENGAN VARIASI JARAK KAIT DARI KLEM SELANG****SKRIPSI****TEKNIK SIPIL**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



IMAM NAWAWI
NIM. 135060101111047

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing

pada tanggal 2017

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Prof. Dr. Ir. Sri Murni Dewi, MS
NIP. 19511211 1981 03 2001

Dr. Eng. Ming Narto W, ST., M.Sc.
NIP. 201102 840705 1 001

Mengetahui,
Ketua Program Studi S1

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



HALAMAN IDENTITAS TIM PENGUJI

JUDUL SKRIPSI

Uji Cabut Tulangan Bambu dengan Variasi Jarak Kait dari Klem Selang

Nama Mahasiswa : Imam Nawawi

NIM : 135060101111047

Program Studi : Teknik Sipil

Tim Dosen Penguji

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

Dosen Penguji 2 : Dr. Eng. Ming Narto W, ST., M.Sc.

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

Tanggal Ujian :

SK Penguji :

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelurusan berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas 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 dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 2017

Mahasiswa,

Imam Nawawi

NIM. 135060101111047

RIWAYAT HIDUP

Imam Nawawi lahir di Ponorogo 20 November 1994. Merupakan anak bungsu dari empat bersaudara dari Bapak Imam Suyono dan Ibu Nurul Rohmatin. Menjalani pendidikan sekolah dasar di MI Ma'arif Mangunsuman I dan lulus pada tahun 2007. Selanjutnya melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMPN 1 Ponorogo selama 3 tahun dari tahun 2007 s.d. 2010. Kemudian melanjutkan pendidikan menengah atas di SMAN 2 Ponorogo selama 3 tahun dari 2010 s.d. 2013.

Setelah menamatkan sekolah lalu melanjutkan pendidikan tinggi di Perguruan Tinggi Negeri Universitas Brawijaya Malang sebagai mahasiswa angkatan 2013, lulus Program Sarjana Teknik Sipil Universitas Brawijaya tahun 2017. Semasa kuliah, ikut berpartisipasi dalam kegiatan organisasi Himpunan Mahasiswa Sipil di Departemen Amera selama dua periode yaitu 2015/2016 dan 2016/2017, kepanitian kegiatan jurusan sipil dan menjadi asisten Tugas Besar.

Malang, Mei 2017

Penulis

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelurusan berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas 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 dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 2 Juni 2017

Mahasiswa,



Imam Nawawi
NIM. 135060101111047

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikans rahmat dan hidayah-Nya sampai saat ini sehingga skripsi dengan judul “Uji Cabut Tulangan Bambu dengan Variasi Jarak Kait dari Klem Selang” dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak dapat terselesaikan dengan lancar tanpa adanya doa, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, tak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Keluarga di Ponorogo, Bapak dan Ibu, serta kakak-kakak 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. Ming Narto W, ST., M.Sc. selaku dosen pembimbing selama skripsi berlangsung
5. Alm. KH A. Hasyim Muzadi, selaku guru dan pengasuh di Pesantren Mahasiswa Al-Hikam Malang yang telah memberikan nasehat dan doanya
6. Dewan Asatid Pesantren Mahasiswa Al-Hikam yang telah memberikan dorongan dan nasehat selama hidup di Malang
7. Bapak Sugeng, Mas Dino, dan Pak Hadi selaku laboran Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang
8. Rekan sesama penelitian dan skripsi, M. Arif Rachman, Linda dan Rahmi Aulia yang telah bekerja sama dan berjuang demi selesainya skripsi dan penelitian ini
9. Sahabat-sahabat santri Al-Hikam angkatan 2013 yang selalu memberikan bantuan dan hiburan tiada henti
10. Rekan AMERA yang telah banyak membantu dalam penelitian di laboratorium maupun dukungan dalam pengerjaan skripsi
11. Segenap Keluarga Besar Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Brawijaya, terutama angkatan 2013 yang sudah banyak memberi support selama masa perkuliahan



12. 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, Mei 2017

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
RINGKASAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	2
1.3. Rumusan Masalah.....	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Tujuan Penelitian	4
1.6. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Beton	5
2.1.1. Agregat.....	6
2.1.1.1. Agregat Halus	6
2.1.1.2. Agregat Kasar	7
2.1.2. Semen.....	7
2.1.3. Air.....	8
2.1.4. Faktor Air Semen (FAS)	8
2.1.5. Slump Test.....	9
2.2. Beton Bertulang	10
2.3. Kuat Tekan Beton	10
2.4. Klem Selang.....	11
2.5. Bambu	12
2.5.1. Sifat Mekanik Bambu.....	12
2.5.2. Kuat Tarik Bambu.....	14
2.5.3. Modulus Elastisitas Bambu	15
2.5.4. Penelitian Mengenai Bambu	16
2.6. Kuat Lekat Tulangan Pada Beton	17
2.7. Regangan.....	19
2.8. Hipotesis Penelitian.....	20
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	21
3.2. Variabel Penelitian.....	21
3.3. Peralatan dan Bahan Penelitian.....	21
3.3.1. Peralatan Penelitian	21
3.3.2. Bahan Penelitian.....	22
3.4. Analisa Bahan	22
3.4.1. Semen.....	22
3.4.2. Air.....	22



3.4.3. Agregat.....	23
3.4.4. Tulangan	23
3.4.5. Beton	23
3.4.6. Klem Selang.....	23
3.5. Rancangan Penelitian.....	23
3.5.1. Rancangan Benda Uji Tekan.....	23
3.5.2. Rancangan Benda Uji Pull Out.....	23
3.6. Prosedur Penelitian	25
3.6.1. Pembuatan Tulangan Bambu	25
3.6.2. Pengujian Kuat Tekan.....	25
3.6.3. Pengujian Pull Out	25
3.7. Rancangan Analisis Data.....	27
3.7.1. Uji Hipotesis	27
3.8. Diagram Alir Tahapan Penelitian	31

BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN.....

4.1. Pengujian Bahan	33
4.1.1. Analisis Agregat Halus dan Agregat Kasar	33
4.2. Perencanaan <i>Mix Design</i> Beton	34
4.3. Pengujian Beton Segar	35
4.4. Pengujian Kuat Tekan Beton	36
4.5. Pengujian <i>Pull Out</i>	37
4.6. Hasil Pengujian <i>Pull Out</i>	38
4.6.1. Pengujian <i>Pull Out</i> ketika Runtuh	38
4.6.2. Pengujian <i>Pull Out</i> ketika Perpindahan 2,75 mm	40
4.7. Perhitungan Kuat Cabut dan Kuat Lekat Pengujian <i>Pull Out</i>	44
4.7.1. Perhitungan Kuat Cabut dan Kuat Lekat ketika Runtuh.....	45
4.7.2. Perhitungan Kuat Cabut dan Kuat Lekat ketika Perpindahan 2,75 mm ..	48
4.8. Pengaruh Jarak Kait Klem Selang terhadap Kuat Lekat Pengujian <i>Pull Out</i>	51
4.9. Pengaruh Hubungan Tegangan dan Regangan Akibat Jarak Kait Klem Selang ..	52
4.10. Analisis Tegangan Tarik pada Tulangan Bambu Petung.....	55
4.11. Analisis Keruntuhan pada Tulangan Bambu	56
4.12. Uji Hipotesis	58
4.12.1. Metode Anova (<i>Analysis Of Variant</i>)	58
4.12.1.1. Analisa Anova ketika ketika Runtuh	59
4.12.1.2. Analisa Anova ketika Perpindahan 2,75 mm	62
4.12.2. Metode Regresi	65
4.12.2.1. Analisa Regresi ketika ketika Runtuh	65
4.12.2.2. Analisa Regresi ketika Perpindahan 2,75 mm	67

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan	69
5.2. Saran	70

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

**DAFTAR TABEL**

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Penetapan Nilai Slump	9
Tabel 2.2	Tegangan Tarik Bambu Oven.....	15
Tabel 2.3	Kuat Batas dan Tegangan Ijin Bambu	15
Tabel 2.4	Modulus Elastisitas Bambu	15
Tabel 3.1	Variabel Penelitian.....	21
Tabel 3.2	Faktor Benda Uji Pull Out	24
Tabel 3.3	Variasi Benda Uji Pull Out	24
Tabel 3.4	Form Pengujian Pull Out	24
Tabel 3.5	Ragam Benda Uji Kuat Cabut Beton Bertulangan Bambu.....	27
Tabel 3.6	Analisis Ragam Klasifikasi Dua Arah dengan Interaksi	28
Tabel 3.7	Tabulasi Analisis Ragam Klasifikasi Dua Arah dengan Interaksi.....	29
Tabel 4.1	Hasil Analisis Agregat Halus (Pasir)	33
Tabel 4.2	Hasil Analisis Agregat Kasar (Krikil)	33
Tabel 4.3	Perhitungan <i>Mix Design</i> beton mutu 30 MPa	34
Tabel 4.4	Nilai pengujian slump beton	35
Tabel 4.5	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	37
Tabel 4.6	Hasil Pengujian <i>Pull Out</i> pada beban maksimum ketika runtuh	38
Tabel 4.7	Hasil Pengujian <i>Pull Out</i> pada beban maksimum ketika perpindahan 2,75 mm	40
Tabel 4.8	Hasil Perhitungan Kuat Cabut Dua Tulangan ketika Runtuh	45
Tabel 4.9	Hasil Perhitungan Kuat Cabut satu Batang dan Kuat lekat ketika runtuh	46
Tabel 4.10	Hasil Perhitungan Kuat Cabut Dua Tulangan ketika perpindahan 2,75 mm ...	48
Tabel 4.11	Hasil Perhitungan Kuat Cabut satu Batang dan Kuat lekat ketika perpindahan 2,75 mm.....	48
Tabel 4.12	Perbandingan Tegangan Tarik pada Tulangan Bambu Petung	55
Tabel 4.13	Hasil Pengujian Pull Out untuk 2 Tulangan Bambu ketika Runtuh	59
Tabel 4.14	Analisis Ragam Klasifikasi Dua Arah dengan Interaksi ketika Runtuh	59
Tabel 4.15	Analisis Ragam Pengaruh Jarak Kait terhadap Kuat Lekat dengan Interaksi ketika Runtuh	61
Tabel 4.16	Hasil Pengujian <i>Pull Out</i> untuk 2 Tulangan Bambu ketika Perpindahan 2,75 mm	62
Tabel 4.17	Analisis Ragam Klasifikasi Dua Arah dengan Interaksi ketika Perpindahan 2,75 mm	62
Tabel 4.18	Analisis Ragam Pengaruh Jarak Kait terhadap Kuat Lekat dengan Interaksi ketika Perpindahan 2,75 mm	64
Tabel 4.19	Pengujian pull out dan perhitungan variabel bebas (X) dan terikat (Y) ketika Runtuh	65
Tabel 4.20	Pengujian pull out dan perhitungan variabel bebas (X) dan terikat (Y) ketika Perpindahan 2,75 mm	67

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Klem Selang	11
Gambar 2.2	Perilaku Bambu yang Tidak Dilapisi Kedap Air	13
Gambar 2.3	Diagram Tegangan- Regangan Bambu dan Baja	16
Gambar 2.4	Jenis Keruntuhan 1	18
Gambar 2.5	Jenis Keruntuhan 2	18
Gambar 2.6	Jenis Keruntuhan 3	19
Gambar 2.7	Tegangan Lekat Penjangkaran Tarik	19
Gambar 3.1	Benda Uji Pull Out dengan Beberapa Variasi	26
Gambar 3.2	Rancangan Pembebanan pada Pengujian Pull Out	27
Gambar 4.1	Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder	36
Gambar 4.2	Pengujian Benda Uji Pull Out	38
Gambar 4.3	Grafik Hasil Pengujian Pull Out ketika runtuh untuk dimensi tulangan 1,2 x 1,2 cm	39
Gambar 4.4	Grafik Hasil Pengujian Pull Out ketika runtuh untuk dimensi tulangan 1,5 x 1,5 cm.....	39
Gambar 4.5	Grafik Hasil Pengujian Pull Out ketika perpindahan 2,75 mm untuk dimensi tulangan 1,2 x 1,2 cm.....	40
Gambar 4.6	Grafik Hasil Pengujian Pull Out ketika perpindahan 2,75 mm untuk dimensi tulangan 1,5 x 1,5 cm	41
Gambar 4.7	Grafik Hubungan antara beban dengan Perpindahan Benda Uji a_0b_1	42
Gambar 4.8	Grafik Hubungan antara beban dengan Perpindahan Benda Uji a_0b_2	42
Gambar 4.9	Grafik Hubungan antara beban dengan Perpindahan Benda Uji a_2b_1	43
Gambar 4.10	Grafik Hubungan antara beban dengan Perpindahan Benda Uji a_2b_2	43
Gambar 4.11	Grafik Hubungan antara beban dengan Perpindahan Benda Uji a_1b_1	43
Gambar 4.12	Grafik Hubungan antara beban dengan Perpindahan Benda Uji a_1b_2	44
Gambar 4.13	Grafik hubungan P maks dengan jarak klem selang ketika runtuh	47
Gambar 4.14	Grafik hubungan kuat lekat dan regangan ketika runtuh	47
Gambar 4.15	Grafik hubungan P maks dengan jarak klem selang ketika perpindahan 2,75 mm	50
Gambar 4.16	Grafik hubungan kuat lekat dan regangan ketika perpindahan 2,75 mm	50
Gambar 4.17	Grafik hubungan tegangan dan regangan benda uji a_0b_1	52
Gambar 4.18	Grafik hubungan tegangan dan regangan benda uji a_0b_2	53
Gambar 4.19	Grafik hubungan tegangan dan regangan benda uji a_2b_1	53
Gambar 4.20	Grafik hubungan tegangan dan regangan benda uji a_2b_2	53
Gambar 4.21	Grafik hubungan tegangan dan regangan benda uji a_1b_1	54
Gambar 4.22	Grafik hubungan tegangan dan regangan benda uji a_1b_2	54
Gambar 4.23	Pola keruntuhan jenis 3 diikuti dengan pecahnya tulangan bambu	57
Gambar 4.24	Pola keruntuhan jenis 3 diikuti dengan pecahnya beton	57
Gambar 4.25	Pola keruntuhan jenis 3	57
Gambar 4.26	Grafik pengaruh faktor a (jarak kait klem selang) terhadap P_{maks} Pull out (kg) ketika Runtuh	66



Gambar 4.27 Grafik pengaruh faktor a (jarak kait klem selang) terhadap Pmaks *Pull out* (kg) ketika Perpindahan 2,75 mm 68

**DAFTAR LAMPIRAN**

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Data Hasil Analisa Gradasi Agregat	73
Lampiran 2.	Data Hasil Kadar Air, Berat Jenis, dan Penyerapan Agregat	79
Lampiran 3.	Data Hasil Berat Isi Agregat	81
Lampiran 4.	Data Hasil Mix Design	82
Lampiran 5.	Data Pengecoran	83
Lampiran 6.	Data Hasil Uji Kuat Tekan Silinder	84
Lampiran 7.	Data Hasil uji Pull Out	86
Lampiran 8.	Tahap Persiapan Tulangan Bambu	156
Lampiran 9.	Tahap Pembuatan Bekesting	161
Lampiran 10.	Tahap Pengecoran Benda Uji	164
Lampiran 11.	Tahap Pengujian	166
Lampiran 12.	Cara Pengujian Benda Uji Pull Out	168

RINGKASAN

Imam Nawawi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Mei 2017, *Uji Cabut Tulangan Bambu Dengan Variasi Jarak Kait Dari Klem Selang*, Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Sri Murni Dewi, MS dan Dr. Eng. Ming Narto Wijaya, ST., M.Sc

Beton bertulang adalah material komposit yang sangat baik untuk konstruksi bangunan. Beton mempunyai keunggulan kuat tekan yang tinggi namun mempunyai kelemahan kuat tarik yang rendah. Untuk menambah kuat tarik digunakan material baja sebagai tulangan. Namun penggunaan baja menyebabkan dampak kekurangan sumber daya alam yang suatu saat nanti akan habis. Penggunaan bambu sebagai tulangan pengganti baja merupakan salah satu pilihan yang terbaik saat ini karena harga yang relatif murah, mudah ditanam, pertumbuhan cepat di hampir seluruh wilayah di Indonesia, mudah dikerjakan, serta mempunyai keunggulan yaitu serat bambu memiliki kekuatan tarik yang tinggi. Tetapi bambu juga memiliki kelemahan yaitu tegangan lekat yang rendah. Maka perlu adanya upaya untuk mengatasi kelemahan bambu agar memenuhi syarat sebagai bahan konstruksi yang mampu mengganti tulangan baja. Dalam penelitian ini akan diteliti mengenai variasi jarak kait menggunakan klem selang. Klem selang mempunyai sifat yang ringan dan lebih kencang menempel pada tulangan bambu karena mempunyai baut yang bisa diatur sekuat mungkin. Sehingga klem selang ini dapat menjadi alternatif yang baik sebagai bahan penambah tegangan lekat tulangan bambu yang efisien.

Pada penelitian ini dilakukan pengujian *pull out* dengan benda uji balok bertulangan bambu yang memiliki ukuran 15 cm x 30 cm x 40 cm, dengan variasi jarak klem selang 6 cm dan 12 cm. Tulangan bambu berdimensi 1,2 x 1,2 cm dan 1,5 x 1,5 cm. Setiap benda uji *pull out* memiliki 3 kali ulangan dan 3 buah silinder dengan tinggi 30 cm dan diameter 15 cm untuk uji tekan. Mutu beton rencana menggunakan mutu beton 30 MPa. Pengujian benda uji *pull out* dilakukan pada saat beton berumur 28 hari.

Dari uji *pull out* ketika perpindahan 2,75 mm menghasilkan kuat cabut tulangan bambu dengan jarak kait 6 cm (jumlah kait 6 buah) dimensi tulangan 1,5 x 1,5 cm sebesar 3614,773 kg. Kuat cabut paling besar ketika perpindahan 2,75 mm terjadi pada tulangan bambu dengan jarak klem selang 12 cm (jumlah kait 3 buah) dimensi tulangan 1,5 x 1,5 cm sebesar 4037,500 kg. Tegangan lekat pada jarak klem selang 12 cm dengan dimensi tulangan 1,5 x 1,5 cm sebesar 0,336 MPa. Dari uji hipotesis dengan metode anova nilai $F_2 = 0,760$ lebih kecil dari pada F tabel = 3,885 sehingga tidak ada pengaruh yang signifikan terhadap variasi jarak kait klem selang pada pengujian *pull out*. Pada persamaan regresi $Y = 1589,533 + 44,6096 X$ membuktikan bahwa jarak kait klem selang 12 cm dengan jumlah klem 3 buah menghasilkan kuat cabut yang lebih besar dibandingkan dengan jarak kait klem selang 6 cm dengan jumlah klem 6 buah. Setelah dilakukan analisis statistik, penggunaan variasi jarak kait klem selang belum memiliki pengaruh yang signifikan terhadap tegangan lekat tulangan bambu dengan beton.

Kata kunci: Tulangan bambu, klem selang, jarak kait, tegangan lekat

SUMMARY

Imam Nawawi, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, May 2017, Pull Out Test of Bamboo Reinforcement with Hose Clamp Hook Spacing Variations, Academic Supervisor : Prof. Dr. Ir. Sri Murni Dewi, MS and Dr. Eng. Ming Narto Wijaya, ST., M.Sc.

Concrete reinforced is an excellent composite material in building construction. The concrete advantage is high compressive strength, but its weakness is low tensile strength. Reinforcement is one of steel material used to increase tensile strength. However, the use of steel causes a loss of natural resources in the future. The use of bamboo as a reinforcement of steel replacement is one of the best choices because it is cheap, easy to plant, fast growth in Indonesia, easy to work, and the advantage is high tensile bamboo fiber. But, the weakness of bamboo is low bond stress. In this case, it is necessary to effort the weakness of bamboo to qualify as a construction material which replacing the steel reinforcement. In this research will be studied about variation of hook spacing using hose clamp. The properties of the hose clamp are light and tight when attached to the bamboo reinforcement, because it has a bolt that can be set as tight as possible. Then, the hose clamp can be a good alternative as a powerful bamboo bond stress.

In this research studied the pull out test with specimens 15 cm x 30 cm x 40 cm size, with variations of hose spacing are 6 cm and 12 cm. The dimensions of bamboo reinforcement were 1.2 x 1.2 cm and 1.5 x 1.5 cm. In each specimen tested pull out in 3 times replication and 3 pieces of cylinder with 30 cm height and 15 cm diameter for compression test. The concrete quality used is 30 MPa. The pulled out tested of object was at 28 days old concrete.

In displacement 2.75 mm pull out test resulted strength pull the bamboo reinforcement with the distance of hook 6 cm (6 hooks), dimension of 1.5 x 1.5 cm was 3614.773 kg. The strongest pull when 2.75 mm occurred on bamboo reinforcement with 12 cm hose clamp (3 hooks), dimension of 1.5 x 1.5 cm reinforcement was 4037.500 kg. The bond stress with 12 cm spacing of hose clamp and 1.5 x 1.5 cm dimension of reinforcement was 0.336 MPa. The hypothesis tested with anova method was $F_2=0.760$ smaller than F table, that was 3.885. In this case there was no significant influence to distance of hose clamp variations in pull out tested. In the regression equation $Y=1589.533+44.6096X$ proved that the 12 cm distance of hook clamp with 3 clamps produced a larger pull strength than the hook clamp 6 cm hose with 6 clamps. The statistical analyzed, the variations of hose hook clamp spacing were not significant influence for bamboo reinforcement bond stress to concrete.

Keywords : Bamboo reinforcement, hose clamp, hook spacing, bond stress



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Negara Indonesia merupakan negara yang sedang berkembang ditandai dengan pertumbuhan penduduk yang cukup tinggi. Dengan tingkat pertumbuhan yang semakin tinggi maka akan meningkatkan pula kebutuhan manusia. Kebutuhan manusia yang terus meningkat dan terbatasnya sumber daya alam yang tersedia membuat para peneliti untuk terus berupaya mencari bahan pengganti bahan konvensional pada dunia konstruksi. Melalui para peneliti maka bermunculan berbagai bahan inovatif yang menghasilkan bahan struktur yang memiliki kelebihan tertentu.

Secara umum suatu konstruksi pada proyek pembangunan diharapkan dibangun secara efisien dan kokoh. Untuk itu perlu adanya perencanaan dan pelaksanaan yang baik. Perencanaan yang baik diperlukam untuk menghasilkan desain yang berkualitas yang seperti diharapkan. Sedangkan pelaksanaan yang baik akan menjamin kekuatan bangunan yang direncanakan serta sesuai dengan standar dan mutu bangunan yang diisyaratkan. Disamping perlu adanya perencanaan dan pelaksanaan yang baik, diperlukan juga penggunaan teknologi alat dan bahan yang inovatif.

Umumnya bahan konstruksi yang selama ini digunakan di Indonesia menggunakan bahan beton bertulang. Beton bertulang adalah struktur komposit yang sangat baik untuk digunakan pada konstruksi bangunan. Beton mempunyai keunggulan terhadap kuat tekan yang tinggi namun mempunyai kelemahan terhadap kuat tarik yang rendah. Sehingga untuk menambah kuat tarik tersebut digunakan material baja sebagai tulangan. Namun penggunaan baja sebagai tulangan akan menyebabkan dampak kekurangan sumber daya alam yang suatu saat nanti akan habis jika tanpa adanya upaya untuk mencari inovasi bahan pengganti baja yang berkualitas. Penggunaan bambu sebagai tulangan pengganti bahan baja merupakan salah satu pilihan yang terbaik saat ini. Maka dari itu dalam penelitian ini digunakan tulangan bambu.

Pemilihan bambu sebagai bahan pengganti tulangan baja karena harga yang relatif murah, mudah ditanam, pertumbuhan cepat di hampir seluruh wilayah di Indonesia, mudah dikerjakan, serta mempunyai keunggulan yaitu serat bambu memiliki kekuatan tarik yang

tinggi. Menurut penelitian Morisco (1996), kekuatan tarik bambu dapat mencapai 1280 kg/cm^2 .

Tetapi bambu juga memiliki kelemahan tersendiri. Menurut penelitian Dewi (2005), bambu memiliki kuat lekat yang rendah dengan beton jika dibandingkan dengan tulangan baja. Hal ini disebabkan karena sifat hidroskopis bambu. Sifat Hidroskopis adalah sifat bambu yang mudah menyerap ataupun melepas air sehingga dapat menyebabkan selip antara tulangan dan beton jika struktur beton tersebut diberikan beban. Maka perlu adanya upaya untuk mengatasi sifat hidroskopis bambu agar bambu memenuhi syarat sebagai bahan konstruksi yang mampu mengganti tulangan baja.

Dalam penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Lestari (2015) membuktikan bahwa penambahan kait pada tulangan bambu dapat meningkatkan kuat lekat bambu serta meningkatkan kapasitas beban maksimum. Selanjutnya penelitian oleh Nanda (2016) melakukan modifikasi terhadap variasi jarak kait tetapi bahan kait yang digunakan sama seperti penelitian yang sebelumnya yaitu kait dari bambu yang ditempelkan dengan sistem lem ke tulangan bambu. Penelitian Nanda (2016) membuktikan jarak kait belum berpengaruh secara signifikan terhadap kuat lekat antara bambu dengan beton.

Dalam penelitian ini akan diteliti lebih lanjut mengenai variasi jarak kait namun beda bahan kaitnya yaitu menggunakan klem selang. Klem selang adalah material yang biasanya dipakai untuk mengencangkan selang atau pun pipa. Klem selang dipilih sebagai bahan penambah tegangan lekat bambu karena mempunyai sifat yang ringan dan lebih kencang menempel pada tulangan bambu dari bahan lainnya karena mempunyai baut yang bisa diatur sekuat mungkin. Sehingga klem selang ini dapat menjadi alternatif yang baik sebagai bahan penambah tegangan lekat tulangan bambu yang efisien.

1.2 Identifikasi Masalah

Teknologi bahan memerlukan adanya inovasi untuk selalu memperkaya pengetahuan dibidang bahan bangunan. Salah satunya yaitu memanfaatkan klem selang sebagai bahan penambah tegangan lekat tulangan bambu. Sifatnya yang ringan dan lebih kencang menempel pada tulangan bambu dibandingkan dengan pengait lainnya memberikan keuntungan yaitu dapat menahan tegangan lekat bambu.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan di atas, maka dapat dirumuskan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh jarak kait terhadap kuat cabut tulangan bambu dengan kait klem selang?
2. Bagaimana hubungan tegangan dan regangan bambu akibat jarak kait terhadap kuat cabut tulangan bambu dengan kait klem selang?

1.4 Batasan Penelitian

Untuk memperjelas ruang lingkup penelitian, ada beberapa batasan masalah yang diberikan antara lain sebagai berikut :

1. Benda uji *pull out* berupa balok beton dengan panjang 40 cm, lebar 15 cm dan tinggi 30 cm dengan membenamkan dua tulangan tepat diantara dua balok tersebut.
2. Jenis bambu yang digunakan adalah bambu petung.
3. Klem selang yang digunakan berukuran $\varnothing \frac{7}{8}$ inchi dan $\varnothing \frac{3}{4}$ inchi.
4. Variasi jarak klem selang adalah 6 cm dan 12 cm.
5. Pengencangan klem selang dieratkan sampai kait terpasang kencang ditulangan bambu
6. Jenis mutu beton yang digunakan memiliki variasi yang sama dengan $f'c = 30$ MPa.
7. Jenis semen yang digunakan adalah *Portland Pozzolan Cement* (PPC).
8. Pasir yang digunakan adalah pasir lokal Malang.
9. Tulangan bambu menggunakan variasi dimensi yang berbeda dengan panjang 124 cm.
10. Pengujian dilakukan pada saat balok beton berumur 28 hari.
11. Pengaruh lingkungan diabaikan.

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh jarak kait terhadap kuat cabut tulangan bambu dengan kait klem selang
2. Untuk mengetahui hubungan regangan dan tegangan bambu akibat jarak kait terhadap kuat cabut tulangan bambu dengan kait klem selang

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Bagi praktisi lapangan, antara lain :
 - a. Sebagai bahan pertimbangan pemilihan bahan bangunan yang terjangkau tetapi memiliki kualitas bagus dan kekuatan yang cukup serta layak digunakan sebagai bahan konstruksi yang ramah lingkungan.
 - b. Sebagai referensi pemilihan bahan tulangan yang bisa mengurangi penggunaan tulangan baja tanpa mengurangi aspek tegangan lekat tulangan baja itu sendiri.
2. Bagi kalangan akademisi :
 - a. Sebagai informasi data tegangan lekat beton bertulangan bambu dengan kait berupa klem selang dengan variasi jarak kait klem selang sehingga dapat digunakan untuk referensi penelitian selanjutnya.
 - b. Mengembangkan penelitian terdahulu tentang tegangan lekat tulangan bambu berkait selain menggunakan bahan klem selang.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Menurut SNI 03-2847-2002, pengertian beton adalah campuran semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat kasar, agregat halus, dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (*admixture*). Agregat kasar dapat berupa kerikil atau batu pecah, sedangkan agregat halus dapat berupa pasir. Pasta adalah campuran antara semen dan air, sedangkan apabila pasta ditambahkan dengan agregat halus disebut mortar, dan jika ditambahkan dengan agregat kasar disebut beton. Beton adalah material yang memiliki nilai daktilitas dan kuat tekan yang tinggi dibandingkan kuat tariknya. Karena itu beton hanya diperhitungkan bekerja dengan baik di daerah tekan pada penampangnya, sedangkan gaya tarik dipikul oleh tulangnya, baik tulangan dari baja maupun dari bahan lainnya (Dipohusodo, 1994).

Kuat tekan beton akan semakin bertambah sesuai dengan umur beton. Kekuatan beton akan mengalami peningkatan secara cepat pada umur satu hari sampai 28 hari, namun peningkatan kekuatan yang terjadi pada beton akan semakin melambat setelah umur 28 hari. Kekuatan beton pada umur 28 hari digunakan sebagai standar kekuatan beton

Perawatan beton yang baik dan benar sangat dibutuhkan untuk memastikan reaksi hidrasi senyawa semen termasuk bahan tambahan atau pengganti supaya dapat berlangsung secara optimal sehingga mutu beton yang diharapkan dapat tercapai, dan menjaga supaya tidak terjadi susut yang berlebihan pada beton akibat kehilangan kelembaban yang terlalu cepat atau tidak seragam, sehingga dapat menyebabkan retak. Berikut ini adalah macam-macam metode perawatan yang baik dan benar:

1. Membasahi permukaan beton secara berkala dengan air supaya selalu lembab selama perawatan. Bisa berupa sistem *sprinkler* agar praktis
2. Merendam beton dengan air berupa penggenangan permukaan beton
3. Membungkus beton dengan bahan yang dapat menahan penguapan air. Contohnya plastik dan sebagainya

4. Menutup permukaan beton dengan bahan yang dapat mengurangi penguapan air dan dibasahi secara berkala. Contohnya dengan plastik berpori atau *non woven geotekstile* dan disiram secara berkala selama perawatan
5. Menggunakan material khusus untuk perawatan beton berupa *curing compound*

2.1.1 Agregat

Menurut Tjokrodimulyo (1992) agregat adalah butiran mineral yang berfungsi sebagai material pengisi campuran mortal atau beton dan menempati sebanyak 70% volume mortal atau beton. Pemilihan agregat merupakan bagian penting dalam pembuatan mortal atau beton karena agregat sangat berpengaruh terhadap sifat – sifat dan kekuatan mortal atau beton.

Dalam campuran beton agregat yang diperhitungkan adalah agregat dalam keadaan *Saturated Surface Dry (SSD)* yaitu keadaan ketika permukaan agregat kering, tetapi bagian dalam terisi oleh air. Agregat dibagi menjadi dua macam yaitu agregat halus dan agregat kasar.

Adapun fungsi agregat dalam beton adalah sebagai berikut :

1. Mengurangi pemakaian semen sehingga kebutuhan semen menjadi lebih kecil
2. Memberikan kekuatan yang besar pada beton
3. Mengurangi penyusutan yang terjadi pada saat beton mengeras
4. Dengan gradasi agregat yang baik dapat menghasilkan beton yang lebih padat dan memiliki sifat *workability* yang baik.

2.1.1.1 Agregat Halus

Agregat halus merupakan agregat yang butirannya lolos ayakan no. 4 dengan lubang 4,8 mm dan tertahan ayakan no. 200. Agregat halus umumnya berupa pasir.

Syarat-syarat agregat halus yang harus dipenuhi menurut Peraturan Beton Indonesia 1971 sebagai berikut:

1. Pasir terdiri dari butir-butir tajam dan keras. Bersifat kekal artinya tidak mudah lapuk oleh pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
2. Tidak mengandung lumpur lebih dari 5%. Apabila kadar lumpur lebih dari 5% maka harus dicuci.
3. Tidak mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak yang dibuktikan dengan percobaan dari *Abrams-Herder*.

2.1.1.2 Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan agregat yang tertahan ayakan dengan lubang 4,8 mm. Agregat kasar umumnya berupa kerikil atau batu pecah.

Syarat-syarat agregat kasar yang harus dipenuhi menurut Peraturan Beton Indonesia 1971 sebagai berikut:

1. Butiran keras yang tidak berpori serta bersifat kekal yang artinya tidak pecah karena pengaruh cuaca.
2. Tidak mengandung lumpur lebih dari 1%. Apabila melebihi maka harus dicuci terlebih dahulu.
3. Tidak mengandung zat yang dapat merusak batuan seperti zat-zat yang reaktif terhadap alkali.
4. Agregat kasar yang berbutir pipih diperbolehkan apabila jumlahnya tidak melebihi 20% dari berat keseluruhan.

2.1.2 Semen

Semen merupakan jenis bahan pelekat fragmen – fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat. Semen yang dimaksudkan dalam bidang konstruksi adalah semen hidraulis yaitu semen yang akan mengeras apabila dicampur dengan air sehingga mengikat agregat yang terdapat di dalam beton. (Wang & Salmon, 1985)

Semen ini terdiri dari silikat (*silicates*) dan lime yang terbuat dari batu kapur dan tanah liat yang dihaluskan, dicampur dan dibakar didalam pembakaran kapur (klin) lalu dihancurkan menjadi tepung. Dalam pemakaiannya semen ini dicampur dengan air (*hydration*) agar menjadi massa yang padat. Biasanya semen hidrolik yang biasa dipakai untuk beton bertulang disebut semen portland (*Portland cement*). Penamaan semen portland ini dikarenakan material setelah mengeras mirip dengan batu portland yang diketemukan di dekat Dorset, Inggris yang dipatenkan oleh Joseph Aspadin dari Leeds, Inggris, pada tahun 1824. (Wang & Salmon, 1985)

Menurut ASTM (*American Society for Testing and Materials*), semen Portland dapat diklasifikasikan sesuai tujuan pemakaiannya dalam lima jenis, yaitu :

1. Semen jenis I adalah semen untuk pemakaian konstruksi secara umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus dan saat ini diproduksi paling banyak
2. Semen jenis II adalah semen yang dalam pemakaiannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau panas hidrasi sedang.

3. Semen jenis III adalah semen yang dalam pemakaiannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Semen jenis IV adalah semen yang dalam pemakaiannya memerlukan panas hidrasi rendah dan digunakan pada beton masif dalam volume besar
5. Semen jenis V adalah semen yang dalam pemakaiannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat.

2.1.3 Air

Air merupakan material alami yang diperlukan pada proses pembuatan beton agar terjadi reaksi secara kimiawi dengan semen (proses pengikatan). Proses pengikatan awal disebut *initial set* terjadi ketika beberapa menit setelah pencampuran dan terus berlangsung selama beberapa jam sampai pengikatan akhir disebut *final set*. Volume air yang diperlukan untuk campuran harus sesuai. Kelebihan air pada campuran akan menimbulkan *bleeding*, yaitu munculnya lapisan tipis yang mungurangi lekatan antara lapisan beton.

Adapun fungsi air dalam campuran beton adalah sebagai berikut :

1. Sebagai pereaksi semen secara kimiawi untuk membentuk pasta semen
2. Sebagai pelicin bagi agregat kasar dan halus
3. Untuk mencairkan material semen keseluruhan permukaan agregat
4. Memungkinkan campuran beton mengalir merata keseluruhan sisi cetakan

Air untuk pembuatan dan perawatan beton tidak boleh mengandung minyak, garam, asam alkali dan bahan – bahan organis yang lainnya yang dapat merusak beton atau tulangnya. (Nurlina, 2008)

2.1.4 Faktor Air Semen (FAS)

Faktor air semen (FAS) atau *Water Cement Ratio (WCR)* adalah perbandingan antara jumlah air terhadap jumlah semen dalam suatu campuran beton. Faktor air semen sangat penting karena sangat mempengaruhi kekuatan beton.

Adapun fungsi faktor air semen (FAS) yaitu :

1. Untuk pereaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan proses pengerasan
2. Untuk memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton (*workability*)

Nilai FAS yang tinggi menyebabkan penurunan mutu kekuatan beton. Namun nilai FAS yang rendah tidak berarti mutu kekuatan beton yang tinggi. Secara umum nilai FAS yang diberikan pada campuran beton minimum 0,4 dan maksimum 0,65. (Mulyono, 2004)

2.1.5 Slump Test

Slump test pada dasarnya merupakan salah satu pengetesan sederhana untuk mengetahui *workability* beton segar sebelum diterima dan diaplikasikan dalam pekerjaan pengecoran.

Workability beton segar pada umumnya diasosiasikan dengan :

1. Homogenitas atau kerataan campuran adukan beton segar (homogeneity)
2. Kelekatan adukan pasta semen (cohesiveness)
3. Kemampuan alir beton segar (flowability)
4. Kemampuan beton segar mempertahankan kerataan dan kelekatan jika dipindah dengan alat angkut (mobility)
5. Mengindikasikan apakah beton segar masih dalam kondisi plastis (plasticity)

Selain besaran nilai slump, tampilan visual beton, jenis dan sifat keruntuhan juga harus diperhatikan pada saat pengujian slump dilakukan.

Sebagai petunjuk awal penetapan nilai slump, dapat mengacu pada tabel penetapan nilai slump adukan beton berikut:

Tabel 2.1 Penetapan Nilai Slump

Pemakaian beton (sesuai jenis struktur)	Tinggi	
	Maks (cm)	Min (cm)
Dinding, plat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Pondasi telapak tidak bertulang, Caisson dan struktur dibawah tanah	9,0	2,5
Pelat, balok, kolom dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembeton massa	7,5	2,5

Sumber : Peraturan Beton Bertulang Indonesia (1971)

2.2 Beton Bertulang

Beton bertulang merupakan kombinasi antara beton yang memiliki keunggulan terhadap kuat tekannya yang tinggi tetapi lemah terhadap kuat tariknya dengan tulangan baja yang memiliki keunggulan terhadap kuat tariknya yang tinggi tetapi lemah terhadap kuat tekannya. Sehingga dengan adanya kombinasi dua material tersebut diharapkan dapat menahan beban yang diberikan baik beban tekan maupun tarik.

Sistem kerja antara beton dan baja atas dasar lekatan atau interaksi antara tulangan baja dengan beton keras sekelilingnya yang mencegah tergesernya (*slip*) tulangan baja terhadap beton. Kombinasi inilah yang memungkinkan penggunaan yang hampir tidak terbatas dari beton bertulang dalam bidang konstruksi sipil.

Keunggulan yang dimiliki oleh beton bertulang yaitu :

1. Proses pelaksanaannya mudah. Beton dapat dicor saat masih dalam keadaan cair sesuai dengan bentuk yang diinginkan.
2. Ekonomis. Hal ini dapat dilihat dari material yang digunakan, kemudahan dalam pelaksanaan, pemeliharaan struktur dan sebagainya
3. Awet dan tahan lama, sehingga biaya pemeliharaan rendah
4. Ketahanannya terhadap api
5. Dapat dicor di tempat
6. Penyediaan material mudah
7. Rigiditas tinggi

Disamping keunggulan, beton bertulang juga memiliki beberapa kelemahan yaitu:

1. Kekuatan tarik rendah (sekitar 10% dari kekuatan tekan) sehingga mudah retak. meskipun mungkin tidak terlihat tetapi memungkinkan udara lembab masuk melalui retak itu, dan membuat baja tulangan berkarat
2. Dalam proses pelaksanaannya memerlukan biaya untuk bekisting, perancah (untuk beton yang dicor ditempat) yang tidak sedikit jumlahnya.
3. Daktilitas rendah
4. Volume tidak stabil tergantung pada waktu, rangkai dan susut

2.3 Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan beton adalah beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan beton merupakan sifat terpenting dalam kualitas beton dibanding dengan sifat-sifat lain. Kuat tekan beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat

kasar dan halus, air dan berbagai jenis campuran. Perbandingan dari air semen merupakan faktor utama dalam menentukan kekuatan beton. Semakin rendah perbandingan air semen, semakin tinggi kekuatan tekannya. Suatu jumlah tertentu air diperlukan untuk memberikan aksi kimiawi dalam pengerasan beton, kelebihan air meningkatkan kemampuan pekerjaan (mudahnya beton untuk dicorkan) akan tetapi menurunkan kekuatan. (Chu Kia Wang dan C. G. Salmon, 1985)

Kuat tekan beton diwakili oleh tegangan tekan maksimum $f'c$ dengan satuan N/m^2 atau MPa (Mega Pascal). Tata cara pengujian untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton umumnya memakai pengujian standart ASTM C39-86 yaitu dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji silinder beton (berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm) sampai hancur. Kuat tekan masing-masing benda uji ditentukan oleh tegangan tekan tertinggi ($f'c$) yang dicapai benda uji umur 28 hari akibat beban tekan selama percobaan. (Tjokrodimuljo, 2004)

Kuat tekan beton dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$f'c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2-1)$$

dengan:

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

P = beban yang diberikan (N)

A = luas penampang yang tertekan (mm^2)

Kekuatan beton yang paling umum digunakan adalah sekitar 3000 sampai 6000 psi dan beton komersial dengan agregat biasa, kekuatannya sekitar 300 sampai 10000 psi (Nawy, 1998).

2.4 Klem Selang

Klem selang adalah material yang umumnya dipakai untuk mengencangkan selang ke suatu material lainnya. Klem selang mempunyai beberapa ukuran dipasaran. Umumnya bahan pembuatan klem selang ini terbuat dari *stainless steel*.



Gambar 2.1 Klem selang
Sumber : Jason-tools.com

Dalam proses pengaplikasiannya, klem selang dikencangkan dengan obeng atau sejenisnya. Klem selang harus dikencangkan sesuai dengan kebutuhan. Tidak boleh terlalu longgar dan juga tidak boleh terlalu kencang.

2.5 Bambu

Bambu adalah salah satu tanaman yang memiliki batang keras berongga dan memiliki ruas di batangnya dan dapat tumbuh subur dikawasan Indonesia. Bambu memiliki banyak jenis. Bambu merupakan salah satu tanaman yang memiliki tingkat pertumbuhan sangat cepat di dunia karena memiliki sistem perkembangbiakan rhizoma. Bambu merupakan tanaman yang memiliki laju pertumbuhan tertinggi di dunia. Namun laju pertumbuhan ini ditentukan oleh kondisi tanah lokal, iklim, dan jenis spesiesnya. Laju pertumbuhan bambu yang paling umum adalah sekitar 3-10 cm per harinya. Ketika bambu ini dipanen, bambu akan tumbuh kembali dengan cepat sehingga tidak mengganggu ekosistem.

Bambu merupakan salah satu material bangunan yang sangat serbaguna dan mudah didapat. Di Indonesia bambu banyak dimanfaatkan untuk perabotan seperti meja, kursi, hiasan, dan lain-lain. Selain itu pemanfaatan bambu adalah sebagai komponen konstruksi misalnya tiang, dinding, atap, tangga, dan lain-lain.

Batang bambu umumnya berbentuk tabung atau silinder dengan diameter 1 cm sampai 25 cm sehingga membuat momen inersia batangnya besar tetapi ringan. Batang bambu tersebut tersusun secara terpisah-pisah oleh nodia atau ruas yaitu diafragma yang arahnya transversal. Dengan adanya nodia-nodia tersebut, maka bahaya tekuk lokal akan menjadi berkurang. (Ghavami, 2005)

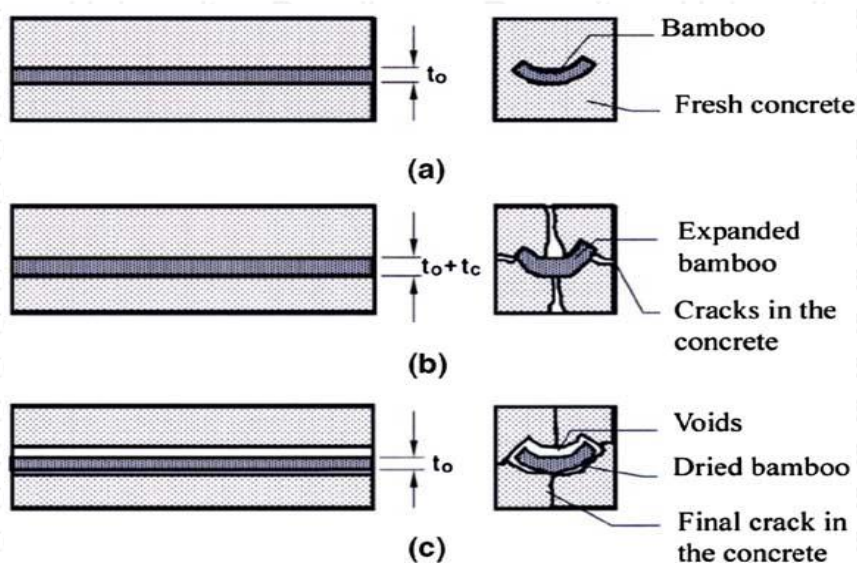
Bambu mengandung banyak serat dan pembuluh yang arahnya sejajar mengikuti arah memanjang bambu, sehingga kekuatan tarik dan kekuatan tekan bambu searah sejajar serat cukup tinggi. Serat-serat tersebut terarah sepanjang sumbu batang bambu dengan diameter 0,7 mm hingga 0,8 mm, tergantung pada spesies dan lokasi tampang melintang. Secara umum serat yang terkonsentrasi ada 40% - 70% pada bagian luar dan 15% - 30% serat di bagian dalam batang.

2.5.1 Sifat Mekanik Bambu

Bambu merupakan salah satu bahan yang memiliki sifat higroskopis yang artinya memiliki sifat afinitas terhadap air baik dalam bentuk uap maupun cair. Sehingga kemampuan bambu dalam mengembang dan menyusut tinggi. Penyusutan yang terjadi pada bambu secara lanjut akan mempengaruhi lekatan antara bambu dengan beton. Oleh karena

itu diperlukan perlakuan khusus terhadap bambu yaitu dengan cara memberikan lapisan kedap air.

Ketika bambu digunakan sebagai tulangan, bambu akan memiliki perilaku yang berbeda pada saat proses pengerasan pada beton apabila tidak dilapisi dengan lapisan kedap air. Pada saat mortar masih dalam keadaan basah tulangan bambu akan mengembang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.a. Hal ini dikarenakan tulangan bambu yang tidak dilapisi oleh lapisan kedap air akan menyerap air pada mortar yang masih segar. Pada saat bambu menyerap air dari mortar bambu akan mengembang sehingga menimbulkan retakan pada mortar setelah mengering seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.b. Pada waktu yang lama mortar akan mengering dan retakan yang timbul akan semakin membesar, bambu akan mengalami pengerutan dan pembusukan akibat adanya kontak dengan udara luar seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.c.



Gambar 2.2 Perilaku bambu yang tidak dilapisi lapisan kedap air.

- (a) bambu dalam beton segar
- (b) bambu menyerap air dan mengembang pada masa perawatan mortar
- (c) bambu mengerut setelah masa perawatan beton

Sumber : Khosrow Gavami (2005)

Bahan pelapis kedap air ini dapat berupa melamin, sikadur, cat atau vernis untuk mengurangi sifat higroskopis pada bambu atau menghilangkannya sama sekali. Namun penggunaan sikadur sebagai pelapis tulangan bambu masih relatif mahal sehingga digunakan zat pelapis berupa cat karena dinilai lebih ekonomis. Sehingga pada penelitian ini digunakan cat kayu sebagai bahan pelapis kedap air pada tulangan bambu.

Penggunaan cat kayu sebagai zat pelapis tulangan bambu didasarkan pada beberapa pertimbangan, yaitu :

1. Memiliki daya lekat yang cukup baik
2. Mudah dalam mengaplikasikan
3. Dapat menutup permukaan secara efektif
4. Membentuk kohesif film (bagian cat yang menempel)
5. Tahan terhadap cuaca

Berdasarkan zat pelarut yang digunakan, jenis cat umumnya dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. Cat berpelarut air, merupakan cat yang digunakan untuk keperluan pengecatan yang tidak membutuhkan daya rekat yang tinggi. Cat jenis ini umumnya digunakan pada material yang memiliki porositas yang tinggi misalnya dinding
2. Cat berpelarut minyak, merupakan cat yang digunakan untuk keperluan pengecatan yang membutuhkan daya rekat yang tinggi. Komposisi bahan pada cat jenis ini hampir sama dengan cat berpelarut air, perbedaannya terletak pada penambahan lateks pada cat berpelarut minyak. Penambahan lateks berfungsi untuk meningkatkan daya rekat terhadap permukaan yang dilapisi oleh cat. Cat dengan pelarut minyak biasanya digunakan untuk melapisi material dengan porositas yang rendah misalnya kayu dan logam.

Pada penelitian ini digunakan tulangan bambu maka cat yang digunakan adalah cat dengan pelarut minyak karena sangat tepat untuk melapisi bambu yang memiliki tingkat porositas yang rendah. Namun cat dengan pelarut minyak atau cat kayu ini memiliki kekurangan yaitu licinnya permukaan cat setelah melapisi permukaan bambu. Oleh karena itu perlu dilakukan suatu perlakuan khusus untuk menambah daya lekat tulangan yaitu dengan menambahkan lapisan pasir pada permukaan tulangan yang telah dilapisi cat. Jadi selain sebagai bahan pelapis kedap air, fungsi cat kayu juga sebagai perekat pasir untuk menambah daya lekat tulangan bambu terhadap material beton.

2.5.2 Kuat Tarik Bambu

Menurut Meyer dan Ekuland dalam penelitiannya membuktikan bahwa bambu memiliki kuat mekanis yang baik terhadap gaya tarik dan gaya tekan namun lemah terhadap gaya geser. Bambu memiliki serat yang rapat dan kuat sehingga bambu memiliki kuat tarik yang tinggi.

Menurut Morisco (1999) menyatakan kekuatan tarik rata-rata dalam keadaan kering oven bambu petung adalah 1900 kg/cm^2 (tanpa nodia) dan 1160 kg/cm^2 (dengan nodia). Ditinjau dari posisi potongan bambu, kekuatan tarik rata-rata bambu petung pada bagian pangkal 2278 kg/cm^2 , bagian tengah 1770 kg/cm^2 dan bagian ujung 2080 kg/cm^2 .

Tabel 2.2 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 2.3 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	$196,1 \times 10^3$	$196,1 \times 10^3$

Sumber: Morisco, 1999

2.5.3 Modulus Elastisitas Bambu

Dalam penelitian yang sudah dilakukan didapatkan modulus elastisitas bambu pada keadaan kering udara adalah $17000-20000 \text{ N/mm}^2$. Sedangkan pada kondisi basah adalah $9000-10100 \text{ N/mm}^2$.

Tabel 2.4. Modulus Elastisitas Bambu

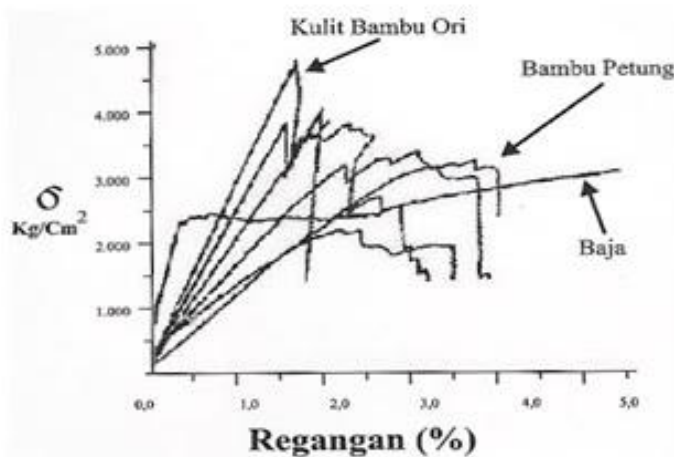
Jenis Bambu	Ebambu	
	Dengan Buku	Tanpa Buku
Apus	4467	7796
Temen	9193	2435
Petung	12533	18989

Sumber : Morisco (2005)

2.5.4 Penelitian Mengenai Bambu

Berbagai macam penelitian ilmiah maupun empiris mengenai bambu telah dilakukan. Dalam penelitian tersebut membuktikan bahwa tulangan bambu memiliki kekuatan yang cocok sebagai bahan pengganti tulangan baja pada beton bertulang. Penelitian – penelitian tersebut antara lain:

1. Surjokusumo dan Nugroho (1993) membuktikan bahwa bambu dapat digunakan sebagai tulangan beton bertulang.
2. Morisco (1999) melakukan penelitian dan mendapatkan kesimpulan bahwa bambu dapat digunakan sebagai pengganti tulangan baja dan mempunyai kekuatan tarik yang tinggi mendekati kekuatan baja struktur.



Gambar 2.3 Diagram tegangan-regangan bambu dan baja

Sumber : Morisco (1999)

3. Patturrahman dan Kusuma (2003) melakukan penelitian dan menyatakan bahwa bambu memiliki peluang untuk digunakan sebagai tulangan balok beton, khususnya untuk struktur sederhana.
4. Khosrow Gavami (2004) menyatakan bahwa tulangan bambu dapat menggantikan tulangan baja dan telah diterapkan di dalam beberapa konstruksi bangunan sederhana.
5. Anwar Rofik (2004) melakukan pengujian tarik pada bambu petung dan didapatkan kuat tarik sebesar 583,33 Mpa.
6. Khare (2005) membuktikan bahwa bambu dapat digunakan sebagai pengganti tulangan, terutama di negara yang memiliki material baja sangat terbatas.
7. Agus Setiya Budi dan Sugiyarto (2013) melakukan penelitian yang berjudul “Kuat Tulangan Bambu Wulung dan Petung Takikan pada Beton Normal”. Dan

menyatakan nilai kuat rata-rata beton dengan tulangan bambu petung takikan sejajar sebesar 0,004818 Mpa dan takikan tidak sejajar sebesar 0,007076 Mpa, nilai kuat lekat antara beton normal dengan tulangan bambu petung takikan tidak sejajar lebih besar 1,61 kali dari nilai tulangan bambu petung takikan sejajar.

8. Agustin Dita Lestari (2015) melakukan penelitian yang berjudul “Pengaruh Penambahan Kait pada Tulangan Bambu Terhadap Respon Lentur Balok Beton Bertulangan Bambu”. Pada penelitian ini dilakukan modifikasi tulangan bambu untuk meningkatkan kuat lekat bambu pada beton dengan cara memberikan kait pada tulangan bambu dengan jenis kait berupa bambu petung. Dan menyatakan nilai kuat lekat antara tulangan bambu dan beton mengalami peningkatan karena adanya penambahan kait pada tulangan bambu.
9. Nanda Kartika Putri (2016) melakukan penelitian yang berjudul “Pengaruh Jarak Kait Terhadap Kuat Lentur Balok Bertulangan Bambu dengan Kait. Pada penelitian ini dilakukan menggunakan benda uji pull out 30 x 15 x 25 cm dengan variasi jarak kait 6 cm dan 12 cm. Dan menyatakan bahwa jarak kait belum berpengaruh secara signifikan terhadap kuat lekat antara bambu dengan beton.
10. Theadeira Chiquita (2016) melakukan penelitian yang berjudul “Pengaruh Jenis Kait Terhadap Kuat Lentur Balok Bertulangan Bambu dengan Pengait”. Dalam penelitian ini dilakukan menggunakan benda uji pull out 30 x 15 x 25 cm dengan variasi jenis kait. Jenis kait yang digunakan adalah bambu petung dan kayu kamper. Dan menyatakan bahwa penggunaan variasi jenis kait belum memiliki pengaruh yang signifikan terhadap tegangan kuat lekat tulangan bambu dengan beton.

2.6 Tegangan Lekat Tulangan pada Beton

Tegangan lekat tulangan pada beton dapat ditingkatkan tergantung pada kesesuaian antara kedua bahan untuk dapat bekerja sama memikul beban luar. Elemen penguat seperti tulangan harus mengalami deformasi atau regangan yang sama dengan beton disekelilingnya untuk menghindari diskontinuitas atau terpisahnya kedua jenis material dalam keadaan dibebani.

Menurut Nawy (1998) kekuatan lekatan tergantung pada faktor-faktor sebagai berikut:

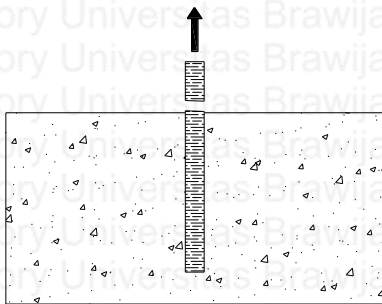
1. Adesi antara unsur penyusun beton dan bahan penguatnya (tulangan)
2. Efek gripping akibat dari penyusutan beton waktu pemeliharaan yang terjadi disekeliling tulangan dan tergesernya tulangan dari beton

3. Tahanan gesek (friksi)
4. Pengaruh mutu beton
5. Pengaruh mekanis sistem penanaman pada ujung tulangan
6. Diameter, bentuk dan jarak tulangan

Menurut Nawy (1998) percobaan pull out dapat memberikan perbandingan yang baik antara efisiensi lekatan berbagai jenis permukaan tulangan dan panjang penanamannya.

Adapun pola keruntuhan tulangan menurut *ACI (American Concrete Institute) Structural Journal title No. 90-S53* dibedakan menjadi tiga jenis yang terjadi dalam pengujian pull out, yaitu:

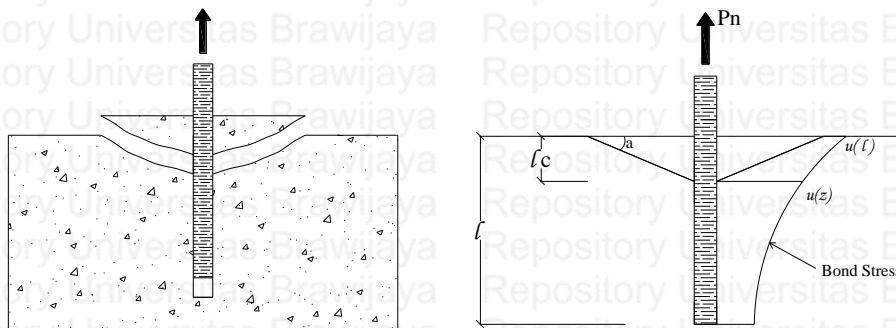
1. Jenis 1 adalah kegagalan pada angkur ketika mendapatkan beban tarik, pada keadaan ini tegangan lekatan tidak didapatkan.



Gambar 2.4 Jenis Keruntuhan 1

Sumber : *ACI (American Concrete Institute) Structural Journal*

2. Jenis 2 adalah keruntuhan pada beton bagian atas diikuti dengan tercabutnya beton dari besi angkurnya atau berjenis kerucut (*cone*).



Gambar 2.5 Jenis Keruntuhan 2

Sumber : *ACI (American Concrete Institute) Structural Journal*

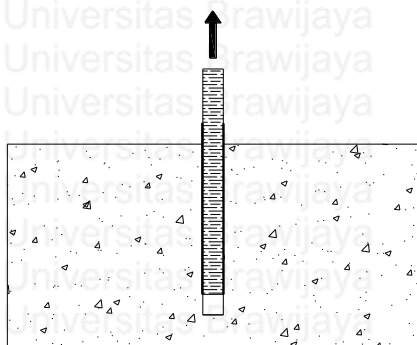
Dalam kondisi ini didapatkan :

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

$$P_{cone} = \pi \cdot ft \frac{Lc}{\tan.\alpha} \dots\dots\dots (2-3)$$

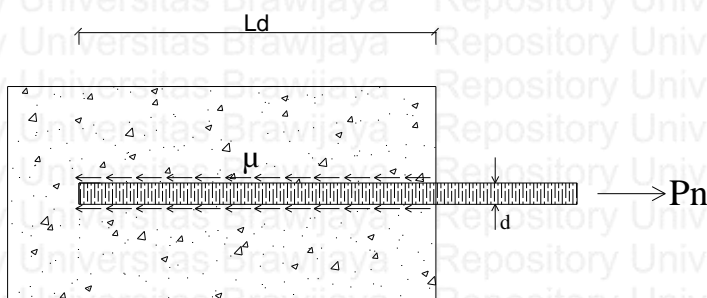
$$P_{\text{bond}} = \int_0^{l-l_c} U(z)\pi \cdot d \, dz \dots\dots\dots(2-4)$$

3. Jenis 3 adalah keruntuhan ditandai dengan tercabutnya keluar besi angkur dan tidak diikuti keruntuhan baik pada beton maupun besi angkurnya



Gambar 2.6 Jenis Keruntuhan 3

Sumber : ACI (American Concrete Institute) *Structural Journal*



Gambar 2.7 Tegangan Lekat Penjangkaran Tarik

Dalam kondisi ini didapatkan :

$$P_n = \mu \cdot \pi \cdot d \cdot l_d \dots\dots\dots(2-5)$$

dimana :

P_n = besarnya gaya cabut angkur

μ = tegangan lekatan rata-rata

d = diameter tulangan

l_d = panjang penyaluran

2.7 Regangan

Regangan adalah perubahan bentuk dan ukuran pada sebuah benda apabila diberikan dua buah gaya yang berlawanan arah (menjauhi pusat benda) yang dikenakan pada masing-masing ujung ujung benda tersebut. Perbandingan antara pertambahan panjang batang dengan panjang mula-mula dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \dots\dots\dots (2-6)$$

dengan :

ε = Regangan

ΔL = Pertambahan panjang benda (mm)

L_0 = Panjang mula-mula (mm)

2.8 Hipotesis Penelitian

Hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Jarak kait berpengaruh terhadap kuat cabut tulang bambu dengan kait klem selang.
2. Semakin dekat jarak kait maka nilai kuat cabut akan semakin meningkat.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang. Waktu penelitian yang dilakukan adalah pada semester ganjil tahun ajaran 2016-2017.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang dipakai dalam penelitian ini adalah variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas (*Independent variable*) yaitu variabel yang perubahannya bebas dilakukan peneliti dan variabel terikat (*Dependent variable*) yaitu variabel yang tergantung pada variabel bebas. Variabel dalam penelitian disajikan dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Pengujian	Pengujian <i>Pull Out</i>
Variabel Bebas	Penggunaan jarak klem selang 6 cm dan 12 cm
Variabel Terikat	Kuat Cabut, Perpindahan, Tegangan, Regangan dan Pola Keruntuhan

3.3 Peralatan dan Bahan Penelitian

3.3.1. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- Timbangan dengan kapasitas 150 kg dengan ketelitian 100 gr dan kapasitas 5 kg dengan ketelitian 1 gr.
- Satu set ayakan untuk analisa agregat
- Mesin pencampur beton (*concrete mixer*)
- Satu set alat uji slump beton

- e. Mistar pengukur dan jangka sorong
- f. Sendok semen
- g. Bekisting beton dengan ukuran yang sudah ditentukan
- h. *Vibrator*
- i. *Loading frame*
- j. *Load cell* dan *Load transduce* untuk pemberian beban
- k. *Linear Variable Differential Transfomer (LVDT)*
- l. *Hydraulic jack*
- m. Alat tulis
- n. Cetakan beton silinder
- o. Mesin uji tekan beton

3.3.2. Bahan Penelitian

Bahan yang diperlukan pada penelitian ini adalah:

- a. Semen Portland (PC) tipe I Agregat halus berupa pasir
- b. Agregat kasar berupa batu pecah atau kerikil
- c. Air PDAM Kota Malang
- d. Tulangan bambu petung
- e. Cat kayu
- f. Klem selang

3.4. Analisa Bahan

3.4.1. Semen

Semen yang digunakan sebagai bahan pada campuran beton adalah semen portland tipe 1. Dalam penelitian ini semen tidak dilakukan pengujian secara khusus. Apabila semua semen tidak dalam keadaan menggumpal atau mengeras maka semen tersebut dalam keadaan baik dan layak untuk digunakan.

3.4.2. Air

Air yang digunakan tidak dilakukan pengujian khusus dikarenakan berasal dari air bersih PDAM Kota Malang.

3.4.3. Agregat

Agregat yang digunakan diusahakan dalam keadaan mendekati keadaan sebenarnya di lapangan dan dalam keadaan *Saturated Surface Dry* (SSD). Agregat dijaga dari kotoran organik, lumpur dan sampah yang dapat merusak kualitas beton. Pengujian meliputi analisa ayakan, berat jenis, dan penyerapan berdasarkan standar ASTM C-33.

3.4.4. Tulangan

Tulangan utama menggunakan bambu petung yang berasal dari Kota Malang. Sebelum digunakan, tulangan bambu dilapisi cat dan pasir. Tulangan bambu tidak dilakukan pengujian khusus.

3.4.5. Beton

Mutu beton yang dipakai sebesar $f'_c = 30$ MPa.

3.4.6. Klem Selang

Klem selang yang digunakan sebagai bahan pengait tulangan berukuran $\varnothing \frac{7}{8}$ inchi dan $\varnothing \frac{3}{4}$ inchi. Pengujian khusus terhadap klem selang tidak dilakukan.

3.5. Rancangan Penelitian

Balok bertulang bambu yang digunakan dalam penelitian ini memiliki ukuran 15 cm x 30 cm x 40 cm, dengan variasi sampel sebagai berikut:

- Faktor A = Jarak klem selang 6 cm dan 12 cm.
- Faktor B = Ukuran tulangan 1,2 x 1,2 cm dan 1,5 x 1,5 cm.

3.5.1. Rancangan Benda Uji Tekan

Rancangan benda uji di cetak menggunakan silinder ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Benda uji tekan yang akan dilakukan pada penelitian ini menggunakan beton mutu 30 MPa. Benda uji tekan dibutuhkan untuk mengetahui mutu beton apakah sudah sesuai dengan perencanaan atau belum.

3.5.2. Rancangan Benda Uji *Pull Out*

Ragam yang digunakan pada penelitian ini melibatkan dua faktor yaitu faktor A dan faktor B. Faktor-faktor yang digunakan pada uji *pull out* terdapat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.2 Faktor Benda Uji *Pull Out*

Faktor	Taraf/Level	Keterangan
A (Jarak Klem Selang)	a ₀	Tanpa klem selang
	a ₁	6 cm
	a ₂	12 cm
B (Ukuran Tulangan)	b ₁	1,2 x 1,2 cm
	b ₂	1,5 x 1,5 cm

Tabel 3.3 Variasi Benda Uji *Pull out*

	a ₀	a ₁	a ₂
b ₁	a ₀ b ₁	a ₁ b ₁	a ₂ b ₁
b ₂	a ₀ b ₂	a ₁ b ₂	a ₂ b ₂

Hasil beban (kuat cabut) dari benda uji yang telah diuji akan dicatat pada form pengujian *pull out* seperti tertera pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Form Pengujian *Pull Out*

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (MPa)	Regangan
1	50	50			
2	50	150			
3	50	200			
4	50	250			
5	50	300			
6	50	350			
7	50	400			
8	50	450			
dst					

3.6. Prosedur Penelitian

3.6.1. Pembuatan Tulangan Bambu

Langkah-langkah pembuatan tulangan bambu adalah sebagai berikut:

1. Bambu petung dipotong untuk dijadikan tulangan dengan ukuran 1,2 x 1,2 x 124 cm dan 1,5 x 1,5 x 124 cm. Untuk pengukuran dimensi bambu menggunakan jangka sorong dan untuk pengukuran panjang bambu menggunakan *roll meter*
2. Melakukan pelapisan cat dan pasir pada tulangan bambu
3. Melakukan pengeringan tulangan bambu yang telah selesai di lapisi cat dan pasir.
4. Pengukuran jarak antar klem selang menggunakan mistar pengukur. Jarak klem yang digunakan dalam penelitian adalah 6 cm dan 12 cm. Jarak ditandai menggunakan alat tulis.
5. Pemasangan klem selang berukuran $\varnothing 3/4"$ dan $\varnothing 7/8"$ sesuai dengan jarak yang ditentukan dengan pengencangan klem selang dilakukan dengan obeng.

3.6.2. Pengujian Kuat Tekan

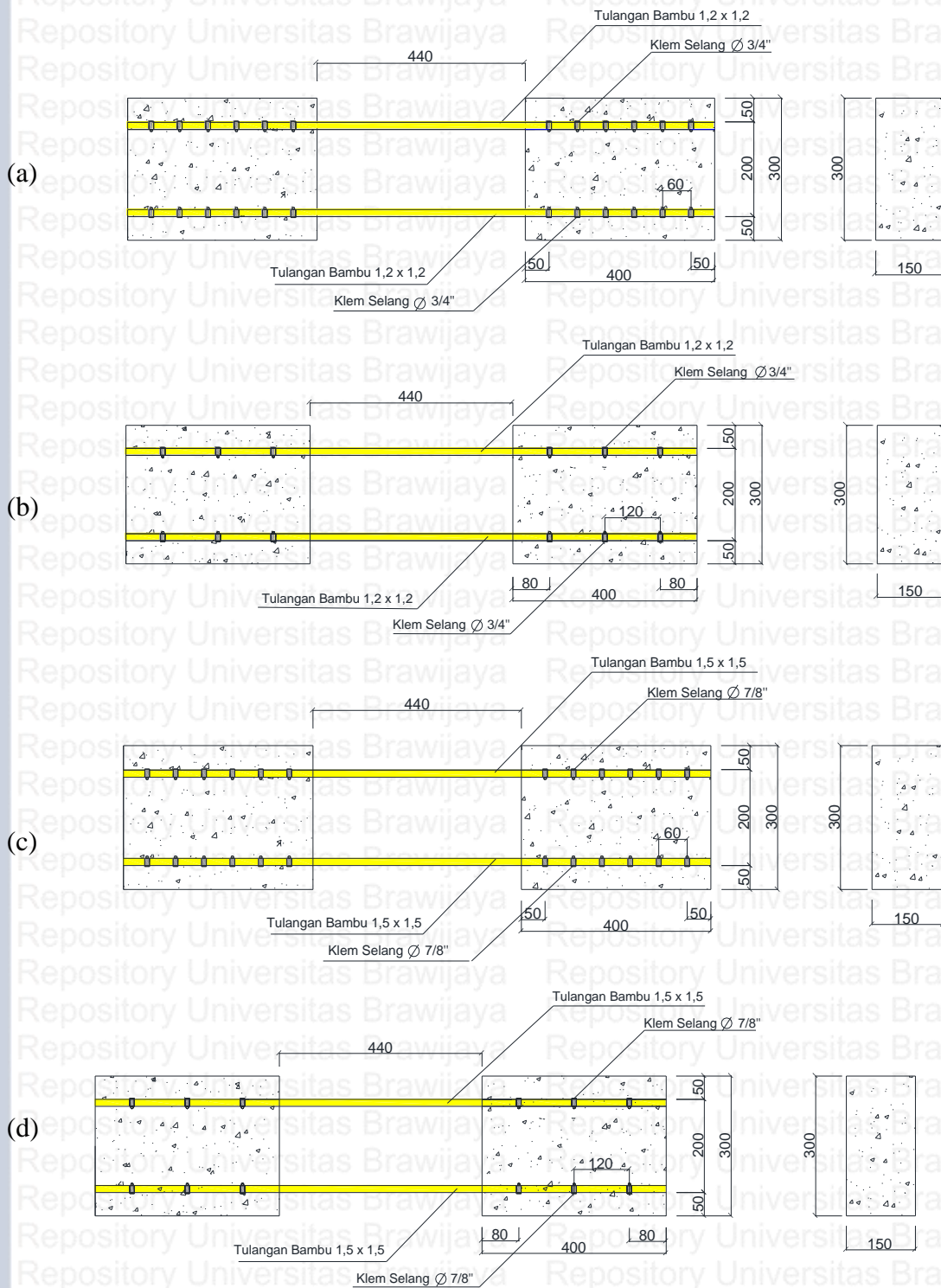
Adapun tahap-tahap dalam pelaksanaan pengujian kuat tekan beton adalah sebagai berikut:

1. Benda uji diletakkan secara sentris terhadap mesin.
2. Jalankan mesin tekan dengan penambahan beban yang konstan berkisar antara 2 sampai 4 kg/m².
3. Pembebanan dilakukan pada benda uji sampai benda uji mengalami keretakan dan catat beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji.

3.6.3. Pengujian Pull Out

Tahap-tahap dalam pembuatan benda uji *pull out* adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan material dan peralatan yang akan digunakan untuk pembuatan benda uji *pull out*.
2. Menyiapkan bekisting dengan ukuran 15 x 30 x 40 cm sebanyak masing-masing 2 buah tiap benda ujinya.
3. Memasang tulangan bambu dengan variasi jarak klem selang dan ukuran tulangan bambu seperti pada Gambar 3.1.
4. Pencampuran bahan-bahan dengan mesin pencampur beton.
5. Pengujian Slump beton.
6. Menuangkan campuran beton pada cetakan yang telah disiapkan.

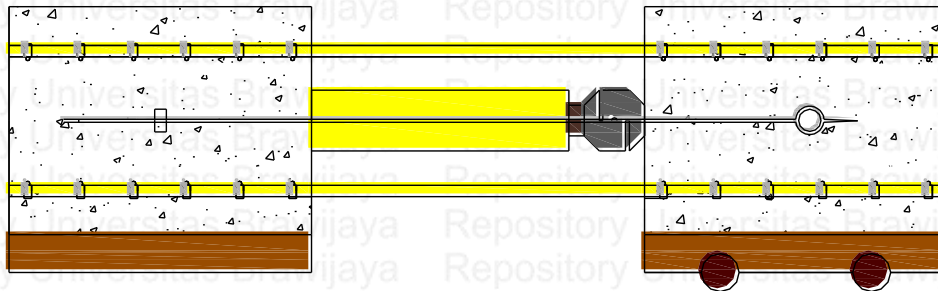


Gambar 3.1 Benda uji pull out dengan beberapa variasi

- (a) Benda uji pull out dengan jarak kait 6 cm dan ukuran tulangan 1,2 x 1,2 cm
- (b) Benda uji pull out dengan jarak kait 12 cm dan ukuran tulangan 1,2 x 1,2 cm
- (c) Benda uji pull out dengan jarak kait 6 cm dan ukuran tulangan 1,5 x 1,5 cm
- (d) Benda uji pull out dengan jarak kait 12 cm dan ukuran tulangan 1,5 x 1,5 cm

Tahap-tahap dalam pengujian *pull out* adalah:

Pengujian benda uji *pull out* dilakukan pada saat balok beton berumur 28 hari. Piston dan load cell ditempatkan diantara kedua balok seperti ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Rancangan Pembebanan pada Pengujian *Pull Out*

3.7. Rancangan Analisis Data

3.7.1. Uji Hipotesis

1. Metode Analisis Ragam Klasifikasi Dua Arah (*Two-Way ANNOVA*)

Pada penelitian ini digunakan annova dua arah dengan interaksi. Pengujian klasifikasi dua arah dengan interaksi merupakan pengujian beda tiga rata-rata atau lebih dengan dua faktor yang berpengaruh dan pengaruh kedua faktor tersebut diperhitungkan (Hasan, 2003)

Rancangan penelitian pengujian *pull out* beton bertulangan bambu dengan klem selang seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.5 menggunakan analisis ragam klasifikasi dua arah dengan interaksi

Tabel 3.5 Ragam Benda Uji Kuat Cabut Beton Bertulangan Bambu

	a_0	a_1	a_2
b_1	$a_0 b_1 - 1$	$a_1 b_1 - 1$	$a_2 b_1 - 1$
	$a_0 b_1 - 2$	$a_1 b_1 - 2$	$a_2 b_1 - 2$
	$a_0 b_1 - 3$	$a_1 b_1 - 3$	$a_2 b_1 - 3$
b_2	$a_0 b_2 - 1$	$a_1 b_2 - 1$	$a_2 b_2 - 1$
	$a_0 b_2 - 2$	$a_1 b_2 - 2$	$a_2 b_2 - 2$
	$a_0 b_2 - 3$	$a_1 b_2 - 3$	$a_2 b_2 - 3$

Hipotesis

Pengujian hipotesis dilakukan untuk menentukan apakah keragaman disebabkan oleh perbedaan antar baris, antar kolom atau adanya interaksi. Dalam hal ini perbedaan antar baris adalah pengaruh ukuran tulangan, antar kolom adalah pengaruh jarak klem selang.

H_0' : Tidak ada pengaruh yang signifikan variasi ukuran tulangan pada kuat cabut beton bertulangan bambu dengan klem selang.

H_0'' : Tidak ada pengaruh yang signifikan variasi jarak klem selang pada kuat cabut beton bertulangan bambu dengan klem selang.

H_0''' : Tidak ada interaksi antara variasi ukuran tulangan dan jarak klem selang pada kuat cabut beton bertulangan bambu dengan klem selang.

Pada analisis ini didapatkan tiga hipotesis, namun dalam penelitian ini diperhatikan pengaruh jarak klem selang terhadap kuat cabut beton saja. Sehingga yang diperhatikan adalah H_0'' (pengujian hipotesis nol antar baris).

Tabel 3.6 Analisis Ragam Klasifikasi Dua Arah dengan Interaksi

	a_0	a_1	a_2	Total	Rata-rata
b_1	T_{01}	T_{11}	T_{21}	T_{-1}	\bar{x}_{-1}
b_2	T_{02}	T_{12}	T_{22}	T_{-2}	\bar{x}_{-2}
Total	T_{0-}	T_{1-}	T_{2-}	T	
Rata-rata	\bar{x}_{0-}	\bar{x}_{1-}	\bar{x}_{2-}		\bar{x}

$$T_{01} = (a_0 b_1 - 1) + (a_0 b_1 - 2) + (a_0 b_1 - 3)$$

Dari Tabel 3.6 didapatkan bahwa:

$$r \text{ (Banyaknya baris)} = 2$$

$$c \text{ (Banyaknya kolom)} = 3$$

$$n \text{ (Banyaknya data)} = 3$$

Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$JKT = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \sum_{k=1}^n X_{ijk}^2 - \frac{T^2}{rcn} \dots \dots \dots (3-1)$$

$$= (\{a_0 b_1 - 1\}^2 + \{a_0 b_1 - 2\}^2 + \{a_0 b_1 - 3\}^2 + \dots + \{a_2 b_2 - 3\}^2) - \frac{T^2}{rcn}$$

Jumlah Kuadrat Rata-rata Baris (JKB)

$$JKB = \frac{\sum_{i=1}^r T_{i-}^2}{cn} - \frac{T^2}{rcn} \dots\dots\dots(3-2)$$

$$= \frac{T_{1-}^2 + T_{2-}^2}{cn} - \frac{T^2}{rcn}$$

Jumlah Kuadrat Rata-rata Kolom (JKK)

$$JKK = \frac{\sum_{j=1}^c T_{-j}^2}{rn} - \frac{T^2}{rcn} \dots\dots\dots(3-3)$$

$$= \frac{T_{-0}^2 + T_{-1}^2 + T_{-2}^2}{rn} - \frac{T^2}{rcn}$$

JKB(K)

$$JKB(K) = \frac{\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c T_{ij}^2}{n} - \frac{\sum_{i=1}^r T_{i-}^2}{cn} - \frac{\sum_{j=1}^c T_{-j}^2}{rn} + \frac{T^2}{rcn} \dots\dots\dots(3-4)$$

$$= \frac{T_{01}^2 + T_{02}^2 + T_{11}^2 + \dots + T_{22}^2}{rn} - \frac{T_{1-}^2 + T_{2-}^2}{cn} - \frac{T_{-0}^2 + T_{-1}^2 + T_{-2}^2}{rn} + \frac{T^2}{rcn}$$

Jumlah Kuadrat Galat

$$JKG = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c X_{ijk}^2 - \frac{\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c T_{ij}^2}{n} \dots\dots\dots(3-5)$$

Tabel 3.7 Tabulasi Analisis Ragam Klasifikasi Dua Arah dengan Interaksi

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Ragam	F Rasio
1. Antar Baris	JKB	(r - 1)	$s_1^2 = \frac{JKB}{(r-1)}$	$F_1 = \frac{s_1^2}{s_4^2}$
2. Antar Kolom	JKK	(c - 1)	$s_2^2 = \frac{JKK}{(c-1)}$	$F_2 = \frac{s_2^2}{s_4^2}$
3. Interaksi	JKB(K)	(r-1)(c-1)	$s_3^2 = \frac{JKB(K)}{(r-1)(c-1)}$	$F_3 = \frac{s_3^2}{s_4^2}$
4. Galat	JKG	rc(n - 1)	$s_4^2 = \frac{JKG}{rc(n-1)}$	
Total	JKT = JKB + JKK + JKB(K) + JKG	rcn - 1		

Level significance (α) = 0,05

Pengujian hipotesis nol H_0 didasarkan atas pengaruh dari baris yang semuanya sama dengan menghitung rasio F. Bila pengujian hipotesis nol H_0 benar, uji hipotesis pada taraf nyata α dengan penerimaan $F_1 < F_\alpha [(r-1): rc(n-1)]$. Pengujian hipotesis H_0 dinyatakan

benar jika uji pada taraf nyata α dengan penerimaan $F_2 < F_\alpha [(c-1): rc(n-1)]$. Sedangkan pengujian hipotesis nol H_0 benar jika pengaruh interaksi baris dan kolom semuanya sama dengan nol.

2. Metode Analisis Regresi

Analisis regresi merupakan salah satu analisis yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh suatu variabel terhadap variabel lain. Dalam analisis regresi, variabel yang mempengaruhi disebut variabel bebas (*Independent Variable*) dan variabel yang dipengaruhi disebut variabel terikat (*Dependent Variable*).

Dalam penelitian digunakan metode regresi linear dengan nilai peubah X dan Y. Peubah Y merupakan peubah Pmaks/faktor akibat dan peubah X adalah peubah rasio tulangan/faktor penyebab. Metode ini digunakan dalam prediksi yang berhubungan dengan karakteristik kualitas dan kuantitas.

Metode kuadrat terkecil dipilih dalam penelitian ini. Metode ini memilih suatu garis regresi yang membuat jumlah kuadrat jarak vertikal dari titik-titik yang dilalui garis lurus sekecil mungkin. Persamaan garis regresinya adalah

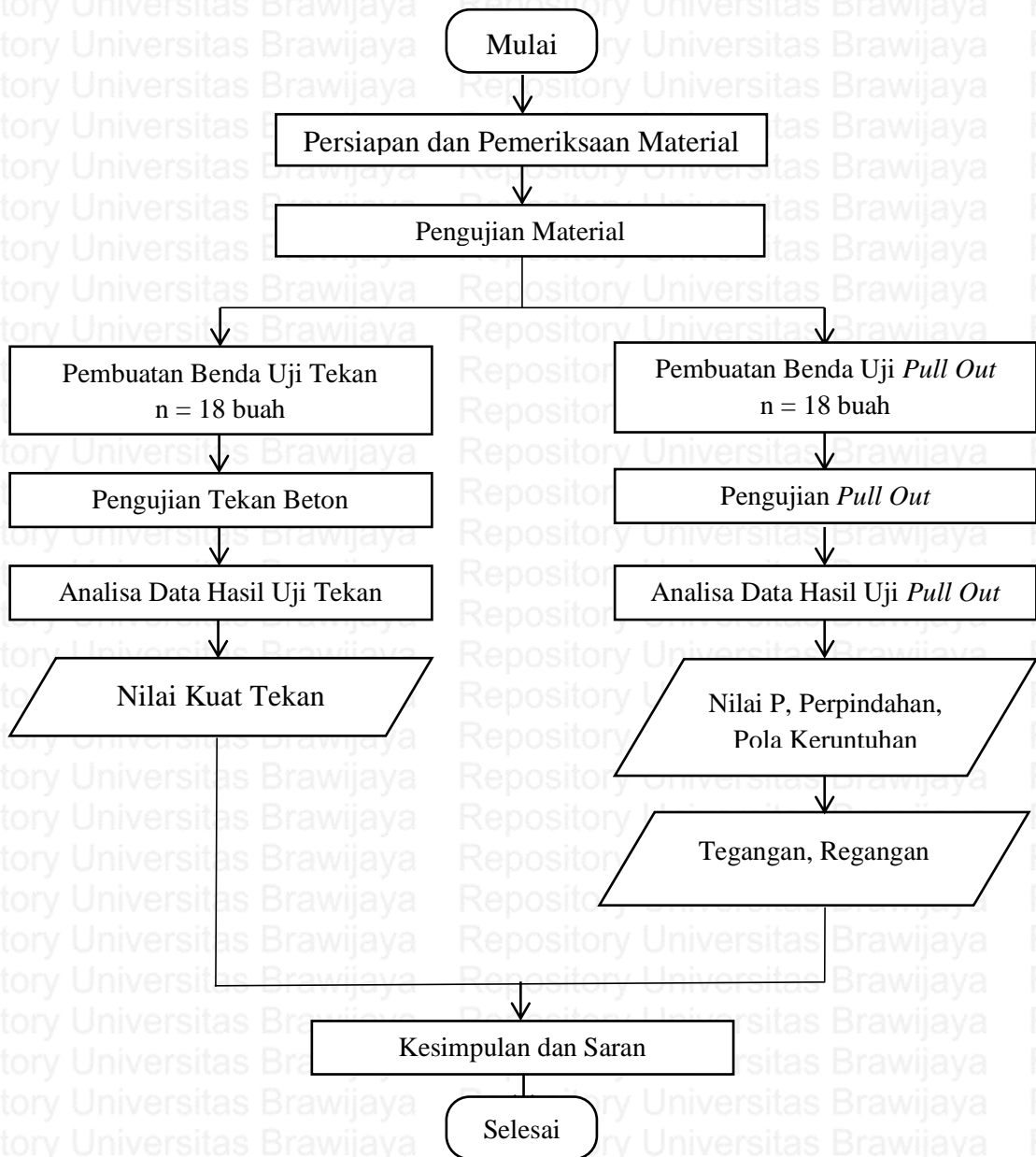
$$Y = a + bx, \dots\dots\dots(3-6)$$

dimana

$$a = \frac{\sum X_i^2 \sum Y_i - \sum X_i \sum X_i Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \dots\dots\dots(3-7)$$

$$b = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \dots\dots\dots(3-8)$$

3.8 Diagram Alir Tahapan Penelitian





BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Bahan

Pengujian bahan dilakukan untuk merencanakan campuran bahan-bahan penyusun beton. Analisis bahan ini meliputi analisis agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), dan pengujian kuat tekan beton (silinder). Dalam penelitian ini air tidak di analisis secara khusus karena menggunakan air bersih PDAM kota Malang.

4.1.1 Analisis Agregat Halus dan Agregat Kasar

Dalam analisis agregat halus dan agregat kasar dilakukan beberapa analisis antara lain analisis gradasi, modulus kehalusan (*fineness modulus*), berat jenis jenuh kering permukaan (*bulk specific saturated surface dry*), berat isi (*rodded*), berat isi (*shoveled*), kadar air dan penyerapan air (*absorption*). Hasil analisis agregat halus (pasir) dan analisis agregat kasar (kerikil) ditampilkan pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2

Tabel 4.1 Hasil Analisis Agregat Halus (Pasir)

Material	Analisis	Nilai	Satuan
Agregat Halus (Pasir)	Gradasi	Zona 1	
	Modulus kehalusan	3,071	
	Kadar Air	0,472	%
	Berat jenis jenuh kering permukaan	2,690	
	Penyerapan air	2,669	%
	Berat isi (<i>Rodded</i>)	1,650	gr/cm ³
	Berat isi (<i>Shoveled</i>)	1,475	gr/cm ³

Tabel 4.2 Hasil Analisis Agregat Kasar (Krikil)

Material	Analisis	Nilai	Satuan
Agregat Kasar (Kerikil)	Gradasi	Zona 3	
	Modulus kehalusan	8,959	
	Kadar Air	5,705	%
	Berat jenis jenuh kering permukaan	3,127	
	Penyerapan air	1,053	%
	Berat isi (<i>Rodded</i>)	1,575	gr/cm ³
	Berat isi (<i>Shoveled</i>)	1,425	gr/cm ³

4.2 Perencanaan *Mix Design* Beton

Pada perencanaan *mix design* ini bertujuan untuk mendapatkan campuran beton yang sesuai dengan yang direncanakan yaitu mutu beton 30 MPa. Bahan yang digunakan dalam *mix design* ini adalah semen PPC, kerikil (batu pecah) dengan ukuran maksimum 20 mm, pasir, dan air PDAM Kota Malang. Perhitungan *mix design* mutu beton 30 MPa ditampilkan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Perhitungan *Mix Design* beton mutu 30 MPa

No	Uraian	Tabel/Grafik	Nilai	Satuan
1	Kuat tekan yang disyaratkan (28 HR, 5%)	Ditetapkan	30	Mpa
2	Deviasi standar	Diketahui	-	
3	Nilai Tambah (<i>Margin</i>)	(K=1,64)	12	Mpa
4	Kuat tekan rata-rata 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 ½	0,45	-
8	Faktor air semen Maksimum	Ditetapkan	0,60	-
9	Slump	Ditetapkan	60 – 180	mm
10	Ukuran Agregat Kasar Maksimum	Ditetapkan	20	mm
11	Kadar Air Bebas	TABEL 6	225	kg/m ³
12	Jumlah semen	(11) : (7)	500,00	kg/m ³
13	Jumlah Semen Maksimum	Ditetapkan	-	kg/m ³
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	44%	-
18	Berat jenis relatif agregat halus (SSD)	Diketahui	2,69	kg/m ³
19	Berat isi beton	Grafik 16	2525	kg/m ³
20	Kadar agregat gabungan	(19) - (11) - (12)	1800,00	kg/m ³
21	Kadar agregat halus	(17) * (20)	792,00	kg/m ³
22	Kadar agregat kasar	(20) - (21)	1008,00	kg/m ³

Banyaknya Bahan	Semen	Air	Ag. Halus	Ag. Kasar
	(kg)	(kg/m ³)	(kg)	(kg)
Tiap m ³ dg ketelitian 5kg (Teoritis)	500.00	225.00	792.00	1008.00
Tiap campuran benda uji 0,0413 m ³	30.98	13.94	49.07	62.45
Tiap m ³ dg ketelitian 5kg (Aktual)	500.00	195.51	774.60	1054.90
Tiap campuran benda uji 0,0413 m ³	30.98	12.11	47.99	65.35
Proporsi (Teoritis) (1/3)	1	0.5	1.6	2.0
Proporsi (Aktual)	1	0.4	1.5	2.1

Berdasarkan hasil perhitungan perencanaan *mix design* mutu beton 30 MPa pada Tabel 4.3 tersebut didapatkan perbandingan aktual jumlah material campuran penyusun beton untuk semen, air, agregat halus dan agregat kasar yaitu 1 : 0,4 : 1,5 : 2,11. Dengan volume benda uji 0,00413 m³ maka didapatkan banyaknya bahan semen 30,98 kg, air 12,11 kg, agregat halus 47,99 kg dan agregat kasar 65,35 kg.

4.3 Pengujian Beton Segar

Beton segar yaitu campuran beton yang baru saja dikeluarkan dari mesin pengaduk atau molen. Pengujian beton segar dilakukan dengan cara pengujian slump. Pengujian slump ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kelecakan (*workability*) beton. Dari pengujian slump ini didapatkan nilai slump. Nilai slump didapatkan dari besarnya penurunan beton segar yang dimasukkan ke dalam cetakan logam. Cara memasukan beton segar ke dalam cetakan ini yaitu dengan mengisi tiap 1/3 lapisan, dan tiap lapisannya ditusuk-tusuk sebanyak 25 tusukan. Hasil pengujian slump ditampilkan di Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Nilai pengujian slump beton

No.	Tanggal Pengecoran	Slump Cm	Pull Out
1	8 Februari 2017	10	A ₁ B ₁ – 1
2	8 Februari 2017	10	A ₁ B ₁ – 2
3	9 Februari 2017	12	A ₁ B ₁ – 3
4	13 Februari 2017	10	A ₂ B ₁ – 1
5	13 Februari 2017	12	A ₂ B ₁ – 2
6	14 Februari 2017	13	A ₂ B ₁ – 3
7	16 Februari 2017	10	A ₀ B ₁ – 1
8	17 Februari 2017	15	A ₀ B ₁ – 2
9	17 Februari 2017	9	A ₀ B ₁ – 3
10	20 Februari 2017	13	A ₀ B ₂ – 1
11	20 Februari 2017	12	A ₀ B ₂ – 2
12	21 Februari 2017	18	A ₁ B ₂ – 1
13	23 Februari 2017	18	A ₁ B ₂ – 2
14	24 Februari 2017	16	A ₁ B ₂ – 3
15	24 Februari 2017	14	A ₀ B ₂ – 3
16	27 Februari 2017	17	A ₂ B ₂ – 1
17	27 Februari 2017	16	A ₂ B ₂ – 2
18	27 Februari 2017	17	A ₂ B ₂ – 3
Rata-rata		13,44	

Berdasarkan tabel tersebut didapat rata-rata nilai slump sebesar 13,44 cm. Hasil dari pengujian slump ini sesuai dengan PBI 1971 untuk pemakaian struktur pelat, balok, kolom dan dinding yaitu tinggi slump antara 75 – 150 mm. Dan juga sesuai dengan nilai slump yang direncanakan yaitu 60 – 180 mm.

4.4 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pembuatan benda uji kuat tekan beton ini diambil 1 sampel dari setiap kali pengecoran. Pada pembuatan 1 buah benda uji *pull out* dilakukan satu kali pengecoran, sehingga diambil 1 sampel untuk dilakukan pengujian kuat tekan beton. Sampel uji kuat tekan beton berbentuk silinder dengan dimensi dimensi 15 cm dan tinggi 30 cm.

Proses perawatan atau *curing* benda uji silinder ini dilakukan dengan direndam selama 14 hari setelah 1 hari dilepas dari bekistingnya. Proses perawatan atau *curing* ini bertujuan untuk menghindari rangkai dan susut pada beton. Setelah proses perawatan atau *curing* benda uji silinder diangkat dan didiamkan hingga mencapai umur beton 14 hari. Kemudian dilakukan pengujian tekan. Untuk mendapatkan kuat tekan ketika umur beton 28 hari digunakan nilai konversi 0,88. Gambar pengujian kuat tekan beton silinder ditampilkan pada Gambar 4.1, sedangkan hasil pengujian kuat tekan beton ditampilkan pada Tabel 4.5



Gambar 4.1 Pengujian kuat tekan beton silinder

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

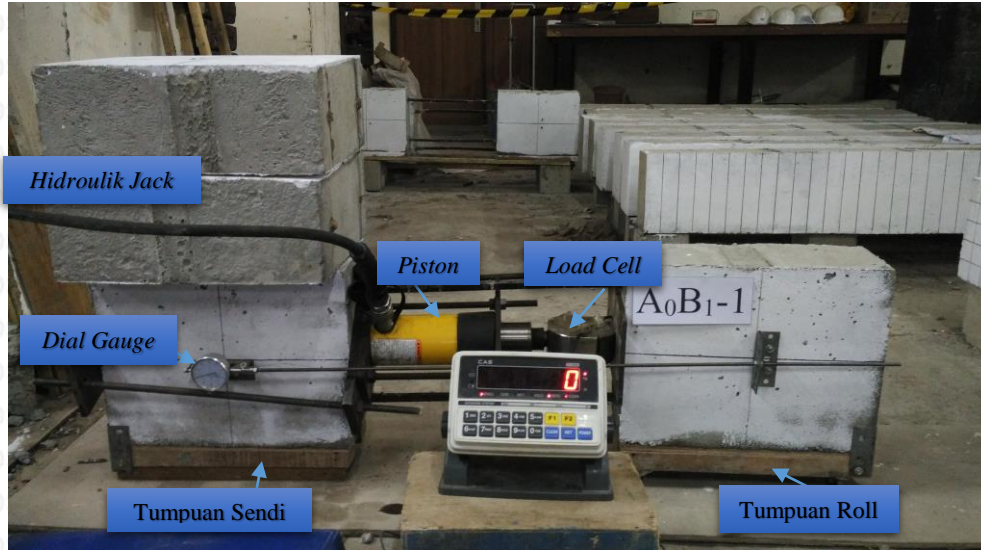
Benda Uji	Ke-	Luas Penampang (mm ²)	Berat (kg)	Pmax (N)	Uji Kuat Tekan Beton Silinder (N/mm ²)		
					Kuat Tekan (14 Hari)	Kuat Tekan (28 Hari)	Kuat Tekan Rata-Rata
a ₀ b ₁	1	17671,459	12,18	376000	21,277	24,179	26,622
	2	17671,459	12,02	518000	29,313	33,310	
	3	17671,459	12,34	348000	19,693	22,378	
a ₀ b ₂	1	17671,459	12,22	479000	27,106	30,802	34,768
	2	17671,459	12,32	560000	31,690	36,011	
	3	17671,459	12,34	583000	32,991	37,490	
a ₂ b ₁	1	17671,459	12,18	356000	20,145	22,893	29,580
	2	17671,459	12,5	483000	27,332	31,059	
	3	17671,459	12,04	541000	30,614	34,789	
a ₂ b ₂	1	17671,459	12,26	420000	23,767	27,008	26,858
	2	17671,459	12,3	415000	23,484	26,687	
	3	17671,459	12,34	418000	23,654	26,880	
a ₁ b ₁	1	17671,459	12,22	368000	20,825	23,664	21,242
	2	17671,459	11,92	319000	18,052	20,513	
	3	17671,459	12,22	304000	17,203	19,549	
a ₁ b ₂	1	17671,459	12,08	264000	14,939	16,977	22,785
	2	17671,459	11,96	359000	20,315	23,086	
	3	17671,459	12,06	440000	24,899	28,294	
Rata-Rata Benda Uji							26,976

Dari hasil pengujian kuat tekan beton tersebut didapat nilai kuat tekan beton rata-rata sebesar 26,976 MPa, sedangkan mutu beton yang direncanakan pada perencanaan *mix design* sebesar 30 MPa. Hasil ini menunjukkan bahwa mutu beton tidak sesuai dengan yang direncanakan. Ada beberapa faktor yang menyebabkan hasil pengujian mutu beton tidak sesuai dengan rencana yaitu faktor air semen yang tidak terkontrol dalam proses pengecoran dan agregat yang digunakan tidak dalam kondisi SSD (*Saturated Surface Dry*).

4.5 Pengujian Pull Out

Pengujian *Pull Out* bertujuan untuk mengetahui tegangan lekat antara beton normal dengan tulangan bambu kait klem selang. Pada pengujian ini dilakukan variasi jarak klem selang antara 6 cm dan 12 cm dengan mutu beton rencana yaitu 30 MPa. Benda uji *pull out* berupa sepasang balok beton berukuran 40 cm x 15 cm x 30 cm yang dihubungkan dengan bambu disisi atas dan bawahnya dengan panjang bambu 124 cm. Benda uji *pull out* dibuat 6 jenis yang berbeda dengan 3 kali ulangan sehingga berjumlah 18 benda uji.

Pengujian *Pull Out* di lakukan dengan memberikan beban diantara kedua balok beton menggunakan *piston* dan *load cell* yang diberi tekanan dari *Hidroulik Jack* yang bekerja saling mendorong kedua balok beton sampai mencapai beban maksimum seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Pengujian Benda Uji *Pull Out*

4.6 Hasil Pengujian *Pull Out*

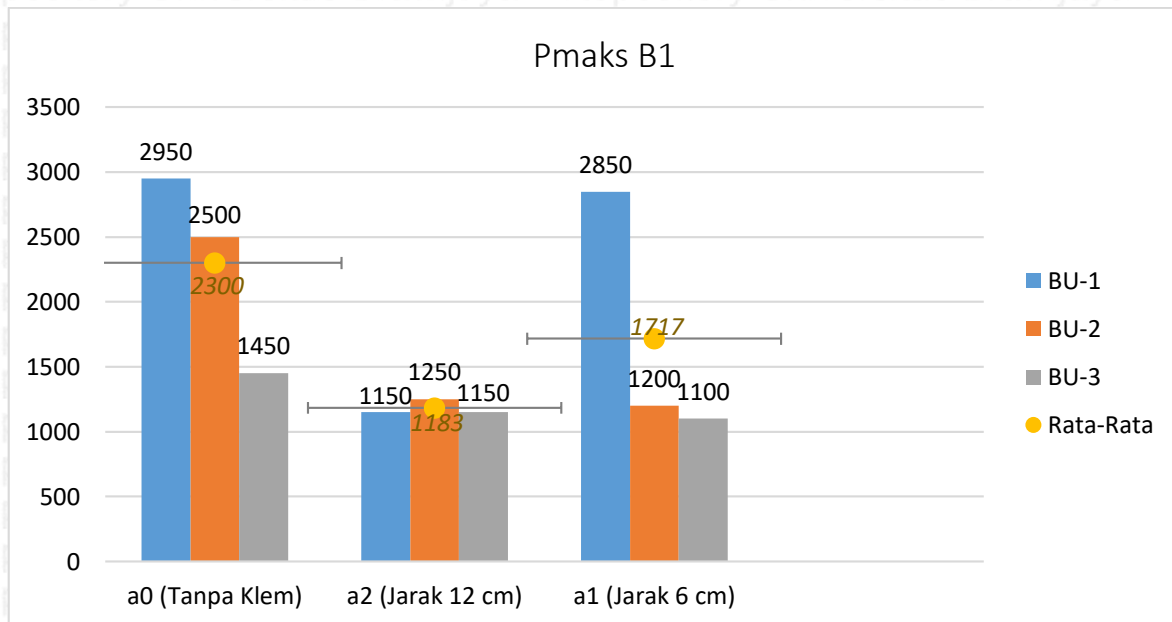
Pengujian *Pull Out* dari beberapa variasi yang direncanakan di dapatkan beban maksimum yang dapat diterima yang selanjutnya dari hasil pengujian dihitung tegangan lekat bambu kait klem selang terhadap beton. Data hasil pengujian *Pull Out* bervariasi maka perlu adanya penyeragaman untuk memudahkan dalam membandingkan hasil yang didapat sehingga dalam penelitian ini diambil dua kondisi yaitu ketika runtuh dan ketika perpindahan 2,75 mm.

4.6.1 Pengujian *Pull Out* ketika runtuh

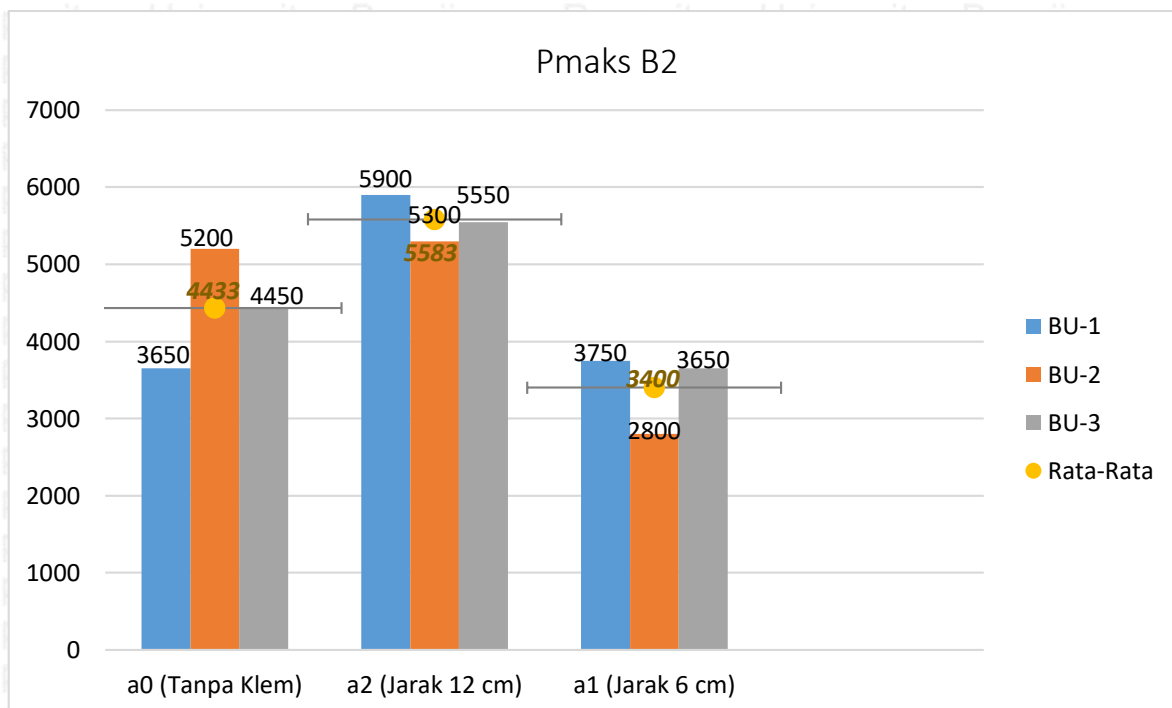
Hasil dari pengujian *Pull Out* pada beban maksimum ketika runtuh ditampilkan pada tabel 4.6

Tabel 4.6 Hasil Pengujian *Pull Out* pada beban maksimum ketika runtuh

	a ₀ (Tanpa Klem)	a ₂ (Jarak 12 cm)	a ₁ (Jarak 6 cm)
b₁ (dimensi 1,2 x 1,2 cm)	2950 kg	1150 kg	2850 kg
	2500 kg	1250 kg	1200 kg
	1450 kg	1150 kg	1100 kg
b₂ (dimensi 1,5 x 1,5 cm)	3650 kg	5900 kg	3750 kg
	5200 kg	5300 kg	2800 kg
	4450 kg	5550 kg	3650 kg



Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengujian *Pull Out* ketika runtuh untuk dimensi tulangan 1,2 x 1,2 cm



Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengujian *Pull Out* ketika runtuh untuk dimensi tulangan 1,5 x 1,5 cm

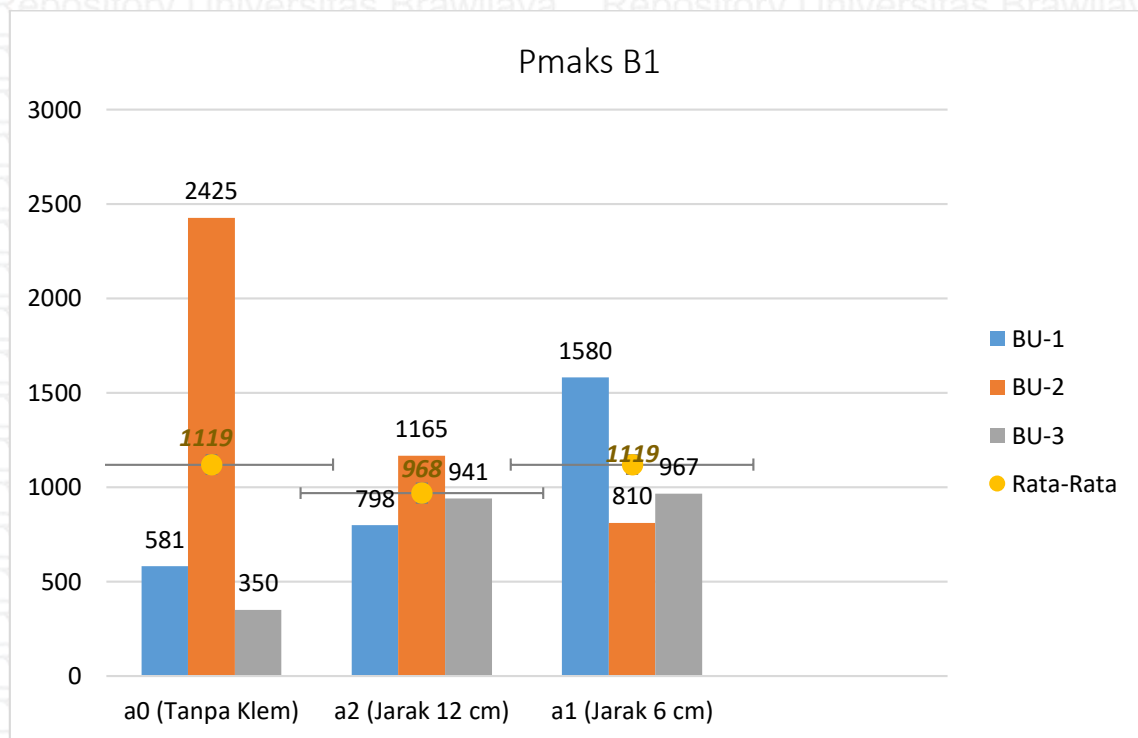
Dari Tabel 4.6, Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan beban maksimum hasil pengujian ketika mencapai runtuh akibat dari variasi jarak kait klem selang. Nilai beban paling besar terjadi pada jarak klem selang 12 cm dengan dimensi tulangan 1,5 x 1,5 cm pada ulangan pertama (a_{2b2-1}) sebesar 5900 kg.

4.6.2 Pengujian *Pull Out* ketika Perpindahan 2,75 mm

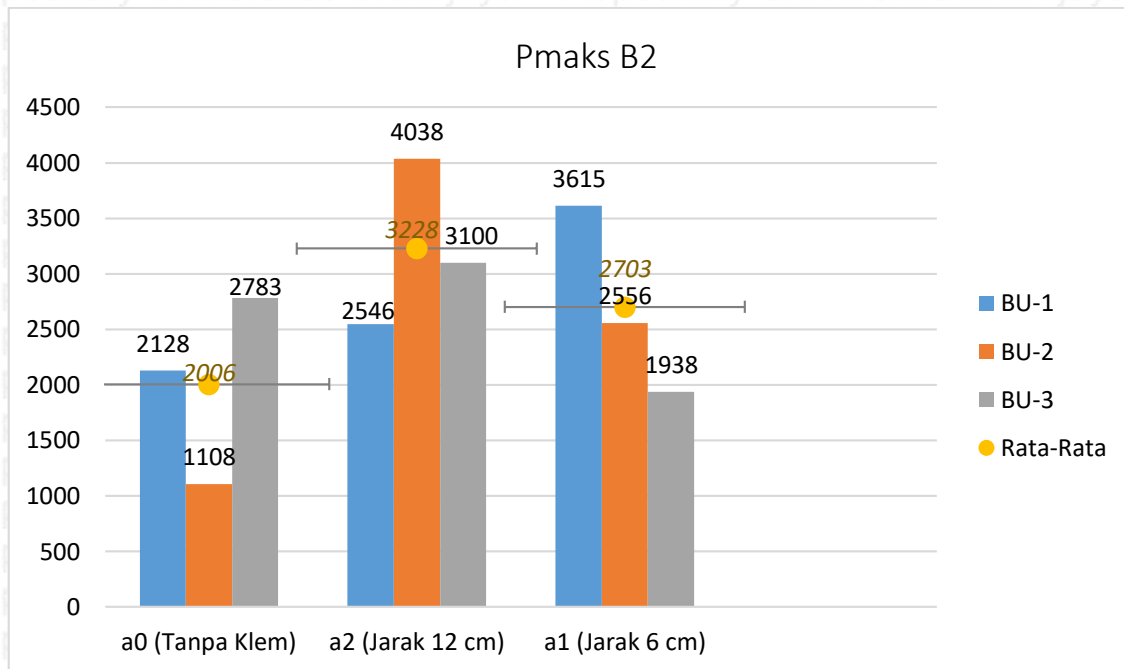
Dari pengujian *Pull Out* pada beban maksimum ketika perpindahan 2,75 mm ditampilkan pada tabel 4.7

Tabel 4.7 Hasil Pengujian *Pull Out* pada beban maksimum ketika perpindahan 2,75 mm

	a ₀ (Tanpa Klem)	a ₂ (Jarak 12 cm)	a ₁ (Jarak 6 cm)
b₁ (dimensi 1,2 cm)	581,250 kg	798,438 kg	1580,000 kg
	2425,000 kg	1164,815 kg	810,000 kg
	350,000 kg	941,000 kg	966,667 kg
b₂ (dimensi 1,5 cm)	2127,778 kg	2545,833 kg	3614,773 kg
	1108,333 kg	4037,500 kg	2556,250 kg
	2783,333 kg	3100,000 kg	1938,462 kg



Gambar 4.5 Grafik Hasil Pengujian *Pull Out* ketika perpindahan 2,75 mm untuk dimensi tulangan 1,2 x 1,2 cm

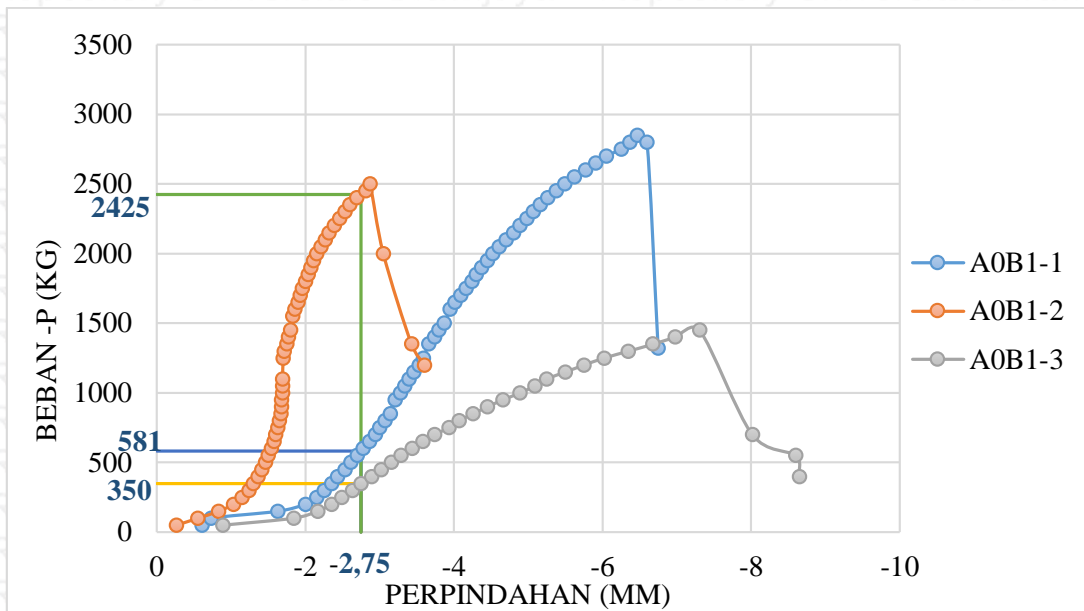


Gambar 4.6 Grafik Hasil Pengujian *Pull Out* ketika perpindahan 2,75 mm untuk dimensi tulangan 1,5 x 1,5 cm

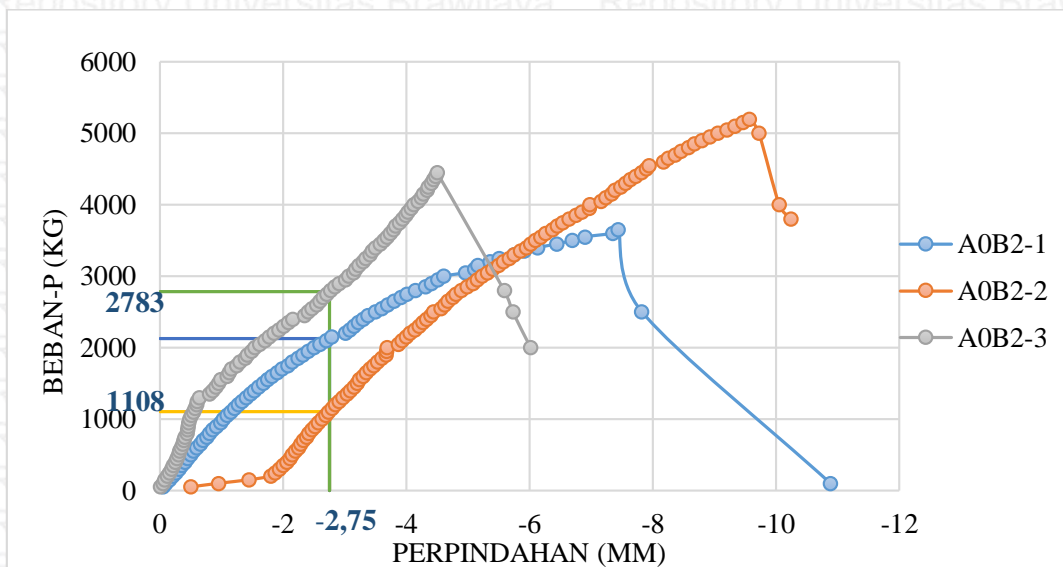
Dari Gambar 4.5 terdapat data hasil pengujian yang menyimpang (*outlier*) karena perbedaan mutu beton yaitu a_0b_1 pada ulangan kedua memiliki mutu beton rencana sebesar 33,31 MPa sedangkan pada ulangan pertama dan ulangan ketiga memiliki mutu beton rencana sebesar 24,179 MPa dan 22,378 MPa. Perbedaan mutu beton yang terlampaui jauh ini membuat data hasil pengujian berbeda secara signifikan. Mutu beton juga berpengaruh dalam pengujian *Pull Out*.

Dari Tabel 4.7, Gambar 4.5 dan Gambar 4.6 dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan beban maksimum hasil pengujian ketika perpindahan 2,75 mm akibat dari variasi jarak kait klem selang. Kuat cabut pada jarak klem selang 6 cm dengan dimensi tulangan 1,5 x 1,5 cm pada ulangan pertama (a_1b_2-1) sebesar 3614,773 kg. Nilai kuat cabut paling besar terjadi pada jarak klem selang 12 cm dengan dimensi tulangan 1,5 x 1,5 cm pada ulangan kedua (a_2b_2-2) sebesar 4037,500 kg.

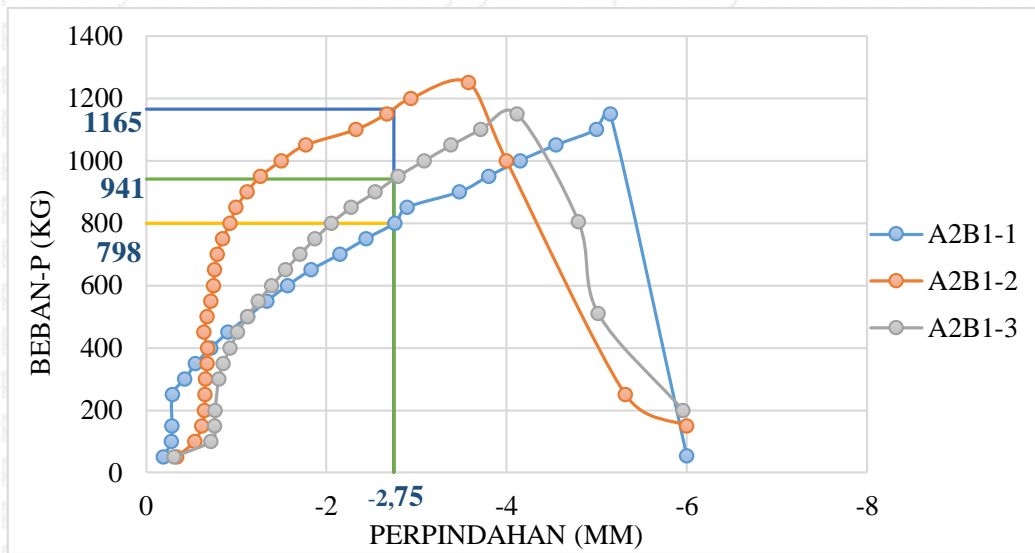
Besarnya perpindahan pada hasil pengujian *pull out* memiliki nilai yang beragam. Untuk mempermudah dalam membandingkan hasil yang didapat maka diseragamkan ketika perpindahan 2,75 mm. Grafik hubungan antara beban dan perpindahan yang terjadi pada pengujian *pull out* ditampilkan pada gambar 4.7 sampai gambar 4.12.



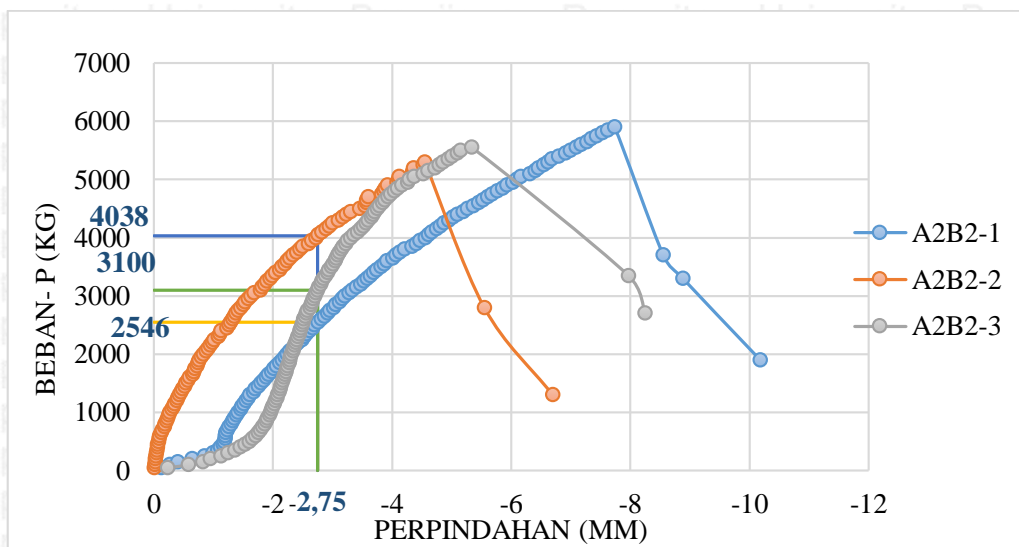
Gambar 4.7 Grafik Hubungan antara beban dengan Perpindahan Benda Uji a_{0b1}



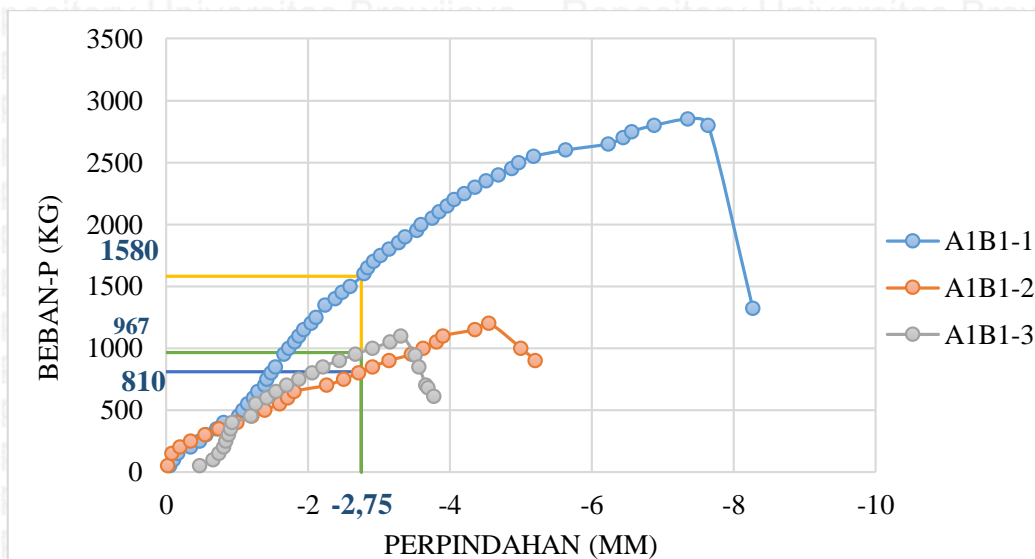
Gambar 4.8 Grafik Hubungan antara beban dengan Perpindahan Benda Uji a_{0b2}



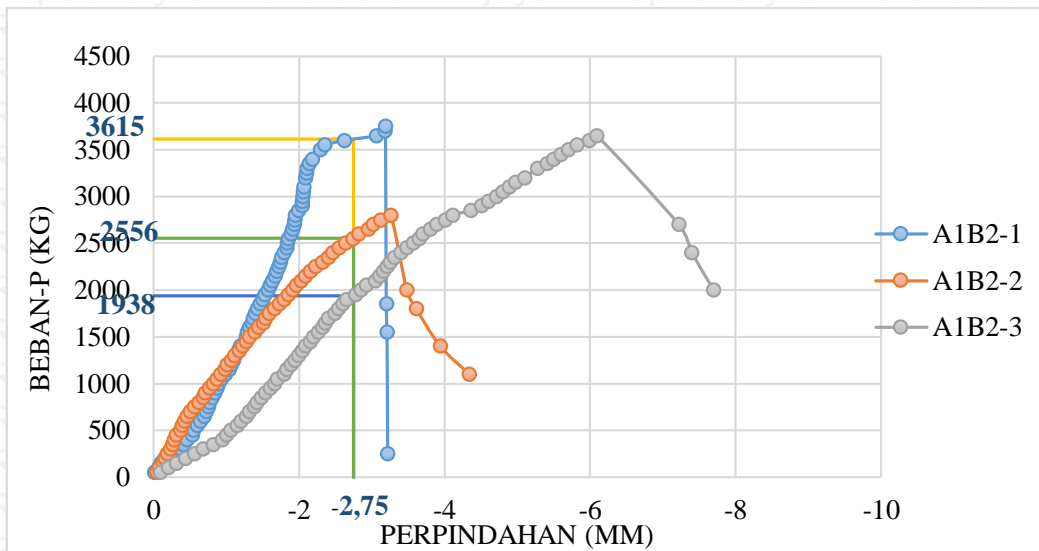
Gambar 4.9 Grafik Hubungan antara beban dengan Perpindahan Benda Uji a2b1



Gambar 4.10 Grafik Hubungan antara beban dengan Perpindahan Benda Uji a2b2



Gambar 4.11 Grafik Hubungan antara beban dengan Perpindahan Benda Uji a1b1



Gambar 4.12 Grafik Hubungan antara beban dengan Perpindahan Benda Uji a1b2

Berdasarkan gambar 4.7 sampai gambar 4.12, terdapat berbagai macam variasi grafik hubungan perpindahan dengan beban maksimum yang terjadi pada masing-masing benda uji *pull out*. Benda uji *pull out* yang mampu menahan beban yang besar seperti benda uji a2b2-1, memiliki bentuk grafik yang halus dan tidak banyak terdapat loncatan nilai perpindahannya. Sedangkan pada benda uji *pull out* yang hanya mampu menahan beban yang kecil seperti pada benda uji a2b1-1, memiliki bentuk grafik yang banyak terdapat loncatan perpindahan atau memiliki loncatan perpindahan yang sedikit tetapi loncatannya panjang. Loncatan perpindahan pada grafik, bisa terjadi dikarenakan benda uji *pull out* mengalami kegagalan selip antar tulangan dengan beton atau kait yang terdapat pada tulangan tidak dapat berfungsi dengan baik. Jika terdapat selip ataupun kerusakan pada kait, besarnya perpindahan akan langsung bertambah karena berkurangnya tegangan lekat yang dimiliki oleh tulangan terhadap beton.

4.7 Perhitungan Kuat Cabut dan Tegangan Lekat Pengujian *Pull Out*

Perhitungan kuat cabut dan tegangan lekat didapatkan dari hasil beban maksimum pengujian *pull out* dari setiap variasi perlakuan. Perhitungan kuat cabut setiap batang dihitung dengan cara membagi dua baban maksimum karena terdapat dua tulangan bambu kait klem selang atas dan bawah yang terpasang pada balok beton. Untuk perhitungan tegangan lekat dengan cara kuat cabut satu batang dibagi dengan luas permukaan geser tulangan bambu.

Dalam penelitian ini diambil dua kondisi yaitu pada kuat cabut dan tegangan lekat ketika runtuh dan kuat cabut dan tegangan lekat ketika perpindahan 2,75 mm yang bertujuan untuk penyeragaman dan untuk memudahkan dalam perbandingan hasil yang diperoleh.

4.7.1 Perhitungan Kuat Cabut dan Tegangan Lekat Ketika Runtuh

Hasil perhitungan kuat cabut untuk dua tulangan ketika runtuh ditampilkan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Kuat Cabut Dua Tulangan ketika Runtuh

Benda Uji	ke-	f'c (Mpa)	Pmaks Pull Out (kg)
a ₀ b ₁	1	24,179	2950
	2	33,310	2500
	3	22,378	1450
a ₀ b ₂	1	30,802	3650
	2	36,011	5200
	3	37,490	4450
a ₂ b ₁	1	22,893	1150
	2	31,059	1250
	3	34,789	1150
a ₂ b ₂	1	27,008	5900
	2	26,687	5300
	3	26,880	5550
a ₁ b ₁	1	23,664	2850
	2	20,513	1200
	3	19,549	1100
a ₁ b ₂	1	16,977	3750
	2	23,086	2800
	3	28,294	3650

Keterangan :

a₀ = Tanpa klem selang

a₂ = Jarak klem selang 12 cm

a₁ = Jarak klem selang 6 cm

b₁ = Dimensi tulangan bambu 1,2 x 1,2 cm

b₂ = Dimensi tulangan bambu 1,5 x 1,5 cm

Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Kuat Cabut satu Batang dan Tegangan lekat ketika runtuh

Benda Uji	ke-	Pmaks (kg)	Pmaks Rata-Rata (kg)	Tegangan lekat (kg/cm ²)	Tegangan lekat (MPa)	Regangan (ε)	Regangan Rata-Rata
a ₀ b ₁	1	1475	1150	2,995	0,299	0,006	0,005
	2	1250				0,002	
	3	725				0,006	
a ₀ b ₂	1	1825	2216,667	4,618	0,462	0,006	0,006
	2	2600				0,008	
	3	2225				0,004	
a ₂ b ₁	1	575	591,667	1,541	0,154	0,004	0,003
	2	625				0,003	
	3	575				0,003	
a ₂ b ₂	1	2950	2791,667	5,816	0,582	0,006	0,005
	2	2650				0,004	
	3	2775				0,004	
a ₁ b ₁	1	1425	858,333	2,235	0,224	0,006	0,004
	2	600				0,004	
	3	550				0,003	
a ₁ b ₂	1	1875	1700	3,542	0,354	0,003	0,003
	2	1400				0,003	
	3	1825				0,005	

Keterangan :

a₀ = Tanpa klem selang

a₂ = Jarak klem selang 12 cm

a₁ = Jarak klem selang 6 cm

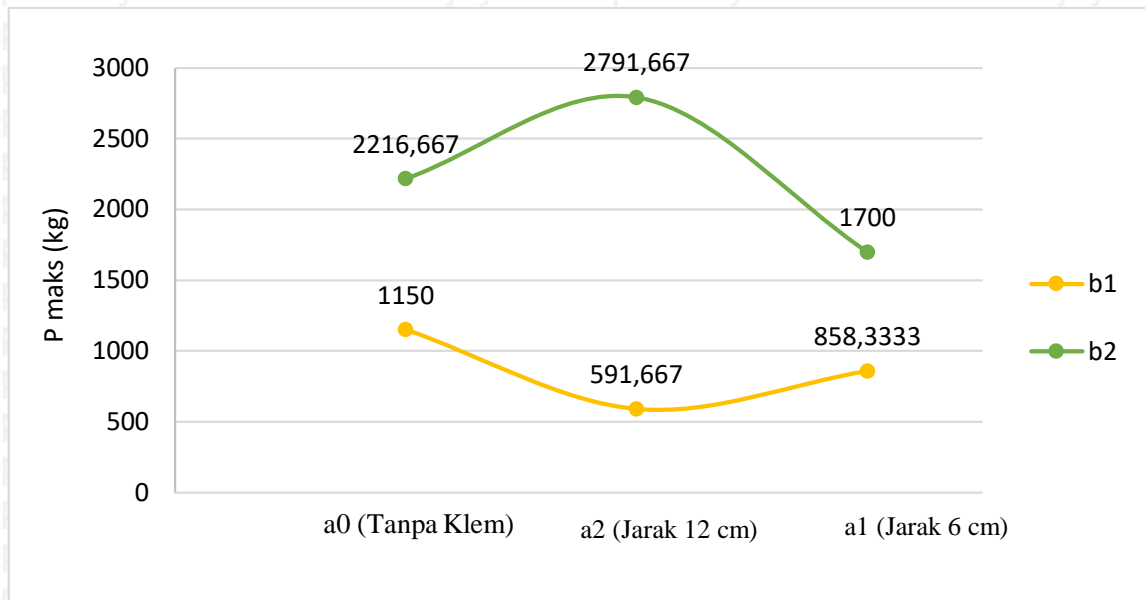
b₁ = Dimensi tulangan bambu 1,2 x 1,2 cm

b₂ = Dimensi tulangan bambu 1,5 x 1,5 cm

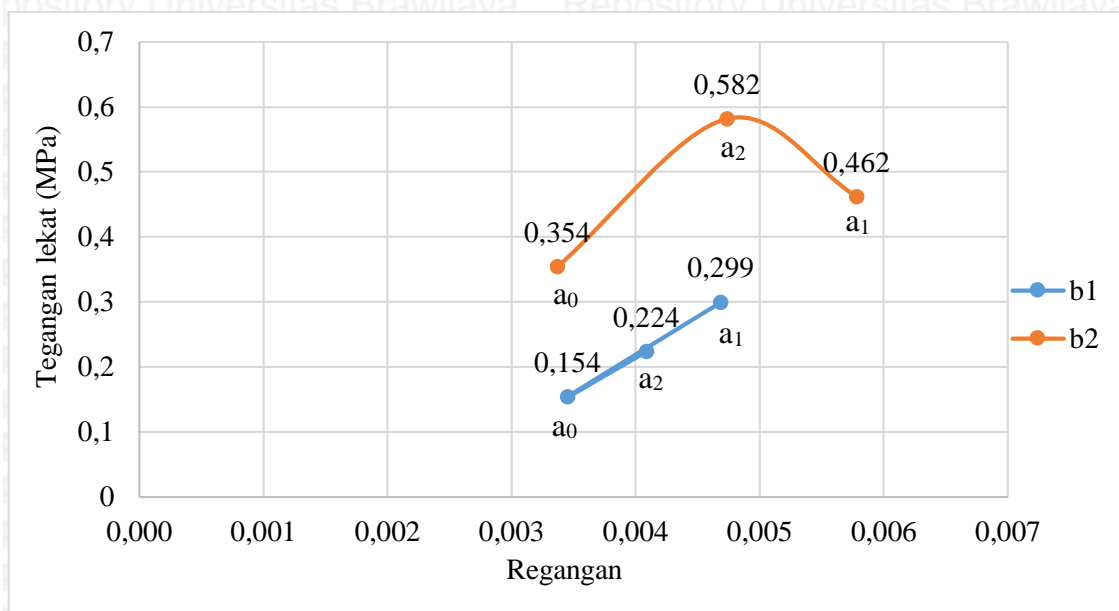
Contoh perhitungan tegangan lekat :

$$\mu = \frac{P}{(Ld \times 2(lb+tb))} = \frac{1150}{(40 \times 2) \times 2(1,2 \times 1,2)} = 2,995 \text{ kg/cm}^2 = 0,299 \text{ MPa}$$

Tegangan lekat adalah beban maksimum per satuan bidang geser tulangan bambu (dimensi tulangan). Beban maksimum pada pengujian *pull out* adalah beban yang ditahan oleh 2 tulangan bambu (atas dan bawah). Oleh karena itu pada ketika menghitung tegangan lekat untuk satu tulangan, digunakan beban setengah dari beban maksimum. Nilai tegangan lekat yang didapat pada pengujian *pull out* akan digunakan pada perhitungan teoritis balok beton. Pada perhitungan teoritis menggunakan kuat lekat karena perilaku tulangan bambu pada beton ketika diberi beban cenderung gagal selip terlebih dahulu daripada gagal tarik.



Gambar 4.13 Grafik hubungan P maks dengan jarak klem selang ketika runtuh



Gambar 4.14 Grafik hubungan tegangan lekat dan regangan ketika runtuh

Keterangan :

a₀ = Tanpa klem selang

a₂ = Jarak klem selang 12 cm

a₁ = Jarak klem selang 6 cm

b₁ = Dimensi tulangan bambu 1,2 x 1,2 cm

b₂ = Dimensi tulangan bambu 1,5 x 1,5 cm

Dari Gambar 4.13 dapat disimpulkan bahwa beban maksimum sebesar 2791,667 kg ketika mencapai runtuh terjadi pada jarak klem selang 12 cm dengan dimensi tulangan 1,5 x 1,5 cm. Sedangkan dari gambar 4.14, tegangan lekat sebesar 0,582 terjadi pada jarak klem selang 12 cm dengan dimensi tulangan 1,5 x 1,5 cm.

4.7.2 Perhitungan Kuat Cabut dan Tegangan Lekat Ketika Perpindahan 2,75 mm

Hasil perhitungan kuat cabut untuk dua tulangan ketika perpindahan 2,75 mm ditampilkan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Kuat Cabut Dua Tulangan ketika perpindahan 2,75 mm

Benda Uji	ke-	f'c (Mpa)	Pmaks Pull Out (kg)
a ₀ b ₁	1	24,179	581,250
	2	33,310	2425
	3	22,378	350
a ₀ b ₂	1	30,802	2127,778
	2	36,011	1108,333
	3	37,490	2783,333
a ₂ b ₁	1	22,893	798,438
	2	31,059	1164,815
	3	34,789	941
a ₂ b ₂	1	27,008	2545,833
	2	26,687	4037,500
	3	26,880	3100
a ₁ b ₁	1	23,664	1580
	2	20,513	810
	3	19,549	966,667
a ₁ b ₂	1	16,977	3614,773
	2	23,086	2556,250
	3	28,294	1938,462

Keterangan :

a₀ = Tanpa klem selang

a₂ = Jarak klem selang 12 cm

a₁ = Jarak klem selang 6 cm

b₁ = Dimensi tulangan bambu 1,2 x 1,2 cm

b₂ = Dimensi tulangan bambu 1,5 x 1,5 cm

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Kuat Cabut satu Batang dan Tegangan lekat ketika perpindahan 2,75 mm

Benda Uji	ke-	Pmaks (kg)	Pmaks Rata-Rata (kg)	Tegangan lekat (kg/cm ²)	Tegangan lekat (MPa)
a ₀ b ₁	1	290,625	559,375	1,457	0,146
	2	1212,5			
	3	175			
a ₀ b ₂	1	1063,8889	1003,241	2,090	0,209
	2	554,16667			
	3	1391,6667			
a ₂ b ₁	1	399,21875	484,042	1,261	0,126
	2	582,40741			
	3	470,5			
a ₂ b ₂	1	1272,9167	1613,88889	3,362	0,336
	2	2018,75			
	3	1550			
a ₁ b ₁	1	790	559,444	1,457	0,146
	2	405			
	3	483,33333			
a ₁ b ₂	1	1807,3864	1351,580711	2,816	0,282
	2	1278,125			
	3	969,23077			

Keterangan :

a₀ = Tanpa klem selang

a₂ = Jarak klem selang 12 cm

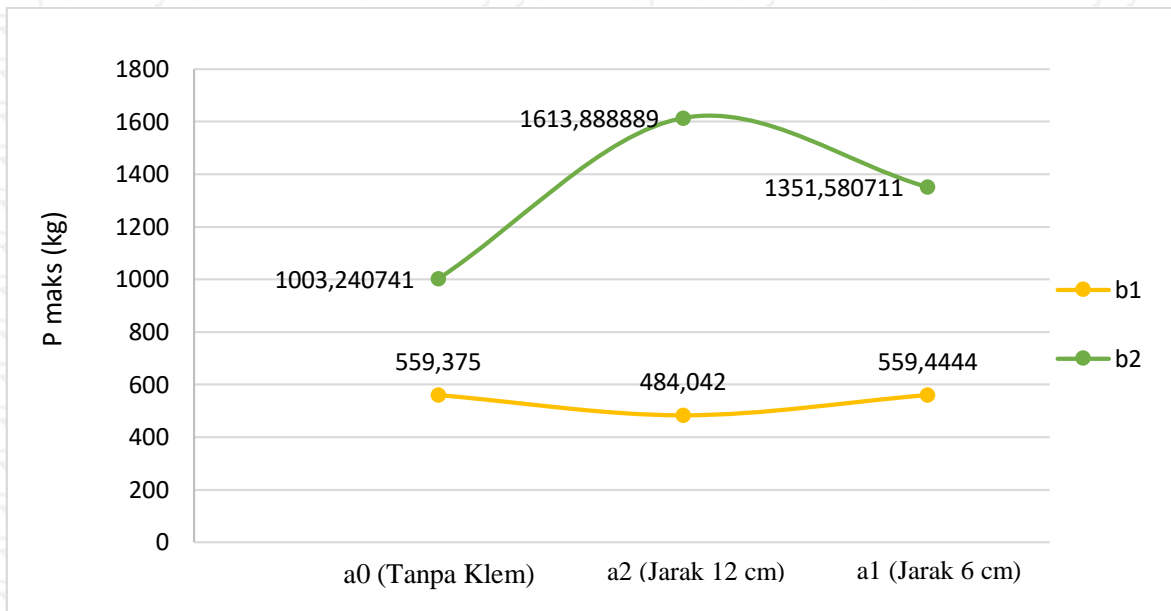
a₁ = Jarak klem selang 6 cm

b₁ = Dimensi tulangan bambu 1,2 x 1,2 cm

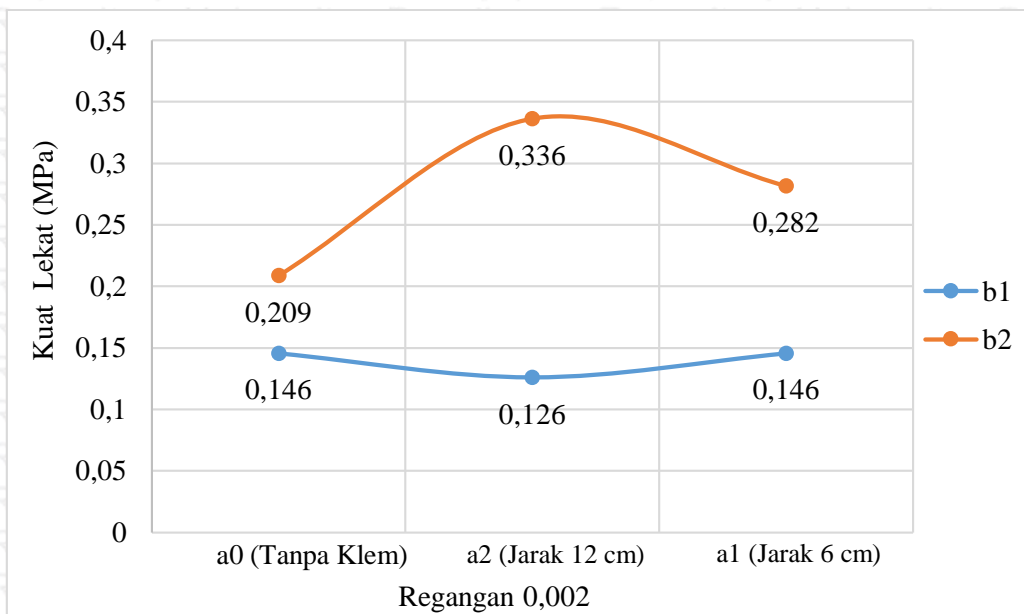
b₂ = Dimensi tulangan bambu 1,5 x 1,5 cm

Contoh perhitungan tegangan lekat :

$$\mu = \frac{P}{(Ld \times 2(lb+tb))} = \frac{559,375}{(40 \times 2) \times 2(1,2 \times 1,2)} = 1,457 \text{ kg/cm}^2 = 0,146 \text{ MPa}$$



Gambar 4.15 Grafik hubungan P maks dengan jarak klem selang ketika perpindahan 2,75 mm



Gambar 4.16 Grafik hubungan tegangan lekat dan regangan ketika perpindahan 2,75 mm

Dari Gambar 4.15 dapat disimpulkan bahwa beban maksimum rata-rata sebesar 1613,889 kg pada perpindahan 2,75 mm terjadi pada jarak klem selang 12 cm dengan dimensi tulangan 1,5 x 1,5 cm. Sedangkan dari gambar 4.16, tegangan lekat sebesar 0,336 terjadi pada jarak klem selang 12 cm dengan dimensi tulangan 1,5 x 1,5 cm.

Dari dua kondisi yaitu pada analisis ketika mencapai runtuh dan analisis ketika perpindahan 2,75 mm didapatkan hasil yang sama yaitu beban dan tegangan lekat maksimum terjadi pada jarak kait klem selang 12 cm dengan dimensi tulangan 1,5 x 1,5 cm.

4.8 Pengaruh Jarak Kait Klem Selang terhadap Tegangan Lekat Pengujian *Pull Out*

Pengaruh jarak kait terhadap tegangan lekat yang diperoleh dari hasil pengujian dapat dilihat dengan presentase perbandingan pengaruh faktor. Hasil tegangan lekat tulangan dengan berbagai macam variasi perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Perhitungan perbandingan pengaruh faktor jarak kait dalam penelitian ini dihitung sebagai berikut :

Pengaruh faktor jarak kait terhadap tegangan lekat tulangan terhadap beton:

$$\begin{aligned}\text{Nilai } a_0 &= a_0 b_1 + a_0 b_2 \\ &= 0,299 + 0,462 \\ &= 0,761\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Nilai } a_2 &= a_2 b_1 + a_2 b_2 \\ &= 0,154 + 0,582 \\ &= 0,736\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Nilai } a_1 &= a_1 b_1 + a_1 b_2 \\ &= 0,224 + 0,354 \\ &= 0,578\end{aligned}$$

Presentase faktor jarak kait terhadap tegangan lekat tulangan terhadap beton:

$$\begin{aligned}\text{Presentase } a_1 \text{ terhadap } a_0 &= \frac{a_0 - a_1}{a_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,761 - 0,578}{0,761} \times 100\% \\ &= 24,12 \%\end{aligned}$$

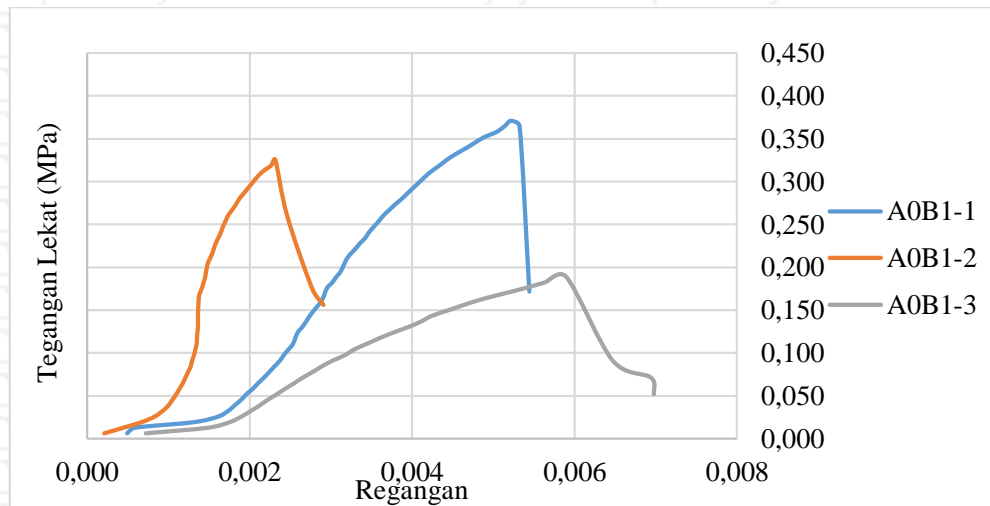
$$\begin{aligned}\text{Presentase } a_2 \text{ terhadap } a_0 &= \frac{a_0 - a_2}{a_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,761 - 0,736}{0,761} \times 100\% \\ &= 3,36 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Presentase } a_1 \text{ terhadap } a_2 &= \frac{a_2 - a_1}{a_2} \times 100\% \\ &= \frac{0,736 - 0,578}{0,736} \times 100\% \\ &= 21,47 \%\end{aligned}$$

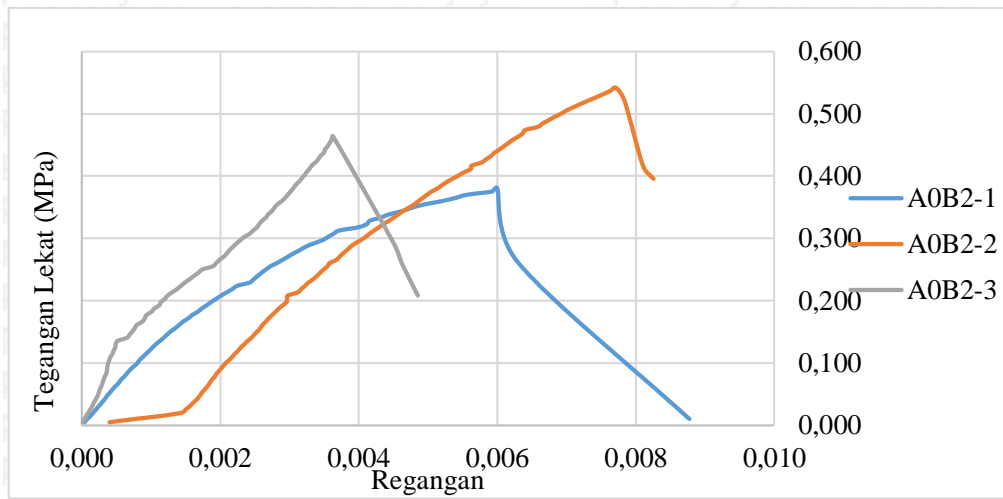
Dari perhitungan diatas, didapatkan nilai presentase jarak kait terhadap tegangan lekatan terhadap beton a_1 terhadap a_0 sebesar 24,12%. Dari hasil tersebut nilai tegangan lekat benda uji a_2 (jarak kait 12 cm) memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan nilai benda uji a_1 (jarak kait 6 cm). Penggunaan jarak kait yang lebih besar dapat meningkatkan tegangan lekat antara tulangan dengan beton karena jarak yang terlalu rapat akan merusak tulangan bambu. Penggunaan tulangan bambu kait klem selang dapat meningkatkan tegangan lekat terhadap beton apabila kait dipasang dengan jarak tertentu.

4.9 Pengaruh Hubungan Tegangan dan Regangan Akibat Jarak Kait Klem Selang

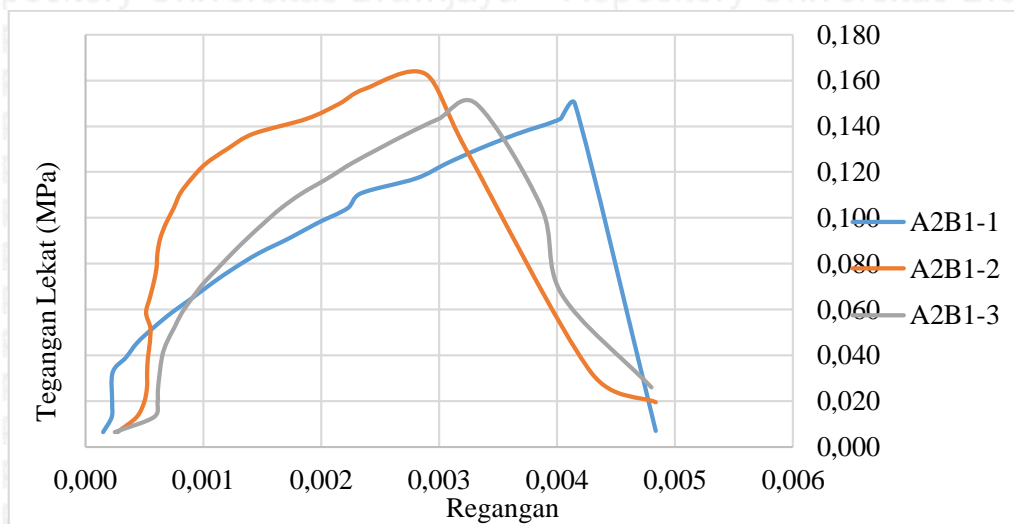
Analisis hubungan tegangan dan regangan pada pengujian *pull out* bertujuan untuk mengetahui perilaku tulangan bambu dengan variasi jarak klem selang terhadap beton. Dalam grafik ditampilkan benda uji yang sama dengan tiga kali ulangan. Grafik hubungan tegangan dan regangan akibat jarak klem selang ditampilkan pada Gambar 4.13 sampai Gambar 4.15.



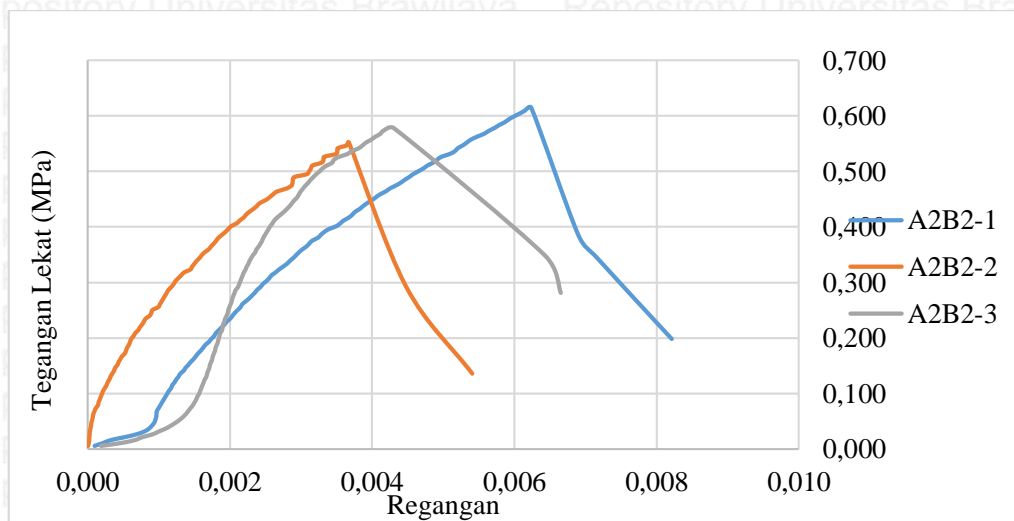
Gambar 4.17 Grafik hubungan tegangan dan regangan benda uji a_{0b1}



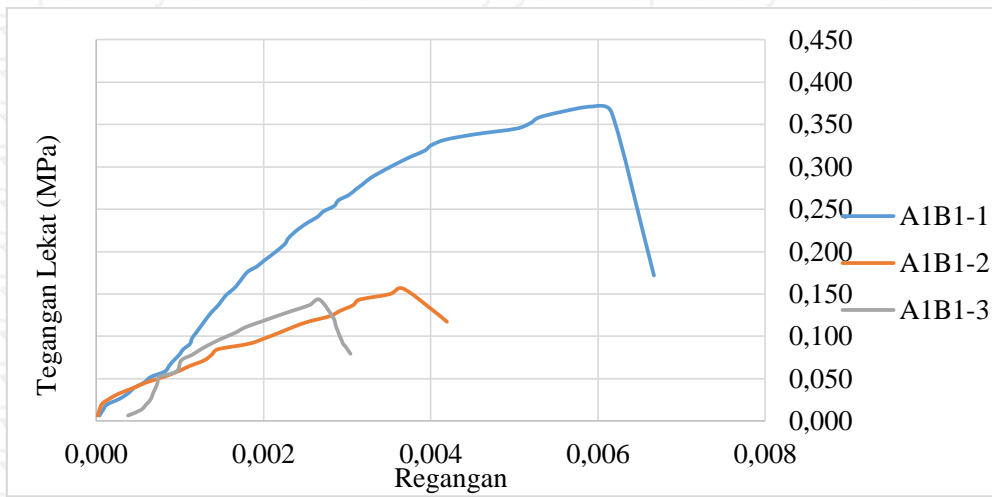
Gambar 4.18 Grafik hubungan tegangan dan regangan benda uji aob₂



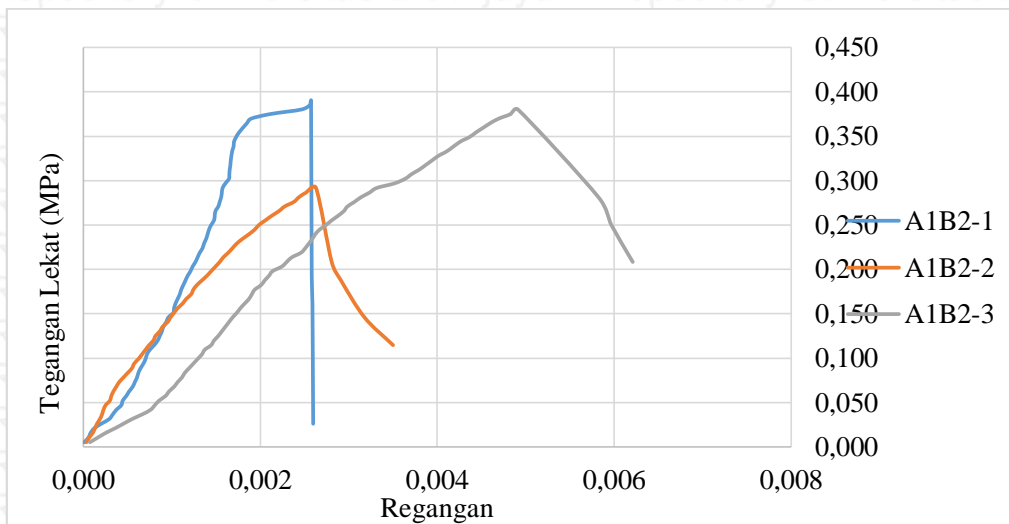
Gambar 4.19 Grafik hubungan tegangan dan regangan benda uji a₂b₁



Gambar 4.20 Grafik hubungan tegangan dan regangan benda uji a₂b₂



Gambar 4.21 Grafik hubungan tegangan dan regangan benda uji a_{1b1}



Gambar 4.22 Grafik hubungan tegangan dan regangan benda uji a_{1b2}

Berdasarkan gambar 4.10 sampai gambar 4.12, terdapat berbagai macam variasi grafik hubungan hubungan tegangan dan regangan yang terjadi pada masing-masing benda uji *pull out*. Dari setiap benda uji yang sama cenderung memiliki grafik yang mirip disetiap pengulangannya. Namun pada benda uji *pull out* a_{1b1} mengalami perbedaan yang sangat signifikan antara ulangan pertama dengan ulangan kedua dan ketiga. Hal ini disebabkan karena kesalahan pengujian. Pada pengujian benda uji *pull out* a_{1b1} tumpuan sendi tidak bekerja secara baik sehingga terjadi pergeseran ketika pembebanan dan berakibat pada hasil data yang kurang tepat.

4.10 Analisis Tegangan Tarik pada Tulangan Bambu Petung

Pada analisis ini bertujuan untuk membuktikan tulangan bambu petung yang digunakan pada pengujian *pull out* telah mengalami keruntuhan selip. Analisis dilakukan terhadap tegangan tarik satu tulangan bambu pada pengujian *pull out* dan ditinjau pada benda uji yang memiliki beban maksimum tertinggi berdasarkan jarak klem selang.

Bambu petung yang digunakan dalam penelitian ini tidak dilakukan pengujian tegangan lelehnya sehingga tegangan leleh bambu petung diambil sebesar 190 MPa sesuai dengan hasil penelitian Morisco tentang tegangan tarik bambu petung tanpa nodia.

Perhitungan tegangan tarik tulangan bambu petung sebagai berikut :

Benda uji *pull out* a₀b₂-2 (tanpa klem selang dengan dimensi tulangan 1,5 x 1,5) mempunyai beban maksimum satu tulangan sebesar 2600 kg.

$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{2600}{1,5 \times 1,5} = 1155,556 \text{ kg/cm}^2 = 115,555 \text{ MPa}$$

Benda uji *pull out* a₂b₂-1 (jarak klem selang 12 cm dengan dimensi tulangan 1,5 x 1,5) mempunyai beban maksimum satu tulangan sebesar 2950 kg.

$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{1875}{1,5 \times 1,5} = 1311,111 \text{ kg/cm}^2 = 131,111 \text{ MPa}$$

Benda uji *pull out* a₁b₂-1 (jarak klem selang 6 cm dengan dimensi tulangan 1,5 x 1,5) mempunyai beban maksimum satu tulangan sebesar 1875 kg.

$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{1875}{1,5 \times 1,5} = 833,333 \text{ kg/cm}^2 = 83,33 \text{ MPa}$$

Tabel 4.12 Perbandingan Tegangan Tarik pada Tulangan Bambu Petung

Tegangan Tarik Bambu Petung (MPa)	Tegangan Tarik Benda Uji Pull Out (MPa)		
	a ₀	a ₂	a ₁
190	115,555	131,111	83,333

Dari Tabel 4.12 dapat disimpulkan bahwa tegangan tarik tulangan bambu petung pada pengujian *pull out* yang terbesar bernilai 131,111 MPa. Analisis ini membuktikan bahwa tulangan bambu petung belum mencapai titik lelehnya sebesar 190 MPa sehingga menyebabkan keruntuhan selip antara tulangan bambu dengan beton. Bambu yang digunakan dalam penelitian ini lebih lemah dari bambu yang digunakan pada penelitian Morisco.

Dari hasil penelitian *pull out* didapatkan juga kekuatan gesek per cm panjang tulangan bambu petung. Perhitungan kekuatan gesek per cm panjang tulangan dihitung sebagai berikut :

Benda uji *pull out* a₀b₂-2 (tanpa klem selang dengan dimensi tulangan 1,5 x 1,5) mempunyai beban maksimum satu tulangan sebesar 2600 kg.

$$\sigma = \frac{P}{\text{Keliling}} = \frac{2600}{4 \times 1,5} = 433,33 \text{ kg/cm}^2$$

Benda uji *pull out* a₂b₂-1 (jarak klem selang 12 cm dengan dimensi tulangan 1,5 x 1,5) mempunyai beban maksimum satu tulangan sebesar 2950 kg.

$$\sigma = \frac{P}{\text{Keliling}} = \frac{1875}{4 \times 1,5} = 491,667 \text{ kg/cm}^2$$

Benda uji *pull out* a₁b₂-1 (jarak klem selang 6 cm dengan dimensi tulangan 1,5 x 1,5) mempunyai beban maksimum satu tulangan sebesar 1875 kg.

$$\sigma = \frac{P}{\text{Keliling}} = \frac{1875}{4 \times 1,5} = 312,5 \text{ kg/cm}^2$$

Presentase faktor jarak klem selang

$$\begin{aligned} \text{Presentase} &= \frac{a_2 - a_1}{a_2} \times 100\% \\ &= \frac{491,667 - 312,5}{491,667} \times 100\% \\ &= 36,44 \% \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa penggunaan klem selang sebagai kait pada tulangan bambu dengan jarak 12 cm dapat meningkatkan kuat gesek per cm panjang sebesar 36,44 % terhadap jarak kait klem selang dengan jarak 6 cm.

4.11 Analisis Keruntuhan pada Tulangan Bambu

Analisis keruntuhan dilakukan untuk mengetahui pola keruntuhan yang terjadi pada benda uji *pull out*. Menurut *ACI (American Concrete Institute) Structural Journal title No. 90-S53*, pola keruntuhan dibedakan menjadi tiga jenis.

Adapun hasil yang didapatkan dari pengujian *pull out* pada penelitian ini ditampilkan sebagai berikut :



Gambar 4.23 Pola keruntuhan jenis 3 diikuti dengan pecahnya tulangan bambu



Gambar 4.24 Pola keruntuhan jenis 3 diikuti dengan pecahnya beton



Gambar 4.25 Pola keruntuhan jenis 3

Pada Gambar 4.23 terjadi pola keruntuhan jenis 3 yaitu kegagalan pada bambu ketika mendapatkan beban tarik diikuti dengan pecahnya tulangan bambu. Pada Gambar 4.24 terjadi pola keruntuhan jenis 3 yaitu keruntuhan pada beton di ikuti dengan tercabutnya beton dari tulangan ditandai dengan pecahnya beton disekitar tulangan bambu. Pada Gambar 4.25 terjadi pola keruntuhan jenis 3 yaitu tercabutnya keluar tulangan bambu dan tidak diikuti keruntuhan baik pada beton maupun tulangan bambu yang ditandai dengan adanya penambahan panjang bambu akibat pengujian tetapi beton disekitar tulangan tidak runtuh dan tulangan bambu tidak pecah.

Dalam analisis keruntuhan ini membuktikan bahwa keruntuhan jenis 3 terjadi dalam pengujian *pull out*. Dari ketiga jenis keruntuhan, keruntuhan jenis 3 sangat diharapkan dalam penelitian ini.

4.12 Uji Hipotesis

Analisis statistik yang digunakan untuk membandingkan dan mengetahui pengaruh jarak kait terhadap tegangan lekat antara tulangan bambu berkait klem selang dengan beton adalah analisis statistik menggunakan metode anova (*analysis of variant*) dan metode regresi. Dalam uji hipotesis pada penelitian ini dilakukan dua kondisi, yaitu ketika perpindahan 2,75 mm dan ketika runtuh.

4.12.1. Metode Anova (*Analysis Of Variant*)

Analisis varian pada penelitian ini digunakan untuk membandingkan kelompok jarak klem 6 cm (dengan jumlah 6 buah klem) dan jarak klem 12 cm (dengan jumlah 3 buah klem) sehingga pengaruh jarak klem terhadap tegangan lekat dapat diketahui. Adapun langkah-langkah perhitungan sebagai berikut :

Hipotesis

H_0' : tidak ada pengaruh yang signifikan variasi ukuran tulangan pada kuat cabut beton bertulangan bambu dengan klem selang.

H_0'' : tidak ada pengaruh yang signifikan variasi jarak klem selang pada kuat cabut beton bertulangan bambu dengan klem selang.

H_0''' : tidak ada interaksi antara variasi ukuran tulangan dan jarak klem selang pada kuat cabut beton bertulangan bambu dengan klem selang.

Pada analisis ini didapatkan tiga hipotesis, namun dalam penelitian ini diperhatikan pengaruh jarak klem selang terhadap kuat cabut beton saja. Sehingga yang diperhatikan adalah H_0'' (pengujian hipotesis nol antar baris).

4.12.1.1 Analisa Anova ketika Runtuh

Tabel 4.13 Hasil Pengujian *Pull Out* untuk 2 Tulangan Bambu ketika Runtuh

	a_0	a_2	a_1
b_1	2950	1150	2850
	2500	1250	1200
	1450	1150	1100
b_2	3650	5900	3750
	5200	5300	2800
	4450	5550	3650

Kriteria pengujian

H_0' diterima apabila $F_1 < F_\alpha [(r-1): rc(n-1)]$

H_0'' diterima apabila $F_2 < F_\alpha [(c-1): rc(n-1)]$

H_0''' diterima apabila pengaruh interaksi baris dan kolom semuanya sama dengan nol

Level significance (α) = 0,05

Tabel 4.14 Analisis Ragam Klasifikasi Dua Arah dengan Interaksi ketika Runtuh

	a_0	a_2	a_1	Total	Rata-rata
b_1	6900	3550	5150	15600	5200
b_2	13300	16750	10200	40250	13416,667
Total	20200	20300	15350	55850	
Rata-rata	10100	10150	7675		9308,333

Contoh Perhitungan T_{11}

$$T_{11} = (a_1 b_1 - 1) + (a_1 b_1 - 2) + (a_1 b_1 - 3)$$

$$= 2850 + 1200 + 1100$$

$$= 5150$$

$$r \text{ (Banyaknya baris)} = 2$$

$$c \text{ (Banyaknya kolom)} = 3$$

$$n \text{ (Banyaknya data)} = 3$$

Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$\begin{aligned}
 JKT &= \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \sum_{k=1}^n X_{ijk}^2 - \frac{T^2}{rcn} \\
 &= (\{a_0b_1- 1\}^2 + \{a_0b_1- 2\}^2 + \{a_0b_1- 3\}^2 + \dots + \{a_2b_2- 3\}^2) - \frac{T^2}{rcn} \\
 &= (\{6900\}^2 + \{13300\}^2 + \{5150\}^2 + \dots + \{16750\}^2) - \frac{55850^2}{2 \times 3 \times 3} \\
 &= 47837361,111
 \end{aligned}$$

Jumlah Kuadrat Rata-rata Baris (JKB)

$$\begin{aligned}
 JKB &= \frac{\sum_{j=1}^c T_{i-}^2}{cn} - \frac{T^2}{rcn} \\
 &= \frac{T_{1-}^2 + T_{2-}^2}{cn} - \frac{T^2}{rcn} \\
 &= \frac{15600^2 + 40250^2}{3 \times 3} - \frac{55850^2}{2 \times 3 \times 3} \\
 &= 33756805,556
 \end{aligned}$$

Jumlah Kuadrat Rata-rata Kolom (JKK)

$$\begin{aligned}
 JKK &= \frac{\sum_{i=1}^r T_{-j}^2}{rn} - \frac{T^2}{rcn} \\
 &= \frac{T_{-0}^2 + T_{-1}^2 + T_{-2}^2}{rn} - \frac{T^2}{rcn} \\
 &= \frac{20200^2 + 15350^2 + 20300^2}{2 \times 3} - \frac{55850^2}{2 \times 3 \times 3} \\
 &= 2668611,111
 \end{aligned}$$

JKB (K)

$$\begin{aligned}
 JKB(K) &= \frac{\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c T_{ij-}^2}{n} - \frac{\sum_{i=1}^r T_{i--}^2}{cn} - \frac{\sum_{j=1}^c T_{-i-}^2}{rn} + \frac{T^2}{rcn} \\
 &= \frac{T_{01}^2 + T_{02}^2 + T_{11}^2 + \dots + T_{22}^2}{rn} - \frac{T_{1--}^2 + T_{2--}^2}{cn} - \frac{T_{-0-}^2 + T_{-1-}^2 + T_{-2-}^2}{rn} + \frac{T^2}{rcn} \\
 &= \frac{6900^2 + 13300^2 + 5150^2 + \dots + 16750^2}{3} \\
 &\quad - \frac{15600^2 + 40250^2}{3 \times 3} - \frac{20200^2 + 15350^2 + 20300^2}{2 \times 3} \\
 &\quad + \frac{55850^2}{2 \times 3 \times 3} \\
 &= 6360277,778
 \end{aligned}$$

Jumlah Kuadrat Galat

$$\begin{aligned}
 JKG &= \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c X_{ijk}^2 - \frac{\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c T_{ij}^2}{n} \\
 &= (\{2950\}^2 + \{2500\}^2 + \{1450\}^2 + \dots + \{5550\}^2) \\
 &\quad - \frac{6900^2 + 13300^2 + 5150^2 + \dots + 16750^2}{3} \\
 &= 5051666,667
 \end{aligned}$$

Tabel 4.15 Analisis Ragam Pengaruh Jarak Kait terhadap Tegangan lekat dengan Interaksi ketika Runtuh

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Ragam	F Rasio	Prob-value
Antar Baris	33756805,556	1	33756805,556	80,188	0,00%
Antar Kolom	2668611,111	2	1334305,556	3,170	7,85%
Interaksi Galat	6360277,778	2	3180138,889	7,554	0,75%
Total	47837361,111	17	420972,222		

$$F_{\alpha} [(r-1) : rc(n-1)] = F_{0,05} [(2-1) : 2 \times 3(3-1)] = F_{0,05} [1:12]$$

Dari tabel distribusi fisher, F dapat didapatkan bahwa $F_{0,05} [1:12] = 4,747$

$$F_{\alpha} [(c-1) : rc(n-1)] = F_{0,05} [(3-1) : 2 \times 3(3-1)] = F_{0,05} [2:12]$$

Dari tabel distribusi fisher, F dapat didapatkan bahwa $F_{0,05} [2:12] = 3,885$

$$F_{\alpha} [(r-1)(c-1) : rc(n-1)] = F_{0,05} [(2-1)(3-1) : 2 \times 3(3-1)] = F_{0,05} [2:12]$$

Dari tabel distribusi fisher, F dapat didapatkan bahwa $F_{0,05} [2:12] = 3,885$

Karena $F_2 = 3,170 < F_{0,05} [2:12] = 3,885$ maka H_0 diterima, tidak ada pengaruh yang signifikan terhadap variasi jarak kait klem selang pada pengujian *pull out* beton bertulang bambu. Penyebab tidak terlihatnya pengaruh jarak kait terhadap kuat cabut pada beton bertulang bambu karena hasil aktual antara jarak kait 6 cm dengan jumlah klem 6 buah dan jarak kait 12 cm dengan jumlah klem 3 buah tidak terlampaui jauh perbedaannya sehingga keduanya tidak dapat dibandingkan.

Nilai $F_1 = 80,188 > F_{0,05} [1:12] = 4,747$ maka H_0 ditolak, sehingga ada pengaruh yang signifikan dari variasi dimensi terhadap kuat cabut tulangan bambu dengan klem selang. Nilai $F_3 = 7,554$ maka H_0 diterima, sehingga tidak terdapat interaksi antara variasi jarak klem dan dimensi tulangan terhadap tegangan lekat tulangan bambu dengan klem selang pada pengujian *pull out*.

4.12.1.2 Analisa Anova ketika Perpindahan 2,75 mm

Tabel 4.16 Hasil Pengujian *Pull Out* untuk 2 Tulangan Bambu ketika Perpindahan 2,75 mm

	a ₀	a ₂	a ₁
b ₁	581,250	798,438	1580,000
	2425,000	1164,815	810,000
	350,000	941,000	966,667
b ₂	2127,778	2545,833	3614,773
	1108,333	4037,500	2556,250
	2783,333	3100,000	1938,462

Kriteria pengujian

Ho' diterima apabila $F_1 < F_{\alpha} [(r-1): rc(n-1)]$

Ho'' diterima apabila $F_2 < F_{\alpha} [(c-1): rc(n-1)]$

Ho''' diterima apabila pengaruh interaksi baris dan kolom semuanya sama dengan nol

Level significance (α) = 0,05

Tabel 4.17 Analisis Ragam Klasifikasi Dua Arah dengan Interaksi ketika Perpindahan 2,75 mm

	a ₀	a ₂	a ₁	Total	Rata-rata
b ₁	3356,250	2904,252	3356,667	9617,169	3205,723
b ₂	6019,444	9683,333	8109,484	23812,262	7937,421
Total	9375,694	12587,586	11466,151	33429,431	
Rata-rata	4687,847	6293,793	5733,075		5571,572

Contoh Perhitungan T₁₁

$$\begin{aligned}
 T_{11} &= (a_1 b_1 - 1) + (a_1 b_1 - 2) + (a_1 b_1 - 3) \\
 &= 1580 + 810 + 966,667 \\
 &= 3356,667
 \end{aligned}$$

$$r \text{ (Banyaknya baris)} = 2$$

$$c \text{ (Banyaknya kolom)} = 3$$

$$n \text{ (Banyaknya data)} = 3$$

Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$\begin{aligned}
 JKT &= \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \sum_{k=1}^n X_{ijk}^2 - \frac{T^2}{rcn} \\
 &= (\{a_0 b_{1-} - 1\}^2 + \{a_0 b_{1-} - 2\}^2 + \{a_0 b_{1-} - 3\}^2 + \dots + \{a_2 b_{2-} - 3\}^2) - \frac{T^2}{rcn} \\
 &= (\{581,250\}^2 + \{2425\}^2 + \{350\}^2 + \dots + \{3100\}^2) - \frac{33429,431^2}{2 \times 3 \times 3} \\
 &= 20476960,69
 \end{aligned}$$

Jumlah Kuadrat Rata-rata Baris (JKB)

$$\begin{aligned}
 JKB &= \frac{\sum_{j=1}^c T_{i-}^2}{cn} - \frac{T^2}{rcn} \\
 &= \frac{T_{1-}^2 + T_{2-}^2}{cn} - \frac{T^2}{rcn} \\
 &= \frac{9617,169^2 + 23812,262^2}{3 \times 3} - \frac{33429,431^2}{2 \times 3 \times 3} \\
 &= 11194481,5
 \end{aligned}$$

Jumlah Kuadrat Rata-rata Kolom (JKK)

$$\begin{aligned}
 JKK &= \frac{\sum_{i=1}^c T_{-j}^2}{rn} - \frac{T^2}{rcn} \\
 &= \frac{T_{-0}^2 + T_{-1}^2 + T_{-2}^2}{rn} - \frac{T^2}{rcn} \\
 &= \frac{9375,694^2 + 11466,151^2 + 12587,586^2}{2 \times 3} - \frac{33429,431^2}{2 \times 3 \times 3} \\
 &= 885770,5141
 \end{aligned}$$

JKB (K)

$$\begin{aligned}
 JKB(K) &= \frac{\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c T_{ij-}^2}{n} - \frac{\sum_{i=1}^r T_{i--}^2}{cn} - \frac{\sum_{j=1}^c T_{-i-}^2}{rn} + \frac{T^2}{rcn} \\
 &= \frac{T_{01-}^2 + T_{02-}^2 + T_{11-}^2 + \dots + T_{22-}^2}{rn} - \frac{T_{1--}^2 + T_{2--}^2}{cn} - \frac{T_{-0-}^2 + T_{-1-}^2 + T_{-2-}^2}{rn} + \frac{T^2}{rcn} \\
 &= \frac{3356,250^2 + 6019,444^2 + 3356,667^2 + \dots + 9683,333^2}{3} \\
 &\quad - \frac{9617,169^2 + 23812,262^2}{3 \times 3} - \frac{9375,694^2 + 11466,151^2 + 12587,586^2}{2 \times 3} \\
 &\quad + \frac{33429,431^2}{2 \times 3 \times 3} \\
 &= 1411821,704
 \end{aligned}$$

Jumlah Kuadrat Galat

$$JKG = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c X_{ijk}^2 - \frac{\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c T_{ij}^2}{n}$$

$$= (\{581,250\}^2 + \{2425\}^2 + \{350\}^2 + \dots + \{3100\}^2)$$

$$- \frac{3356,250^2 + 6019,444^2 + 3356,667^2 + \dots + 9683,333^2}{3}$$

$$= 6984886,974$$

Tabel 4.18 Analisis Ragam Pengaruh Jarak Kait terhadap Tegangan lekat dengan Interaksi ketika Perpindahan 2,75 mm

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Ragam	F Rasio	Prob-value
Antar Baris	11194481,5	1	11194481,5	19,23206181	0,09%
Antar Kolom	885770,5141	2	442885,2571	0,7608746	48,85%
Interaksi Galat	1411821,704	2	705910,8518	1,212751223	33,14%
Total	6984886,974	12	582073,9145		
Total	20476960,69	17			

$$F_{\alpha} [(r-1) : rc(n-1)] = F_{0,05} [(2-1) : 2 \times 3(3-1)] = F_{0,05} [1:12]$$

Dari tabel distribusi fisher, F dapat didapatkan bahwa $F_{0,05} [1:12] = 4,747$

$$F_{\alpha} [(c-1) : rc(n-1)] = F_{0,05} [(3-1) : 2 \times 3(3-1)] = F_{0,05} [2:12]$$

Dari tabel distribusi fisher, F dapat didapatkan bahwa $F_{0,05} [2:12] = 3,885$

$$F_{\alpha} [(r-1)(c-1) : rc(n-1)] = F_{0,05} [(2-1)(3-1) : 2 \times 3(3-1)] = F_{0,05} [2:12]$$

Dari tabel distribusi fisher, F dapat didapatkan bahwa $F_{0,05} [2:12] = 3,885$

Karena $F_2 = 0,760 < F_{0,05} [2:12] = 3,885$ maka H_0 diterima, sehingga tidak ada pengaruh yang signifikan terhadap variasi jarak kait klem selang pada pengujian *pull out* beton bertulang bambu. Penyebab tidak terlihatnya pengaruh jarak kait terhadap kuat cabut pada beton bertulang bambu karena hasil aktual antara jarak kait 6 cm dengan jumlah klem 6 buah dan jarak kait 12 cm dengan jumlah klem 3 buah tidak terlampau jauh perbedaannya sehingga keduanya tidak dapat dibandingkan.

Nilai $F_1 = 19,232 > F_{0,05} [1:12] = 4,747$ maka H_0 ditolak, sehingga ada pengaruh yang signifikan dari variasi dimensi terhadap kuat cabut tulangan bambu dengan klem selang. Nilai $F_3 = 1,212$ maka H_0 diterima, sehingga tidak terdapat interaksi antara variasi jarak klem dan dimensi tulangan terhadap tegangan lekat tulangan bambu dengan klem selang pada pengujian *pull out*.

4.12.2 Metode Analisa Regresi

Analisa regresi adalah metode statistik yang berfungsi untuk memperoleh hubungan fungsional antara variabel bebas terhadap variabel terikat berdasarkan rata-rata dari kedua variabel tersebut. Dalam penelitian ini variabel bebas (X) adalah jarak kait klem selang dan variabel terikat (Y) adalah beban maksimum cabutnya. Keseluruhan variabel bebas ada dua, yaitu jarak 6 cm dan jarak 12 cm. Hasil dari analisa regresi ini didapatkan nilai persamaan regresi yang kemudian untuk melakukan pengambilan kesimpulan.

4.12.2.2 Analisa Regresi ketika Runtuh

Hasil pengujian *pull out* dan perhitungan variabel bebas (X) dan terikat (Y) ditampilkan di Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Pengujian *pull out* dan perhitungan variabel bebas (X) dan terikat (Y) ketika Runtuh

No	Benda Uji	Jarak Klem (X)	Pmax (Y)	X ²	Y ²	XY
1	a0 b1 - 1	0	2950	0	8702500	0
2	a0 b1 - 2	0	2500	0	6250000	0
3	a0 b1 - 3	0	1450	0	2102500	0
4	a0 b2 - 1	0	3650	0	13322500	0
5	a0 b2 - 2	0	5200	0	27040000	0
6	a0 b2 - 3	0	4450	0	19802500	0
7	a1 b1 - 1	6	2850	36	8122500	17100
8	a1 b1 - 2	6	1200	36	1440000	7200
9	a1 b1 - 3	6	1100	36	1210000	6600
10	a1 b2 - 1	6	3750	36	14062500	22500
11	a1 b2 - 2	6	2800	36	7840000	16800
12	a1 b2 - 3	6	3650	36	13322500	21900
13	a2 b1 - 1	12	1150	144	1322500	13800
14	a2 b1 - 2	12	1250	144	1562500	15000
15	a2 b1 - 3	12	1150	144	1322500	13800
16	a2 b2 - 1	12	5900	144	34810000	70800
17	a2 b2 - 2	12	5300	144	28090000	63600
18	a2 b2 - 3	12	5550	144	30802500	66600
	Σ	108	55850	1080	221127500	335700

Persamaan Regresi Linier

$$Y = a + bx,$$

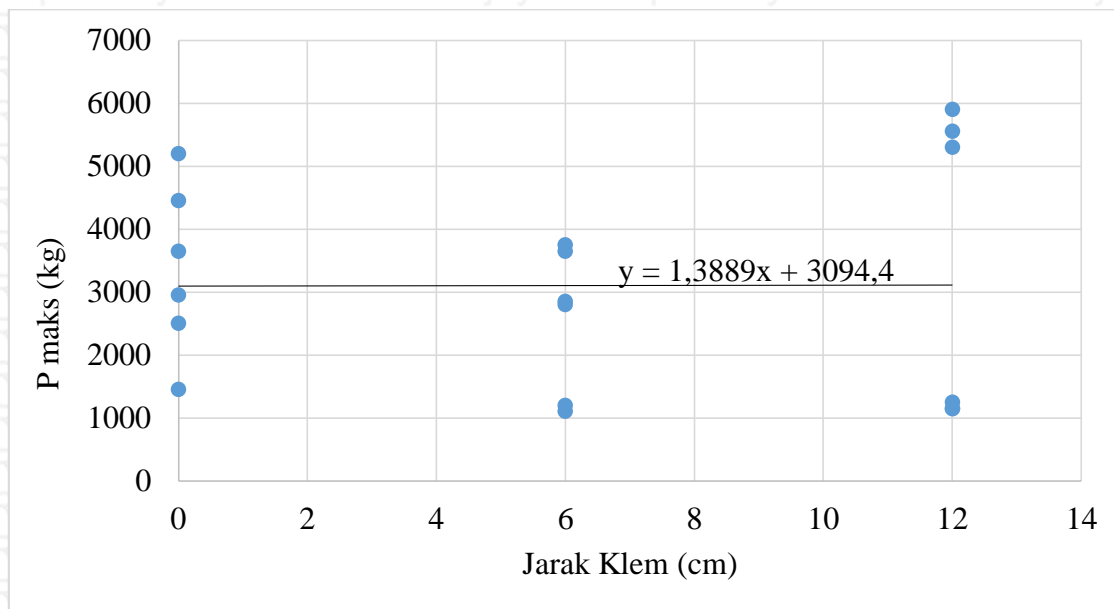
Konstanta (a)

$$\begin{aligned} a &= \frac{\sum X_i^2 \sum Y_i - \sum X_i \sum X_i Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \\ &= \frac{(1080)(55850) - (108)(335700)}{18(1080) - (108)^2} \\ &= 3094,444 \end{aligned}$$

Koefisien Regresi (b)

$$\begin{aligned} b &= \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \\ &= \frac{18(335700) - (108)(55850)}{18(1080) - (108)^2} \\ &= 1,389 \end{aligned}$$

Persamaan regresi menjadi $Y = 3094,444 + 1,389 X$



Gambar 4.26 Grafik pengaruh faktor a (jarak kait klem selang) terhadap Pmaks *pull out* (kg) ketika Runtuh

Dari Gambar dapat disimpulkan bahwa persamaan regresi $Y = 3094,444 + 1,389 X$ dapat digunakan untuk mencari hubungan antara jarak kait klem selang (X) terhadap Pmaks (Y) pada pengujian *pull out*. Pada grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa jarak kait klem selang 12 cm dengan jumlah klem 3 buah dan jarak kait klem selang 6 cm dengan jumlah klem 6 buah belum menghasilkan pengaruh yang signifikan terhadap tegangan lekat tulangan bambu karena garis regresi pengaruh faktor relatif datar.

4.12.2.1 Analisa Regresi ketika Perpindahan 2,75 mm

. Hasil pengujian *pull out* dan perhitungan variabel bebas (X) dan terikat (Y) ditampilkan di Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Pengujian *pull out* dan perhitungan variabel bebas (X) dan terikat (Y) ketika Perpindahan 2,75 mm

No	Benda Uji	Jarak Klem (X)	Pmax (Y)	X ²	Y ²	XY
1	a ₀ b ₁ - 1	0	581,25	0	337851,56	0
2	a ₀ b ₁ - 2	0	2425	0	5880625	0
3	a ₀ b ₁ - 3	0	350	0	122500	0
4	a ₀ b ₂ - 1	0	2127,78	0	4527438,3	0
5	a ₀ b ₂ - 2	0	1108,33	0	1228402,8	0
6	a ₀ b ₂ - 3	0	2783,33	0	7746944,4	0
7	a ₁ b ₁ - 1	6	1580	36	2496400	9480
8	a ₁ b ₁ - 2	6	810	36	656100	4860
9	a ₁ b ₁ - 3	6	966,667	36	934444,44	5800
10	a ₁ b ₂ - 1	6	3614,77	36	13066582	21688,6
11	a ₁ b ₂ - 2	6	2556,25	36	6534414,1	15337,5
12	a ₁ b ₂ - 3	6	1938,46	36	3757633,1	11630,8
13	a ₂ b ₁ - 1	12	798,438	144	637502,44	9581,25
14	a ₂ b ₁ - 2	12	1164,81	144	1356793,6	13977,8
15	a ₂ b ₁ - 3	12	941	144	885481	11292
16	a ₂ b ₂ - 1	12	2545,83	144	6481267,4	30550
17	a ₂ b ₂ - 2	12	4037,5	144	16301406	48450
18	a ₂ b ₂ - 3	12	3100	144	9610000	37200
	Σ	108	33429,4	1080	82561786	219848

Persamaan Regresi Linier

$$Y = a + bx,$$

Konstanta (a)

$$a = \frac{\sum X_i^2 \sum Y_i - \sum X_i \sum X_i Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$= \frac{(1080)(33429,4) - (108)(219848)}{18(1080) - (108)^2}$$

$$= 1589,533012$$

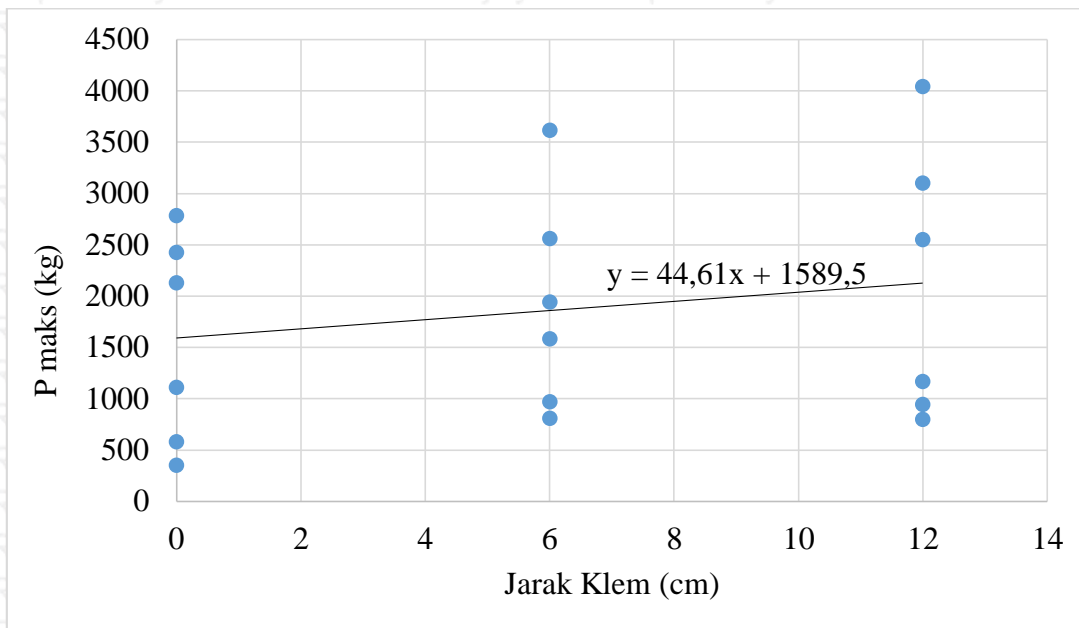
Koefisien Regresi (b)

$$b = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$= \frac{18 (219848) - (108)(33429,4)}{18 (1080) - (108)^2}$$

$$= 44,60960005$$

Persamaan regresi menjadi $Y = 1589,533 + 44,6096 X$



Gambar 4.27 Grafik pengaruh faktor a (jarak kait klem selang) terhadap Pmaks *pull out* (kg) ketika Perpindahan 2,75 mm

Dari Gambar dapat disimpulkan bahwa persamaan regresi $Y = 1589,533 + 44,6096 X$ dapat digunakan untuk mencari hubungan antara jarak kait klem selang (X) terhadap Pmaks (Y) pada pengujian *pull out*. Pada persamaan tersebut membuktikan bahwa jarak kait klem selang 12 cm dengan jumlah klem 3 buah menghasilkan beban maksimum yang lebih besar dibandingkan dengan jarak kait klem selang 6 cm dengan jumlah klem 6 buah. Namun pengaruh jarak kait terhadap tegangan lekat tulangan bambu dengan beton tidak terlalu signifikan karena perbedaanya relatif kecil.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan analisis yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan uji statistik anova (*analysis of variant*) perhitungan dengan *level of significance* (α) = 0,05 menghasilkan nilai F_2 lebih kecil dari nilai F tabel ($3,170 < 3,885$) ketika runtuh dan ($0,760 < 3,885$) ketika perpindahan 2,75 mm. Penyebab tidak terlihatnya pengaruh jarak kait terhadap kuat cabut pada beton bertulang bambu karena hasil aktual antara jarak kait 6 cm dengan jumlah klem 6 buah dan jarak kait 12 cm dengan jumlah klem 3 buah tidak terlampau jauh perbedaannya sehingga keduanya tidak dapat dibandingkan. Persamaan regresi pengaruh jarak kait klem selang terhadap kuat lekat bambu dengan beton adalah $Y = 3094,444 + 1,389 X$ ketika runtuh dan $Y = 1589,533 + 44,6096 X$ ketika perpindahan 2,75 mm. Dari persamaan tersebut dapat disimpulkan bahwa jarak kait klem selang 12 cm dengan jumlah klem 3 buah dan jarak kait klem selang 6 cm dengan jumlah klem 6 buah belum menghasilkan pengaruh yang signifikan terhadap tegangan lekat tulangan bambu karena perbedaannya relatif kecil. Secara statistik variasi jarak kait klem selang terhadap kuat lekat bambu dengan beton belum memiliki pengaruh yang signifikan karena koefisien variasi dalam kelompok besar. Namun ada faktor lain yang mempengaruhi dalam penelitian uji *pull out* ini, khususnya dalam pengambilan data dari pengujian. Ketika pengujian benda uji *pull out* dengan variasi jarak 6 cm (jumlah klem 6 buah) bambu mengalami patah atau pecah terlebih dahulu sehingga P_{maks} yang dihasilkan kecil sedangkan ketika pengujian benda uji *pull out* dengan variasi jarak 12 cm (jumlah klem 3 buah) bambu mengalami cabut sehingga P_{maks} yang dihasilkan besar. Dalam penelitian ini data yang didapatkan dari hasil pengujian yaitu P_{maks} dan perpindahan yang terjadi tanpa memperhitungkan friksi yang terjadi antara tulangan berkait klem selang terhadap beton.

2. Jarak kait belum berpengaruh secara signifikan terhadap hubungan tegangan dan regangan pada analisis kuat lekat tulangan bambu. Pada grafik hubungan tegangan dan regangan variasi dalam kelompok masih besar.

5.2 Saran

Pada penelitian ini masih banyak kekurangan sehingga hasil pengujian masih belum terlihat pengaruhnya secara signifikan. Peneliti melakukan modifikasi skema pengujian sedemikian rupa karena alat *Universal Test Machine* (UTM) yang tidak bisa digunakan dalam uji *pull out* ini. Sebelum melakukan penelitian, bambu yang akan digunakan seharusnya diuji tegangan tariknya sehingga didapatkan nilai tegangan tarik bambu yang sesuai. Kurangnya jumlah benda uji silinder pada penelitian ini sebagai pengontrol kuat tekan balok membuat uji kuat tekan beton silinder banyak yang tidak sesuai. Seharusnya jumlah benda uji silinder lebih dari satu buah sehingga didapatkan nilai rata-rata kuat tekan beton dan didapatkan mutu beton rencana.

Memperbanyak jumlah ulangan benda uji dapat memperkecil peluang error akibat data yang menyimpang (outlier) yang dapat mempengaruhi *level of significance* (α) hasil analisis. Untuk mendapatkan pengaruh jarak kait yang signifikan maka diperlukan kehati-hatian yang lebih tinggi dalam proses pelapisan pasir dan pemasangan klem selang pada tulangan bambu. Kesalahan dalam penelitian bisa juga disebabkan oleh kurang kencangnya klem selang yang terpasang ditulangan bambu sehingga mengakibatkan selip.

Dalam pembuatan benda uji *pull out* terdapat beberapa kesalahan yang mengakibatkan hasil kuat tekan aktual tidak sesuai dengan kuat tekan rencana. Kesalahan tersebut antara lain kurangnya pengontrolan kualitas bahan, kurangnya kontrol penambahan air pada adukan beton dan kurang tepat waktu dalam perawatan beton. Dalam pengujian perlu diperhatikan seperti pada tumpuan apabila tumpuan sendi bergeser akan menyebabkan data menyimpang (outlier).

DAFTAR PUSTAKA

- Chiquita, Theadeira. (2016). *Pengaruh Jenis Kait Terhadap Kuat Lentur Balok Bertulangan Bambu dengan Pengait*. Publikasi Ilmiah. Malang: Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
- Departemen Pekerjaan Umum. SNI 03-2847-2002. (2002). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum.
- Dipohusodo, Istimawan. (1994). *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Ditjen Cipta Karya. (1971). *Peraturan Beton Indonesia 1971*. Jakarta: Ditjen Cipta Karya.
- Ghavami, K. (2005). *Bamboo as Reinforcement in Structural Concrete Elements*. J. Cement & Concrete Composites, *elevier*, 27, 637-649.
- Janssen, J. J. A. (2000). *Designing and Building with Bamboo*. Technical Report No. 20. INBAR
- Lestari, A. D. (2015). *Pengaruh Penambahan Kait pada Tulangan Bambu Terhadap Respon Lentur Balok Beton Bertulang Bambu*. Jurnal Rekayasa Sipil./Volume9. Malang: Universitas Brawijaya.
- Morisco. (1990). *Rekayasa Bambu*. Yogyakarta: Nafiri Offset.
- Mulyono,T. (2004). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: ANDI.
- Nurlina, Siti. (2008). *Struktur Beton*. Malang: Bargie Media.
- Putri, N. K. (2016). *Pengaruh Jarak Kait Terhadap Kuat Lentur Balok Bertulangan Bambu dengan Kait*. Naskah Terpublikasi. Malang: Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
- Setya Budi, A. S., & Sugiarto. (2013). *Kuat Lekat Tulangan Bambu Wulung dan Petung Takikan pada Beton Normal*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Setya Budi, A. S., & Sugiarto. (2013). *Model Balok Beton Bertulangan Bambu Sebagai Pengganti Tulangan Baja: S245-S252*. Konferensi Nasional Teknik Sipil 7. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Surjokusumo. S. & Nugroho, N. (1993). *Studi Penggunaan Bambu Sebagai Bahan Tulangan Beton*. Laporan Penelitian. Bogor: Insititut Pertanian Bogor.
- Suryoatmono, B. (1998). *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. Terjemahan Nawy, E., G. Bandung: PT. Refika Aditama.
- Tjokrodimulyo. (1992). *Bahan Bangunan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjahmada*, Yogyakarta. Yogyakarta : Universitas Gadjahmada.

Tjokrodimulyo. (2004). *Teknologi Beton, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjahmada*, Yogyakarta. Yogyakarta : Universitas Gadjahmada.

Wang, C. K. & Salmon, C. G. (1985). *Desain Beton Bertulang*. Jakarta : Pradnya Paramita.

Wibisono, Y. (2009). *Metode Statistik*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.





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
4	4.76	18.41	1.862	1.862	98.138
8	2.38	76.84	7.773	9.635	90.365
16	1.19	223.22	22.580	32.215	67.785
20	0.59	444.9	45.004	77.220	22.780
50	0.297	118.03	11.939	89.159	10.841
100	0.149	77.87	7.877	97.036	2.964
200	0.075	22.06	2.232	99.268	0.732
Pan		7.24	0.732	-	-
Σ =		988.57	100	406.395	

$$\text{Modulus kehalusan pasir} = \frac{\sum \% \text{ yang tertahan ayakan no. } 3/8" \text{ sampai no. } 100}{100}$$

$$= 3,071$$

Dari grafik, zona gradasi = Zona 1

Contoh perhitungan ayakan No. 8

$$\% \text{ tertinggal saringan no 8} = \frac{\text{berat tertinggal saringan no 8 (gram)}}{\text{jumlah berat tertinggal seluruhnya (gram)}} \times 100\%$$

$$= \frac{76.84}{988.57} \times 100\%$$

$$= 7.773 \%$$

$$\% \text{ tertinggal kumulatif no 8} = \% \text{ tertinggal no 4} + \% \text{ tertinggal no 8}$$

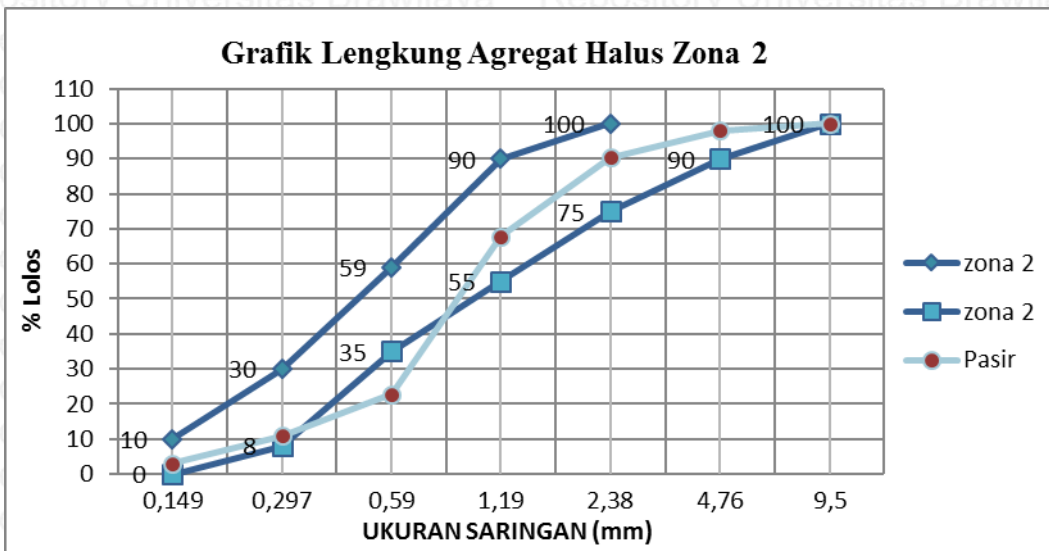
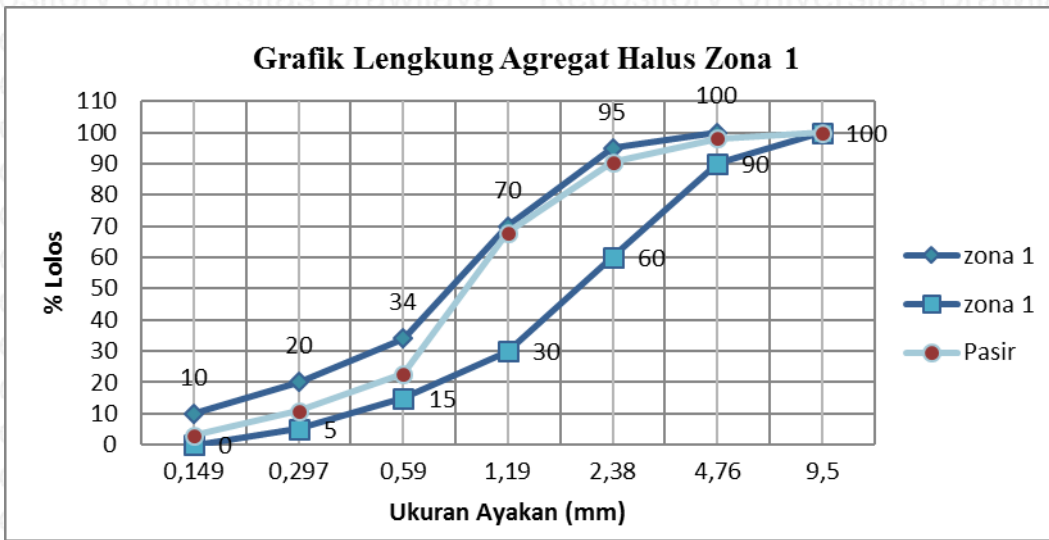
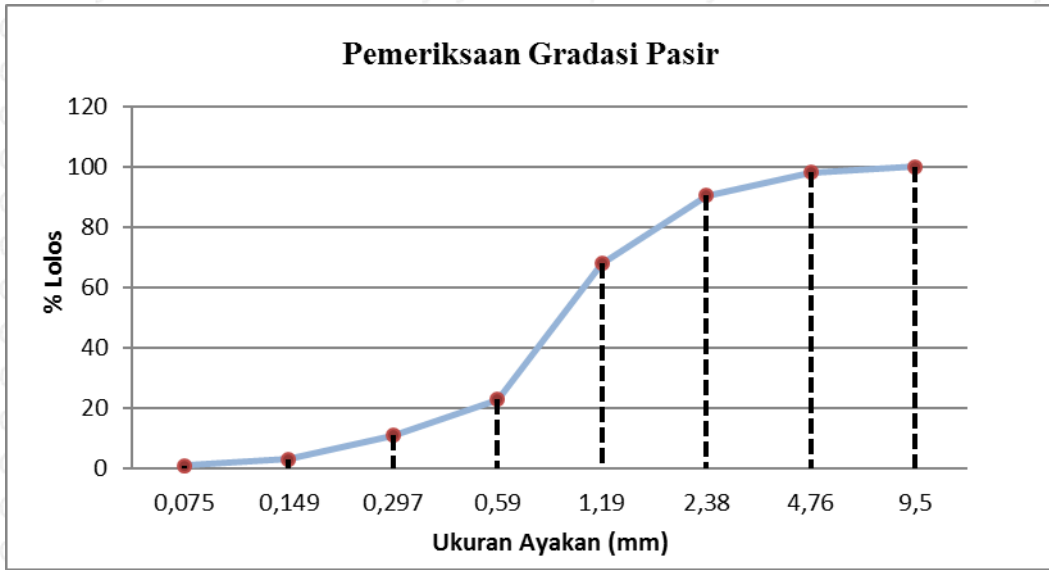
$$= 1.862 \% + 7.773 \%$$

$$= 9.635 \%$$

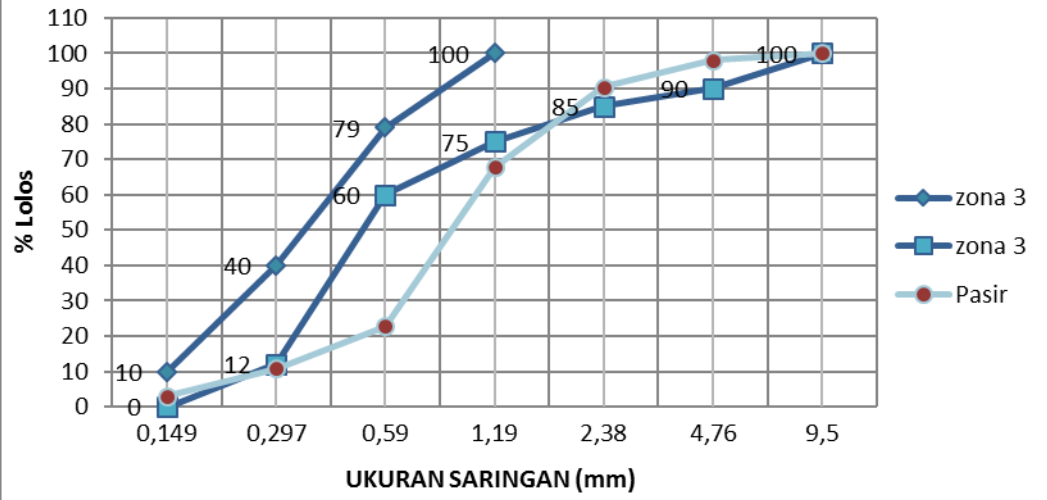
$$\% \text{ kumulatif lolos no 8} = 100\% - \% \text{ tertinggal kumulatif no 8}$$

$$= 100\% - 9.635 \%$$

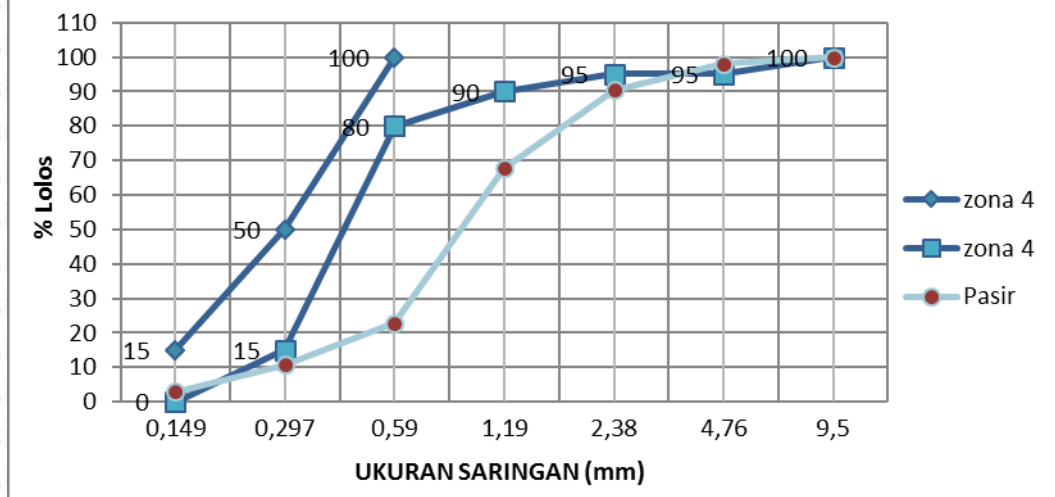
$$= 90.365 \%$$



Grafik Lengkung Agregat Halus Zona 3



Grafik Lengkung Agregat Halus Zona 4



➤ Agregat Kasar

Lubang Saringan		Pasir			
		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	272.32	2.74	2.74	97.26
0.75"	19.1	2134.11	21.44	24.17	75.83
0.5"	12.7	2864.95	28.78	52.95	47.05
0.375"	9.5	2095.4	21.05	74.00	26.00
4	4.76	2359.8	23.70	97.70	2.30
8	2.38	228.93	2.30	100.00	-
16	1.19	-	-	100.00	-
20	0.85	-	-	100.00	-
50	0.297	-	-	100.00	-
100	0.149	-	-	100.00	-
200	0.075	-	-	100.00	-
Pan		-	-	100.00	-
Σ =		9955.51	100	951.554	

$$\text{Modulus kehalusan kerikil} = \frac{\sum \% \text{ yang tertahan ayakan no } 3/4'' + \text{no. } 3/8'' \text{ sampai no. } 200}{100} = 8,96$$

Dari grafik, zona gradasi = 40 mm

Dengan pertimbangan selimut beton 30 mm pada benda uji balok maka agregat kasar yang digunakan maks. 20 mm.

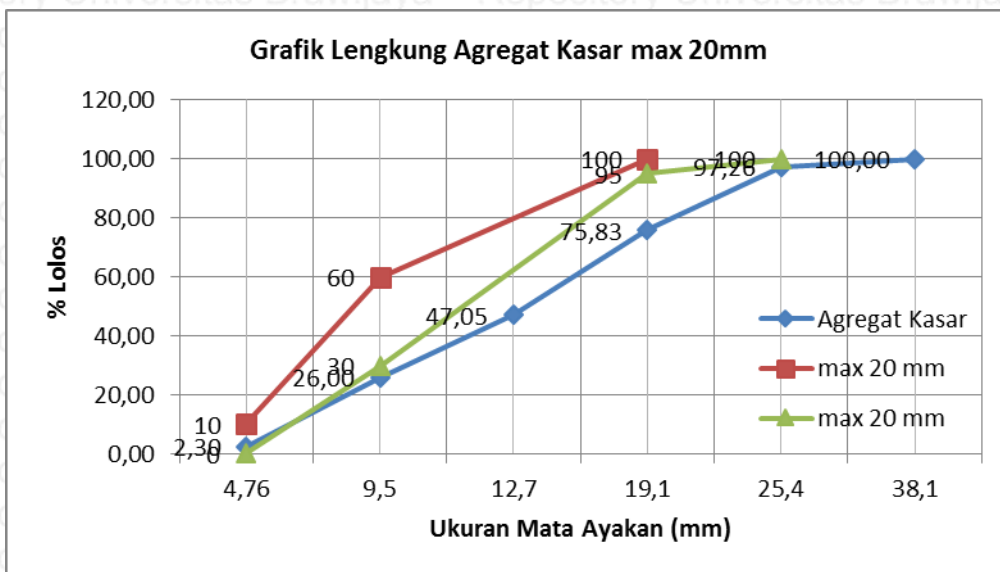
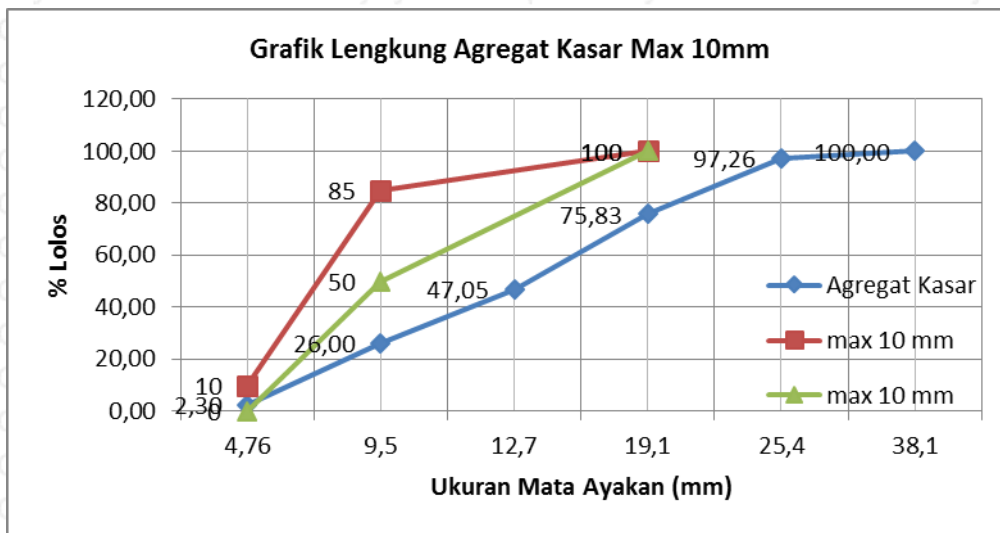
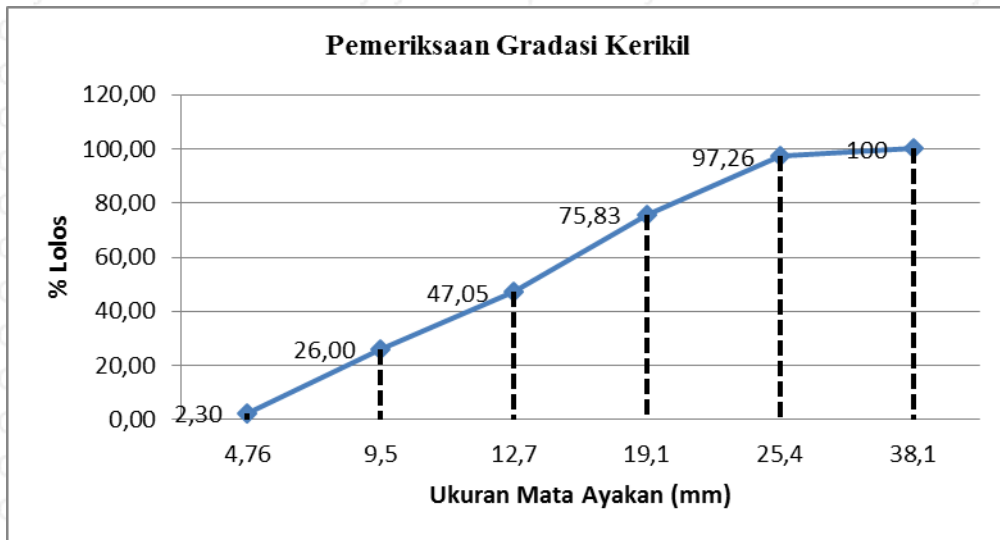
Contoh perhitungan ayakan no. 3/4'' (0,75'')

$$\% \text{ tertinggal saringan no. } 3/4'' = \frac{\text{berat tertinggal saringan no } 3/4''}{\text{jumlah berat tertinggal seluruhnya (gram)}} \times 100\%$$

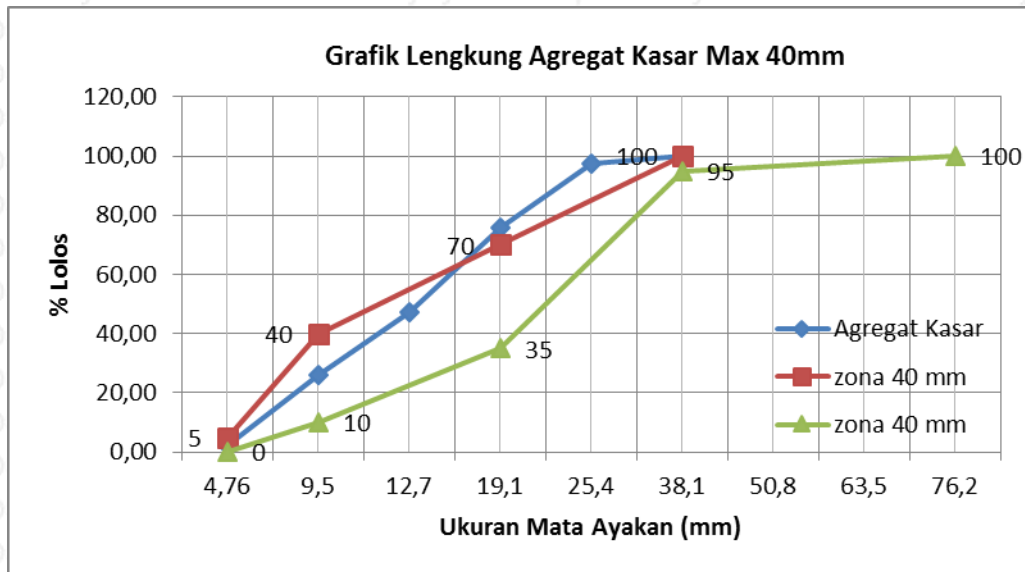
$$= \frac{2134.11}{9955.51} \times 100\% = 21.44 \%$$

$$\% \text{ tertinggal kumulatif no. } 3/4'' = \% \text{ tertinggal no } 1'' + \% \text{ tertinggal no } 3/4'' = 2.74\% + 21.44\% = 24.17\%$$

$$\% \text{ kumulatif lolos no. } 3/4'' = 100\% - \% \text{ kumulatif tertinggal no } 3/4'' = 100\% - 24.17\% = 75.83\%$$



Grafik Lengkung Agregat Kasar Max 40mm



**Lampiran 2. Data Hasil Kadar Air, Berat Jenis, dan Penyerapan Agregat**➤ **Agregat Halus**

Nomor Contoh			1	
Nomor Talam			A	B
1	Berat Talam + Contoh basah	(gr)	122.3	113.3
2	Berat Talam + Contoh kering	(gr)	121.3	113.2
3	Berat Air = (1)-(2)	(gr)	1	0.1
4	Berat Talam	(gr)	4	4.1
5	Berat Contoh Kering = (2)-(4)	(gr)	117.3	109.1
6	Kadar Air = (3)/(5)	(%)	0.85	0.09
7	Kadar Air rata-rata	(%)	0.47	

NOMOR CONTOH			A
Berat benda uji kering permukaan jenuh		500	(gr) 500
Berat benda uji kering oven		Bk	(gr) 487
Berat piknometer + air (pada suhu kamar)		B	(gr) 638.1
Berat piknometer + benda uji (ssd) + air (pd suhu kamar)		Bt	(gr) 952.2

NOMOR CONTOH			B
Berat Jenis Curah (Bulk Specific Gravity)		$Bk/(B+500-Bt)$	2.620
Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (Bulk Specific Gravity Saturated Surface Dry)		$500/(B+500-Bt)$	2.690
Berat Jenis Semu Apparent Specific Gravity		$Bk/(B+Bk-Bt)$	2.817
Penyerapan (%) (Absorption)		$(500-Bk)/Bk \times 100\%$	2.669

➤ Agregat Kasar

Nomor Contoh			1	
Nomor Talam			A	B
1	Berat Talam + Contoh basah	(gr)	96.2	99.2
2	Berat Talam + Contoh kering	(gr)	91.3	94
3	Berat Air = (1)-(2)	(gr)	4.9	5.2
4	Berat Talam	(gr)	4.1	4.2
5	Berat Contoh Kering = (2)-(4)	(gr)	87.2	89.8
6	Kadar Air = (3)/(5)	(%)	5.62	5.8
7	Kadar Air rata-rata	(%)	5.70	

Nomor Contoh			A
Berat benda uji kering permukaan jenuh	Bj	(gr)	4800
Berat benda uji kering oven	Bk	(gr)	4750
Berat benda uji dalam air	Ba	(gr)	3265

Nomor Contoh		B
Berat Jenis Curah (Bulk Specific Gravity)	Bk/(Bj-Ba)	3.094
Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (Bulk Specific Gravity Saturated Surface Dry)	Bj/(Bj-Ba)	3.127
Berat Jenis Semu Apparent Specific Gravity)	Bk/(Bk-Ba)	3.199
Penyerapan (%) (Absorption)	(Bj-Bk)/Bkx100%	1.053



Lampiran 3. Data Hasil Berat Isi Agregat

➤ Agregat Halus

1	Berat takaran	(gr)	1050	1050
2	Berat takaran + air	(gr)	3050	3050
3	Berat air = (2)-(1)	(gr)	2000	2000
4	Volume air = (3)/(1)	(cc)	1.905	1.905
	CARA		RODDED	SHOVELED
5	Berat Takaran	(gr)	1050	1050
6	Berat takaran + benda uji	(gr)	4350	4000
7	Berat benda uji = (6)-(5)	(gr)	3300	2950
8	Berat isi agregat halus = (7)/(4)	(gr/cm ³)	1650	1475
9	Berat isi agregat halus rata-rata	(gr/cm ³)	1563	

➤ Agregat Kasar

1	Berat takaran	(gr)	1050	1050
2	Berat takaran + air	(gr)	3050	3050
3	Berat air = (2)-(1)	(gr)	2000	2000
4	Volume air = (3)/(1)	(cc)	1.905	1.905
	CARA		RODDED	SHOVELED
5	Berat Takaran	(gr)	1050	1050
6	Berat takaran + benda uji	(gr)	4200	3900
7	Berat benda uji = (6)-(5)	(gr)	3150	2850
8	Berat isi agregat halus = (7)/(4)	(gr/cm ³)	1575	1425
9	Berat isi agregat kasar rata-rata	(gr/cm ³)	1500	

Lampiran 4. Data Hasil Mix Design

NO	URAIAN	TABEL / GRAFIK	NILAI	SATUAN
1	Kuat tekan yang disyaratkan (28 HR, 5%)	Ditetapkan	30	Mpa
2	Deviasi standar	Diketahui	-	Mpa
3	Nilai Tambah (Margin)	(K=1,64) 1,64*(2)	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	0.45	-
8	Faktor air semen Maksimum	Ditetapkan	0.60	-
9	Slump	Ditetapkan	60 - 180	mm
10	Ukuran Agregat Kasar Maksimum	Ditetapkan	20	mm
11	Kadar Air Bebas	TABEL 6	225	kg/m ³
12	Jumlah semen	(11) : (7)	500.00	kg/m ³
13	Jumlah Semen Maksimum	Ditetapkan	-	kg/m ³
14	Jumlah Semen Minimum	Ditetapkan	275	kg/m ³
15	FAS yg disesuaikan	-	-	-
16	Susunan besar butir agregat halus	Grafik 3 - 6	Zona 1	-
	Persen agregat halus	Grafik 13 - 15	44%	-
18	Berat jenis relatif agregat halus (SSD)	Diketahui	2.69	kg/m ³
19	Berat isi beton	Grafik 16	2525	kg/m ³
20	Kadar agregat gabungan	(19) - (11) - (12)	1800.00	kg/m ³
21	Kadar agregat halus	(17) * (20)	792.00	kg/m ³
22	Kadar agregat kasar	(20) - (21)	1008.00	kg/m ³

Banyaknya Bahan	Semen (kg)	Air (kg/m ³)	Ag. Halus (kg)	Ag. Kasar (kg)
Tiap m ³ dg ketelitian 5kg (Teoritis)	500.00	225.00	792.00	1008.00
Tiap campuran benda uji 0,0413 m ³	30.98	13.94	49.07	62.45
Tiap m ³ dg ketelitian 5kg (Aktual)	500.00	195.51	774.60	1054.90
Tiap campuran benda uji 0,0413 m ³	30.98	12.11	47.99	65.35
Proporsi (Teoritis) (1/3)	1	0.5	1.6	2.0
Proporsi (Aktual)	1	0.4	1.5	2.1

Lampiran 5. Data Pengecoran

No.	Tanggal Pengecoran	Slump cm	Pull Out	Balok	Tanggal Uji Silinder
	1	8 Februari 2017			10
2	8 Februari 2017	10	$A_1B_1 - 2$	$A_0B_1 - 2$	22 Februari 2017
3	9 Februari 2017	12	$A_1B_1 - 3$	$A_0B_1 - 3$	23 Februari 2017
4	13 Februari 2017	10	$A_2B_1 - 1$	$A_0B_2 - 1$	27 Februari 2017
5	13 Februari 2017	12	$A_2B_1 - 2$	$A_0B_2 - 2$	27 Februari 2017
6	14 Februari 2017	13	$A_2B_1 - 3$	$A_0B_2 - 3$	28 Februari 2017
7	16 Februari 2017	10	$A_0B_1 - 1$	$A_1B_1 - 1$	2 Maret 2017
8	17 Februari 2017	15	$A_0B_1 - 2$	$A_1B_1 - 2$	3 Maret 2017
9	17 Februari 2017	9	$A_0B_1 - 3$	$A_1B_1 - 3$	3 Maret 2017
10	20 Februari 2017	13	$A_0B_2 - 1$	$A_2B_1 - 1$	6 Maret 2017
11	20 Februari 2017	12	$A_0B_2 - 2$	$A_2B_1 - 2$	6 Maret 2017
12	21 Februari 2017	18	$A_1B_2 - 1$	$A_2B_1 - 3$	7 Maret 2017
13	23 Februari 2017	18	$A_1B_2 - 2$	$A_2B_2 - 1$	9 Maret 2017
14	24 Februari 2017	16	$A_1B_2 - 3$	$A_2B_2 - 2$	10 Maret 2017
15	24 Februari 2017	14	$A_0B_2 - 3$	$A_2B_2 - 3$	10 Maret 2017
16	27 Februari 2017	17	$A_2B_2 - 1$	$A_1B_2 - 1$	13 Maret 2017
17	27 Februari 2017	16	$A_2B_2 - 2$	$A_1B_2 - 2$	13 Maret 2017
18	27 Februari 2017	17	$A_2B_2 - 3$	$A_1B_2 - 3$	13 Maret 2017

Lampiran 6. Data Hasil Uji Kuat Tekan Silinder

Benda Uji	Berat	Tinggi	Luas Penampang	Volume	Berat Isi	Umur	Beban Maksimum	Kuat Tekan 14 hari (fci)
No.	kg	cm	cm ²	cm ³	kg/cm ³	hari	kg	kg/cm ²
1	12.22	33	176.7146	5831.5814	0.0021	14	36800	208.2454
2	11.92	32	176.7146	5654.8668	0.0021	14	31900	180.5171
3	12.22	30	176.7146	5301.4376	0.0023	14	30400	172.0288
4	12.18	30	176.7146	5301.4376	0.0023	14	35600	201.4548
5	12.5	30	176.7146	5301.4376	0.0024	14	48300	273.3221
6	12.04	30	176.7146	5301.4376	0.0023	14	54100	306.1434
7	12.18	30	176.7146	5301.4376	0.0023	14	37600	212.7725
8	12.02	30	176.7146	5301.4376	0.0023	14	51800	293.1280
9	12.34	30	176.7146	5301.4376	0.0023	14	34800	196.9277
10	12.22	30	176.7146	5301.4376	0.0023	14	47900	271.0586
11	12.32	30	176.7146	5301.4376	0.0023	14	56000	316.8952
12	12.08	30	176.7146	5301.4376	0.0023	14	26400	149.3934
13	11.96	30	176.7146	5301.4376	0.0023	14	35900	203.1524
14	12.06	30	176.7146	5301.4376	0.0023	14	44000	248.9891
15	12.34	30	176.7146	5301.4376	0.0023	14	58300	329.9105
16	12.26	30	176.7146	5301.4376	0.0023	14	42000	237.6714
17	12.3	30	176.7146	5301.4376	0.0023	14	41500	234.8420
18	12.34	30	176.7146	5301.4376	0.0023	14	41800	236.5396

Benda Uji	Kuat Tekan	fcm	(fci-fcm) ²	S	f'c	Syarat 1	Syarat 2
	28 hari (fci)					0,85* f'c	f'c+(0.82*S)
No.	kg/cm ²	kg/cm ³	kg/cm ³	kg/cm ³	kg/cm ³	255	348.5175
1	236.6425	269.7596	1096.7416	59.167717	172.72453	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi
2	205.1330		4176.5913			Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi
3	195.4873		5516.3756			Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi
4	228.9259		1667.3904			Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi
5	310.5933		1667.3904			Memenuhi	Tidak Memenuhi
6	347.8902		6104.3920			Memenuhi	Tidak Memenuhi
7	241.7869		782.4712			Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi
8	333.1000		4012.0129			Memenuhi	Tidak Memenuhi
9	223.7815		2113.9852			Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi
10	308.0211		1463.9417			Memenuhi	Tidak Memenuhi
11	360.1082		8162.8630			Memenuhi	Memenuhi
12	169.7653		9998.8636			Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi
13	230.8550		1513.5634			Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi
14	282.9421		173.7791			Memenuhi	Tidak Memenuhi
15	374.8983		11054.1504			Memenuhi	Memenuhi
16	270.0811		0.1034			Memenuhi	Tidak Memenuhi
17	266.8659		8.3737			Memenuhi	Tidak Memenuhi
18	268.7950		0.9304			Memenuhi	Tidak Memenuhi
Jumlah	4855.6726		59513.9192				

Lampiran 7. Data Hasil uji *Pull Out*

1. Benda Uji A₀B₁-1

Tanggal Pembuatan = 16 Februari 2017

Tanggal Pengujian = 20 Maret 2017

Mutu Beton Rencana = 30 MPa

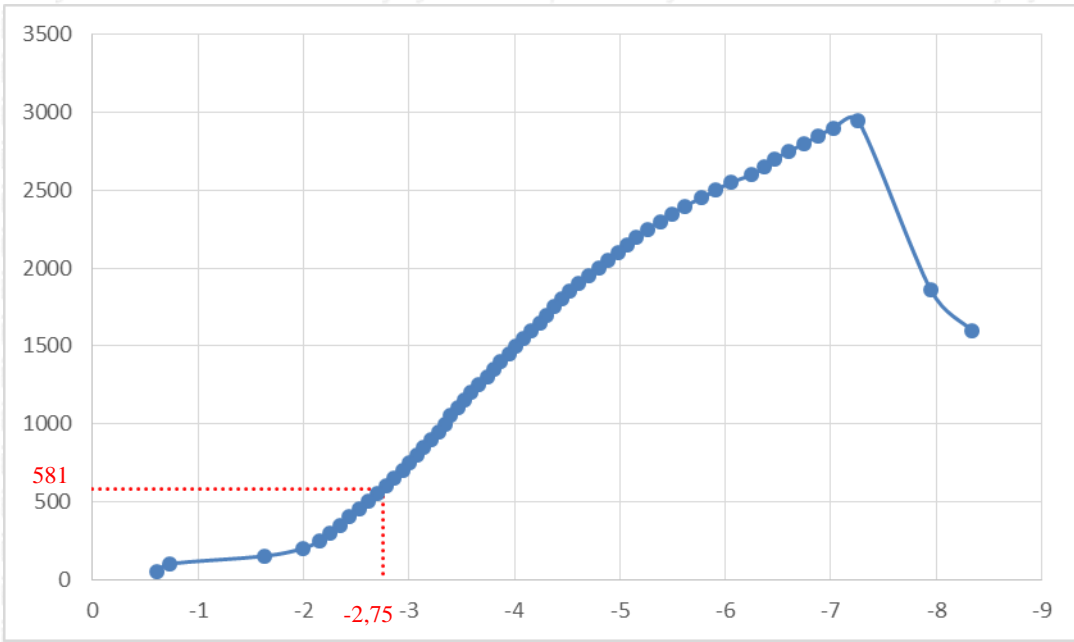
Mutu Beton Aktual = 24,179 MPa



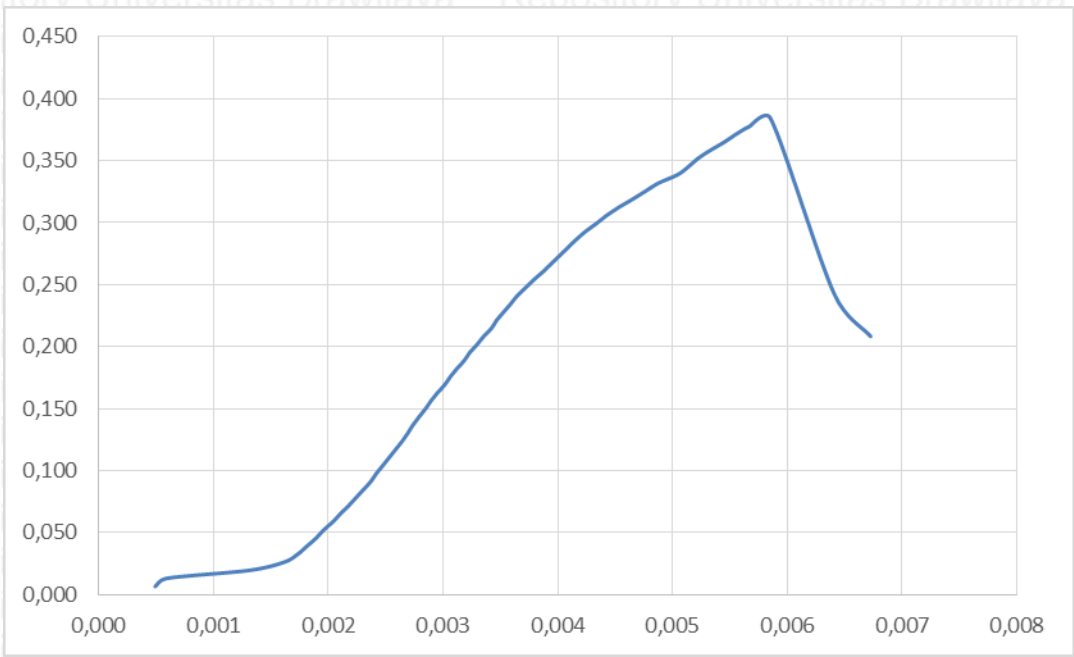
Gambar Benda Uji *Pull Out* A₀B₁-1

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
1	50	50	-0.61	0.007	0.000
2	50	100	-0.73	0.013	0.001
3	50	150	-1.63	0.020	0.001
4	50	200	-2	0.026	0.002
5	50	250	-2.15	0.033	0.002
6	50	300	-2.25	0.039	0.002
7	50	350	-2.35	0.046	0.002
8	50	400	-2.43	0.052	0.002
9	50	450	-2.53	0.059	0.002
10	50	500	-2.61	0.065	0.002
11	50	550	-2.7	0.072	0.002
12	50	600	-2.78	0.078	0.002
13	50	650	-2.86	0.085	0.002
14	50	700	-2.94	0.091	0.002
15	50	750	-3	0.098	0.002
16	50	800	-3.07	0.104	0.002
17	50	850	-3.14	0.111	0.003
18	50	900	-3.21	0.117	0.003
19	50	950	-3.28	0.124	0.003
20	50	1000	-3.34	0.130	0.003
21	50	1050	-3.395	0.137	0.003

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
22	50	1100	-3.46	0.143	0.003
23	50	1150	-3.53	0.150	0.003
24	50	1200	-3.59	0.156	0.003
25	50	1250	-3.66	0.163	0.003
26	50	1300	-3.74	0.169	0.003
27	50	1350	-3.8	0.176	0.003
28	50	1400	-3.87	0.182	0.003
29	50	1450	-3.95	0.189	0.003
30	50	1500	-4.01	0.195	0.003
31	50	1550	-4.09	0.202	0.003
32	50	1600	-4.16	0.208	0.003
33	50	1650	-4.245	0.215	0.003
34	50	1700	-4.3	0.221	0.003
35	50	1750	-4.375	0.228	0.004
36	50	1800	-4.45	0.234	0.004
37	50	1850	-4.52	0.241	0.004
38	50	1900	-4.61	0.247	0.004
39	50	1950	-4.7	0.254	0.004
40	50	2000	-4.8	0.260	0.004
41	50	2050	-4.89	0.267	0.004
42	50	2100	-4.98	0.273	0.004
43	50	2150	-5.07	0.280	0.004
44	50	2200	-5.16	0.286	0.004
45	50	2250	-5.26	0.293	0.004
46	50	2300	-5.38	0.299	0.004
47	50	2350	-5.49	0.306	0.004
48	50	2400	-5.62	0.313	0.005
49	50	2450	-5.77	0.319	0.005
50	50	2500	-5.91	0.326	0.005
51	50	2550	-6.05	0.332	0.005
52	50	2600	-6.25	0.339	0.005
53	50	2650	-6.37	0.345	0.005
54	50	2700	-6.47	0.352	0.005
55	50	2750	-6.6	0.358	0.005
56	50	2800	-6.75	0.365	0.005
57	50	2850	-6.88	0.371	0.006
58	50	2900	-7.03	0.378	0.006
59	50	2950	-7.26	0.384	0.006
60	-1090	1860	-7.95	0.242	0.006
61	-260	1600	-8.34	0.208	0.007



Grafik Hubungan Beban dan Perpindahan



Grafik Hubungan Tegangan Lekat dan Regangan



Pola Keruntuhan = geser (bambu atas dekat tumpuan roll)



Gambar Keruntuhan Benda Uji *Pull Out* A₀B₁-1

2. Benda Uji A₀B₁-2

Tanggal Pembuatan = 17 Februari 2017

Tanggal Pengujian = 20 Maret 2017

Mutu Beton Rencana = 30 MPa

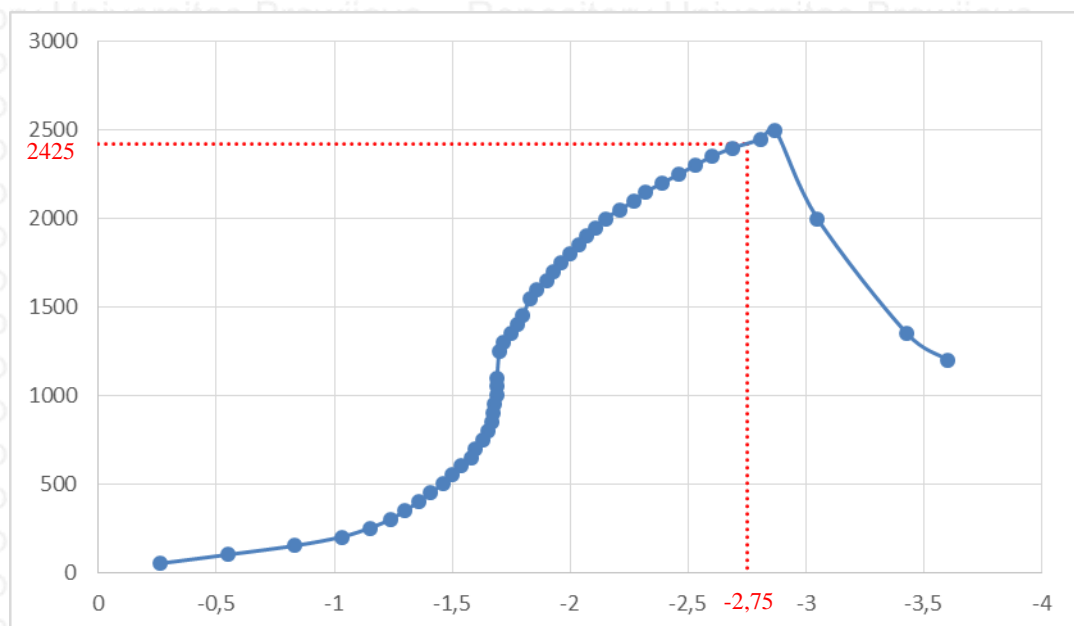
Mutu Beton Aktual = 33,310 MPa



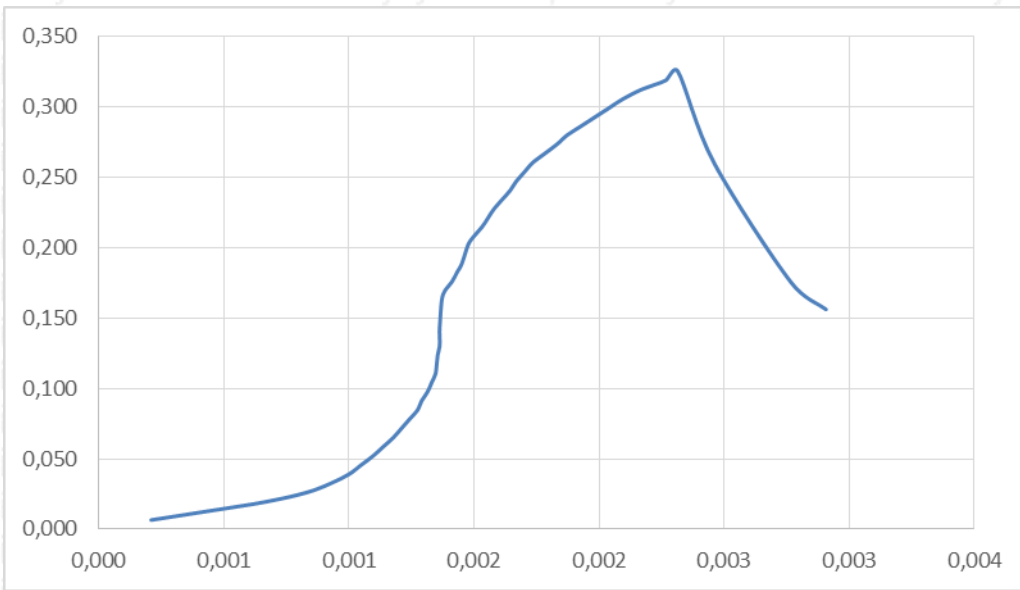
Gambar Benda Uji Pull Out A₀B₁-2

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
1	50	50	-0.26	0.007	0.000
2	50	100	-0.55	0.013	0.000
3	50	150	-0.83	0.020	0.001
4	50	200	-1.03	0.026	0.001
5	50	250	-1.15	0.033	0.001
6	50	300	-1.24	0.039	0.001
7	50	350	-1.3	0.046	0.001
8	50	400	-1.36	0.052	0.001
9	50	450	-1.41	0.059	0.001
10	50	500	-1.46	0.065	0.001
11	50	550	-1.5	0.072	0.001
12	50	600	-1.54	0.078	0.001
13	50	650	-1.58	0.085	0.001
14	50	700	-1.6	0.091	0.001
15	50	750	-1.63	0.098	0.001
16	50	800	-1.65	0.104	0.001
17	50	850	-1.67	0.111	0.001
18	50	900	-1.675	0.117	0.001
19	50	950	-1.68	0.124	0.001
20	50	1000	-1.69	0.130	0.001
21	50	1050	-1.69	0.137	0.001
22	50	1100	-1.69	0.143	0.001
23	150	1250	-1.7	0.163	0.001

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
24	50	1300	-1.715	0.169	0.001
25	50	1350	-1.75	0.176	0.001
26	50	1400	-1.775	0.182	0.001
27	50	1450	-1.8	0.189	0.001
28	100	1550	-1.83	0.202	0.001
29	50	1600	-1.86	0.208	0.002
30	50	1650	-1.9	0.215	0.002
31	50	1700	-1.93	0.221	0.002
32	50	1750	-1.96	0.228	0.002
33	50	1800	-2	0.234	0.002
34	50	1850	-2.04	0.241	0.002
35	50	1900	-2.07	0.247	0.002
36	50	1950	-2.11	0.254	0.002
37	50	2000	-2.15	0.260	0.002
38	50	2050	-2.21	0.267	0.002
39	50	2100	-2.27	0.273	0.002
40	50	2150	-2.32	0.280	0.002
41	50	2200	-2.39	0.286	0.002
42	50	2250	-2.46	0.293	0.002
43	50	2300	-2.53	0.299	0.002
44	50	2350	-2.6	0.306	0.002
45	50	2400	-2.69	0.313	0.002
46	50	2450	-2.81	0.319	0.002
47	50	2500	-2.87	0.326	0.002
48	-500	2000	-3.05	0.260	0.002
49	-650	1350	-3.43	0.176	0.003
50	-150	1200	-3.605	0.156	0.003

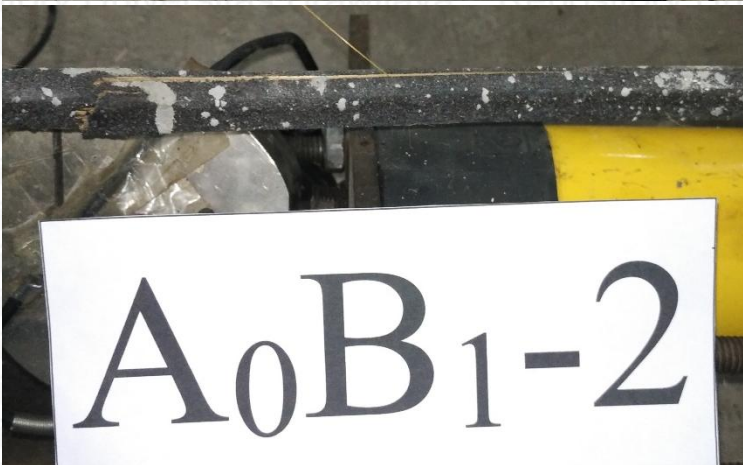


Grafik Hubungan Beban dan Perpindahan



Grafik Hubungan Tegangan Lekat dan Regangan

Pola Keruntuhan = kombinasi geser (bambu atas dekat tumpuan roll) dan putus (bambu atas terbelah)



Gambar Keruntuhan Benda Uji *Pull Out* A₀B₁-2

3. Benda Uji A₀B₁-3

Tanggal Pembuatan = 17 Februari 2017

Tanggal Pengujian = 17 Maret 2017

Mutu Beton Rencana = 30 MPa

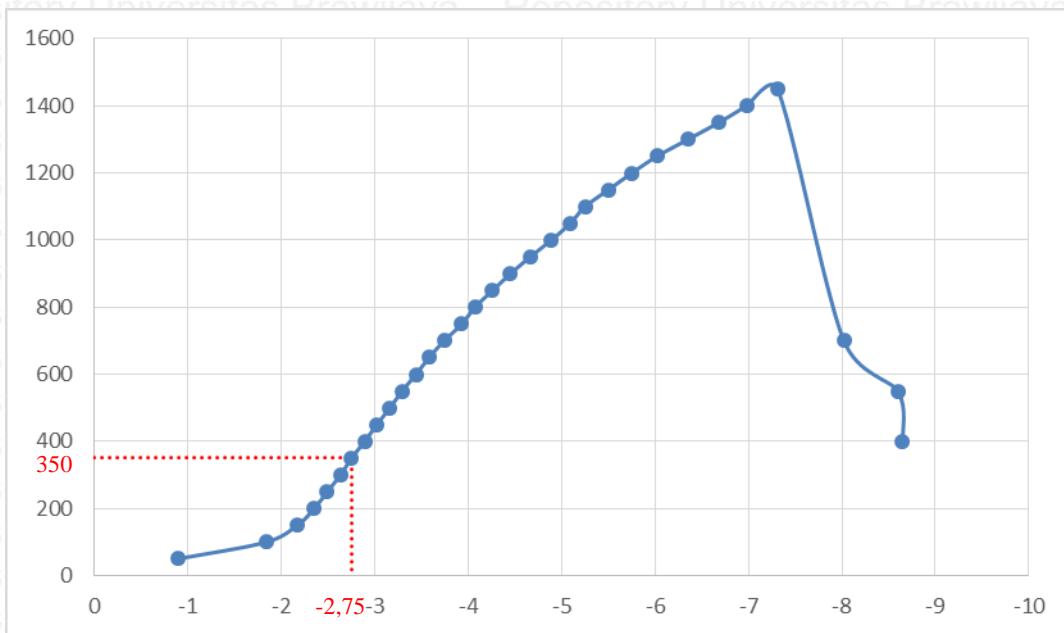
Mutu Beton Aktual = 22,378 MPa



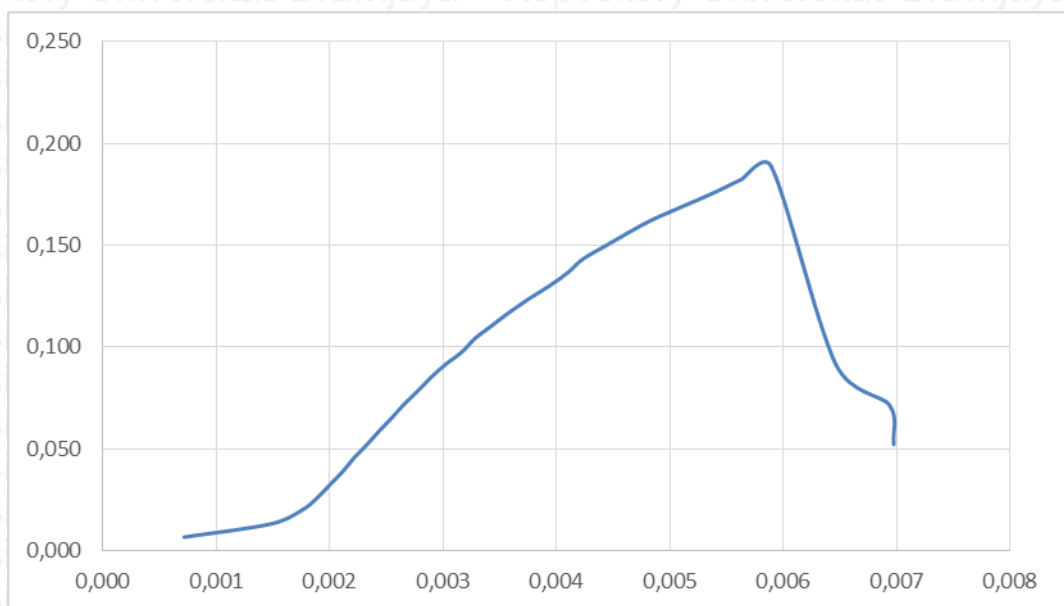
Gambar Benda Uji Pull Out A₀B₁-3

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
1	50	50	-0.89	0.007	0.001
2	50	100	-1.84	0.013	0.001
3	50	150	-2.17	0.020	0.002
4	50	200	-2.35	0.026	0.002
5	50	250	-2.49	0.033	0.002
6	50	300	-2.63	0.039	0.002
7	50	350	-2.75	0.046	0.002
8	50	400	-2.89	0.052	0.002
9	50	450	-3.02	0.059	0.002
10	50	500	-3.16	0.065	0.003
11	50	550	-3.29	0.072	0.003
12	50	600	-3.44	0.078	0.003
13	50	650	-3.58	0.085	0.003
14	50	700	-3.74	0.091	0.003
15	50	750	-3.93	0.098	0.003
16	50	800	-4.07	0.104	0.003
17	50	850	-4.26	0.111	0.003
18	50	900	-4.45	0.117	0.004
19	50	950	-4.66	0.124	0.004
20	50	1000	-4.89	0.130	0.004
21	50	1050	-5.09	0.137	0.004
22	50	1100	-5.25	0.143	0.004

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
23	50	1150	-5.5	0.150	0.004
24	50	1200	-5.75	0.156	0.005
25	50	1250	-6.02	0.163	0.005
26	50	1300	-6.35	0.169	0.005
27	50	1350	-6.68	0.176	0.005
28	50	1400	-6.98	0.182	0.006
29	50	1450	-7.31	0.189	0.006
30	-750	700	-8.02	0.091	0.006
31	-150	550	-8.6	0.072	0.007
32	-150	400	-8.65	0.052	0.007



Grafik Hubungan Beban dan Perpindahan



Grafik Hubungan Tegangan Lekat dan Regangan

Pola Keruntuhan = geser (bambu bawah dekat tumpuan sendi)



Gambar Keruntuhan Benda Uji *Pull Out* A₀B₁-3

4. Benda Uji A₁B₁-1

Tanggal Pembuatan = 8 Februari 2017

Tanggal Pengujian = 13 Maret 2017

Mutu Beton Rencana = 30 MPa

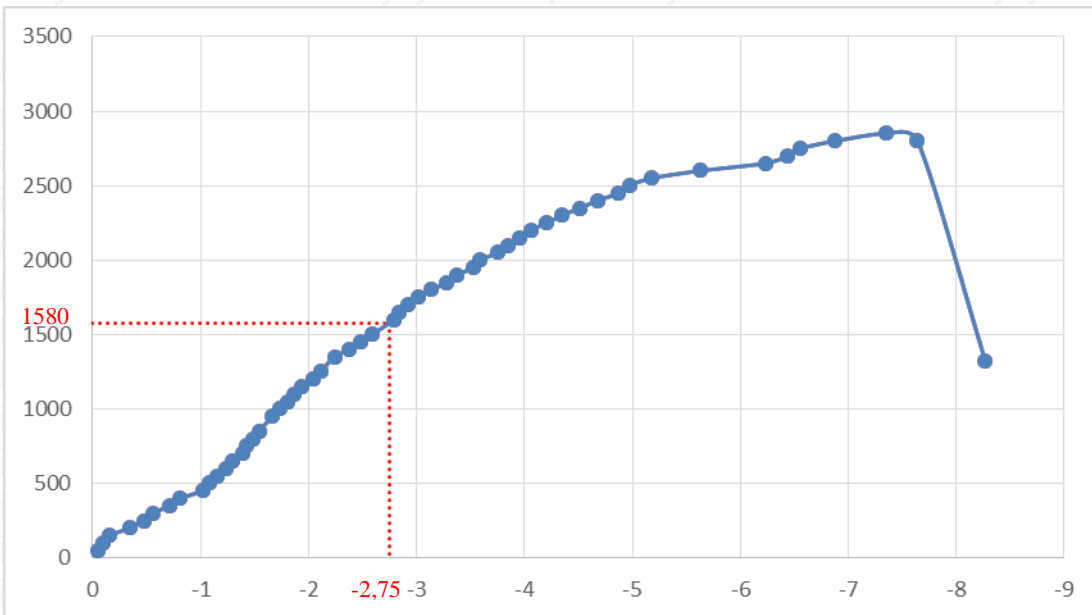
Mutu Beton Aktual = 23,664 MPa

Gambar Benda Uji *Pull Out* A₁B₁-1

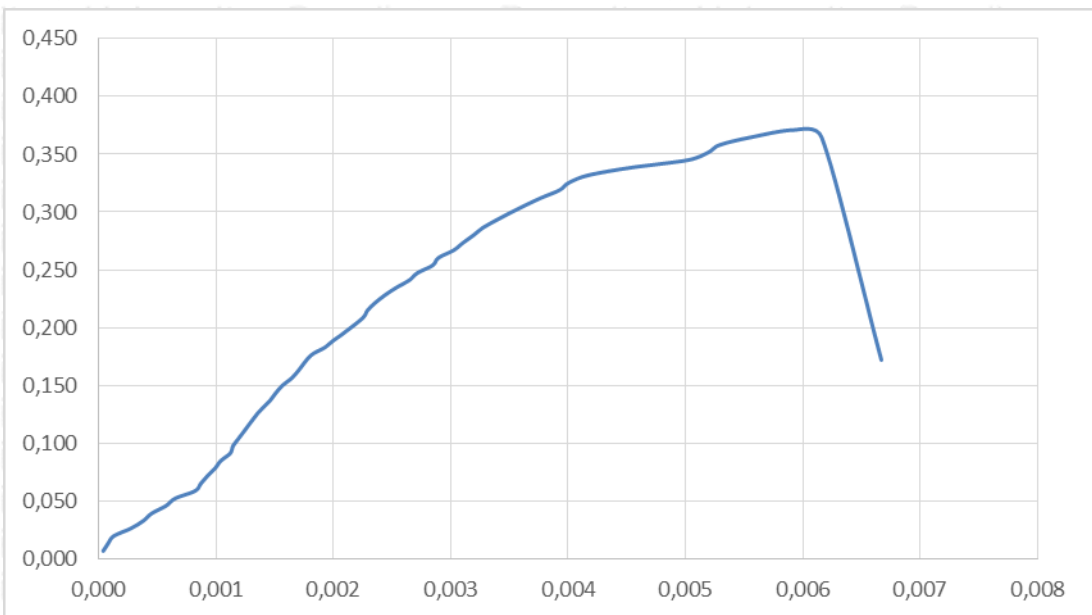
No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
1	50	50	-0.047	0.007	0.000
2	50	100	-0.099	0.013	0.000
3	50	150	-0.16	0.020	0.000
4	50	200	-0.34	0.026	0.000
5	50	250	-0.47	0.033	0.000
6	50	300	-0.56	0.039	0.000
7	50	350	-0.71	0.046	0.001
8	50	400	-0.81	0.052	0.001
9	50	450	-1.02	0.059	0.001
10	50	500	-1.08	0.065	0.001
11	50	550	-1.15	0.072	0.001
12	50	600	-1.23	0.078	0.001
13	50	650	-1.29	0.085	0.001
14	50	700	-1.39	0.091	0.001
15	50	750	-1.42	0.098	0.001
16	50	800	-1.48	0.104	0.001
17	50	850	-1.54	0.111	0.001
18	100	950	-1.66	0.124	0.001
19	50	1000	-1.73	0.130	0.001
20	50	1050	-1.81	0.137	0.001
21	50	1100	-1.87	0.143	0.002
22	50	1150	-1.94	0.150	0.002
23	50	1200	-2.04	0.156	0.002
24	50	1250	-2.11	0.163	0.002
25	100	1350	-2.24	0.176	0.002
26	50	1400	-2.38	0.182	0.002

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
27	50	1450	-2.48	0.189	0.002
28	50	1500	-2.59	0.195	0.002
29	100	1600	-2.79	0.208	0.002
30	50	1650	-2.84	0.215	0.002
31	50	1700	-2.92	0.221	0.002
32	50	1750	-3.02	0.228	0.002
33	50	1800	-3.14	0.234	0.003
34	50	1850	-3.28	0.241	0.003
35	50	1900	-3.37	0.247	0.003
36	50	1950	-3.53	0.254	0.003
37	50	2000	-3.59	0.260	0.003
38	50	2050	-3.75	0.267	0.003
39	50	2100	-3.85	0.273	0.003
40	50	2150	-3.96	0.280	0.003
41	50	2200	-4.06	0.286	0.003
42	50	2250	-4.2	0.293	0.003
43	50	2300	-4.35	0.299	0.004
44	50	2350	-4.51	0.306	0.004
45	50	2400	-4.68	0.313	0.004
46	50	2450	-4.87	0.319	0.004
47	50	2500	-4.97	0.326	0.004
48	50	2550	-5.18	0.332	0.004
49	50	2600	-5.63	0.339	0.005
50	50	2650	-6.23	0.345	0.005
51	50	2700	-6.44	0.352	0.005
52	50	2750	-6.56	0.358	0.005
53	50	2800	-6.88	0.365	0.006
54	50	2850	-7.35	0.371	0.006
55	-50	2800	-7.64	0.365	0.006
56	-1480	1320	-8.27	0.172	0.007





Grafik Hubungan Beban dan Perpindahan



Grafik Hubungan Tegangan Lekat dan Regangan



Pola Keruntuhan = kombinasi geser dan putus (bambu bawah terbelah)



Gambar Keruntuhan Benda Uji *Pull Out* A₁B₁-1

5. Benda Uji A₁B₁-2

Tanggal Pembuatan = 8 Februari 2017

Tanggal Pengujian = 15 Maret 2017

Mutu Beton Rencana = 30 MPa

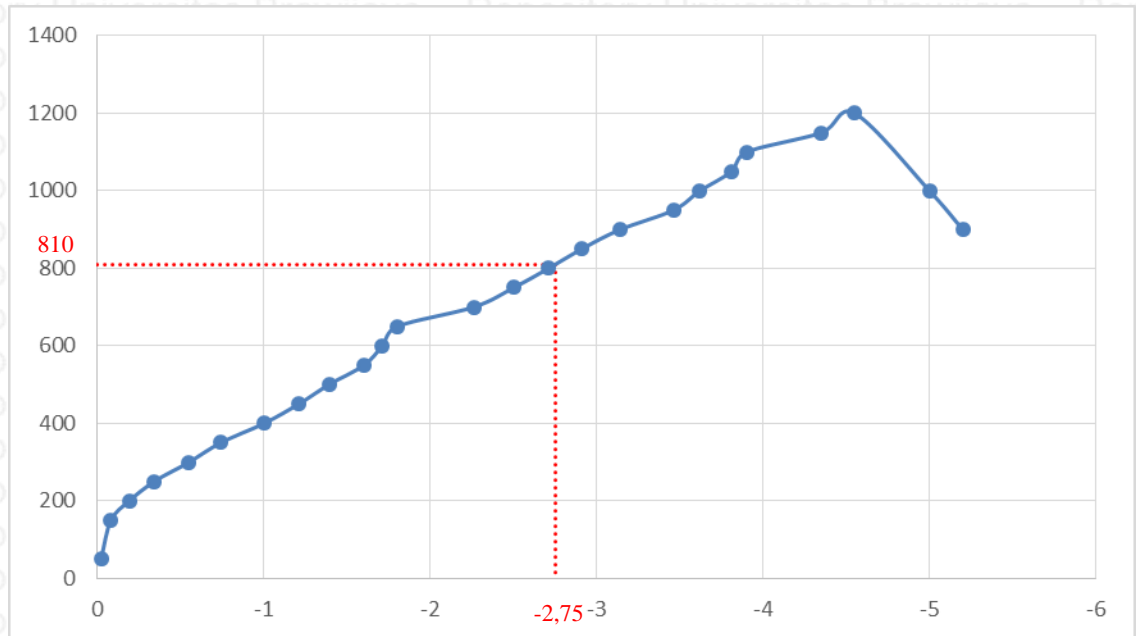
Mutu Beton Aktual = 20,513 MPa



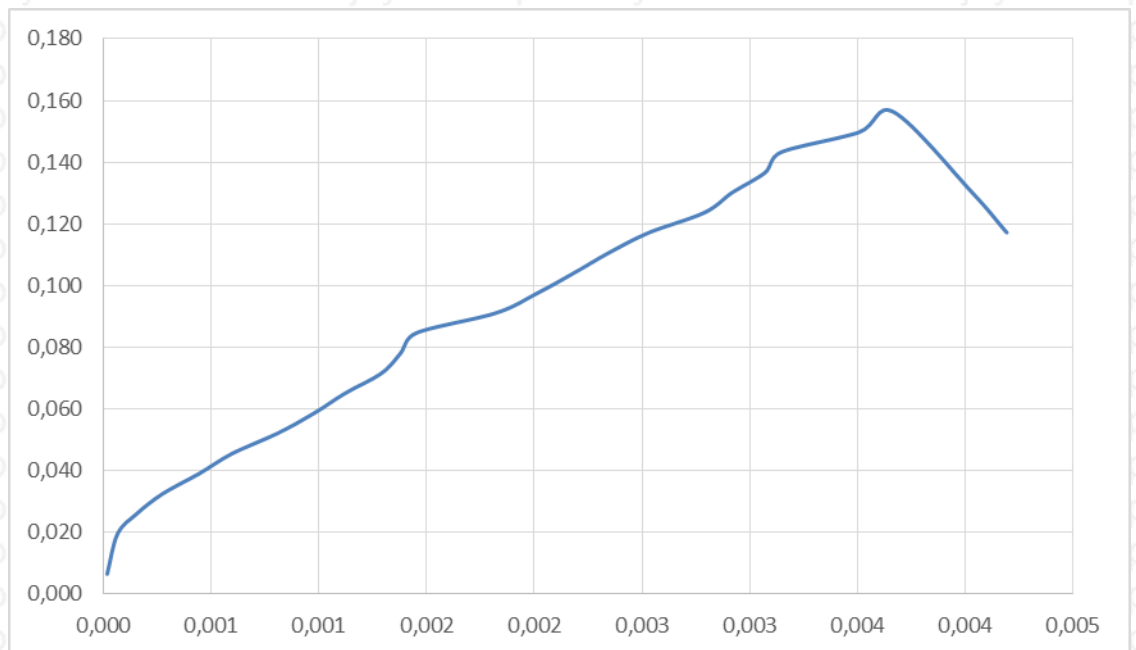
Gambar Benda Uji *Pull Out* A₁B₁-2

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
1	50	50	-0.02	0.007	0.000
2	100	150	-0.08	0.020	0.000
3	50	200	-0.19	0.026	0.000
4	50	250	-0.34	0.033	0.000
5	50	300	-0.55	0.039	0.000
6	50	350	-0.74	0.046	0.001
7	50	400	-1	0.052	0.001
8	50	450	-1.21	0.059	0.001
9	50	500	-1.39	0.065	0.001
10	50	550	-1.6	0.072	0.001
11	50	600	-1.71	0.078	0.001
12	50	650	-1.8	0.085	0.001
13	50	700	-2.26	0.091	0.002
14	50	750	-2.5	0.098	0.002
15	50	800	-2.71	0.104	0.002
16	50	850	-2.91	0.111	0.002
17	50	900	-3.14	0.117	0.003
18	50	950	-3.46	0.124	0.003
19	50	1000	-3.62	0.130	0.003
20	50	1050	-3.81	0.137	0.003
21	50	1100	-3.9	0.143	0.003
22	50	1150	-4.35	0.150	0.004

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
23	50	1200	-4.55	0.156	0.004
24	-200	1000	-5	0.130	0.004
25	-100	900	-5.2	0.117	0.004



Grafik Hubungan Beban dan Perpindahan



Grafik Hubungan Tegangan Lekat dan Regangan

Pola Keruntuhan = kombinasi geser (bambu atas dekat tumpuan roll) dan putus (bambu atas pecah tapi tidak terbelah)



Gambar Keruntuhan Benda Uji *Pull Out* A₁B₁-2

6. Benda Uji A₁B₁-3

Tanggal Pembuatan = 9 Februari 2017

Tanggal Pengujian = 15 Maret 2017

Mutu Beton Rencana = 30 MPa

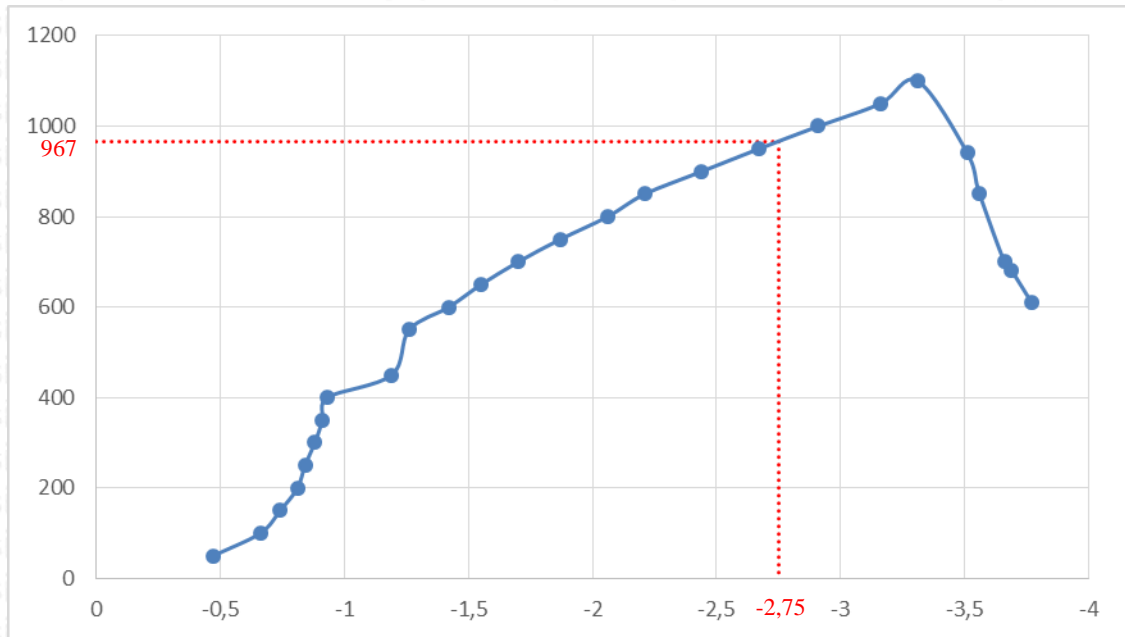
Mutu Beton Aktual = 19,549 MPa



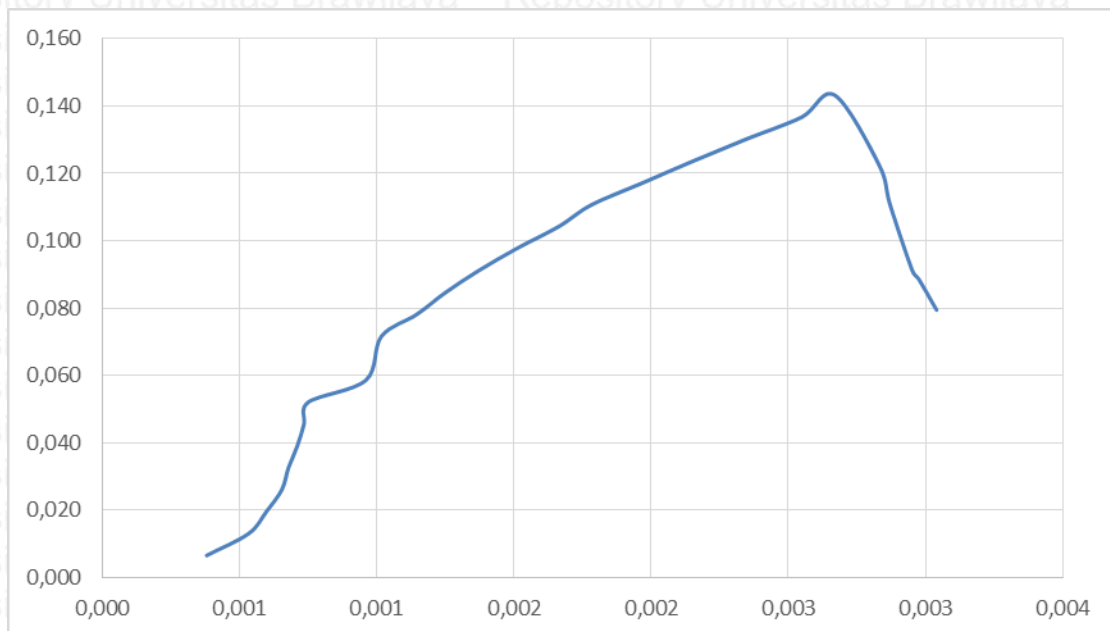
Gambar Benda Uji Pull Out A₁B₁-3

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
1	50	50	-0.47	0.007	0.000
2	50	100	-0.66	0.013	0.001
3	50	150	-0.74	0.020	0.001
4	50	200	-0.81	0.026	0.001
5	50	250	-0.84	0.033	0.001
6	50	300	-0.88	0.039	0.001
7	50	350	-0.91	0.046	0.001
8	50	400	-0.93	0.052	0.001
9	50	450	-1.19	0.059	0.001
10	100	550	-1.26	0.072	0.001
11	50	600	-1.42	0.078	0.001
12	50	650	-1.55	0.085	0.001
13	50	700	-1.7	0.091	0.001
14	50	750	-1.87	0.098	0.002
15	50	800	-2.06	0.104	0.002
16	50	850	-2.21	0.111	0.002
17	50	900	-2.44	0.117	0.002
18	50	950	-2.67	0.124	0.002
19	50	1000	-2.91	0.130	0.002
20	50	1050	-3.16	0.137	0.003
21	50	1100	-3.31	0.143	0.003

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
22	-159	941	-3.51	0.123	0.003
23	-91	850	-3.56	0.111	0.003
24	-150	700	-3.66	0.091	0.003
25	-20	680	-3.69	0.089	0.003
26	-70	610	-3.77	0.079	0.003



Grafik Hubungan Beban dan Perpindahan



Grafik Hubungan Tegangan Lekat dan Regangan



Pola Keruntuhan = kombinasi geser (bambu atas dekat tumpuan roll) dan putus (bambu atas pecah tapi tidak terbelah)



Gambar Keruntuhan Benda Uji *Pull Out* A₁B₁-3

7. Benda Uji A₂B₁-1

Tanggal Pembuatan = 13 Februari 2017

Tanggal Pengujian = 15 Maret 2017

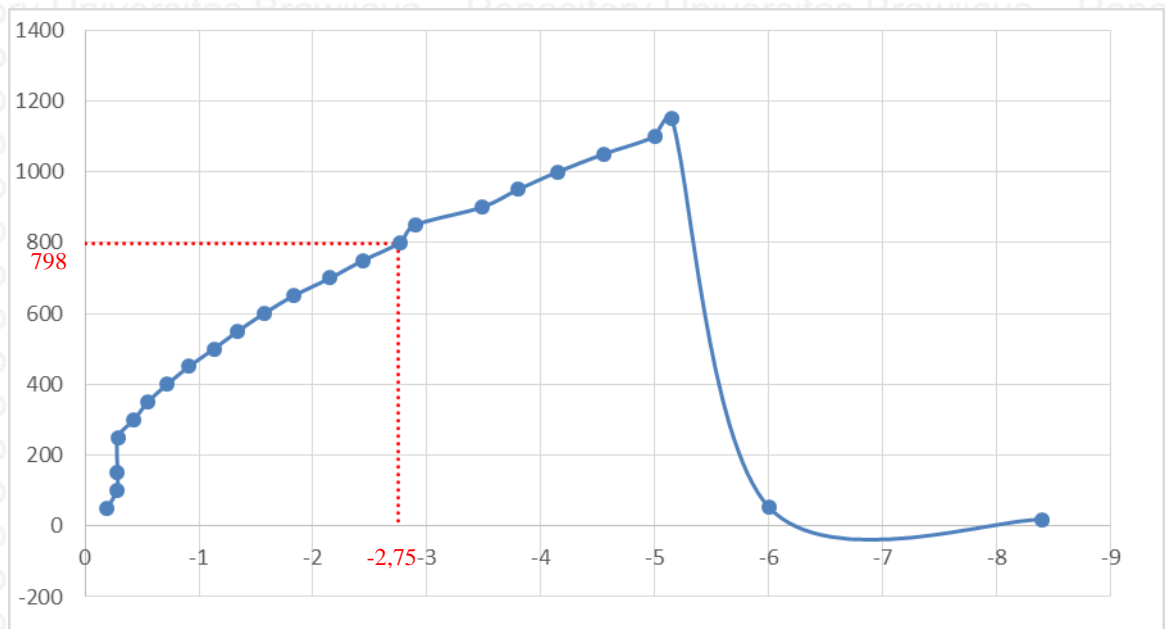
Mutu Beton Rencana = 30 MPa

Mutu Beton Aktual = 22,893 MPa

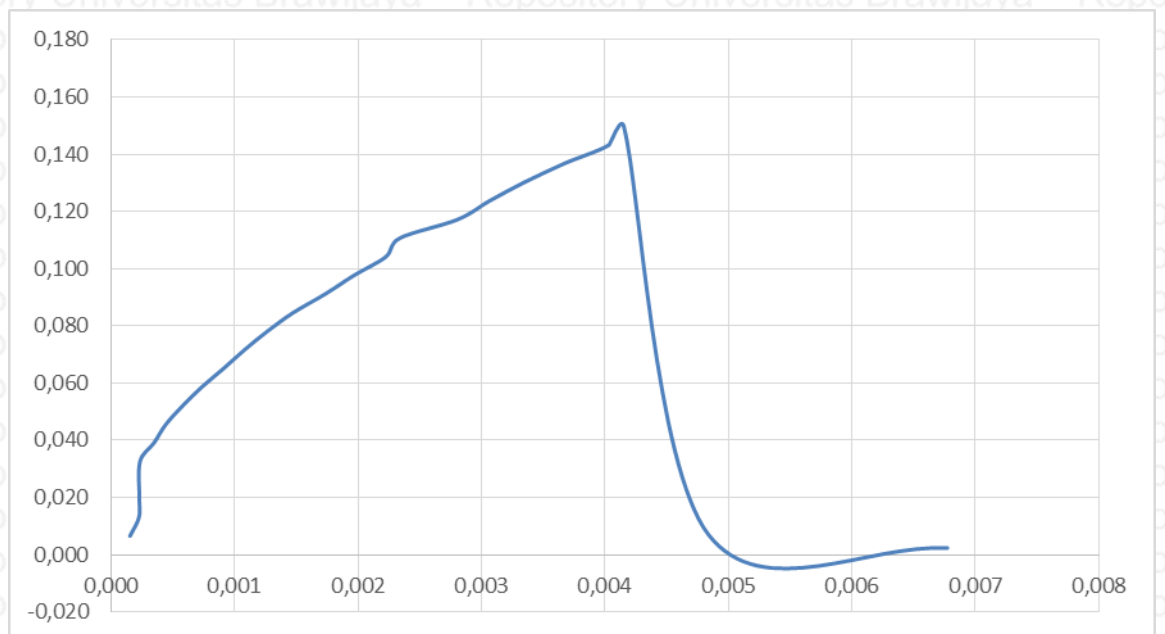
Gambar Benda Uji *Pull Out* A₂B₁-1

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
1	50	50	-0.19	0.007	0.000
2	50	100	-0.28	0.013	0.000
3	50	150	-0.285	0.020	0.000
4	100	250	-0.29	0.033	0.000
5	50	300	-0.43	0.039	0.000
6	50	350	-0.55	0.046	0.000
7	50	400	-0.72	0.052	0.001
8	50	450	-0.91	0.059	0.001
9	50	500	-1.13	0.065	0.001
10	50	550	-1.34	0.072	0.001
11	50	600	-1.57	0.078	0.001
12	50	650	-1.83	0.085	0.001
13	50	700	-2.15	0.091	0.002
14	50	750	-2.44	0.098	0.002
15	50	800	-2.76	0.104	0.002
16	50	850	-2.9	0.111	0.002
17	50	900	-3.48	0.117	0.003
18	50	950	-3.8	0.124	0.003
19	50	1000	-4.15	0.130	0.003
20	50	1050	-4.55	0.137	0.004
21	50	1100	-5	0.143	0.004

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
22	50	1150	-5.15	0.150	0.004
23	-1096	54	-6	0.007	0.005
24	-36	18	-8.4	0.002	0.007



Grafik Hubungan Beban dan Perpindahan



Grafik Hubungan Tegangan Lekat dan Regangan

Pola Keruntuhan = geser (bambu atas dekat tumpuan roll)



Gambar Keruntuhan Benda Uji *Pull Out* A₂B₁-1

8. Benda Uji A₂B₁-2

Tanggal Pembuatan = 13 Februari 2017

Tanggal Pengujian = 17 Maret 2017

Mutu Beton Rencana = 30 MPa

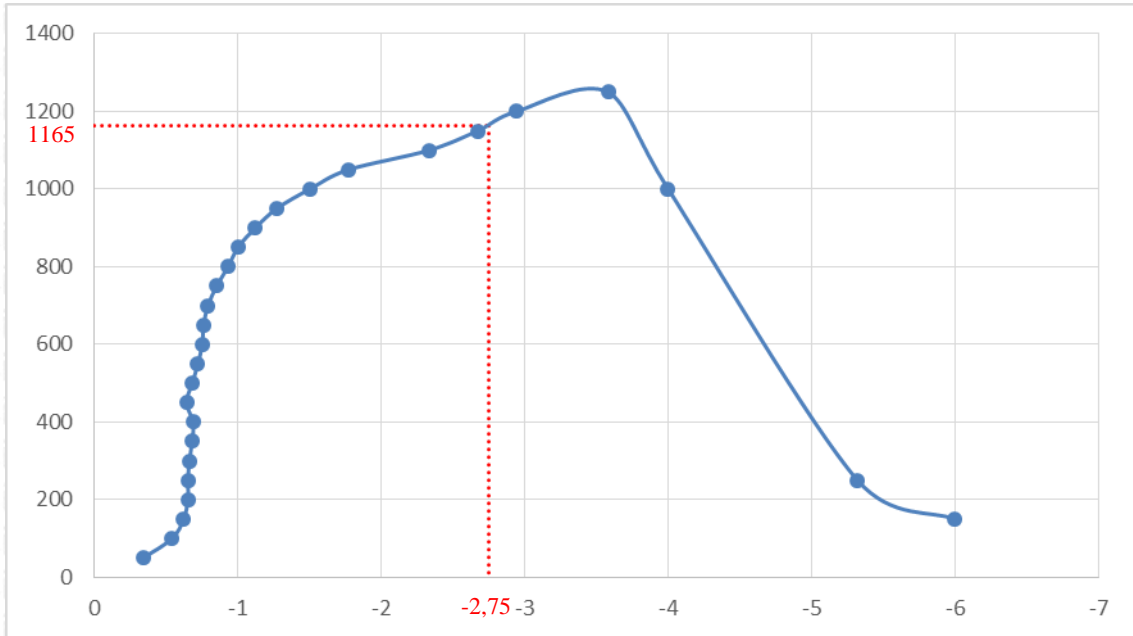
Mutu Beton Aktual = 31,059 MPa



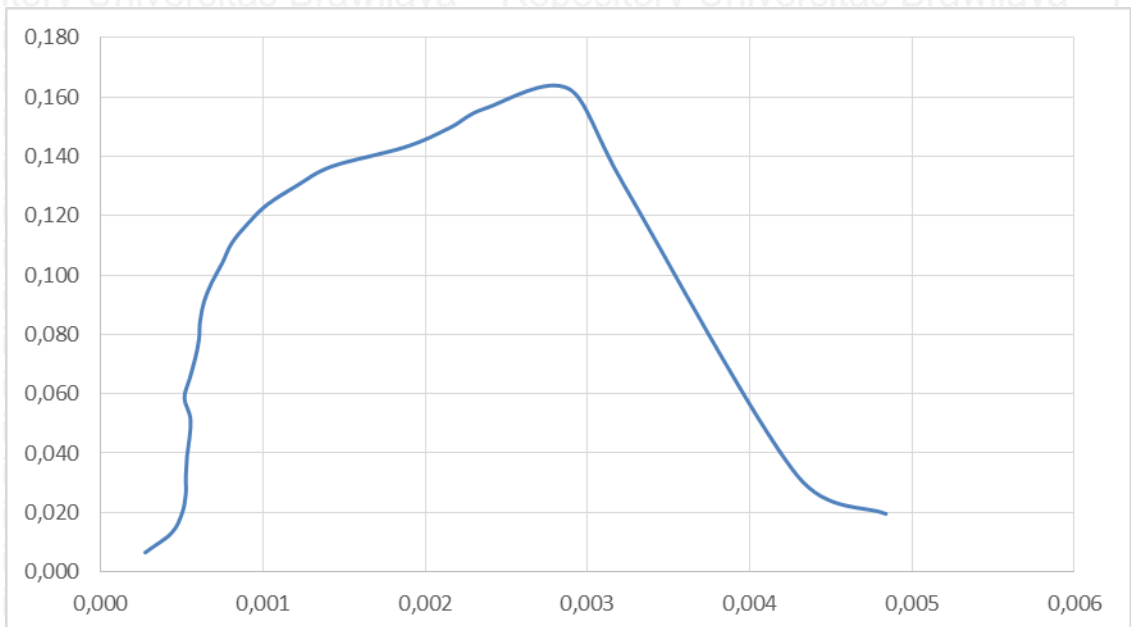
Gambar Benda Uji Pull Out A₂B₁-2

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
1	50	50	-0.34	0.007	0.000
2	50	100	-0.54	0.013	0.000
3	50	150	-0.62	0.020	0.001
4	50	200	-0.65	0.026	0.001
5	50	250	-0.651	0.033	0.001
6	50	300	-0.66	0.039	0.001
7	50	350	-0.68	0.046	0.001
8	50	400	-0.685	0.052	0.001
9	50	450	-0.64	0.059	0.001
10	50	500	-0.68	0.065	0.001
11	50	550	-0.72	0.072	0.001
12	50	600	-0.75	0.078	0.001
13	50	650	-0.76	0.085	0.001
14	50	700	-0.79	0.091	0.001
15	50	750	-0.85	0.098	0.001
16	50	800	-0.93	0.104	0.001
17	50	850	-1	0.111	0.001
18	50	900	-1.12	0.117	0.001
19	50	950	-1.27	0.124	0.001
20	50	1000	-1.5	0.130	0.001
21	50	1050	-1.77	0.137	0.001
22	50	1100	-2.33	0.143	0.002
23	50	1150	-2.67	0.150	0.002

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
24	50	1200	-2.94	0.156	0.002
25	50	1250	-3.58	0.163	0.003
26	-250	1000	-4	0.130	0.003
27	-750	250	-5.32	0.033	0.004
28	-100	150	-6	0.020	0.005



Grafik Hubungan Beban dan Perpindahan



Grafik Hubungan Tegangan Lekat dan Regangan



Pola Keruntuhan = kombinasi geser (bambu atas dekat tumpuan roll) dan putus (bambu atas pecah tapi tidak terbelah)



Gambar Keruntuhan Benda Uji *Pull Out* A₂B₁-2

9. Benda Uji A₂B₁-3

Tanggal Pembuatan = 14 Februari 2017

Tanggal Pengujian = 17 Maret 2017

Mutu Beton Rencana = 30 MPa

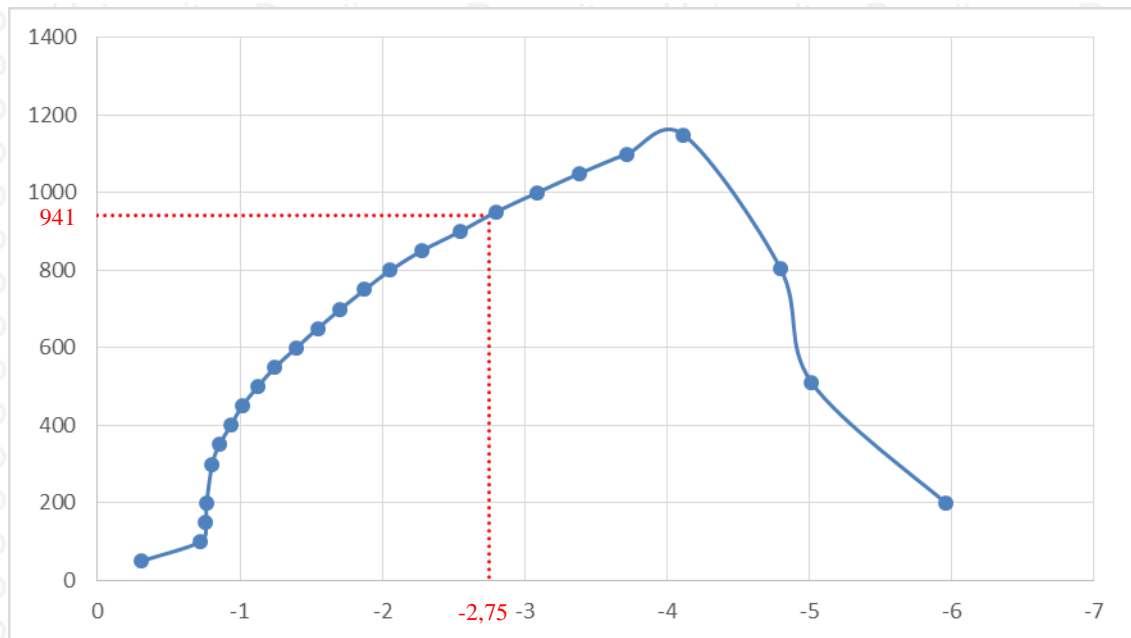
Mutu Beton Aktual = 34,789 MPa



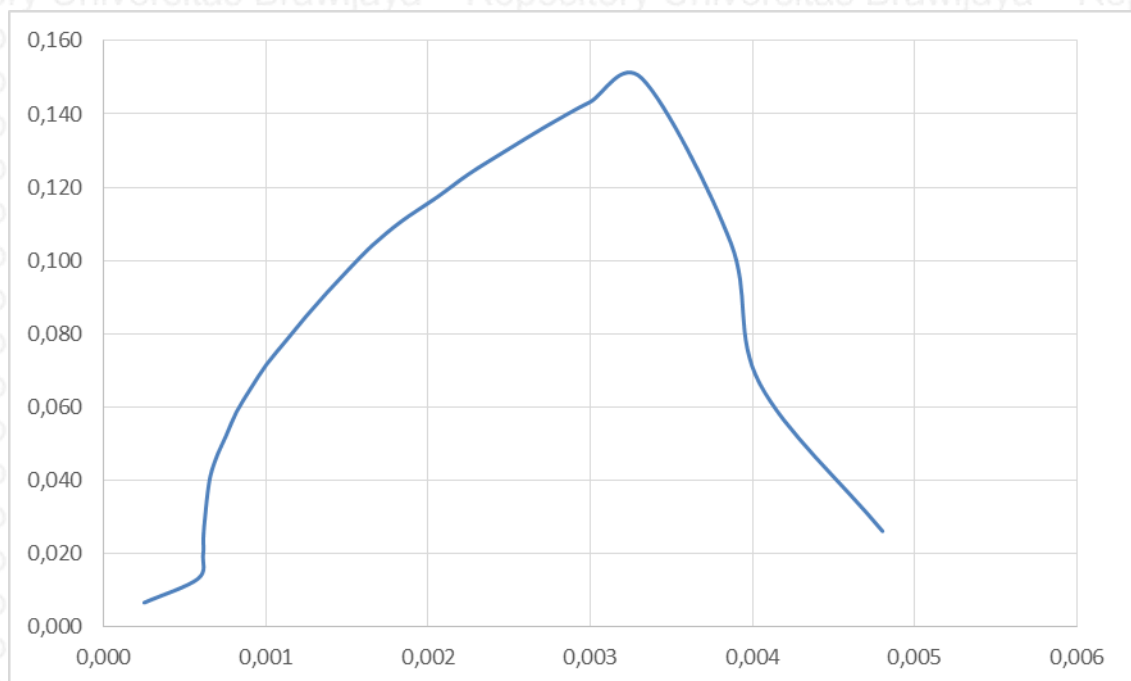
Gambar Benda Uji Pull Out A₂B₁-3

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
1	50	50	-0.31	0.007	0.000
2	50	100	-0.72	0.013	0.001
3	50	150	-0.76	0.020	0.001
4	50	200	-0.765	0.026	0.001
5	100	300	-0.805	0.039	0.001
6	50	350	-0.855	0.046	0.001
7	50	400	-0.935	0.052	0.001
8	50	450	-1.015	0.059	0.001
9	50	500	-1.125	0.065	0.001
10	50	550	-1.245	0.072	0.001
11	50	600	-1.395	0.078	0.001
12	50	650	-1.545	0.085	0.001
13	50	700	-1.705	0.091	0.001
14	50	750	-1.875	0.098	0.002
15	50	800	-2.055	0.104	0.002
16	50	850	-2.275	0.111	0.002
17	50	900	-2.545	0.117	0.002
18	50	950	-2.795	0.124	0.002
19	50	1000	-3.085	0.130	0.002
20	50	1050	-3.385	0.137	0.003
21	50	1100	-3.715	0.143	0.003

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
22	50	1150	-4.115	0.150	0.003
23	-345	805	-4.795	0.105	0.004
24	-295	510	-5.015	0.066	0.004
25	-310	200	-5.955	0.026	0.005



Grafik Hubungan Beban dan Perpindahan



Grafik Hubungan Tegangan Lekat dan Regangan

Pola Keruntuhan = geser (bambu atas dekat tumpuan sendi)



Gambar Keruntuhan Benda Uji *Pull Out* A₂B₁-3

10. Benda Uji A₀B₂-1

Tanggal Pembuatan = 20 Februari 2017

Tanggal Pengujian = 21 Maret 2017

Mutu Beton Rencana = 30 MPa

Mutu Beton Aktual = 30,802 MPa

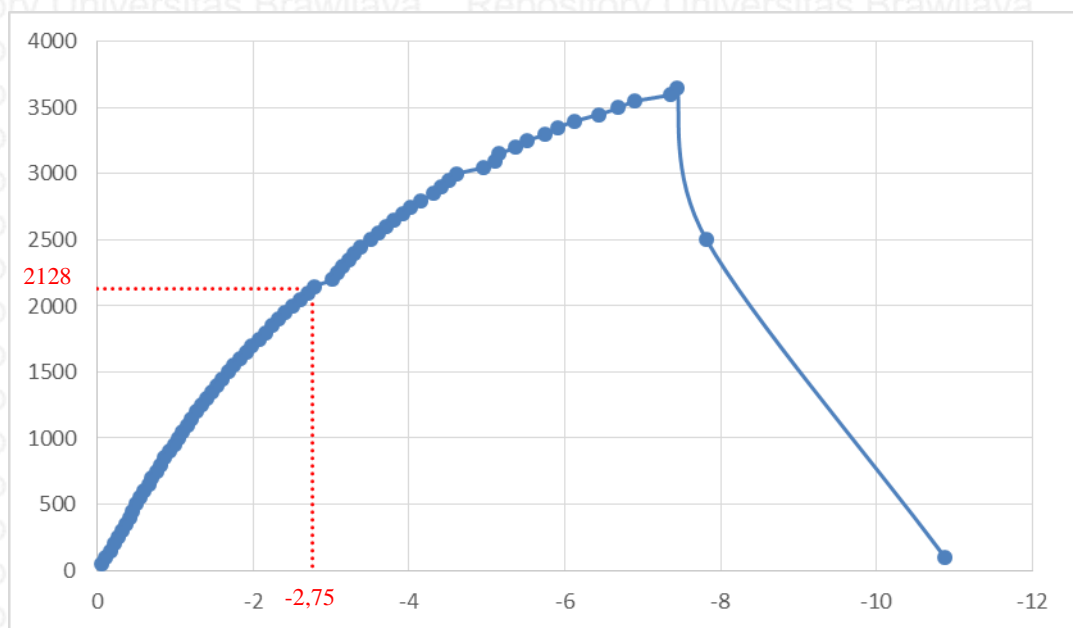


Gambar Benda Uji Pull Out A₀B₂-1

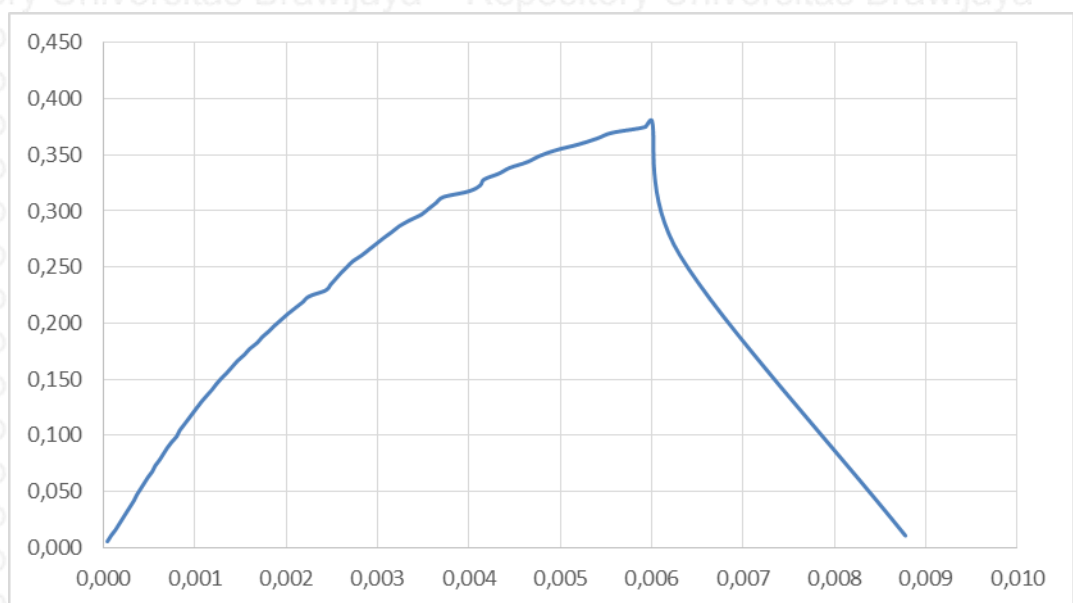
No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
1	50	50	-0.05	0.005	0.000
2	50	100	-0.1	0.010	0.000
3	50	150	-0.16	0.016	0.000
4	50	200	-0.21	0.021	0.000
5	50	250	-0.26	0.026	0.000
6	50	300	-0.31	0.031	0.000
7	50	350	-0.36	0.036	0.000
8	50	400	-0.41	0.042	0.000
9	50	450	-0.45	0.047	0.000
10	50	500	-0.5	0.052	0.000
11	50	550	-0.55	0.057	0.000
12	50	600	-0.6	0.063	0.000
13	50	650	-0.66	0.068	0.001
14	50	700	-0.7	0.073	0.001
15	50	750	-0.76	0.078	0.001
16	50	800	-0.81	0.083	0.001
17	50	850	-0.86	0.089	0.001
18	50	900	-0.92	0.094	0.001
19	50	950	-0.99	0.099	0.001
20	50	1000	-1.03	0.104	0.001

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
21	50	1050	-1.09	0.109	0.001
22	50	1100	-1.15	0.115	0.001
23	50	1150	-1.21	0.120	0.001
24	50	1200	-1.27	0.125	0.001
25	50	1250	-1.33	0.130	0.001
26	50	1300	-1.4	0.135	0.001
27	50	1350	-1.47	0.141	0.001
28	50	1400	-1.53	0.146	0.001
29	50	1450	-1.6	0.151	0.001
30	50	1500	-1.68	0.156	0.001
31	50	1550	-1.75	0.161	0.001
32	50	1600	-1.82	0.167	0.001
33	50	1650	-1.91	0.172	0.002
34	50	1700	-1.98	0.177	0.002
35	50	1750	-2.08	0.182	0.002
36	50	1800	-2.15	0.188	0.002
37	50	1850	-2.24	0.193	0.002
38	50	1900	-2.32	0.198	0.002
39	50	1950	-2.41	0.203	0.002
40	50	2000	-2.5	0.208	0.002
41	50	2050	-2.6	0.214	0.002
42	50	2100	-2.7	0.219	0.002
43	50	2150	-2.79	0.224	0.002
44	50	2200	-3.01	0.229	0.002
45	50	2250	-3.08	0.234	0.002
46	50	2300	-3.15	0.240	0.003
47	50	2350	-3.22	0.245	0.003
48	50	2400	-3.3	0.250	0.003
49	50	2450	-3.38	0.255	0.003
50	50	2500	-3.5	0.260	0.003
51	50	2550	-3.6	0.266	0.003
52	50	2600	-3.7	0.271	0.003
53	50	2650	-3.8	0.276	0.003
54	50	2700	-3.91	0.281	0.003
55	50	2750	-4.01	0.286	0.003
56	50	2800	-4.15	0.292	0.003
57	50	2850	-4.31	0.297	0.003
58	50	2900	-4.41	0.302	0.004
59	50	2950	-4.51	0.307	0.004
60	50	3000	-4.61	0.313	0.004
61	50	3050	-4.96	0.318	0.004
62	50	3100	-5.11	0.323	0.004
63	50	3150	-5.16	0.328	0.004
64	50	3200	-5.36	0.333	0.004
65	50	3250	-5.51	0.339	0.004
66	50	3300	-5.75	0.344	0.005

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
67	50	3350	-5.91	0.349	0.005
68	50	3400	-6.13	0.354	0.005
69	50	3450	-6.44	0.359	0.005
70	50	3500	-6.69	0.365	0.005
71	50	3550	-6.9	0.370	0.006
72	50	3600	-7.35	0.375	0.006
73	50	3650	-7.44	0.380	0.006
74	-1150	2500	-7.82	0.260	0.006
75	-2400	100	-10.88	0.010	0.009



Grafik Hubungan Beban dan Perpindahan



Grafik Hubungan Tegangan Lekat dan Regangan



Pola Keruntuhan = geser (bambu atas dekat tumpuan roll)



Gambar Keruntuhan Benda Uji *Pull Out* A₀B₂-1

11. Benda Uji A₀B₂-2

Tanggal Pembuatan = 20 Februari 2017

Tanggal Pengujian = 20 Maret 2017

Mutu Beton Rencana = 30 MPa

Mutu Beton Aktual = 36,011 MPa

Gambar Benda Uji *Pull Out* A₀B₂-2

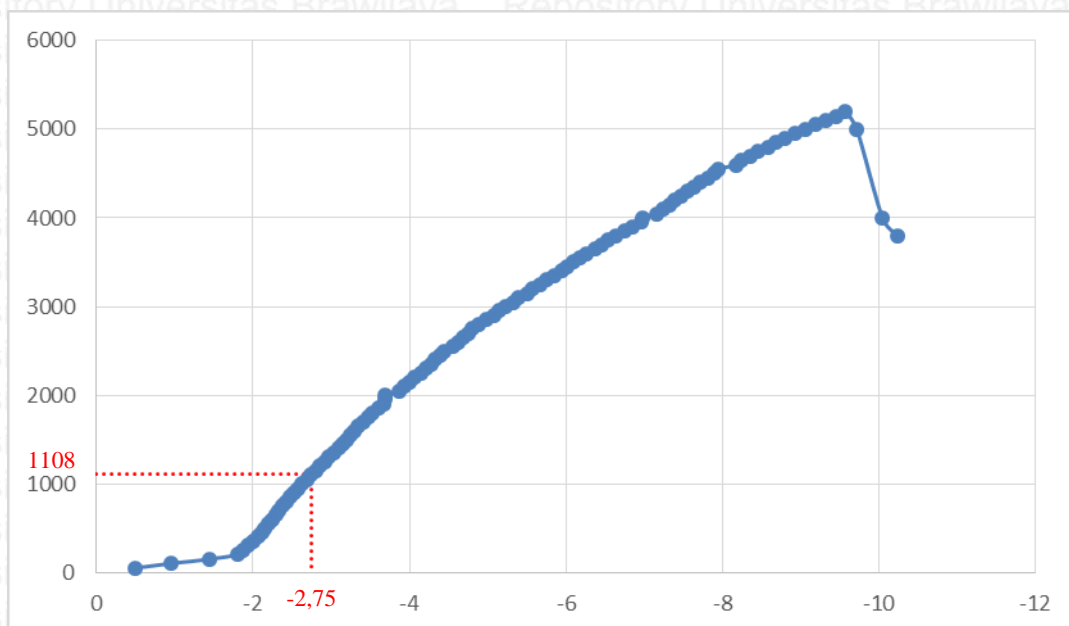
No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
1	50	50	-0.5	0.005	0.000
2	50	100	-0.95	0.010	0.001
3	50	150	-1.45	0.016	0.001
4	50	200	-1.8	0.021	0.001
5	50	250	-1.87	0.026	0.002
6	50	300	-1.94	0.031	0.002
7	50	350	-2	0.036	0.002
8	50	400	-2.06	0.042	0.002
9	50	450	-2.11	0.047	0.002
10	50	500	-2.15	0.052	0.002
11	50	550	-2.2	0.057	0.002
12	50	600	-2.25	0.063	0.002
13	50	650	-2.29	0.068	0.002
14	50	700	-2.33	0.073	0.002
15	50	750	-2.38	0.078	0.002
16	50	800	-2.42	0.083	0.002
17	50	850	-2.47	0.089	0.002
18	50	900	-2.52	0.094	0.002

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
19	50	950	-2.57	0.099	0.002
20	50	1000	-2.63	0.104	0.002
21	50	1050	-2.69	0.109	0.002
22	50	1100	-2.74	0.115	0.002
23	50	1150	-2.8	0.120	0.002
24	50	1200	-2.85	0.125	0.002
25	50	1250	-2.91	0.130	0.002
26	50	1300	-2.97	0.135	0.002
27	50	1350	-3.04	0.141	0.002
28	50	1400	-3.09	0.146	0.002
29	50	1450	-3.15	0.151	0.003
30	50	1500	-3.2	0.156	0.003
31	50	1550	-3.24	0.161	0.003
32	50	1600	-3.3	0.167	0.003
33	50	1650	-3.35	0.172	0.003
34	50	1700	-3.41	0.177	0.003
35	50	1750	-3.47	0.182	0.003
36	50	1800	-3.53	0.188	0.003
37	50	1850	-3.6	0.193	0.003
38	50	1900	-3.67	0.198	0.003
39	50	1950	-3.68	0.203	0.003
40	50	2000	-3.69	0.208	0.003
41	50	2050	-3.87	0.214	0.003
42	50	2100	-3.93	0.219	0.003
43	50	2150	-4	0.224	0.003
44	50	2200	-4.06	0.229	0.003
45	50	2250	-4.14	0.234	0.003
46	50	2300	-4.21	0.240	0.003
47	50	2350	-4.27	0.245	0.003
48	50	2400	-4.33	0.250	0.003
49	50	2450	-4.4	0.255	0.004
50	50	2500	-4.44	0.260	0.004
51	50	2550	-4.56	0.266	0.004
52	50	2600	-4.62	0.271	0.004
53	50	2650	-4.68	0.276	0.004
54	50	2700	-4.75	0.281	0.004
55	50	2750	-4.81	0.286	0.004
56	50	2800	-4.89	0.292	0.004
57	50	2850	-4.99	0.297	0.004
58	50	2900	-5.08	0.302	0.004
59	50	2950	-5.15	0.307	0.004

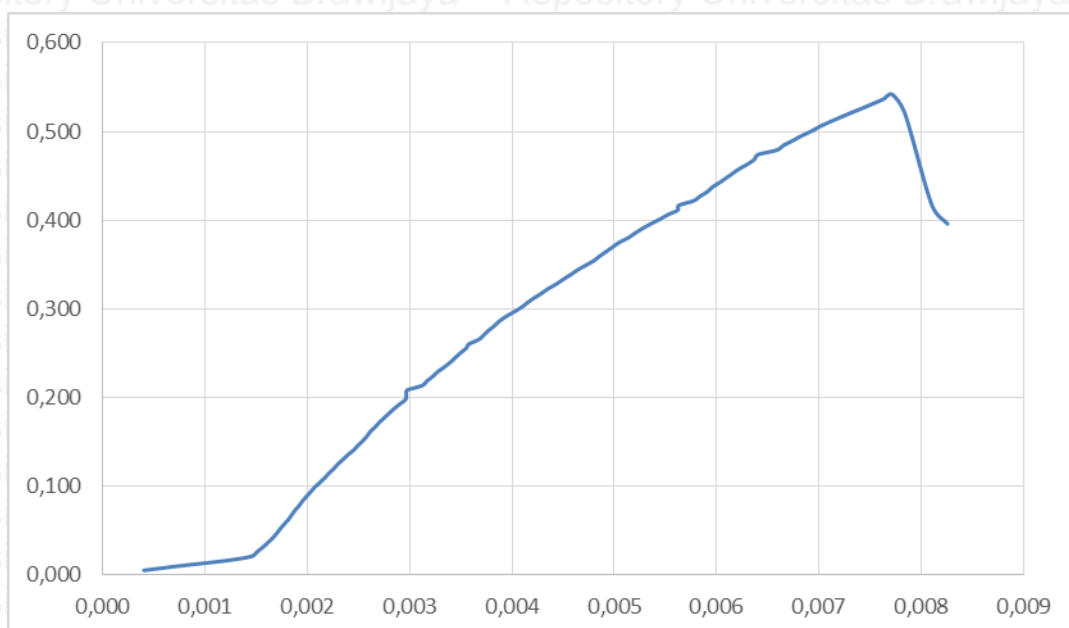
No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
60	50	3000	-5.23	0.313	0.004
61	50	3050	-5.32	0.318	0.004
62	50	3100	-5.4	0.323	0.004
63	50	3150	-5.5	0.328	0.004
64	50	3200	-5.58	0.333	0.005
65	50	3250	-5.67	0.339	0.005
66	50	3300	-5.75	0.344	0.005
67	50	3350	-5.85	0.349	0.005
68	50	3400	-5.95	0.354	0.005
69	50	3450	-6.02	0.359	0.005
70	50	3500	-6.1	0.365	0.005
71	50	3550	-6.18	0.370	0.005
72	50	3600	-6.26	0.375	0.005
73	50	3650	-6.37	0.380	0.005
74	50	3700	-6.45	0.385	0.005
75	50	3750	-6.54	0.391	0.005
76	50	3800	-6.64	0.396	0.005
77	50	3850	-6.75	0.401	0.005
78	50	3900	-6.85	0.406	0.006
79	50	3950	-6.97	0.411	0.006
80	50	4000	-6.98	0.417	0.006
81	50	4050	-7.16	0.422	0.006
82	50	4100	-7.24	0.427	0.006
83	50	4150	-7.33	0.432	0.006
84	50	4200	-7.39	0.438	0.006
85	50	4250	-7.48	0.443	0.006
86	50	4300	-7.56	0.448	0.006
87	50	4350	-7.64	0.453	0.006
88	50	4400	-7.72	0.458	0.006
89	50	4450	-7.82	0.464	0.006
90	50	4500	-7.9	0.469	0.006
91	50	4550	-7.94	0.474	0.006
92	50	4600	-8.17	0.479	0.007
93	50	4650	-8.25	0.484	0.007
94	50	4700	-8.36	0.490	0.007
95	50	4750	-8.46	0.495	0.007
96	50	4800	-8.58	0.500	0.007
97	50	4850	-8.68	0.505	0.007
98	50	4900	-8.8	0.510	0.007
99	50	4950	-8.93	0.516	0.007
100	50	5000	-9.06	0.521	0.007



No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
101	50	5050	-9.2	0.526	0.007
102	50	5100	-9.33	0.531	0.008
103	50	5150	-9.46	0.536	0.008
104	50	5200	-9.57	0.542	0.008
105	-200	5000	-9.72	0.521	0.008
106	-1000	4000	-10.05	0.417	0.008
107	-200	3800	-10.24	0.396	0.008



Grafik Hubungan Beban dan Perpindahan



Grafik Hubungan Tegangan Lekat dan Regangan

Pola Keruntuhan = kombinasi geser (bambu atas dekat tumpuan sendi) dan putus (bambu atas terbelah)



Gambar Keruntuhan Benda Uji *Pull Out* A₀B₂-2

12. Benda Uji A₀B₂-3

Tanggal Pembuatan = 24 Februari 2017

Tanggal Pengujian = 29 Maret 2017

Mutu Beton Rencana = 30 MPa

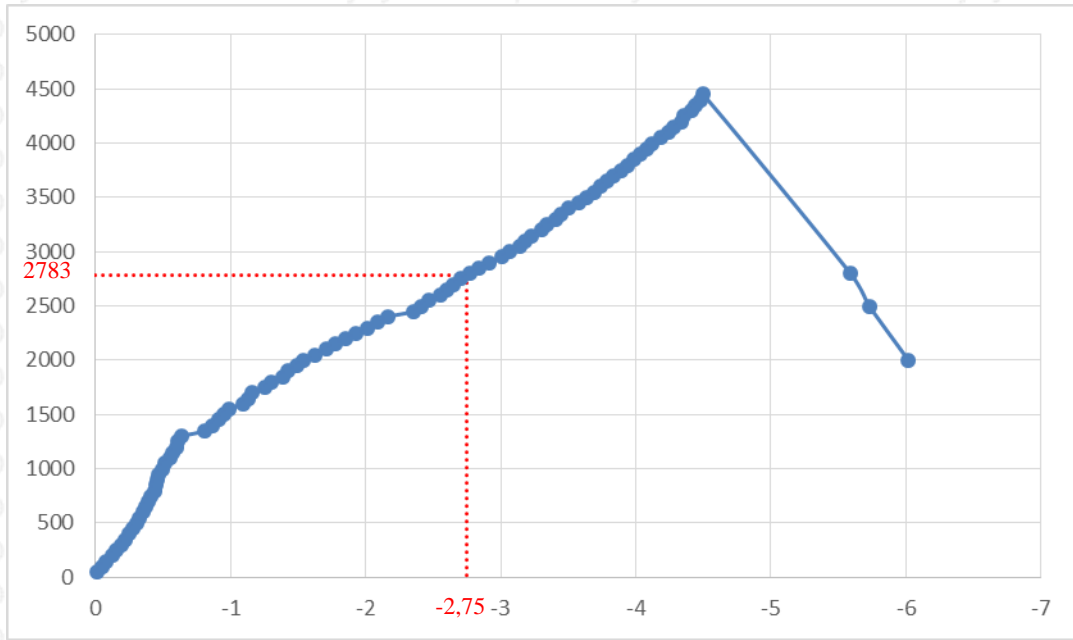
Mutu Beton Aktual = 37,490 MPa

Gambar Benda Uji *Pull Out* A₀B₂-3

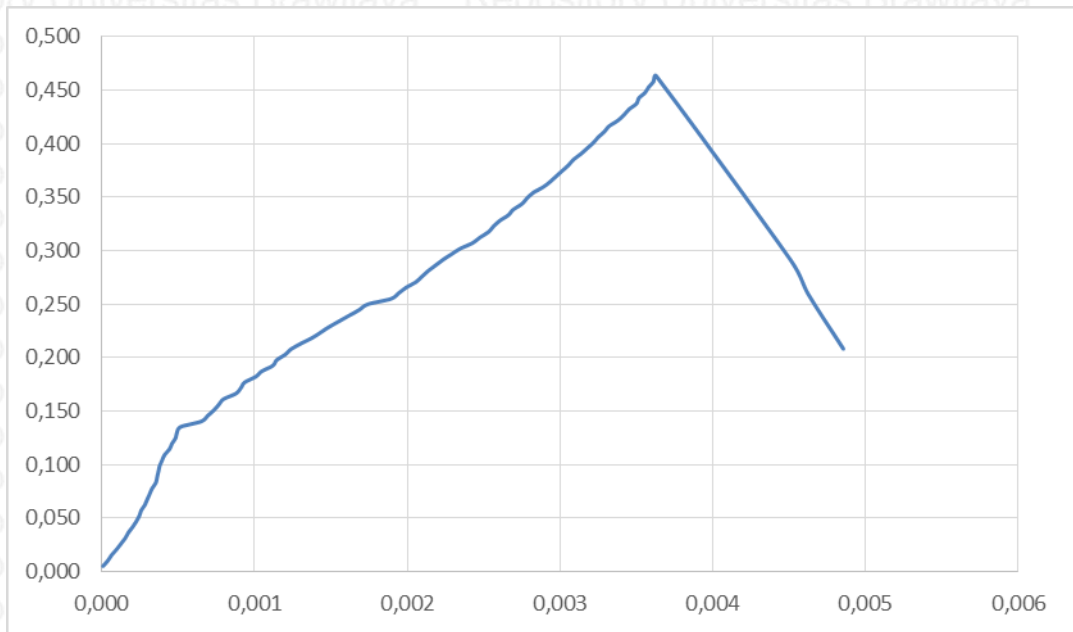
No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
1	50	50	-0.01	0.005	0.000
2	50	100	-0.05	0.010	0.000
3	50	150	-0.08	0.016	0.000
4	50	200	-0.12	0.021	0.000
5	50	250	-0.155	0.026	0.000
6	50	300	-0.19	0.031	0.000
7	50	350	-0.215	0.036	0.000
8	50	400	-0.25	0.042	0.000
9	50	450	-0.28	0.047	0.000
10	50	500	-0.305	0.052	0.000
11	50	550	-0.32	0.057	0.000
12	50	600	-0.35	0.063	0.000
13	50	650	-0.37	0.068	0.000
14	50	700	-0.39	0.073	0.000
15	50	750	-0.41	0.078	0.000
16	50	800	-0.44	0.083	0.000
17	50	850	-0.45	0.089	0.000
18	50	900	-0.46	0.094	0.000

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
19	50	950	-0.47	0.099	0.000
20	50	1000	-0.49	0.104	0.000
21	50	1050	-0.51	0.109	0.000
22	50	1100	-0.55	0.115	0.000
23	50	1150	-0.57	0.120	0.000
24	50	1200	-0.6	0.125	0.000
25	50	1250	-0.61	0.130	0.000
26	50	1300	-0.64	0.135	0.001
27	50	1350	-0.81	0.141	0.001
28	50	1400	-0.86	0.146	0.001
29	50	1450	-0.91	0.151	0.001
30	50	1500	-0.95	0.156	0.001
31	50	1550	-0.99	0.161	0.001
32	50	1600	-1.09	0.167	0.001
33	50	1650	-1.13	0.172	0.001
34	50	1700	-1.16	0.177	0.001
35	50	1750	-1.25	0.182	0.001
36	50	1800	-1.3	0.188	0.001
37	50	1850	-1.39	0.193	0.001
38	50	1900	-1.42	0.198	0.001
39	50	1950	-1.49	0.203	0.001
40	50	2000	-1.54	0.208	0.001
41	50	2050	-1.62	0.214	0.001
42	50	2100	-1.71	0.219	0.001
43	50	2150	-1.78	0.224	0.001
44	50	2200	-1.85	0.229	0.001
45	50	2250	-1.93	0.234	0.002
46	50	2300	-2.01	0.240	0.002
47	50	2350	-2.09	0.245	0.002
48	50	2400	-2.16	0.250	0.002
49	50	2450	-2.35	0.255	0.002
50	50	2500	-2.41	0.260	0.002
51	50	2550	-2.47	0.266	0.002
52	50	2600	-2.55	0.271	0.002
53	50	2650	-2.6	0.276	0.002
54	50	2700	-2.65	0.281	0.002
55	50	2750	-2.71	0.286	0.002
56	50	2800	-2.77	0.292	0.002
57	50	2850	-2.84	0.297	0.002
58	50	2900	-2.91	0.302	0.002
59	50	2950	-3.01	0.307	0.002

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
60	50	3000	-3.07	0.313	0.002
61	50	3050	-3.14	0.318	0.003
62	50	3100	-3.18	0.323	0.003
63	50	3150	-3.23	0.328	0.003
64	50	3200	-3.3	0.333	0.003
65	50	3250	-3.34	0.339	0.003
66	50	3300	-3.41	0.344	0.003
67	50	3350	-3.45	0.349	0.003
68	50	3400	-3.5	0.354	0.003
69	50	3450	-3.58	0.359	0.003
70	50	3500	-3.64	0.365	0.003
71	50	3550	-3.69	0.370	0.003
72	50	3600	-3.74	0.375	0.003
73	50	3650	-3.79	0.380	0.003
74	50	3700	-3.83	0.385	0.003
75	50	3750	-3.89	0.391	0.003
76	50	3800	-3.94	0.396	0.003
77	50	3850	-3.99	0.401	0.003
78	50	3900	-4.03	0.406	0.003
79	50	3950	-4.08	0.411	0.003
80	50	4000	-4.12	0.417	0.003
81	50	4050	-4.19	0.422	0.003
82	50	4100	-4.24	0.427	0.003
83	50	4150	-4.28	0.432	0.003
84	50	4200	-4.34	0.438	0.004
85	50	4250	-4.36	0.443	0.004
86	50	4300	-4.41	0.448	0.004
87	50	4350	-4.44	0.453	0.004
88	50	4400	-4.48	0.458	0.004
89	50	4450	-4.5	0.464	0.004
90	-1650	2800	-5.59	0.292	0.005
91	-300	2500	-5.73	0.260	0.005
92	-500	2000	-6.02	0.208	0.005



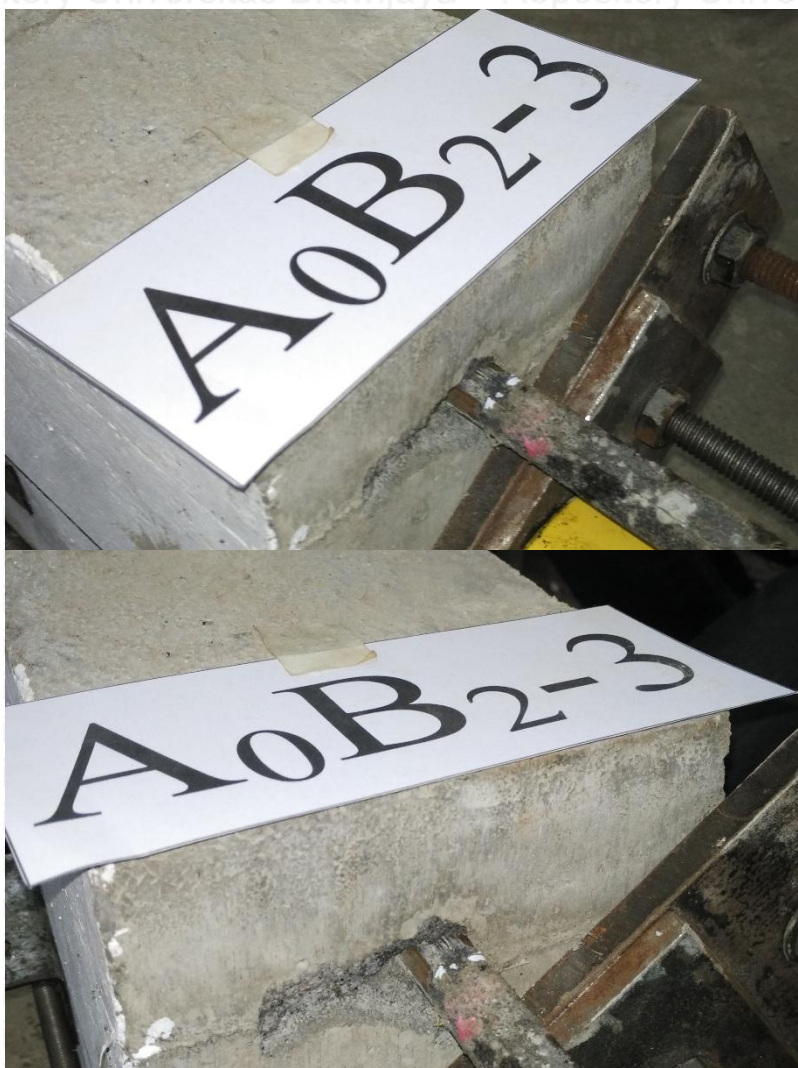
Grafik Hubungan Beban dan Perpindahan



Grafik Hubungan Tegangan Lekat dan Regangan



Pola Keruntuhan = geser (bambu atas dekat tumpuan sendi)



Gambar Keruntuhan Benda Uji *Pull Out* A₀B₂-3

13. Benda Uji A₁B₂-1

Tanggal Pembuatan = 21 Februari 2017

Tanggal Pengujian = 29 Maret 2017

Mutu Beton Rencana = 30 MPa

Mutu Beton Aktual = 16,977 MPa

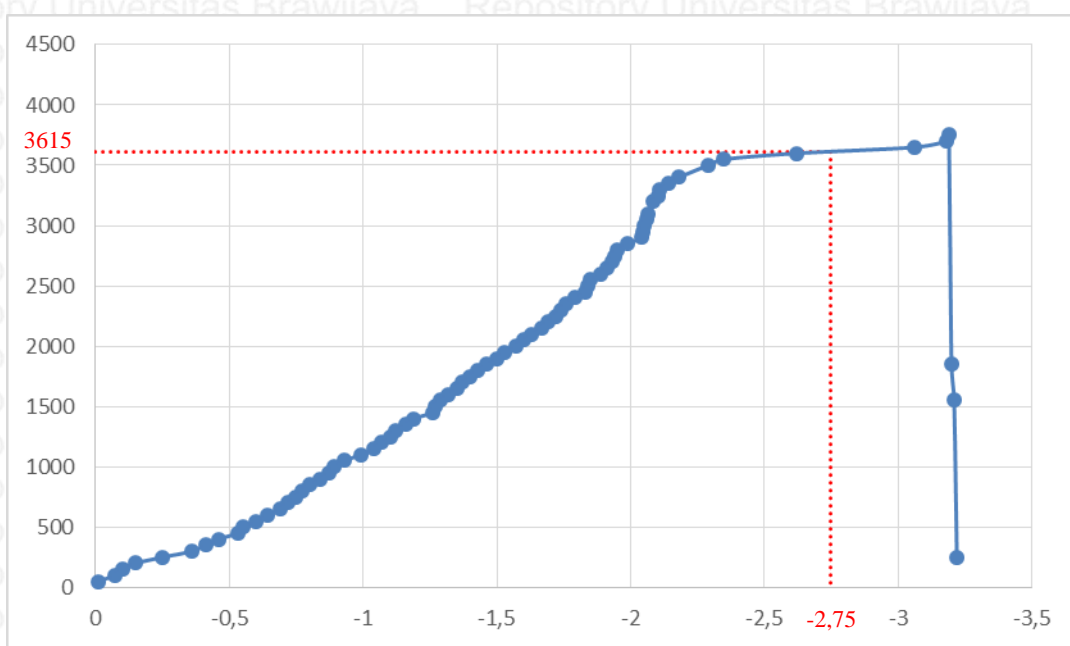


Gambar Benda Uji Pull Out A₁B₂-1

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
1	50	50	-0.01	0.005	0.000
2	50	100	-0.07	0.010	0.000
3	50	150	-0.1	0.016	0.000
4	50	200	-0.15	0.021	0.000
5	50	250	-0.25	0.026	0.000
6	50	300	-0.36	0.031	0.000
7	50	350	-0.41	0.036	0.000
8	50	400	-0.46	0.042	0.000
9	50	450	-0.53	0.047	0.000
10	50	500	-0.55	0.052	0.000
11	50	550	-0.6	0.057	0.000
12	50	600	-0.64	0.063	0.001
13	50	650	-0.69	0.068	0.001
14	50	700	-0.72	0.073	0.001
15	50	750	-0.75	0.078	0.001
16	50	800	-0.77	0.083	0.001
17	50	850	-0.8	0.089	0.001

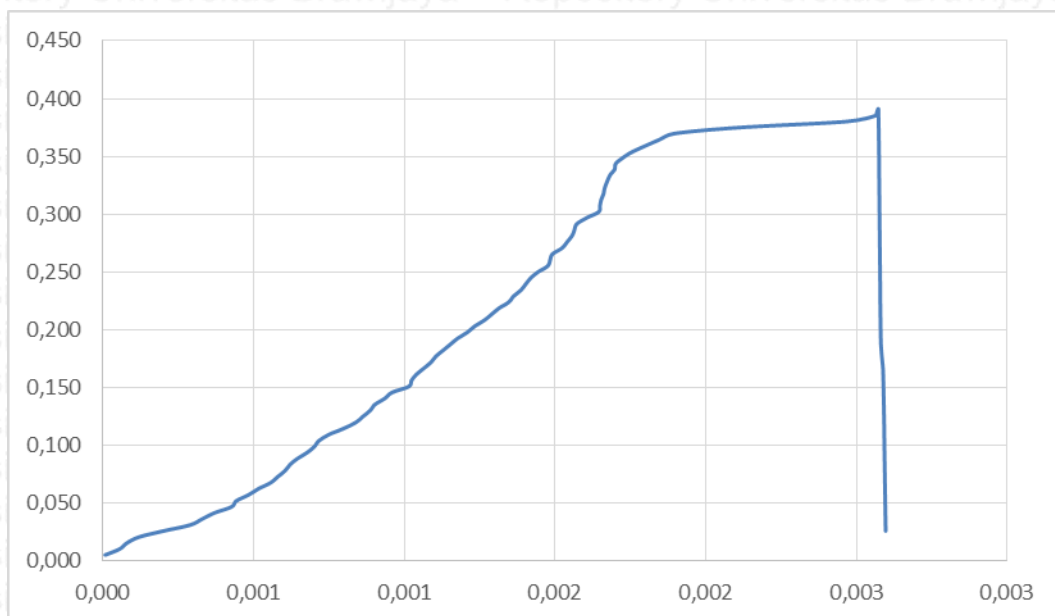
No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
18	50	900	-0.84	0.094	0.001
19	50	950	-0.87	0.099	0.001
20	50	1000	-0.89	0.104	0.001
21	50	1050	-0.93	0.109	0.001
22	50	1100	-0.99	0.115	0.001
23	50	1150	-1.04	0.120	0.001
24	50	1200	-1.07	0.125	0.001
25	50	1250	-1.1	0.130	0.001
26	50	1300	-1.12	0.135	0.001
27	50	1350	-1.16	0.141	0.001
28	50	1400	-1.19	0.146	0.001
29	50	1450	-1.26	0.151	0.001
30	50	1500	-1.27	0.156	0.001
31	50	1550	-1.29	0.161	0.001
32	50	1600	-1.32	0.167	0.001
33	50	1650	-1.350	0.172	0.001
34	50	1700	-1.37	0.177	0.001
35	50	1750	-1.4	0.182	0.001
36	50	1800	-1.43	0.188	0.001
37	50	1850	-1.46	0.193	0.001
38	50	1900	-1.5	0.198	0.001
39	50	1950	-1.53	0.203	0.001
40	50	2000	-1.57	0.208	0.001
41	50	2050	-1.6	0.214	0.001
42	50	2100	-1.63	0.219	0.001
43	50	2150	-1.67	0.224	0.001
44	50	2200	-1.69	0.229	0.001
45	50	2250	-1.72	0.234	0.001
46	50	2300	-1.74	0.240	0.001
47	50	2350	-1.76	0.245	0.001
48	50	2400	-1.79	0.250	0.001
49	50	2450	-1.83	0.255	0.001
50	50	2500	-1.840	0.260	0.001
51	50	2550	-1.85	0.266	0.001
52	50	2600	-1.89	0.271	0.002
53	50	2650	-1.910	0.276	0.002
54	50	2700	-1.930	0.281	0.002
55	50	2750	-1.94	0.286	0.002
56	50	2800	-1.95	0.292	0.002
57	50	2850	-1.99	0.297	0.002
58	50	2900	-2.04	0.302	0.002

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
59	50	2950	-2.045	0.307	0.002
60	50	3000	-2.05	0.313	0.002
61	50	3050	-2.06	0.318	0.002
62	50	3100	-2.065	0.323	0.002
63	100	3200	-2.085	0.333	0.002
64	50	3250	-2.105	0.339	0.002
65	50	3300	-2.11	0.344	0.002
66	50	3350	-2.14	0.349	0.002
67	50	3400	-2.18	0.354	0.002
68	100	3500	-2.29	0.365	0.002
69	50	3550	-2.35	0.370	0.002
70	50	3600	-2.62	0.375	0.002
71	50	3650	-3.060	0.380	0.002
72	50	3700	-3.18	0.385	0.003
73	50	3750	-3.19	0.391	0.003
74	-1900	1850	-3.2	0.193	0.003
75	-300	1550	-3.21	0.161	0.003
76	-1300	250	-3.22	0.026	0.003



Grafik Hubungan Beban dan Perpindahan





Grafik Hubungan Tegangan Lekat dan Regangan

Pola Keruntuhan = geser (bambu atas dekat tumpuan sendi)



Gambar Keruntuhan Benda Uji *Pull Out* A₁B₂-1

14. Benda Uji A₁B₂-2

Tanggal Pembuatan = 23 Februari 2017

Tanggal Pengujian = 03 April 2017

Mutu Beton Rencana = 30 MPa

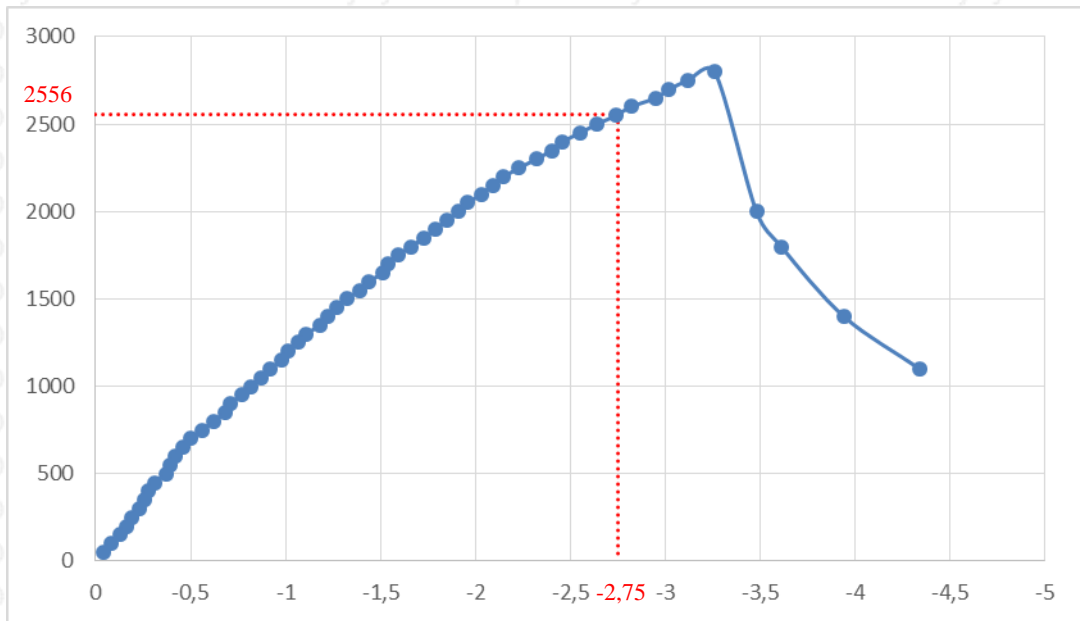
Mutu Beton Aktual = 23,086 MPa

Gambar Benda Uji Pull Out A₁B₂-2

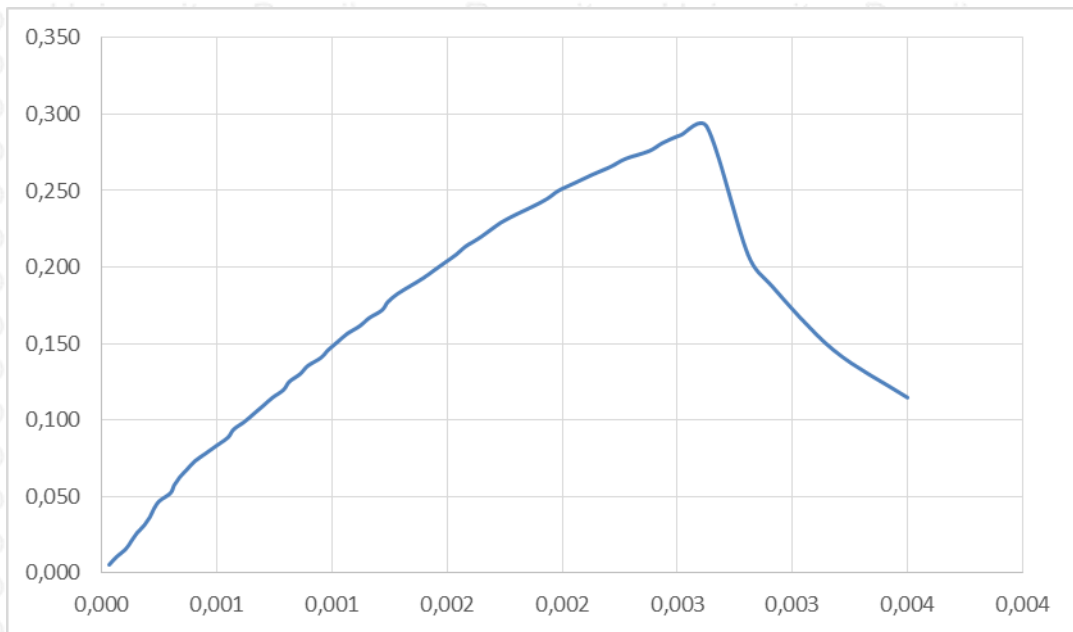
No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
1	50	50	-0.04	0.005	0.000
2	50	100	-0.08	0.010	0.000
3	50	150	-0.13	0.016	0.000
4	50	200	-0.16	0.021	0.000
5	50	250	-0.19	0.026	0.000
6	50	300	-0.23	0.031	0.000
7	50	350	-0.26	0.036	0.000
8	50	400	-0.28	0.042	0.000
9	50	450	-0.31	0.047	0.000
10	50	500	-0.37	0.052	0.000
11	50	550	-0.39	0.057	0.000
12	50	600	-0.42	0.063	0.000
13	50	650	-0.46	0.068	0.000
14	50	700	-0.5	0.073	0.000
15	50	750	-0.56	0.078	0.000
16	50	800	-0.62	0.083	0.001
17	50	850	-0.68	0.089	0.001
18	50	900	-0.71	0.094	0.001

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
19	50	950	-0.77	0.099	0.001
20	50	1000	-0.82	0.104	0.001
21	50	1050	-0.87	0.109	0.001
22	50	1100	-0.92	0.115	0.001
23	50	1150	-0.98	0.120	0.001
24	50	1200	-1.01	0.125	0.001
25	50	1250	-1.07	0.130	0.001
26	50	1300	-1.11	0.135	0.001
27	50	1350	-1.18	0.141	0.001
28	50	1400	-1.22	0.146	0.001
29	50	1450	-1.27	0.151	0.001
30	50	1500	-1.32	0.156	0.001
31	50	1550	-1.39	0.161	0.001
32	50	1600	-1.44	0.167	0.001
33	50	1650	-1.51	0.172	0.001
34	50	1700	-1.54	0.177	0.001
35	50	1750	-1.59	0.182	0.001
36	50	1800	-1.66	0.188	0.001
37	50	1850	-1.73	0.193	0.001
38	50	1900	-1.79	0.198	0.001
39	50	1950	-1.85	0.203	0.001
40	50	2000	-1.91	0.208	0.002
41	50	2050	-1.96	0.214	0.002
42	50	2100	-2.03	0.219	0.002
43	50	2150	-2.09	0.224	0.002
44	50	2200	-2.15	0.229	0.002
45	50	2250	-2.23	0.234	0.002
46	50	2300	-2.32	0.240	0.002
47	50	2350	-2.4	0.245	0.002
48	50	2400	-2.46	0.250	0.002
49	50	2450	-2.55	0.255	0.002
50	50	2500	-2.64	0.260	0.002
51	50	2550	-2.74	0.266	0.002
52	50	2600	-2.82	0.271	0.002
53	50	2650	-2.95	0.276	0.002
54	50	2700	-3.02	0.281	0.002
55	50	2750	-3.12	0.286	0.003
56	50	2800	-3.26	0.292	0.003
57	-800	2000	-3.48	0.208	0.003
58	-200	1800	-3.61	0.188	0.003
59	-400	1400	-3.94	0.146	0.003
60	-300	1100	-4.34	0.115	0.004





Grafik Hubungan Beban dan Perpindahan



Grafik Hubungan Tegangan Lekat dan Regangan



Pola Keruntuhan = kombinasi geser dan putus (bambu bawah pecah tapi tidak terbelah)



Gambar Keruntuhan Benda Uji *Pull Out* A₁B₂-2

15. Benda Uji A₁B₂-3

Tanggal Pembuatan = 24 Februari 2017

Tanggal Pengujian = 29 Maret 2017

Mutu Beton Rencana = 30 MPa

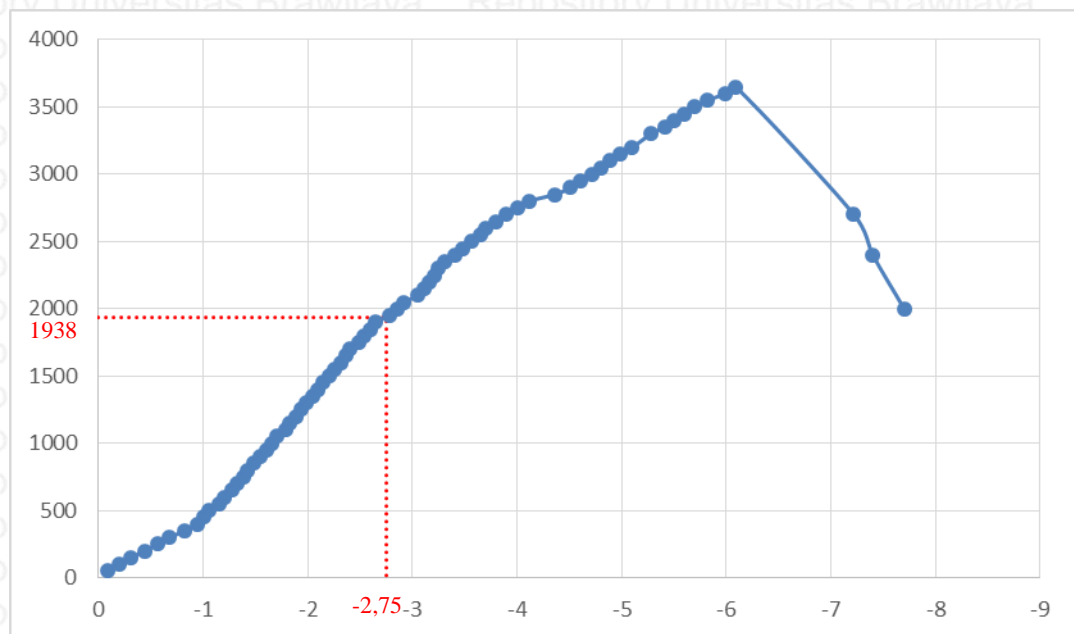
Mutu Beton Aktual = 28,294 MPa

Gambar Benda Uji Pull Out A₁B₂-3

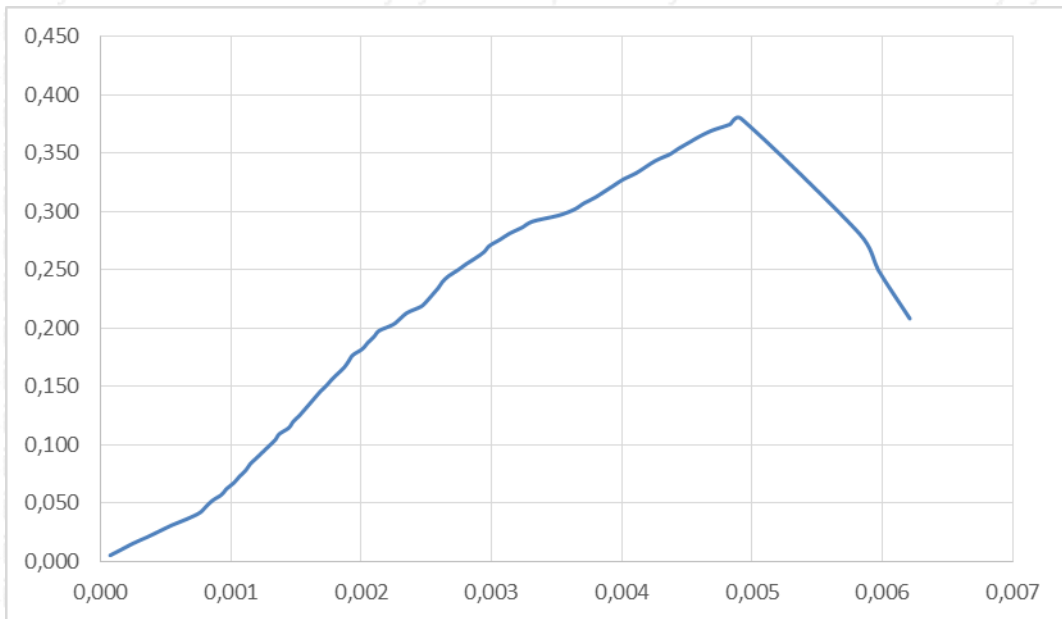
No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
1	50	50	-0.09	0.005	0.000
2	50	100	-0.2	0.010	0.000
3	50	150	-0.31	0.016	0.000
4	50	200	-0.44	0.021	0.000
5	50	250	-0.56	0.026	0.000
6	50	300	-0.68	0.031	0.001
7	50	350	-0.82	0.036	0.001
8	50	400	-0.94	0.042	0.001
9	50	450	-1	0.047	0.001
10	50	500	-1.06	0.052	0.001
11	50	550	-1.15	0.057	0.001
12	50	600	-1.2	0.063	0.001
13	50	650	-1.27	0.068	0.001
14	50	700	-1.32	0.073	0.001
15	50	750	-1.38	0.078	0.001
16	50	800	-1.42	0.083	0.001
17	50	850	-1.48	0.089	0.001
18	50	900	-1.54	0.094	0.001

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
19	50	950	-1.6	0.099	0.001
20	50	1000	-1.66	0.104	0.001
21	50	1050	-1.7	0.109	0.001
22	50	1100	-1.79	0.115	0.001
23	50	1150	-1.83	0.120	0.001
24	50	1200	-1.89	0.125	0.002
25	50	1250	-1.94	0.130	0.002
26	50	1300	-1.99	0.135	0.002
27	50	1350	-2.04	0.141	0.002
28	50	1400	-2.09	0.146	0.002
29	50	1450	-2.15	0.151	0.002
30	50	1500	-2.2	0.156	0.002
31	50	1550	-2.26	0.161	0.002
32	50	1600	-2.32	0.167	0.002
33	50	1650	-2.36	0.172	0.002
34	50	1700	-2.4	0.177	0.002
35	50	1750	-2.49	0.182	0.002
36	50	1800	-2.54	0.188	0.002
37	50	1850	-2.6	0.193	0.002
38	50	1900	-2.65	0.198	0.002
39	50	1950	-2.78	0.203	0.002
40	50	2000	-2.85	0.208	0.002
41	50	2050	-2.92	0.214	0.002
42	50	2100	-3.05	0.219	0.002
43	50	2150	-3.11	0.224	0.003
44	50	2200	-3.16	0.229	0.003
45	50	2250	-3.21	0.234	0.003
46	50	2300	-3.25	0.240	0.003
47	50	2350	-3.31	0.245	0.003
48	50	2400	-3.4	0.250	0.003
49	50	2450	-3.48	0.255	0.003
50	50	2500	-3.57	0.260	0.003
51	50	2550	-3.65	0.266	0.003
52	50	2600	-3.7	0.271	0.003
53	50	2650	-3.8	0.276	0.003
54	50	2700	-3.89	0.281	0.003
55	50	2750	-4.01	0.286	0.003
56	50	2800	-4.11	0.292	0.003
57	50	2850	-4.36	0.297	0.004
58	50	2900	-4.51	0.302	0.004
59	50	2950	-4.6	0.307	0.004

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
60	50	3000	-4.71	0.313	0.004
61	50	3050	-4.8	0.318	0.004
62	50	3100	-4.89	0.323	0.004
63	50	3150	-4.98	0.328	0.004
64	50	3200	-5.1	0.333	0.004
65	100	3300	-5.28	0.344	0.004
66	50	3350	-5.41	0.349	0.004
67	50	3400	-5.5	0.354	0.004
68	50	3450	-5.6	0.359	0.005
69	50	3500	-5.7	0.365	0.005
70	50	3550	-5.82	0.370	0.005
71	50	3600	-5.99	0.375	0.005
72	50	3650	-6.09	0.380	0.005
73	-950	2700	-7.22	0.281	0.006
74	-300	2400	-7.4	0.250	0.006
75	-400	2000	-7.7	0.208	0.006



Grafik Hubungan Beban dan Perpindahan



Grafik Hubungan Tegangan Lekat dan Regangan

Pola Keruntuhan = geser (bambu atas dekat tumpuan sendi)



Gambar Keruntuhan Benda Uji *Pull Out* A₁B₂-3

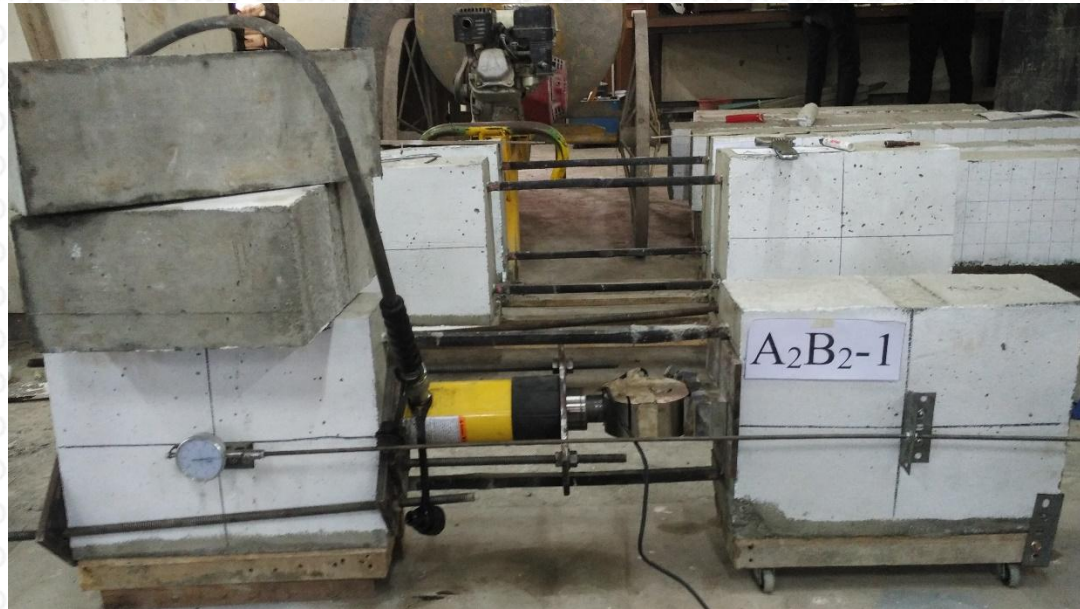
16. Benda Uji A₂B₂-1

Tanggal Pembuatan = 27 Februari 2017

Tanggal Pengujian = 03 April 2017

Mutu Beton Rencana = 30 MPa

Mutu Beton Aktual = 27,008 MPa

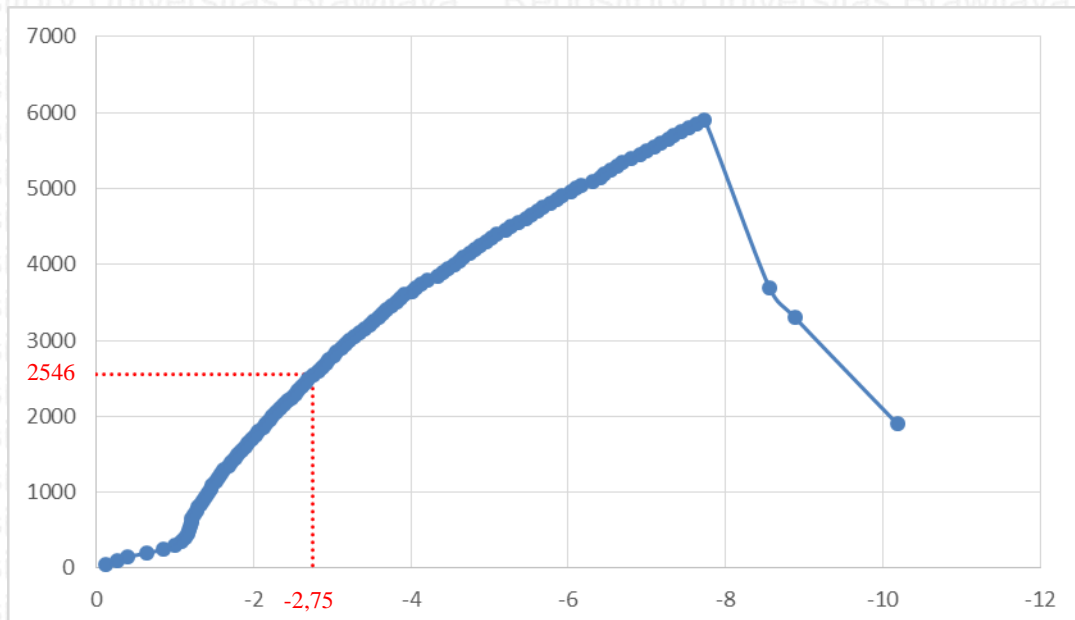
Gambar Benda Uji Pull Out A₂B₂-1

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
1	50	50	-0.12	0.005	0.000
2	50	100	-0.27	0.010	0.000
3	50	150	-0.4	0.016	0.000
4	50	200	-0.64	0.021	0.001
5	50	250	-0.85	0.026	0.001
6	50	300	-0.99	0.031	0.001
7	50	350	-1.07	0.036	0.001
8	50	400	-1.12	0.042	0.001
9	50	450	-1.16	0.047	0.001
10	50	500	-1.18	0.052	0.001
11	50	550	-1.195	0.057	0.001
12	50	600	-1.2	0.063	0.001
13	50	650	-1.205	0.068	0.001
14	50	700	-1.235	0.073	0.001
15	50	750	-1.265	0.078	0.001
16	50	800	-1.295	0.083	0.001
17	50	850	-1.325	0.089	0.001
18	50	900	-1.355	0.094	0.001

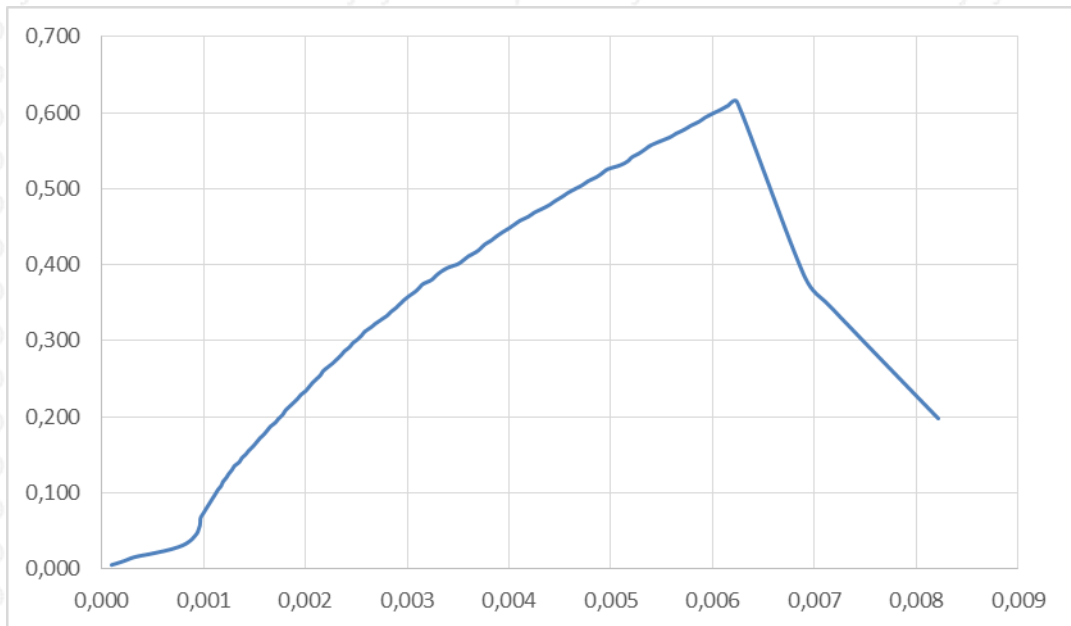
No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
19	50	950	-1.385	0.099	0.001
20	50	1000	-1.415	0.104	0.001
21	50	1050	-1.455	0.109	0.001
22	50	1100	-1.475	0.115	0.001
23	50	1150	-1.515	0.120	0.001
24	50	1200	-1.545	0.125	0.001
25	50	1250	-1.585	0.130	0.001
26	50	1300	-1.615	0.135	0.001
27	50	1350	-1.675	0.141	0.001
28	50	1400	-1.705	0.146	0.001
29	50	1450	-1.755	0.151	0.001
30	50	1500	-1.795	0.156	0.001
31	50	1550	-1.845	0.161	0.001
32	50	1600	-1.885	0.167	0.002
33	50	1650	-1.925	0.172	0.002
34	50	1700	-1.975	0.177	0.002
35	50	1750	-2.015	0.182	0.002
36	50	1800	-2.055	0.188	0.002
37	50	1850	-2.115	0.193	0.002
38	50	1900	-2.155	0.198	0.002
39	50	1950	-2.205	0.203	0.002
40	50	2000	-2.235	0.208	0.002
41	50	2050	-2.285	0.214	0.002
42	50	2100	-2.335	0.219	0.002
43	50	2150	-2.385	0.224	0.002
44	50	2200	-2.425	0.229	0.002
45	50	2250	-2.485	0.234	0.002
46	50	2300	-2.525	0.240	0.002
47	50	2350	-2.565	0.245	0.002
48	50	2400	-2.615	0.250	0.002
49	50	2450	-2.665	0.255	0.002
50	50	2500	-2.695	0.260	0.002
51	50	2550	-2.755	0.266	0.002
52	50	2600	-2.815	0.271	0.002
53	50	2650	-2.865	0.276	0.002
54	50	2700	-2.915	0.281	0.002
55	50	2750	-2.955	0.286	0.002
56	50	2800	-3.015	0.292	0.002
57	50	2850	-3.055	0.297	0.002
58	50	2900	-3.115	0.302	0.003
59	50	2950	-3.165	0.307	0.003

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
60	50	3000	-3.205	0.313	0.003
61	50	3050	-3.275	0.318	0.003
62	50	3100	-3.335	0.323	0.003
63	50	3150	-3.405	0.328	0.003
64	50	3200	-3.475	0.333	0.003
65	50	3250	-3.525	0.339	0.003
66	50	3300	-3.585	0.344	0.003
67	50	3350	-3.635	0.349	0.003
68	50	3400	-3.685	0.354	0.003
69	50	3450	-3.745	0.359	0.003
70	50	3500	-3.815	0.365	0.003
71	50	3550	-3.865	0.370	0.003
72	50	3600	-3.915	0.375	0.003
73	50	3650	-4.015	0.380	0.003
74	50	3700	-4.065	0.385	0.003
75	50	3750	-4.125	0.391	0.003
76	50	3800	-4.205	0.396	0.003
77	50	3850	-4.335	0.401	0.003
78	50	3900	-4.405	0.406	0.004
79	50	3950	-4.465	0.411	0.004
80	50	4000	-4.555	0.417	0.004
81	50	4050	-4.615	0.422	0.004
82	50	4100	-4.665	0.427	0.004
83	50	4150	-4.745	0.432	0.004
84	50	4200	-4.805	0.438	0.004
85	50	4250	-4.875	0.443	0.004
86	50	4300	-4.955	0.448	0.004
87	50	4350	-5.025	0.453	0.004
88	50	4400	-5.095	0.458	0.004
89	50	4450	-5.195	0.464	0.004
90	50	4500	-5.265	0.469	0.004
91	50	4550	-5.365	0.474	0.004
92	50	4600	-5.455	0.479	0.004
93	50	4650	-5.525	0.484	0.004
94	50	4700	-5.605	0.490	0.005
95	50	4750	-5.675	0.495	0.005
96	50	4800	-5.765	0.500	0.005
97	50	4850	-5.855	0.505	0.005
98	50	4900	-5.925	0.510	0.005
99	50	4950	-6.025	0.516	0.005
100	50	5000	-6.095	0.521	0.005

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
101	50	5050	-6.165	0.526	0.005
102	50	5100	-6.315	0.531	0.005
103	50	5150	-6.405	0.536	0.005
104	50	5200	-6.455	0.542	0.005
105	50	5250	-6.545	0.547	0.005
106	50	5300	-6.615	0.552	0.005
107	50	5350	-6.685	0.557	0.005
108	50	5400	-6.795	0.563	0.005
109	50	5450	-6.915	0.568	0.006
110	50	5500	-6.995	0.573	0.006
111	50	5550	-7.095	0.578	0.006
112	50	5600	-7.175	0.583	0.006
113	50	5650	-7.275	0.589	0.006
114	50	5700	-7.345	0.594	0.006
115	50	5750	-7.435	0.599	0.006
116	50	5800	-7.535	0.604	0.006
117	50	5850	-7.625	0.609	0.006
118	50	5900	-7.735	0.615	0.006
119	-2200	3700	-8.555	0.385	0.007
120	-400	3300	-8.885	0.344	0.007
121	-1400	1900	-10.185	0.198	0.008



Grafik Hubungan Beban dan Perpindahan



Grafik Hubungan Tegangan Lekat dan Regangan

Pola Keruntuhan = geser (bambu atas dekat tumpuan roll)



Gambar Keruntuhan Benda Uji *Pull Out* A₂B₂-1

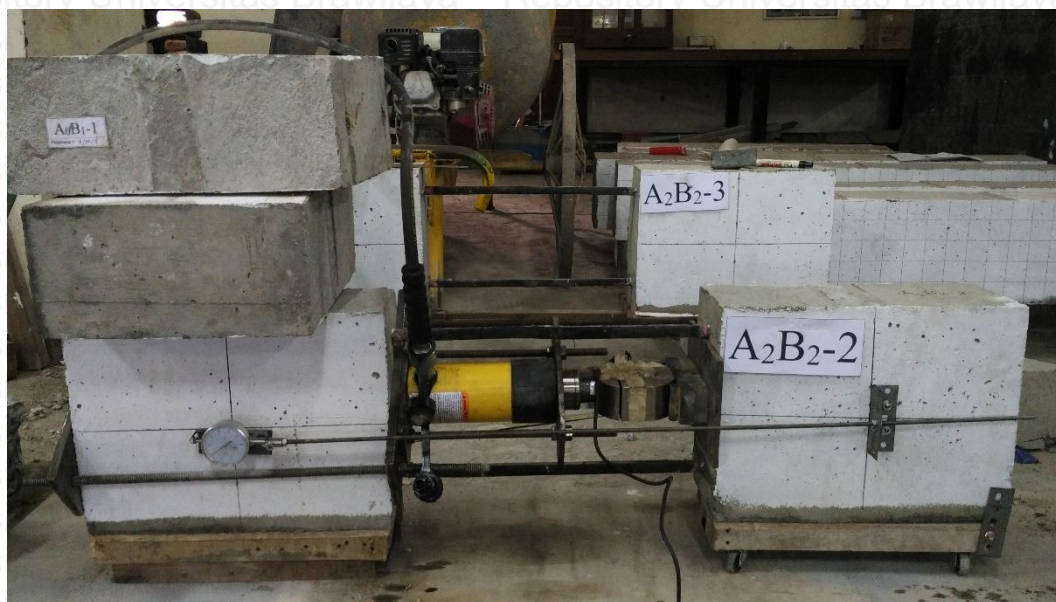
17. Benda Uji A₂B₂-2

Tanggal Pembuatan = 27 Februari 2017

Tanggal Pengujian = 03 April 2017

Mutu Beton Rencana = 30 MPa

Mutu Beton Aktual = 26,687 MPa

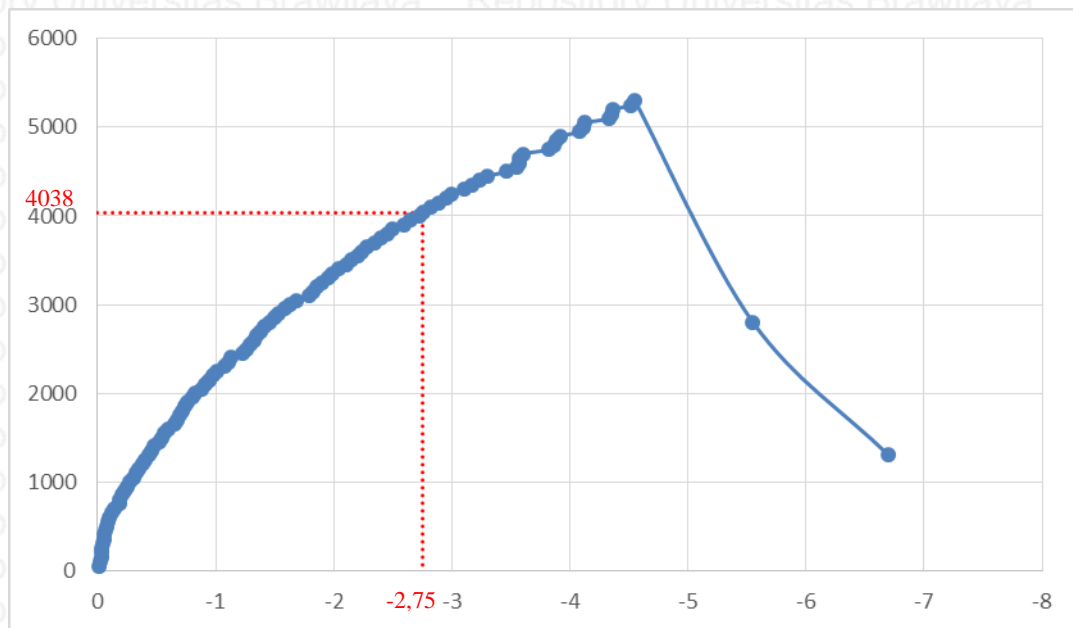
Gambar Benda Uji *Pull Out* A₂B₂-2

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
1	50	50	-0.01	0.005	0.000
2	50	100	-0.02	0.010	0.000
3	50	150	-0.028	0.016	0.000
4	50	200	-0.03	0.021	0.000
5	50	250	-0.035	0.026	0.000
6	50	300	-0.04	0.031	0.000
7	50	350	-0.05	0.036	0.000
8	50	400	-0.06	0.042	0.000
9	50	450	-0.065	0.047	0.000
10	50	500	-0.08	0.052	0.000
11	50	550	-0.09	0.057	0.000
12	50	600	-0.1	0.063	0.000
13	50	650	-0.12	0.068	0.000
14	50	700	-0.14	0.073	0.000
15	50	750	-0.18	0.078	0.000
16	50	800	-0.19	0.083	0.000
17	50	850	-0.21	0.089	0.000
18	50	900	-0.23	0.094	0.000

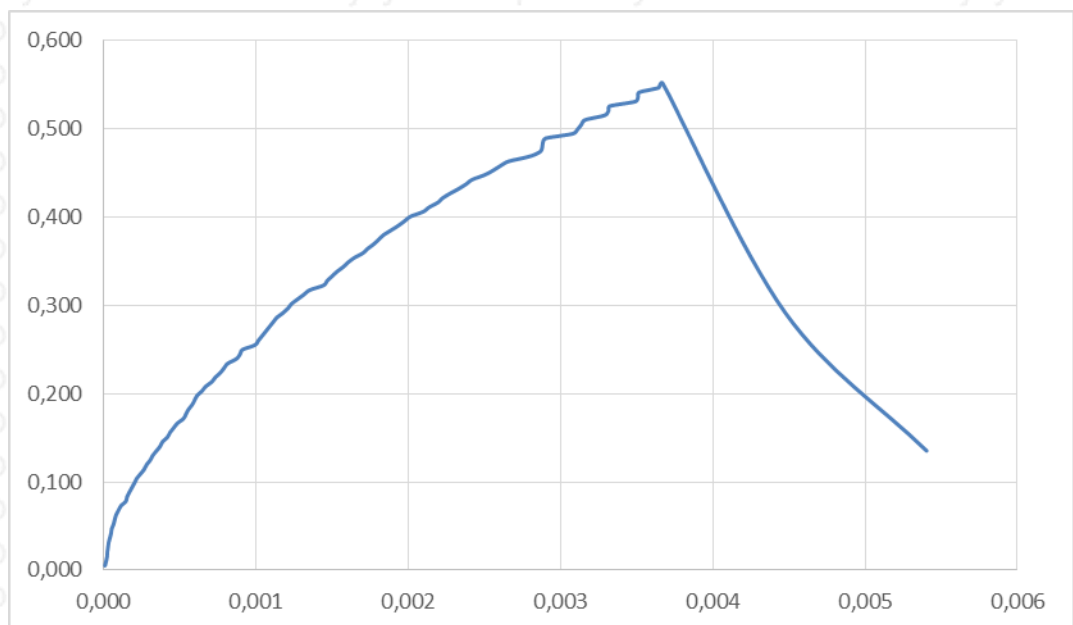
No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
19	50	950	-0.25	0.099	0.000
20	50	1000	-0.27	0.104	0.000
21	50	1050	-0.3	0.109	0.000
22	50	1100	-0.33	0.115	0.000
23	50	1150	-0.35	0.120	0.000
24	50	1200	-0.38	0.125	0.000
25	50	1250	-0.4	0.130	0.000
26	50	1300	-0.43	0.135	0.000
27	50	1350	-0.46	0.141	0.000
28	50	1400	-0.48	0.146	0.000
29	50	1450	-0.52	0.151	0.000
30	50	1500	-0.54	0.156	0.000
31	50	1550	-0.57	0.161	0.000
32	50	1600	-0.6	0.167	0.000
33	50	1650	-0.65	0.172	0.001
34	50	1700	-0.67	0.177	0.001
35	50	1750	-0.69	0.182	0.001
36	50	1800	-0.72	0.188	0.001
37	50	1850	-0.74	0.193	0.001
38	50	1900	-0.76	0.198	0.001
39	50	1950	-0.8	0.203	0.001
40	50	2000	-0.83	0.208	0.001
41	50	2050	-0.88	0.214	0.001
42	50	2100	-0.91	0.219	0.001
43	50	2150	-0.95	0.224	0.001
44	50	2200	-0.98	0.229	0.001
45	50	2250	-1.01	0.234	0.001
46	50	2300	-1.08	0.240	0.001
47	50	2350	-1.11	0.245	0.001
48	50	2400	-1.13	0.250	0.001
49	50	2450	-1.23	0.255	0.001
50	50	2500	-1.26	0.260	0.001
51	50	2550	-1.29	0.266	0.001
52	50	2600	-1.32	0.271	0.001
53	50	2650	-1.35	0.276	0.001
54	50	2700	-1.38	0.281	0.001
55	50	2750	-1.41	0.286	0.001
56	50	2800	-1.46	0.292	0.001
57	50	2850	-1.5	0.297	0.001
58	50	2900	-1.53	0.302	0.001
59	50	2950	-1.58	0.307	0.001

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
60	50	3000	-1.63	0.313	0.001
61	50	3050	-1.68	0.318	0.001
62	50	3100	-1.79	0.323	0.001
63	50	3150	-1.82	0.328	0.001
64	50	3200	-1.86	0.333	0.002
65	50	3250	-1.9	0.339	0.002
66	50	3300	-1.95	0.344	0.002
67	50	3350	-1.99	0.349	0.002
68	50	3400	-2.04	0.354	0.002
69	50	3450	-2.11	0.359	0.002
70	50	3500	-2.15	0.365	0.002
71	50	3550	-2.2	0.370	0.002
72	50	3600	-2.24	0.375	0.002
73	50	3650	-2.28	0.380	0.002
74	50	3700	-2.34	0.385	0.002
75	50	3750	-2.4	0.391	0.002
76	50	3800	-2.45	0.396	0.002
77	50	3850	-2.5	0.401	0.002
78	50	3900	-2.6	0.406	0.002
79	50	3950	-2.65	0.411	0.002
80	50	4000	-2.72	0.417	0.002
81	50	4050	-2.76	0.422	0.002
82	50	4100	-2.82	0.427	0.002
83	50	4150	-2.89	0.432	0.002
84	50	4200	-2.95	0.438	0.002
85	50	4250	-3	0.443	0.002
86	50	4300	-3.1	0.448	0.003
87	50	4350	-3.17	0.453	0.003
88	50	4400	-3.23	0.458	0.003
89	50	4450	-3.3	0.464	0.003
90	50	4500	-3.46	0.469	0.003
91	50	4550	-3.55	0.474	0.003
92	50	4600	-3.57	0.479	0.003
93	50	4650	-3.575	0.484	0.003
94	50	4700	-3.6	0.490	0.003
95	50	4750	-3.82	0.495	0.003
96	50	4800	-3.86	0.500	0.003
97	50	4850	-3.89	0.505	0.003
98	50	4900	-3.92	0.510	0.003
99	50	4950	-4.08	0.516	0.003
100	50	5000	-4.11	0.521	0.003

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
101	50	5050	-4.12	0.526	0.003
102	50	5100	-4.33	0.531	0.003
103	50	5150	-4.35	0.536	0.004
104	50	5200	-4.36	0.542	0.004
105	50	5250	-4.52	0.547	0.004
106	50	5300	-4.55	0.552	0.004
107	-2500	2800	-5.55	0.292	0.004
108	-1500	1300	-6.7	0.135	0.005



Grafik Hubungan Beban dan Perpindahan



Grafik Hubungan Tegangan Lekat dan Regangan



Pola Keruntuhan = geser (bambu atas dekat tumpuan sendi)



Gambar Keruntuhan Benda Uji *Pull Out* A₂B₂-2

18. Benda Uji A₂B₂-3

Tanggal Pembuatan = 27 Februari 2017

Tanggal Pengujian = 03 April 2017

Mutu Beton Rencana = 30 MPa

Mutu Beton Aktual = 26,880 MPa

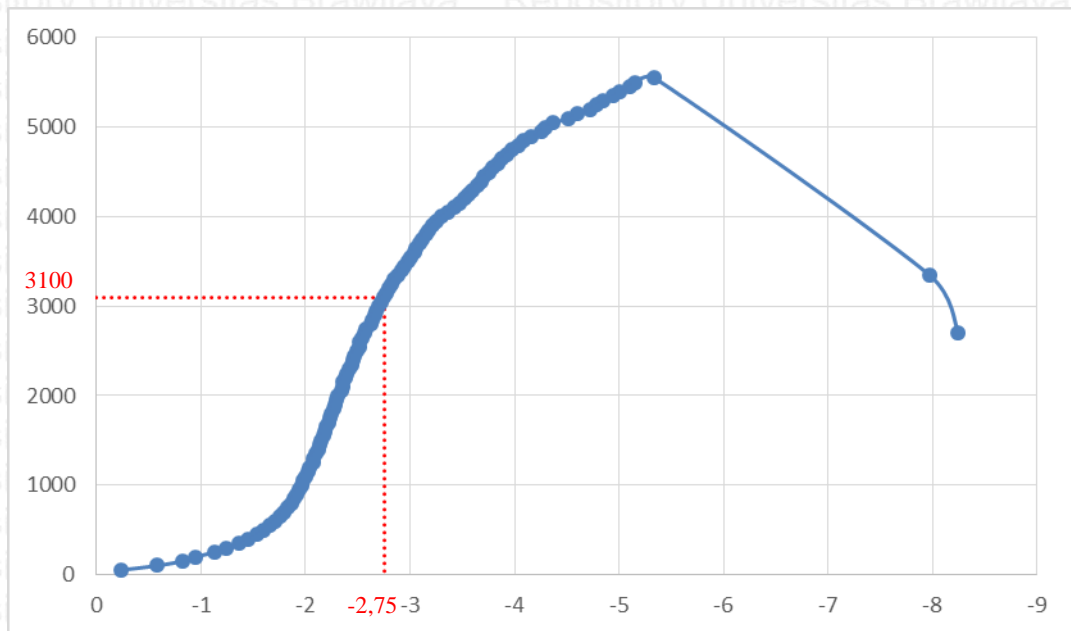
Gambar Benda Uji *Pull Out* A₂B₂-3

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
1	50	50	-0.23	0.005	0.000
2	50	100	-0.58	0.010	0.000
3	50	150	-0.82	0.016	0.001
4	50	200	-0.95	0.021	0.001
5	50	250	-1.13	0.026	0.001
6	50	300	-1.24	0.031	0.001
7	50	350	-1.36	0.036	0.001
8	50	400	-1.45	0.042	0.001
9	50	450	-1.53	0.047	0.001
10	50	500	-1.6	0.052	0.001
11	50	550	-1.66	0.057	0.001
12	50	600	-1.71	0.063	0.001
13	50	650	-1.75	0.068	0.001
14	50	700	-1.79	0.073	0.001
15	50	750	-1.83	0.078	0.001
16	50	800	-1.86	0.083	0.002
17	50	850	-1.89	0.089	0.002
18	50	900	-1.91	0.094	0.002

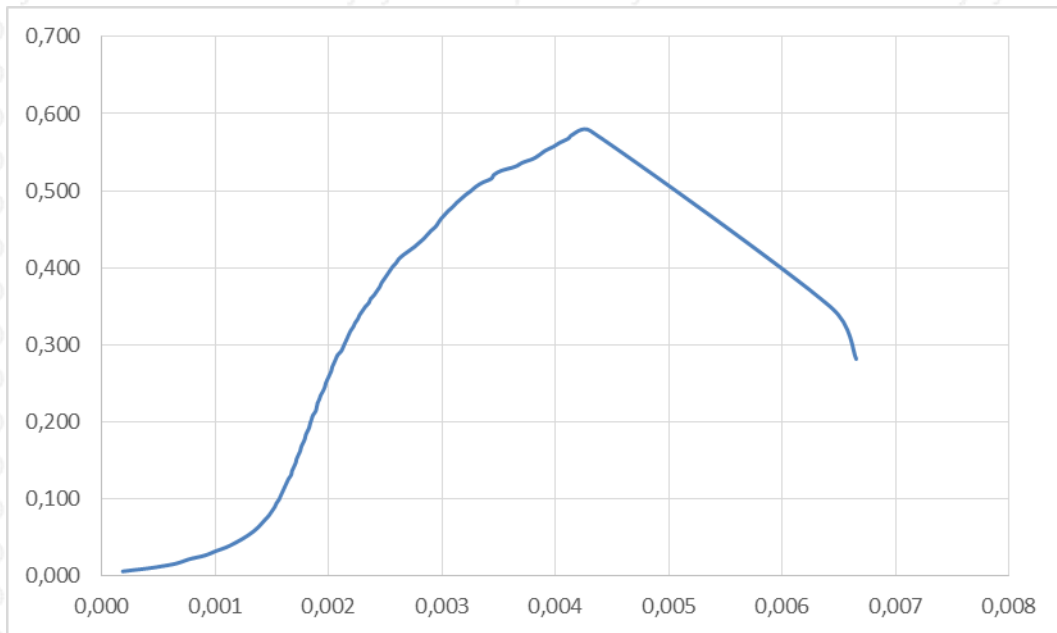
No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
19	50	950	-1.94	0.099	0.002
20	50	1000	-1.96	0.104	0.002
21	50	1050	-1.98	0.109	0.002
22	50	1100	-2	0.115	0.002
23	50	1150	-2.02	0.120	0.002
24	50	1200	-2.04	0.125	0.002
25	50	1250	-2.07	0.130	0.002
26	50	1300	-2.08	0.135	0.002
27	50	1350	-2.1	0.141	0.002
28	50	1400	-2.12	0.146	0.002
29	50	1450	-2.13	0.151	0.002
30	50	1500	-2.15	0.156	0.002
31	50	1550	-2.17	0.161	0.002
32	50	1600	-2.18	0.167	0.002
33	50	1650	-2.2	0.172	0.002
34	50	1700	-2.22	0.177	0.002
35	50	1750	-2.23	0.182	0.002
36	50	1800	-2.25	0.188	0.002
37	50	1850	-2.27	0.193	0.002
38	50	1900	-2.28	0.198	0.002
39	50	1950	-2.295	0.203	0.002
40	50	2000	-2.31	0.208	0.002
41	50	2050	-2.34	0.214	0.002
42	50	2100	-2.35	0.219	0.002
43	50	2150	-2.36	0.224	0.002
44	50	2200	-2.38	0.229	0.002
45	50	2250	-2.395	0.234	0.002
46	50	2300	-2.42	0.240	0.002
47	50	2350	-2.44	0.245	0.002
48	50	2400	-2.45	0.250	0.002
49	50	2450	-2.47	0.255	0.002
50	50	2500	-2.49	0.260	0.002
51	50	2550	-2.51	0.266	0.002
52	50	2600	-2.52	0.271	0.002
53	50	2650	-2.54	0.276	0.002
54	50	2700	-2.56	0.281	0.002
55	50	2750	-2.58	0.286	0.002
56	50	2800	-2.62	0.292	0.002
57	50	2850	-2.64	0.297	0.002
58	50	2900	-2.66	0.302	0.002
59	50	2950	-2.68	0.307	0.002

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
60	50	3000	-2.7	0.313	0.002
61	50	3050	-2.72	0.318	0.002
62	50	3100	-2.75	0.323	0.002
63	50	3150	-2.77	0.328	0.002
64	50	3200	-2.8	0.333	0.002
65	50	3250	-2.82	0.339	0.002
66	50	3300	-2.85	0.344	0.002
67	50	3350	-2.88	0.349	0.002
68	50	3400	-2.92	0.354	0.002
69	50	3450	-2.94	0.359	0.002
70	50	3500	-2.98	0.365	0.002
71	50	3550	-3.01	0.370	0.002
72	50	3600	-3.04	0.375	0.002
73	50	3650	-3.06	0.380	0.002
74	50	3700	-3.09	0.385	0.002
75	50	3750	-3.12	0.391	0.003
76	50	3800	-3.15	0.396	0.003
77	50	3850	-3.18	0.401	0.003
78	50	3900	-3.22	0.406	0.003
79	50	3950	-3.25	0.411	0.003
80	50	4000	-3.3	0.417	0.003
81	50	4050	-3.36	0.422	0.003
82	50	4100	-3.42	0.427	0.003
83	50	4150	-3.47	0.432	0.003
84	50	4200	-3.52	0.438	0.003
85	50	4250	-3.56	0.443	0.003
86	50	4300	-3.6	0.448	0.003
87	50	4350	-3.65	0.453	0.003
88	50	4400	-3.68	0.458	0.003
89	50	4450	-3.71	0.464	0.003
90	50	4500	-3.75	0.469	0.003
91	50	4550	-3.79	0.474	0.003
92	50	4600	-3.84	0.479	0.003
93	50	4650	-3.88	0.484	0.003
94	50	4700	-3.93	0.490	0.003
95	50	4750	-3.98	0.495	0.003
96	50	4800	-4.04	0.500	0.003
97	50	4850	-4.09	0.505	0.003
98	50	4900	-4.16	0.510	0.003
99	50	4950	-4.26	0.516	0.003
100	50	5000	-4.29	0.521	0.003

No	Tahap Beban (kg)	Beban (kg)	Perpindahan (mm)	Tegangan Lekat (Mpa)	Regangan
101	50	5050	-4.37	0.526	0.004
102	50	5100	-4.52	0.531	0.004
103	50	5150	-4.6	0.536	0.004
104	50	5200	-4.72	0.542	0.004
105	50	5250	-4.79	0.547	0.004
106	50	5300	-4.85	0.552	0.004
107	50	5350	-4.94	0.557	0.004
108	50	5400	-5.01	0.563	0.004
109	50	5450	-5.1	0.568	0.004
110	50	5500	-5.15	0.573	0.004
111	50	5550	-5.34	0.578	0.004
112	-2200	3350	-7.97	0.349	0.006
113	-650	2700	-8.25	0.281	0.007

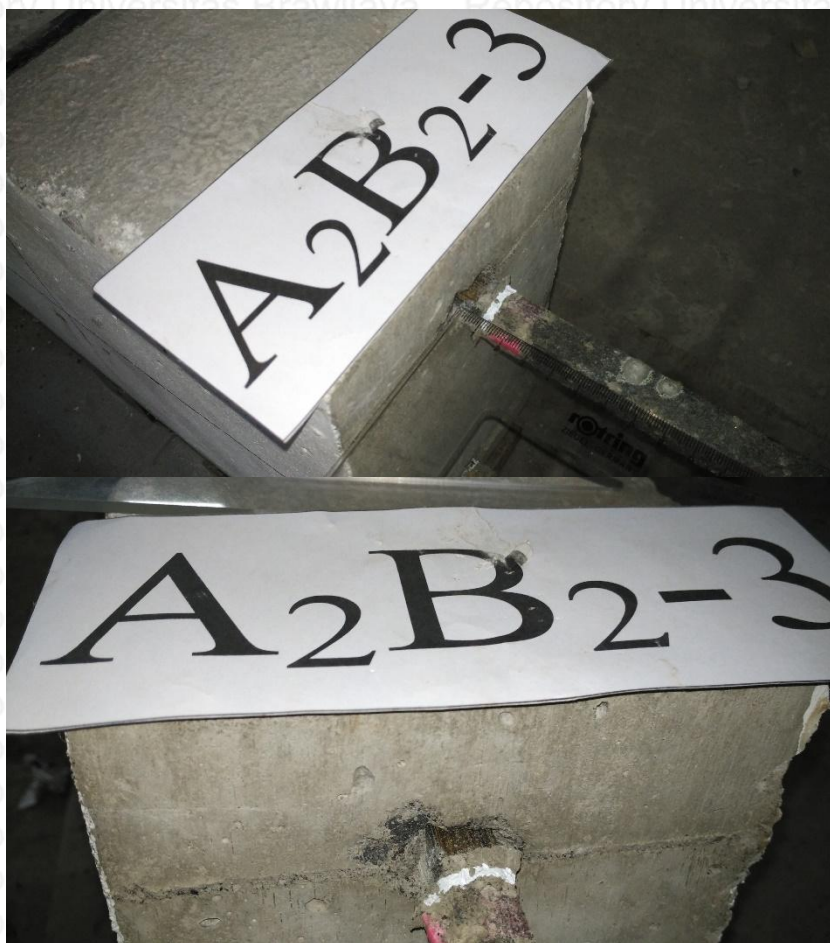


Grafik Hubungan Beban dan Perpindahan



Grafik Hubungan Tegangan Lekat dan Regangan

Pola Keruntuhan = geser (bambu atas dekat tumpuan sendi)

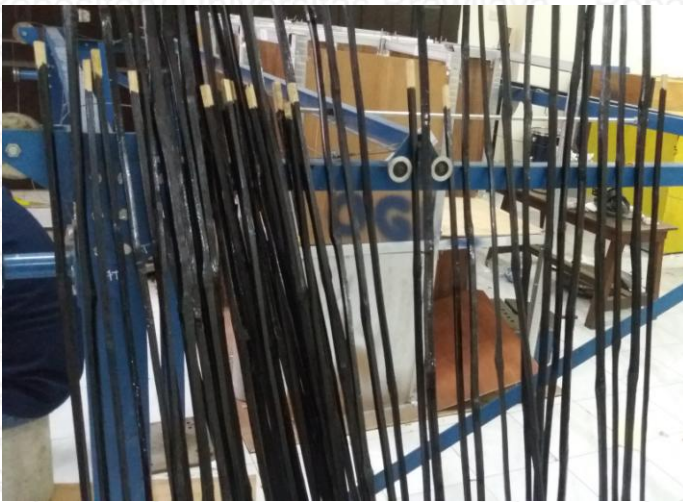


Gambar Keruntuhan Benda Uji *Pull Out* A₂B₂-3

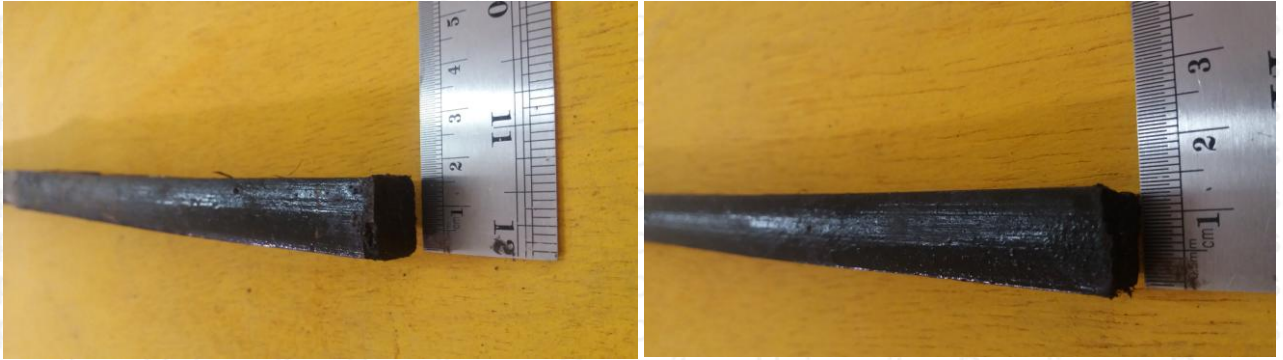
Lampiran 8. Tahap Persiapan Tulangan Bambu



Gambar Pengeringan Tulangan Bambu



Gambar Tahap Pengecatan Bambu



Gambar Pengecekan Dimensi Tulangan (1,5 x 1,5 cm dan 1,2 x 1,2 cm)



Gambar Pengukuran Panjang Tulangan (Panjang 124 cm)



Gambar Pemasangan Klem Selang



Gambar Pengukuran Jarak Klem Selang (Jarak 12 cm dan 6 cm)



Gambar Pelapis Bambu (Sikadur 31CF Normal)



Gambar Tulangan bambu yang ditumbuhi jamur (kiri) dibersihkan dahulu sebelum ke tahap pelapisan Sikadur dan Pasir



Gambar Tulangan bambu yang sudah dibersihkan dan siap untuk proses selanjutnya



Gambar Proses Pelapisan Sikadur pada Bambu dilanjutkan dengan pelapisan Pasir



Gambar Pengeringan Tulangan Bambu sudah dipasang klem selang dan dilapisi pasir

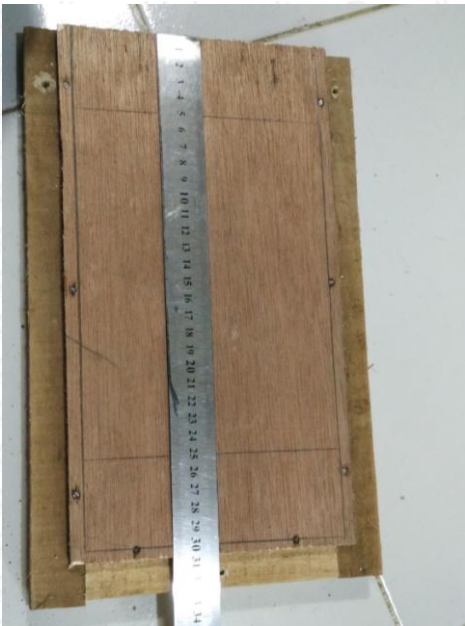


Gambar Tulangan bambu uji *Pull Out* yang siap dipasang dibekisting

Lampiran 9. Tahap Pembuatan Bekesting



Gambar Pemasangan bagian-bagian bekesting benda Uji *Pull Out*



Gambar Pengukuran lubang (kiri) dan pengeboran letak tulangan bambu (kanan) pada bekesting benda Uji *Pull Out*



Gambar Pemotongan bekesting letak tulangan bambu (kiri) dan hasil pemotongan (kanan) pada bekesting benda Uji *Pull Out*



Gambar Pemasangan tulangan bambu pada bekesting benda Uji *Pull Out*



Gambar Bekesting dan tulangan bambu yang sudah terpasang dan siap untuk proses pengecoran

Lampiran 10. Tahap Pengecoran Benda Uji

Gambar Material campuran beton yang sudah selesai ditimbang



Gambar Bekesting yang sudah diolesi dengan oli dan siap untuk dicor



Gambar Pencampuran material beton menggunakan molen



Gambar Campuran beton segar



Gambar Pengujian *Slump* beton segar



Gambar Benda Uji *Pull Out* yang sudah dicor

Lampiran 11. Tahap Pengujian



Gambar Pemasangan Siku untuk penempatan *Dial Gauge*



Gambar Penempatan Benda Uji *Pull Out* pada tumpuan sendi dan tumpuan roll



Gambar Pemasangan siku di tumpuan supaya tidak terjadi pergeseran ketika pembebanan



Gambar Pemasangan *Dial Gauge*



Gambar Pemasangan *Hidroulic Jack* dan beban pada tumpuan sendi

Lampiran 12. Cara Pengujian Benda Uji Pull Out



Gambar Cara Setting Pengujian



Gambar Hasil Pengujian