



**MODEL DESAIN BALOK PELENGKUNG DENGAN BEBAN TANAH
DITINJAU DARI NILAI GAYA-GAYA DALAM**

SKRIPSI

Oleh :

LUCKY RUDHY AGHAZSI

NIM 111910301078

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2016



**MODEL DESAIN BALOK PELENGKUNG DENGAN BEBAN TANAH
DITINJAU DARI NILAI GAYA-GAYA DALAM**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil (S1)
dan mencapai gelar sarjana

Oleh :

LUCKY RUDHY AGHAZSI

NIM 111910301078

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER**

2016

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua dan adik perempuan-ku tercinta yang telah memberikan segalanya untuk keberhasilan anak-anaknya.
2. Bentuk dedikasi saya untuk mengaplikasikan tridharma perguruan tinggi. Pembelajaran, Penelitian, dan Pengabdian.
3. Ketuhanan Yang Maha Esa.
4. Kemanusiaan yang adil dan beradab.
5. Persatuan Indonesia.
6. Kerakyatan yang dipimpin oleh hikmat kebijaksanaan dalam permusyawaratan perwakilan.
7. Keadilan sosial bagi seluruh rakyat Indonesia.
8. Keluarga kedua Teknik Sipil 2011 yang telah menjadi saudara seperjuangan di bangku perkuliahan.
9. Erwin Hasihollan, Reza Al Faizal, Abdul Azis, Wahyu Budi K, Nala Hakam, Dymas Agung, Faisal R, M. Rifai, Syahril M, Tri Wahyudi, Eko Prasetyo, Nando Yuselle M yang sangat berjasa dalam menyelesaikan penelitian ini.
10. Mimin Savitri yang telah memberikan dukungan moril, tenaga maupun mental untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Teman-teman lain yang sangat tak ternilai harganya, terima kasih atas segala doa-mu.

MOTTO

“Pekerjaan yang benar itu mustahil, tetapi pekerjaan yang baik itu bisa dan wajar untuk ditemukan”

“Berterimakasihlah pada segala yang memberi kehidupan”
(*Pramoedya Ananta Toer*)

“Semua alam raya adalah guru”
(*Ir. Soekarno-DBR*)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Lucky Rudhy Aghazsi

NIM : 111910301078

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "Model Desain Balok Pelengkung dengan Beban Tanah Ditinjau dari Nilai Gaya-Gaya Dalam" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 17 Maret 2016

Penulis

Lucky Rudhy Aghazsi
NIM 111910301078

SKRIPSI

**MODEL DESAIN BALOK PELENGKUNG DENGAN BEBAN TANAH
DITINJAU DARI NILAI GAYA-GAYA DALAM**

Oleh

Lucky Rudhy Aghazsi
NIM 111910301078

Pembimbing

DosenPembimbingUtama : Dr. Anik Ratnaningsih S.T., M.T.

DosenPembimbingAnggota : Dr. Entin Hidayah, M.UM.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “**Model Desain Balok Pelengkung dengan Beban Tanah Ditinjau dari Niali Gaya-Gaya Dalam**” (Lucky Rudhy Aghazsi, 111910301078) telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada :

Hari : Senin
Tanggal : 21 Maret 2016
Tempat : Ruang Sidang Jurusan Teknik Sipil

Tim Penguji

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,

Dr. Anik Ratnaningsih S.T., M.T.
NIP. 19700530 199803 2 001

Dr. Entin Hidayah, M.UM.
NIP. 19661215 199503 2 001

Penguji I,

Penguji II,

Ir. Hernu Suyoso, M.T
NIP. 19551112 198702 1 001

Dwi Nurtanto S.T., M.T.
NIP. 19731015 199802 1 001

Mengesahkan

Fakultas Teknik
Universitas Jember
Dekan,

Dr. Entin Hidayah, M.UM.
NIP. 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

Model desain balok pelengkung dengan beban tanah ditinjau dari nilai gaya-gaya dalam; Lucky Rudhy Aghazsi, 111910301078; 2016; 73 halaman; Jurusan Teknik Sipil; Fakultas Teknik; Universitas Jember.

Beton merupakan unsur dalam konstruksi yang sengaja dipilih dikarenakan bahan dan materialnya yang mudah diolah (*workability*), awet (*durability*) serta memiliki kekuatan (*strength*) yang dibutuhkan untuk suatu konstruksi. Kebutuhan beton pada saat ini yaitu salah satunya sebagai material penyusun konstruksi jembatan. Struktur jembatan dibagi menjadi dua bagian yaitu struktur atas yang berfungsi beban-beban yang ditimbulkan oleh lalu lintas kendaraan seperti plat lantai, gelagar induk, gelagar sekunder, aspal sedangkan untuk struktur bawahnya berfungsi untuk menahan beban bangunan atas yang kemudian didistribusikan kepada pondasi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh nilai gaya-gaya dalam balok pelengkung dengan beban tanah diatasnya. *Mix design* yang digunakan untuk beton dipakai satu mutu K175. Pada penelitian ini juga diletakan perkuatan pada dua titik yang menjadi gaya dalam geser tertinggi. Menurut (Wibowo, 2016) sambungan atau perkuatan yang dipakai yaitu berupa sambungan baut dengan diameter $\varnothing 0,5\text{cm}$ dikarenakan sifat baut yang memiliki efisiensi dalam pemasangan dan juga memiliki kemampuan yang tinggi dalam menahan beban.

Hasil dan kesimpulan dari penelitian ini yaitu pada kondisi pertama dengan berat tanah basah (γ_{b1}) : $1,780\text{gr}/\text{cm}^3$ didapatkan beban maksimal sebesar $1420,7\text{kg}$, kondisi ke-dua dengan berat tanah basah (γ_{b2}) : $1,919\text{gr}/\text{cm}^3$ didapatkan beban maksimal sebesar $5209,3\text{kg}$, kondisi ke-tiga dengan berat tanah basah (γ_{b3}) : $1,865\text{gr}/\text{cm}^3$ didapatkan beban maksimal sebesar $1685,833\text{kg}$, kondisi ke-empat dengan berat tanah basah (γ_{b4}) : $1,834\text{gr}/\text{cm}^3$ didapatkan beban maksimal sebesar $2167,5\text{kg}$. Diperoleh nilai gaya dalam terbesar yang terjadi akibat tanah dan beban luar yang diberikan, pada kondisi kedua dengan beban tanah γ_{b2} : $1,919\text{gr}/\text{cm}^3$,

nilai Tegangan (σ) sebesar $5050,437\text{kg/cm}^2$, Gaya Puntir/ Momen sebesar $92465,08\text{kgcm}$, dan Geser sebesar $2604,65\text{kg}$.



SUMMARY

Arch beams design model with loads of land in terms of the value of the force in; Lucky Rudhy Aghazsi, 111910301078; 2016; 73 pages; Majoring in Civil Engineering; Civil Engineering Faculty; University of Jember.

Concrete is an element in the construction selected for the material because that is easily processed (*work ability*), durable and has the power needed for a construction. Concrete needs of the current one as a construction material bridge. The bridge structure has a two parts of element, the upper structure serve to hold the load caused by vehicle traffic such as slab, girder parent, secondary girder and asphalt. While for the underlying structure serve to support the weight of the building above which is distributed to the foundation.

This study aims to determine the effect of the value of force in the arch beams with a loads of soil on top. Design concrete mixer used to wear a quality K175. This research also laid reinforcement at two points being the highest shear force. Connection or reinforcement used in the form of bolt connection with $\varnothing 0,5\text{cm}$ diameter of bolt due the nature of the efficiency in the installation and also has a high ability to withstand load (Wibowo, 2016).

Heavy soils used over arch beam is different, in the first condition γ_{b1} : $1,780\text{gr/cm}^3$ with the value max of load is $14270,7\text{kg}$, second condition γ_{b2} : $1,919\text{gr/cm}^3$ with the value max of load is $5209,3\text{kg}$, third condition γ_{b3} : $1,865\text{gr/cm}^3$ with the value max of load is $1685,833\text{kg}$, four condition γ_{b4} : $1,834\text{gr/cm}^3$ with the value max of load is $2167,5\text{kg}$. The final results of this study were obtained in the force in value that occurs as a result of soil and external loads is given, the second ground load conditions γ_{b2} : $1,919\text{gr/cm}^3$. The tension value of the beams is $5050,437\text{kg/cm}^2$, moment of $92465,08\text{kgcm}$, and result of $2604,65\text{kg}$ shear.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Model Desain Balok Pelengkung dengan Beban Tanah Ditinjau dari Nilai Gaya-Gaya Dalam”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Selama penyusunan skripsi ini penulis mendapat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,
2. Ir. Hernu Suyoso S, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember,
3. Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi S1 Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember,
4. Erno Widayanto, S.T., M.T., Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M dan Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing,
5. Dwi Nurtanto, S.T., M.T. dan Ir. Hernu Suyoso S, M.T. selaku Dosen Penguji,
6. Ketut Aswatama, S.T., M.T. selaku Kepala Laboratorium Struktur Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember,
7. Mokhammad Farid Ma'ruf, S.T., M.T., Ph.D. selaku Kepala Laboratorium Tanah Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember,
8. Mohammad Akir selaku Asisten Laboratorium Struktur Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember,
9. Mas Hasan selaku Asisten Laboratorium Struktur Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember,
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu,

Segala kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca sekalian.

Jember, 18 Maret 2016

Penulis

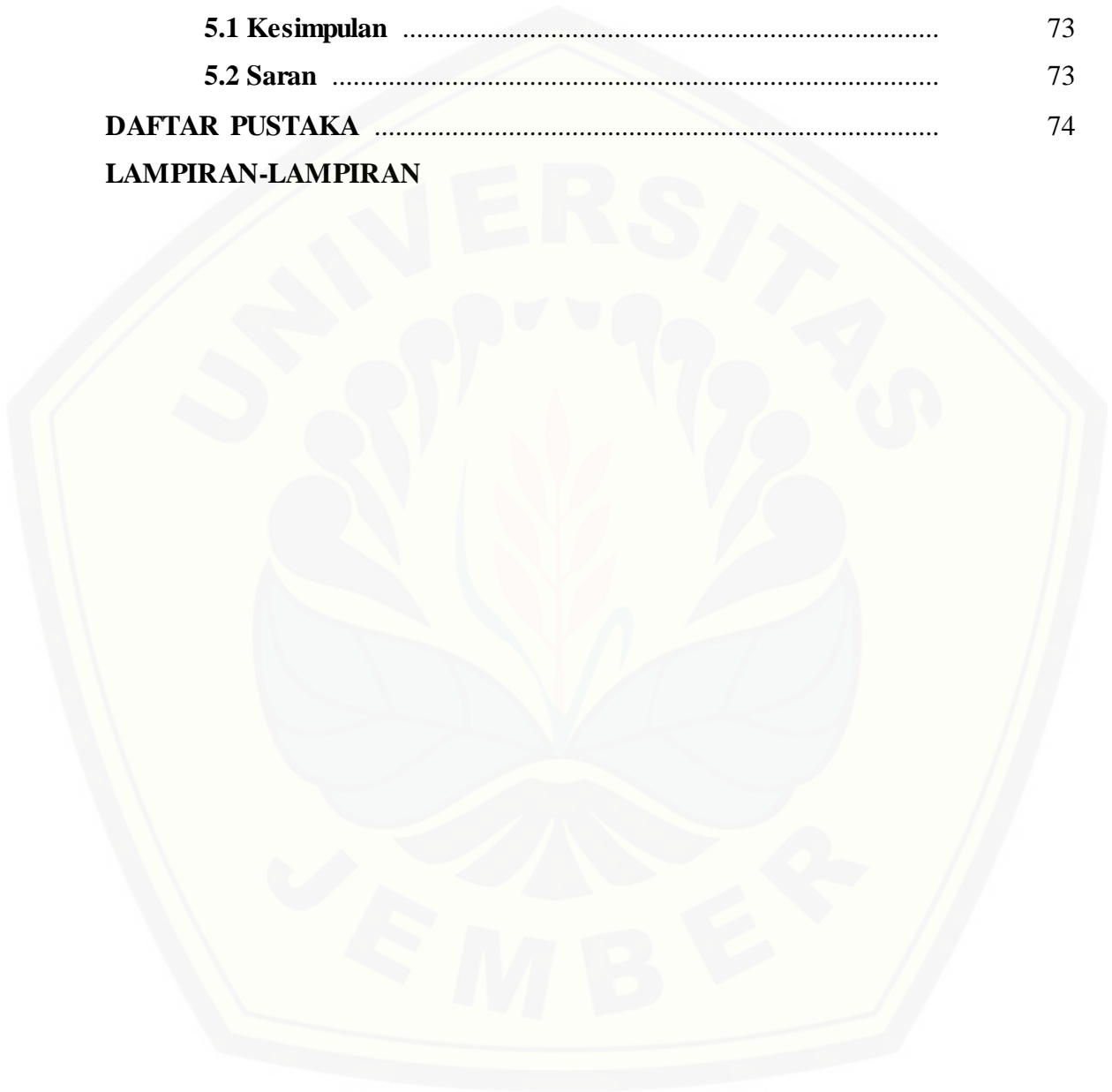


DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
PERSEMBAHAN	iii
MOTTO	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
LEMBAR PERSETUJUAN	vi
LEMBAR PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Terdahulu	4
2.2 Landasan Teori	
2.2.1 Teori Kepadatan Tanah	5
2.2.2 Teori Pengaruh Kadar Air Tanah	6
2.2.3 Metode Analisa Gerber	7
2.2.4 Teori Analisa Gaya Dalam Pelengkung	8

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	9
3.1 Desain Penelitian	9
3.2 Pelaksanaan Penelitian	9
3.3 Peralatan dan Bahan.....	9
3.4 Langkah Penelitian.....	10
3.4.1 Studi Pustaka.....	10
3.4.2 Perencanaan Campuran Beton Lengkung.....	10
3.4.3 Pengumpulan Data Material Urugan Tanah.....	11
3.4.4 Pemodelan Balok Lengkung.....	11
3.4.5 Perencanaan Sambungan.....	12
3.4.6 Tahap Perencanaan Bekisting.....	13
3.4.7 Tahap Pembuatan Benda Uji Balok Lengkung.....	13
3.4.8 Tahap Persiapan Pengujian Balok Lengkung	14
3.4.9 Tahap Analisa Gaya Dalam.....	16
3.4.10 Diagram Alir.....	17
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Data Hasil Pengujian Tanah dan Mix Design Beton.....	19
4.1.1 Data Hasil Pengujian Tanah.....	19
4.1.2 Data Hasil Pengujian Mix Design	20
4.2 Persiapan Sampel Urugan Tanah.....	20
4.3 Pembuatan Benda Uji Balok Lengkung	22
4.4 Proses Pemasakan Tanah menggunakan Metode <i>Standart</i>	23
4.5 Mekanisme Pengujian Benda Uji.....	24
4.6 Hasil Pengujian	25
4.6.1 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Mutu K175.....	25
4.6.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Balok Lengkung.....	27
4.7 Pembahasan Hasil Pengujian Balok Lengkung.....	31
4.7.1 Statika Pemodelan.....	31
4.7.2 Pembahasan Hasil Pengujian ($t=15\text{ cm}$ dan $\gamma_b = 1,780\text{ gr/cm}^3$)	31
4.7.3 Pembahasan Hasil Pengujian ($t=15\text{ cm}$ dan $\gamma_b = 1,9187\text{ gr/cm}^3$)	42

4.7.4 Pembahasan Hasil Pengujian ($t=15\text{ cm}$ dan $\gamma_b = 1,865\text{ gr/cm}^3$)	52
4.7.5 Pembahasan Hasil Pengujian ($t=15\text{ cm}$ dan $\gamma_b = 1,834\text{ gr/cm}^3$)	62
4.12 Hubungan Antara Tegangan dan Kadar Air	73
BAB V. PENUTUP	73
5.1 Kesimpulan	73
5.2 Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN-LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1 Hasil Pengujian Tanah (<i>Wicaksono, 2015</i>).....	19
4.2 Hasil Mix Design (<i>Savitri, 2014</i>).....	20
4.3 Hasil Rekap Mix Design.....	22
4.4 Hasil Pengujian Mutu.....	25
4.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Balok Lengkung.....	27
4.6 Hasil Perhitungan Gaya Dalam Akibat Beban Tanah ($\gamma_b: 1,780 \text{gr/cm}^3$). ..	32
4.7 Hasil Analisis Gaya Dalam Beban Luar.....	38
4.8 Hasil Perhitungan Gaya Dalam Akibat Beban Tanah ($\gamma_b: 1,919 \text{gr/cm}^3$). ..	42
4.9 Hasil Analisis Gaya Dalam Beban Luar.....	48
4.10 Hasil Perhitungan Gaya Dalam Akibat Beban Tanah ($\gamma_b: 1,865 \text{gr/cm}^3$). ..	53
4.11 Hasil Analisis Gaya Dalam Beban Luar.....	58
4.12 Hasil Perhitungan Gaya Dalam Akibat Beban Tanah ($\gamma_b: 1,834 \text{gr/cm}^3$). ..	63
4.13 Hasil Analisis Gaya Dalam Beban Luar.....	69
4.14 Rekap Gaya Dalam Balok Lengkung.....	73

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Grafik Hubungan Jumlah Lintasan Penggilas dan Beban Hancur	4
2.2 Proses Pemadatan Tanah.....	6
2.3 Analisa Gaya Dalam Metode Gerber.....	7
2.4 Analisa Gaya Dalam Pelengkung	8
2.5 <i>Free Body</i> Diagram Pelengkung Statis Tertentu.....	8
3.1 Alat Uji Pemadatan Tanah	10
3.2 Model Banda Uji Balok Lengkung.....	11
3.3 Rencana Model Sambungan Baut.....	12
3.4 Model Bekisting Benda Uji Balok Lengkung	13
3.5 Mekanisme Pengujian Balok Lengkung dengan Tanah Diatasnya	14
3.6 Diagram Alir Penelitian.....	17
4.1 3D Dimensi Tanah Diatas Balok Lengkung.....	21
4.2 Teori Pemadatan.....	23
4.3 Pemadatan Tanah di Lapangan.....	23
4.4 Mekanisme Pengujian Benda Uji di Lapangan.....	24
4.5 Statika Pemodelan Benda Uji	31
4.6 <i>Free Body</i> Diagram Balok Lengkung Akibat Beban Tanah.....	36
4.7 Gaya Dalam Beban Tanah terhadap Balok Lengkung ($\gamma_b:1,780gr/cm^3$)	37
4.8 <i>Free Body</i> Diagram Balok Lengkung Akibat Beban Luar	39
4.9 Gaya Dalam Beban Luar terhadap Balok Lengkung.....	40
4.10 Gaya Dalam Super-posisi Balok Lengkung	41
4.11 <i>Free Body</i> Diagram Balok Lengkung Akibat Beban Tanah.....	46
4.12 Gaya Dalam Beban Tanah terhadap Balok Lengkung ($\gamma_b:1,918gr/cm^3$)	47
4.13 <i>Free Body</i> Diagram Balok Lengkung Akibat Beban Luar	49
4.14 Gaya Dalam Beban Luar terhadap Balok Lengkung.....	50
4.15 Gaya Dalam Super-posisi Balok Lengkung	51

4.16	Free Body Diagram Balok Lengkung Akibat Beban Tanah.....	57
4.17	Gaya Dalam Beban Tanah terhadap Balok Lengkung ($\gamma_b:1,865\text{gr/cm}^3$)	58
4.18	Free Body Diagram Balok Lengkung Akibat Beban Luar	60
4.19	Gaya Dalam Beban Luar terhadap Balok Lengkung.....	60
4.20	Gaya Dalam Super-posisi Balok Lengkung	61
4.21	Free Body Diagram Balok Lengkung Akibat Beban Tanah.....	67
4.22	Gaya Dalam Beban Tanah terhadap Balok Lengkung ($\gamma_b:1,834\text{gr/cm}^3$)	68
4.23	Free Body Diagram Balok Lengkung Akibat Beban Luar	70
4.24	Gaya Dalam Beban Luar terhadap Balok Lengkung.....	71
4.25	Gaya Dalam Super-posisi Balok Lengkung.....	72
4.26	Gambar Hubungan Antara Tegangan dan Kadar Air.....	73

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Melihat kembali dari kondisi Indonesia yang sebagian besar wilayahnya merupakan agraria. Salah satu faktor penyokong pengembangan negara terletak pada sektor perekonomian. Sampai hari ini sektor pertanian hanya menjadi lahan eksploitasi SDA tanpa adanya pemeliharaan terhadap akses, benih, dan juga pengolahan dari bahan mentah menjadi barang bernilai lebih. Indonesia merupakan salah satu pengeksport terbesar rempah seluruh Asia. Tetapi semuanya terbatas dikarenakan akses atau dalam bidang kita yang disebut Infrastruktur yang belum memadai. Dampaknya akses dalam penyetoran hasil bumi menjadi terhambat. Pada tahun 1997, Indonesia merupakan pengeksport rempah terbesar keempat setelah negara Brazil. Tetapi dilihat kondisi perekonomian kita sampai hari ini masih banyak ketimpangan pada faktor infrastruktur. Pembangunan jalan merupakan suatu hal yang sangat kritis dalam hal pembangunan negara. Alat transportasi pengangkut pupuk, benih, dan juga hasil olahan mengalami dampak terkait masalah akses yang kurang memadai. Dilihat dari kondisi perkebunan yang hanya menyediakan jalan seadanya yang sebenarnya mustahil untuk dilewati oleh kendaraan roda empat pengangkut hasil olahan maupun bibit.

Perkembangan peradaban saat ini telah menemukan berbagai cara untuk membangun konstruksi yang praktis, efisien dan kuat. Beton merupakan unsur dalam konstruksi yang sengaja dipilih dikarenakan bahan dan materialnya yang mudah diolah (*workability*), awet (*durability*) serta memiliki kekuatan (*strength*) yang dibutuhkan untuk suatu konstruksi. Kebutuhan beton pada saat ini yaitu salah satunya sebagai material penyusun konstruksi jembatan. Jembatan, dibagi menjadi dua bagian yaitu bangunan atas yang menahan beban-beban yang ditimbulkan oleh lalu lintas kendaraan seperti plat lantai, gelagar induk, gelagar sekunder, aspal sedangkan untuk bangunan bawahnya yang menahan beban bangunan atas yang kemudian didistribusikan kepada pondasi.

Pada eksperimen ini dipilih jembatan pelengkung dikarenakan bentuk melengkung dari struktur memungkinkan berat sendiri struktur disalurkan ke pondasi sebagai gaya normal tekan tanpa lenturan. Salah satu keunggulan dari pelengkung sendiri yaitu efisiensi pemakaian struktur pelengkung akan lebih tinggi lagi jika lokasinya tepat seperti lembah ataupun sungai yang dalam dimana pondasi melengkung terletak pada tanah keras. Masuk akal apabila jembatan pelengkung adalah salah satu jembatan paling sederhana karena jika membangun jembatan pelengkung di atas tanah keras hanya diperlukan pelengkung tanpa memerlukan bagian yang lain. Jembatan pelengkung pada awalnya terbuat dari batu, bata, besi cor, besi tempa dan baja. Saat ini jembatan pelengkung seperti beton pratekan dan baja dapat membuat jembatan pelengkung lebih panjang dan lebih efisien.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan dalam Tugas Akhir ini berdasarkan latar belakang diatas adalah “**Model Desain Balok Pelengkung dengan Beban Tanah Ditinjau dari Nilai Gaya-Gaya Dalam**”.

1.3 Batasan masalah

1. Mutu beton pelengkung yang dipakai adalah K 175
2. Tanah yang dipakai berasal dari daerah Jember
3. Variasi pada pemadatan tanah melihat dari faktor Kadar Air Tanah
4. Memperhitungkan faktor umur beton 28 hari
5. Kepadatan tanah bersumber dari penelitian sebelumnya
6. Distribusi tegangan simetri terhadap sumbu vertical (z)

1.4 Tujuan dan Manfaat

Berdasarkan permasalahan yang ada, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai gaya-gaya dalam balok pelengkung dengan beban tanah

diatasnya. Sehingga nantinya akan didapatkan model desain balok pelengkung dengan beban tanah yang efektif dan efisien sebagai penyusun lantai jembatannya.

Selain itu, diharapkan penelitian ini dapat digunakan sebagai informasi serta referensi untuk penelitian selanjutnya yang memiliki kajian dalam bidang yang sama. Bagi peneliti, diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu teknik sipil dan meningkatkan wawasan serta pengetahuan.

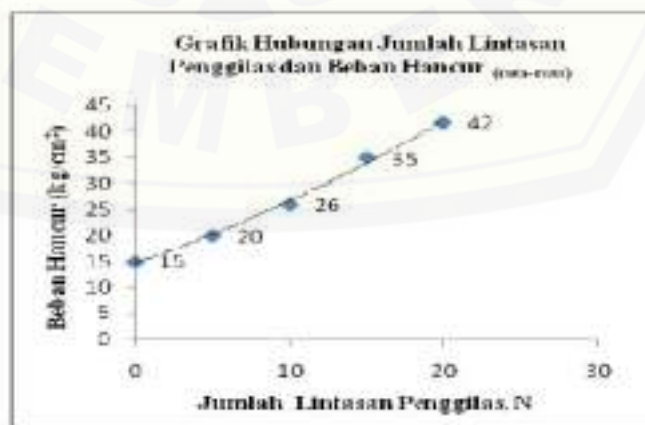


BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Menurut Indrawahyuni *et al.* (2009) menyatakan bahwa pengaruh variasi kepadatan pada permodelan fisik menggunakan tanah pasir dicampur dengan sedikit lempung (komposisi Pasir 70%, lempung 30%) terhadap stabilitas lereng telah menghasilkan kesimpulan yang ditampilkan pada Gambar 2.1 sebagai berikut:

- a. Jenis kelongsoran yang terjadi adalah *slope failure*, kecuali untuk lereng yang tidak dipadatkan.
- b. Peningkatan Jumlah lintasan penggilas (N) dapat meningkatkan berat volume kering tanah (γd).
- c. Peningkatan kepadatan tanah dapat meningkatkan tingkat kohesi tanah (c) dan nilai sudut geser dalam tanah (ϕ).
- d. Peningkatan nilai γd , c , dan ϕ berpengaruh terhadap peningkatan kemampuan menahan beban luar.
- e. Peningkatan nilai γd , c , dan ϕ berpengaruh terhadap tingkat stabilitas lereng.
- f. Peningkatan kepadatan tanah berpengaruh terhadap peningkatan nilai angka keamanan.
- g. Peningkatan variasi kepadatan berpengaruh meningkatkan stabilitas lereng yang ditandai dengan peningkatan nilai angka keamanan lereng (SF).



Gambar 2.1 Grafik Hubungan Jumlah Lintasan Penggilas dan Beban Hancur

2.2 Landasan Teori

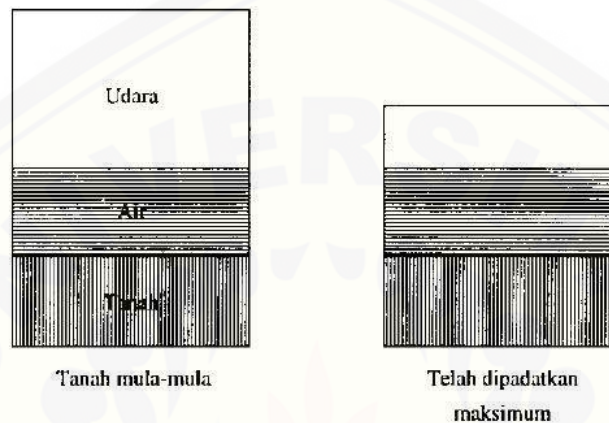
2.2.1 Kepadatan Tanah

Menurut Laurence D (2010) kepadatan tanah (Density) adalah berat padatan suatu obyek dibagi volume padatan. Kepadatan dibagi menjadi 2 jenis yaitu berat jenis (*Partikel Density*) dan berat volume (*Bulk Density*) dengan penjelasan sebagai berikut.

1. **Partikel Density (PD)** adalah berat padatan tanah (*solid, without pore*) dibagi dengan volumenya (*solid, without pore*).
 - PD kebanyakan tanah adalah 2,6-2,7 g/cm³.
 - Kepadatan padatan (solid) tanah mendekati kepadatan kuarsa (2,6 gr/cm³) karena kebanyakan mineral tanah adalah mineral silikat
 - Adanya besi dan mineral berat lainnya (seperti olivin) cenderung meningkatkan PD.
2. **Bulk Density (BD)** : berat padatan (pada kering konstan) dibagi total volume (padatan+pori).
 - BD tanah yang ideal berkisar antar 1,3 – 1,35 g/cm³.
 - BD pada tanah berkisar >1,65 g/cm³ untuk tanah berpasir; 1,0-1,6 g/cm³ pada tanah geluh yang mengandung BO tanah sedang-tinggi
 - BD mungkin lebih kecil dari 1 g/cm³ pada tanah dengan kandungan BO tinggi
 - BD sangat bervariasi antar horizon tergantung pada tipe dan derajat agregasi, tekstur dan BO tanah. Bulk Density sangat sensitif terhadap pengolahan tanah. Tillage benar, BD turun dan sebaliknya.

2.2.2 Pengaruh Kadar Air Tanah

Menurut Laurence D (2010) disebutkan bahwasanya tanah kohesif kering merupakan bongkah-bongkah yang sukar dipadatkan. Jika disiram air menjadi lunak dan lebih mudah dipadatkan, tapi makin besar kadar air tanah makin membatasi kepadatan yang dapat dicapai.



Gambar 2.2 Proses Pemadatan Tanah

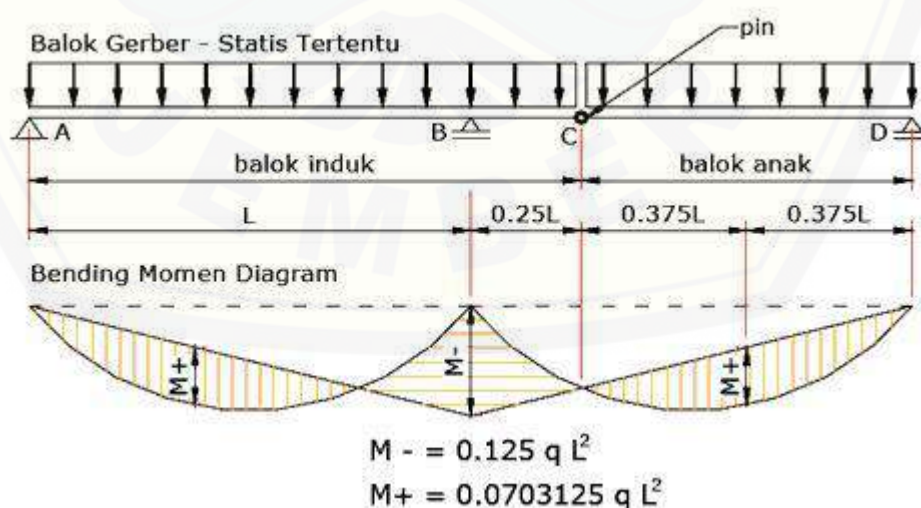
Dalam pemadatan yang dapat berkurang hanya udara, jika volume air lebih besar maka kepadatan maksimum berkurang. Tanah kenyang air tidak dapat dipadatkan. Pada dasarnya makin basah tanah makin mudah dipadatkan. Karena air berfungsi sebagai pelumas agar butir-butir tanah mudah merapat. Tapi kadar air yang berlebihan akan mengurangi hasil pemadatan yang akan dicapai. Pada pemadatan suatu tanah dengan tenaga pemadatan tertentu akan menghasilkan pemadatan terbesar. Kadar air terbaik tersebut disebut kadar air optimum/ OMC (*Optimum Moisture Content*) = W_{opt} . Kepadatan terbesar = berat volume kering maksimum/ MDD (*Maximum Dry Density*) = $MDD = \gamma_k maks$.

Jika dipadatkan dengan pemadatan tertentu, nilai OMC dan MDD tidak sama bagi setiap tahun. Untuk satu tahun yang sama nilai OMC dan MDD tidak konstan untuk suatu tanah.

2.2.3 Metode Analisa Gerber

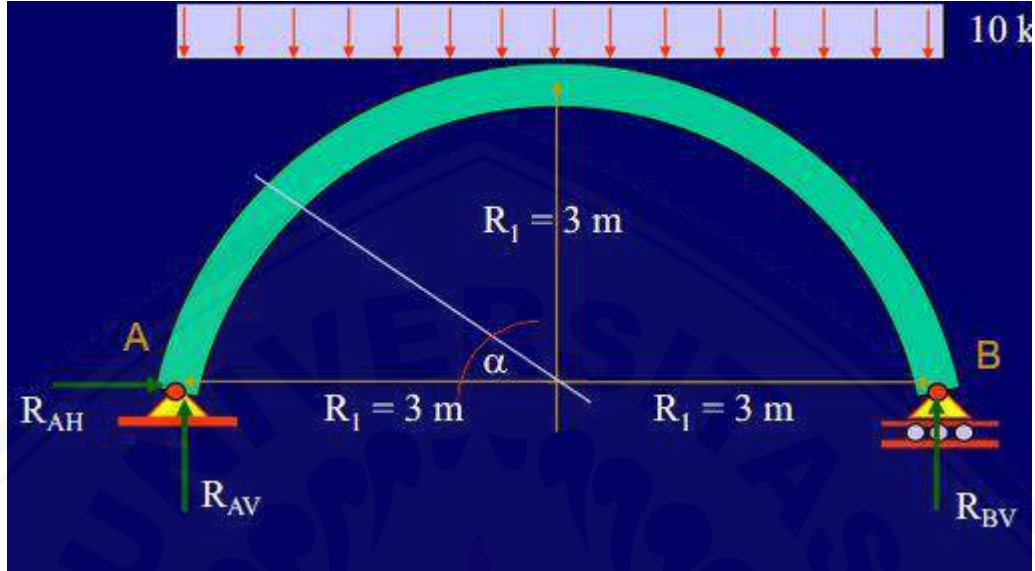
“Perilaku balok gerber mirip perilaku balok terusan statis tak tentu. Seperti diketahui bahwa balok terusan statis tak tentu adalah balok menerus yang berdiri di atas beberapa perletakan (lebih dari dua). Adanya tumpuan di atas balok yang menerus menghasilkan momen negatif yang besarnya tergantung dari kekakuan balok tersebut. Momen negatif pada tumpuan akan mengurangi momen positif lapangan dan sebagai hasil akhirnya momen yang timbul lebih kecil dibanding balok biasa di atas dua perletakan. Balok terusan / gerber juga dapat menghasilkan momen negatif pada tumpuan tetapi struktur secara keseluruhan tetap struktur statis tertentu. Balok gerber menguntungkan karena penyelesaiannya lebih mudah dibanding balok menerus statis tak tentu, selain itu balok type tersebut tidak peka terhadap penurunan pondasi yang tidak sama (*differential settlement*)” (Dewobroto, 2009).

Pada balok menerus gerber salah satu bentang dibikin tidak menerus dengan memberi sambungan berupa pin atau engsel, sehingga momen tidak menerus kebentang disampingnya. Jadi yang dapat diteruskan hanyalah gaya geser sedangkan momen pada sambungan tersebut adalah nol.

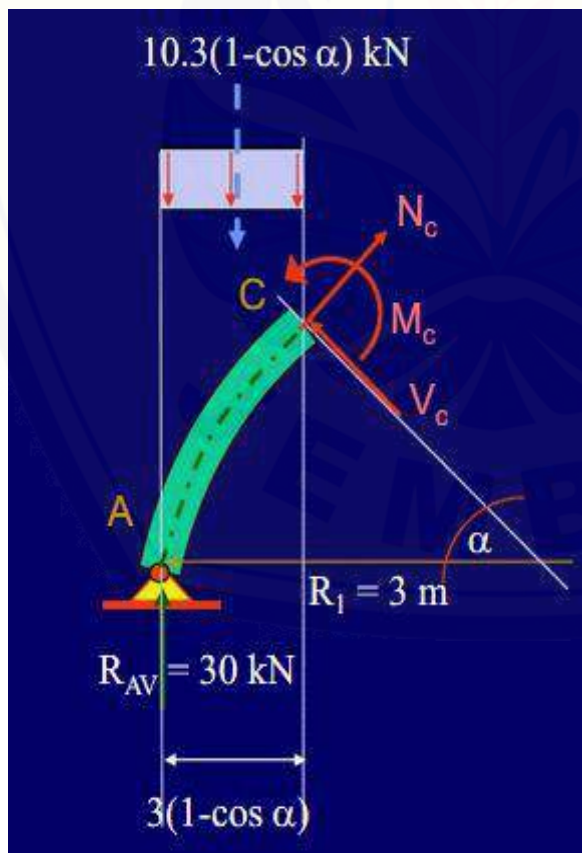


Gambar 2.3 Analisa Gaya Dalam Metode Gerber

2.2.4 Teori Analisa Gaya Dalam Pelengkung



Gambar 2.4 Analisa Gaya Dalam Pelengkung Tiga Sendi



Karena bentuk struktur dan beban simetris dan tidak ada beban horizontal, maka dengan mudah dapat dihitung:

$$R_{AH} = 0 \text{ kN} \quad R_{AV} = R_{BV} = \dots$$

Ditinjau sebuah potongan pada titik C:

Pada potongan bekerja gaya dalam N_c , V_c dan M_c dengan arah diasumsikan seperti pada gambar.

$$\Sigma M_c = 0$$

$$\Sigma V_c = 0$$

Gambar 2.5 Free Body Diagram Pelengkung Statis Tertentu

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Struktur Jembatan, dibagi menjadi dua bagian yaitu bangunan atas yang menahan beban-beban yang ditimbulkan oleh lalu lintas kendaraan seperti plat lantai, gelagar induk, gelagar sekunder, tanah (untuk akses perkebunan) sedangkan untuk bangunan bawahnya yang menahan beban bangunan atas yang kemudian didistribusikan kepada pondasi. Hasil akhir pada penelitian ini ialah perbandingan kekuatan dari hasil pengujian benda uji balok lengkung dengan diameter 100 cm, tinggi 50 cm dan penampang 12 x 6,5 cm dengan variasi kepadatan tanah yang berbeda. Dalam penelitian ini tanah yang dimaksud terletak di atas pelengkung dengan pemadatan, tebal dan variasi tanah yang dipakai berbeda. Variasi kepadatan yang dilakukan yaitu dengan cara menggilas menggunakan silinder beton sebanyak 25 kali gilasan dan penambahan air sebesar 2,45% - 7,07% pada tiap variable pengujianya. Benda uji yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 3 buah untuk tiap variable kenaikan berat tanah basah. Untuk pengujian tanpa tanah diatas balok lengkung sebanyak 3 buah benda uji dan pengujian benda uji balok lengkung dengan tanah diatasnya dibedakan berdasarkan kenaikan berat tanah basahnya, berat volume basah tanah (γ_b) 1,780gr/cm³ sebanyak 3 buah, 1,9187gr/cm³ sebanyak 3 buah, 1,865gr/cm³ sebanyak 3 buah, dan 1,8340gr/cm³ sebanyak 3 buah.

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini bertempat di Laboratorium Struktur, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

3.3 Peralatan dan Bahan

Peralatan yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain :

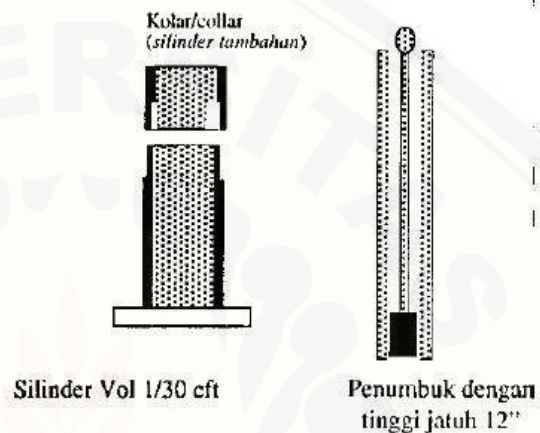
Alat Uji Pemadatan Standart berdasarkan SNI 1742-2008

1. Ayakan ASTM No. 4,

2. Timbangan Analitis,
3. Penumbuk (Standart) : Berat = 5.5 lbs (2.5)
Tinggi jatuh = 12" (30cm).

Material Benda Uji Balok Lengkung berdasarkan SNI T-15-1990-03

1. Air
2. Pasir SSD
3. Kerikil SSD
4. Pasir
5. Kerikil



Gambar 3.1 Alat Uji Pemadatan Tanah *Standart*

3.4 Langkah Penelitian

3.4.1 Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk mendapatkan bahan acuan yang tepat dalam penyusunan tugas akhir ini. Studi pustaka berupa informasi yang diperoleh dari buku-buku ilmiah, laporan penelitian, karangan-karangan ilmiah, tesis atau disertasi, peraturan-peraturan, ketetapan-ketetapan, ensiklopedia, maupun sumber-sumber tertulis baik tercetak maupun elektronik. Dengan adanya studi pustaka ini dapat menambah informasi mengenai permasalahan yang akan di bahas dalam tugas akhir ini.

3.4.2 Tahap perencanaan campuran (*Mix Design*) untuk benda uji balok lengkung

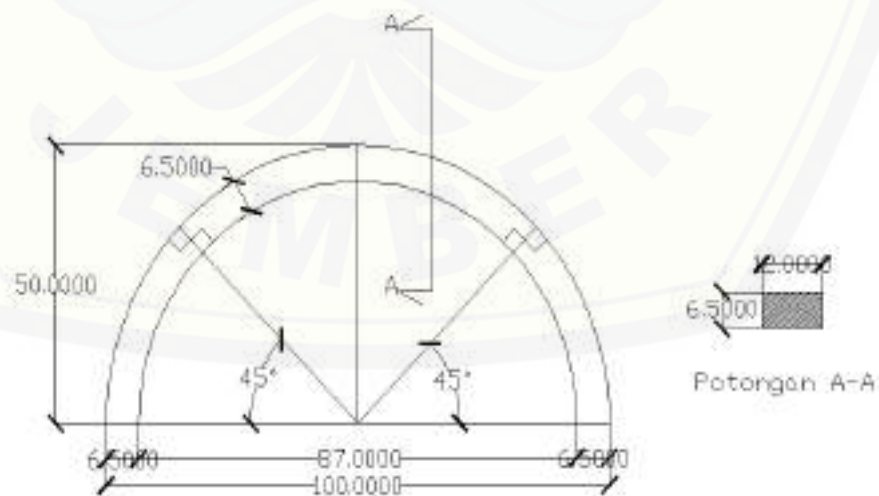
Data mix design pada penelitian ini bersumber dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh *Savitri, 2014*. Pada penelitian ini hanya menggunakan 1 (satu) jenis mutu yaitu memakai mutu beton K 175. Perencanaan campuran mengacu pada SNI T-15-1990-03 tentang “Tata Cara Pembuatan Beton Normal”.

3.4.3 Tahap Pengumpulan Data Material Urugan Tanah

Pada saat proses pengujian benda uji balok lengkung dengan tanah di atasnya nanti akan digunakan data-data tanah bersumber pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh *Wicaksono, 2015* menggunakan metode pemadatan tanah *standart* berdasarkan SNI 1742-2008 tentang “Kepadatan Tanah Ringan”. Hasil penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu kadar air (w), berat volume tanah basah (γ_b), berat volume tanah kering (γ_d).

3.4.4 Tahap Pemodelan Balok Lengkung

Perencanaan dimensi penampang untuk model benda uji dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

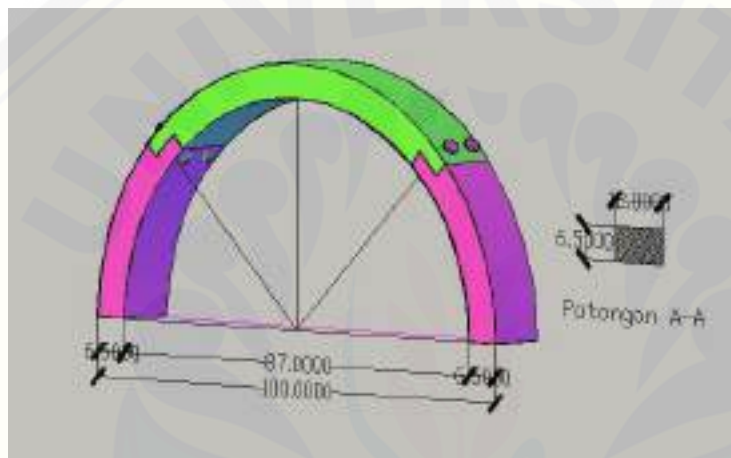


Gambar 3.2 Model Benda Uji Balok Lengkung

3.4.5 Perencanaan Sambungan

Setelah melakukan perencanaan pemodelan balok lengkung, selanjutnya perencanaan untuk sambungan dilakukan dengan persiapan material sambungan berupa baut $\varnothing 9\text{mm}$ dan hanya menggunakan satu jenis sambungan. Adapun desain rencana dari sambungan, sebagai berikut :

$$\text{Min} = \frac{1}{4} * L = \frac{1}{4} * 50 = 12,5 \text{ cm} = 12 \text{ cm}$$

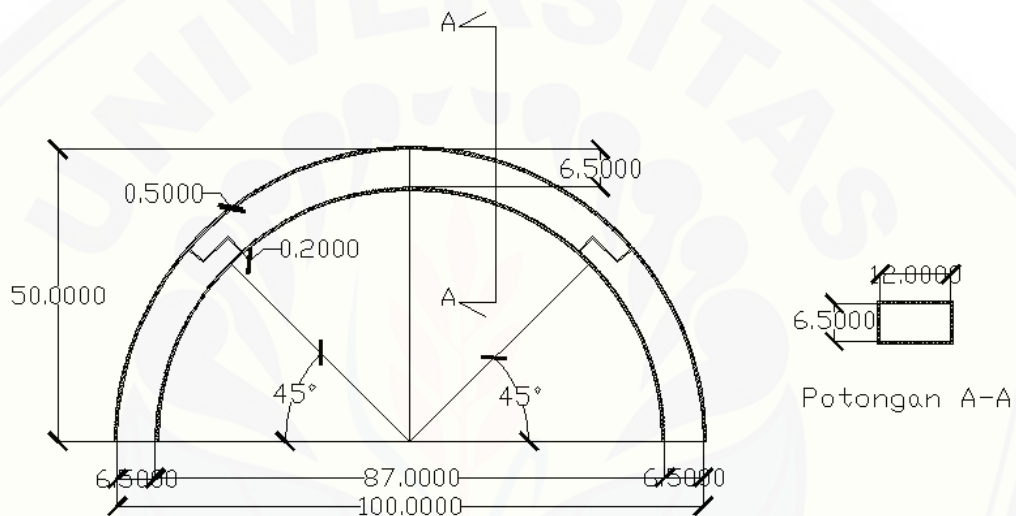


Gambar 3.3 Rencana Model Sambungan Baut

Untuk pengujian ini digunakan sambungan baut, dikarenakan “Sifat baut yang memiliki efisiensi dalam pemasangan dan juga memiliki kemampuan yang tinggi dalam menahan beban” (Wibowo, 2016). Selain itu, untuk benda uji pada penelitian ini dipakai juga “Prinsip komposit dimana 2 benda yang memiliki sifat berbeda satu sama lainnya baik itu sifat kimia maupun fisiknya dan tetap terpisah dalam hasil akhir bahan tersebut” (Anonim, 2016). Jadi, *precast* yang disambung dengan prinsip komposit akan menghasilkan benda uji dengan kapasitas beban besar.

3.4.6 Tahap Perencanaan Bekisting

Tahap selanjutnya dari pemodelan benda uji yaitu perencanaan bekisting. Pada perencanaan ini material bekisting yang dipakai yaitu baja. Alasan memakai material baja dimaksudkan agar bekisting mudah dibentuk sesuai dengan rencana benda uji yang mempunyai bentuk balok lengkung dan juga dapat dipakai untuk penelitian selanjutnya. Berikut rencana bekisting untuk benda uji balok lengkung :



Gambar 3.4 Model Bekisting Benda Uji Balok Lengkung

3.4.7 Tahap Pembuatan Benda Uji Beton Lengkung

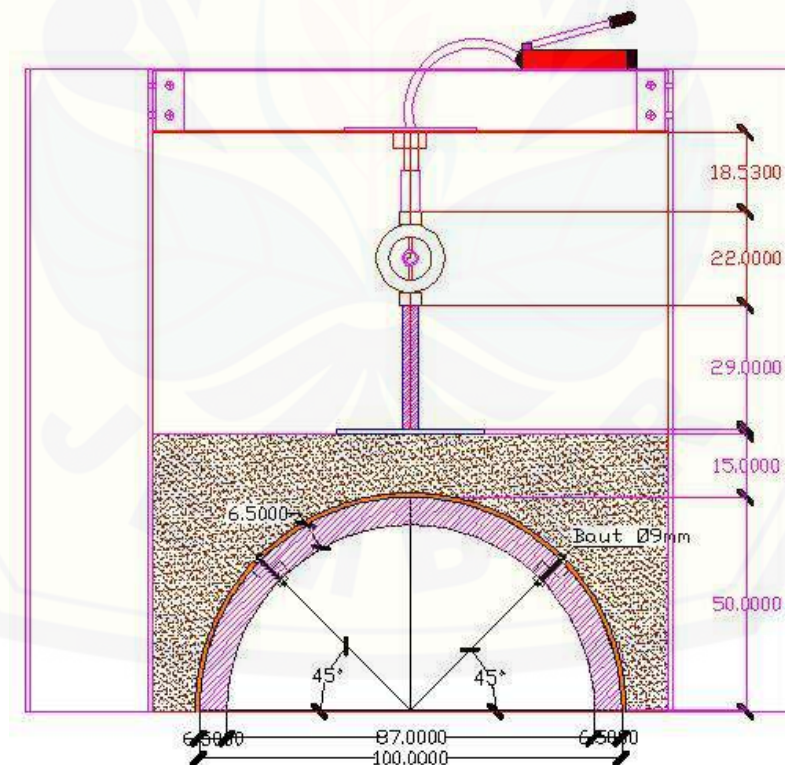
Langkah-langkah dalam pembuatan benda uji beton lengkung dengan mutu beton K 175 berdasarkan SNI T-15-1990-03 tentang "Tata Cara Pembuatan Beton Normal" yaitu :

1. Menyiapkan bahan bahan pengecoran yaitu semen, air, pasir kerikil sesuai perencanaan Mix Desain.
2. Mempersiapkan Concrete Mixer Machine.
3. Memasukkan bahan bahan yaitu semen, air, pasir dan kerikil kedalam *Concrete Mixer Machine*.

4. Mengaduk bahan-bahan tersebut hingga menjadi adonan beton segar yang sempurna.
5. Mengambil sebagian adonan untuk melakukan uji slump, diambil dalam kisaran 10 ± 2 .
6. Memasukkan adonan beton segar ke bekisting yang telah disediakan.
7. Diamkan adonan beton segar tersebut mengeras dalam ± 24 jam.
8. Pelepasan bekisting dari benda uji yang telah mengeras setelah ± 24 jam.
9. Perendaman benda uji selama 28 hari kedepan.

3.4.8 Tahap Persiapan Pengujian Balok Lengkung

Dilakukan untuk mengetahui berapa kapasitas beban maksimal balok lengkung yang menggunakan tanah padat sebagai lantainya.



Gambar 3.5 Mekanisme Pengujian Balok Lengkung dengan Tanah Diatasnya

Langkah-langkah pengujian :

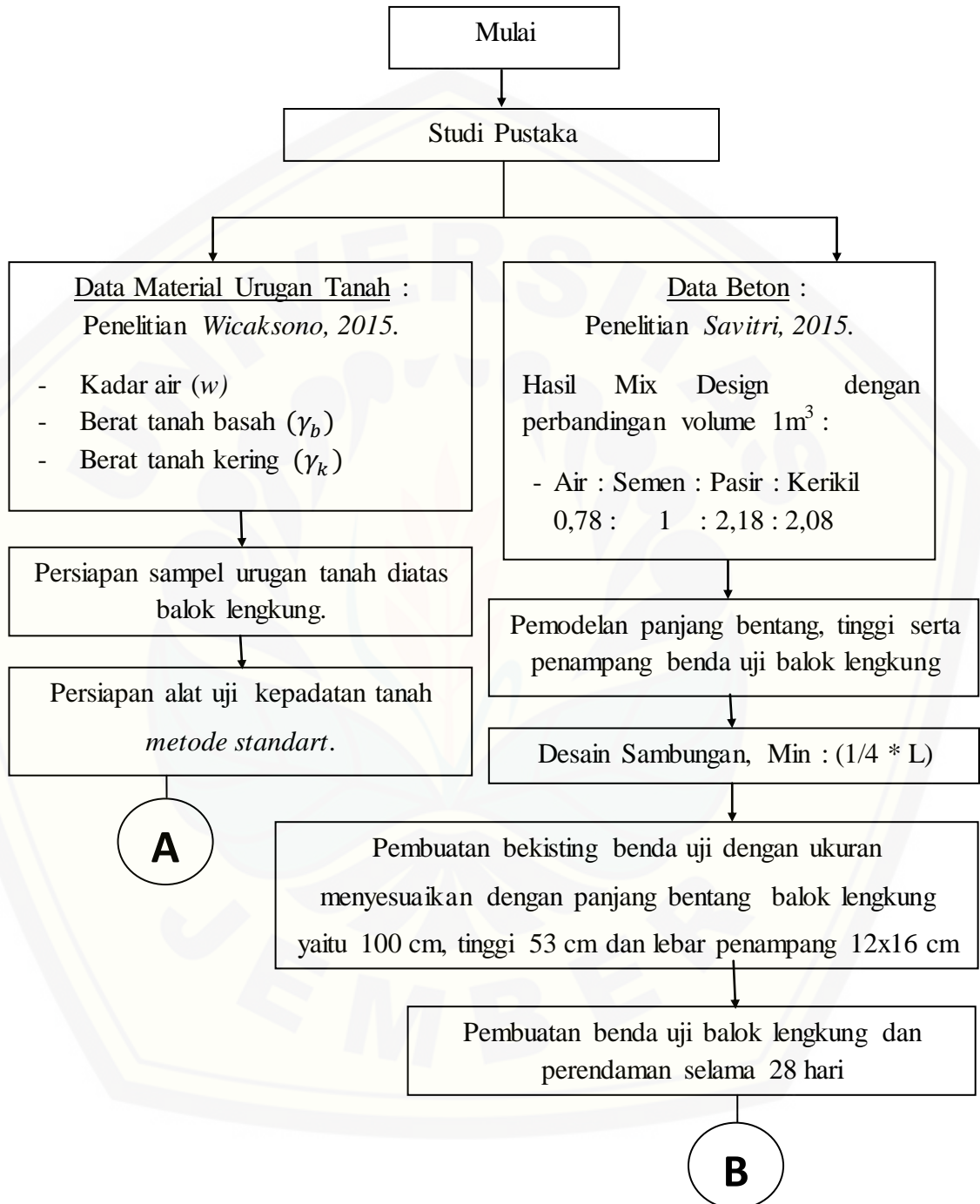
- a. Persiapan benda uji jembatan lengkung yang telah berumur 28 hari.
- b. Menyiapkan frame pengujian yang ukurannya menyesuaikan dengan panjang bentang, tinggi dan lebar benda uji balok lengkung.
- c. Menyiapkan *proving ring* dengan kapasitas beban 10 ton untuk pengujian kuat tekan dan *dial gauge* untuk lendutan pada balok lengkung.
- d. Meletakkan benda uji jembatan ke dalam frame pengujian yang telah disiapkan.
- e. Mengisi tanah ke dalam frame pengujian sampai menutupi seluruh bagian jembatan, batas tinggi awal pengujian (t_0) yaitu 50 cm (tanpa tanah), selanjutnya untuk pengujian pemadatan tinggi $t_0 + 15$ cm.
- f. Melakukan pemadatan sesuai dengan Kadar Air Optimum (*Optimum Moisture Content*), Berat Tanah Basah (γ_b) dan Berat Volume Kering Optimum (*Maximum Dry Density*) yang telah diketahui dari hasil uji pemadatan tanah sebelumnya sesuai dengan karakteristik tanah di daerah Silo, Jember.
- g. Melakukan pengujian kuat tekan terhadap benda uji dengan hasil akhir berupa Kuat Tekan (P) dan Penurunan (Δ) dari balok lengkung itu sendiri yang diakibatkan oleh beban tanah maupun beban luar maksimum.

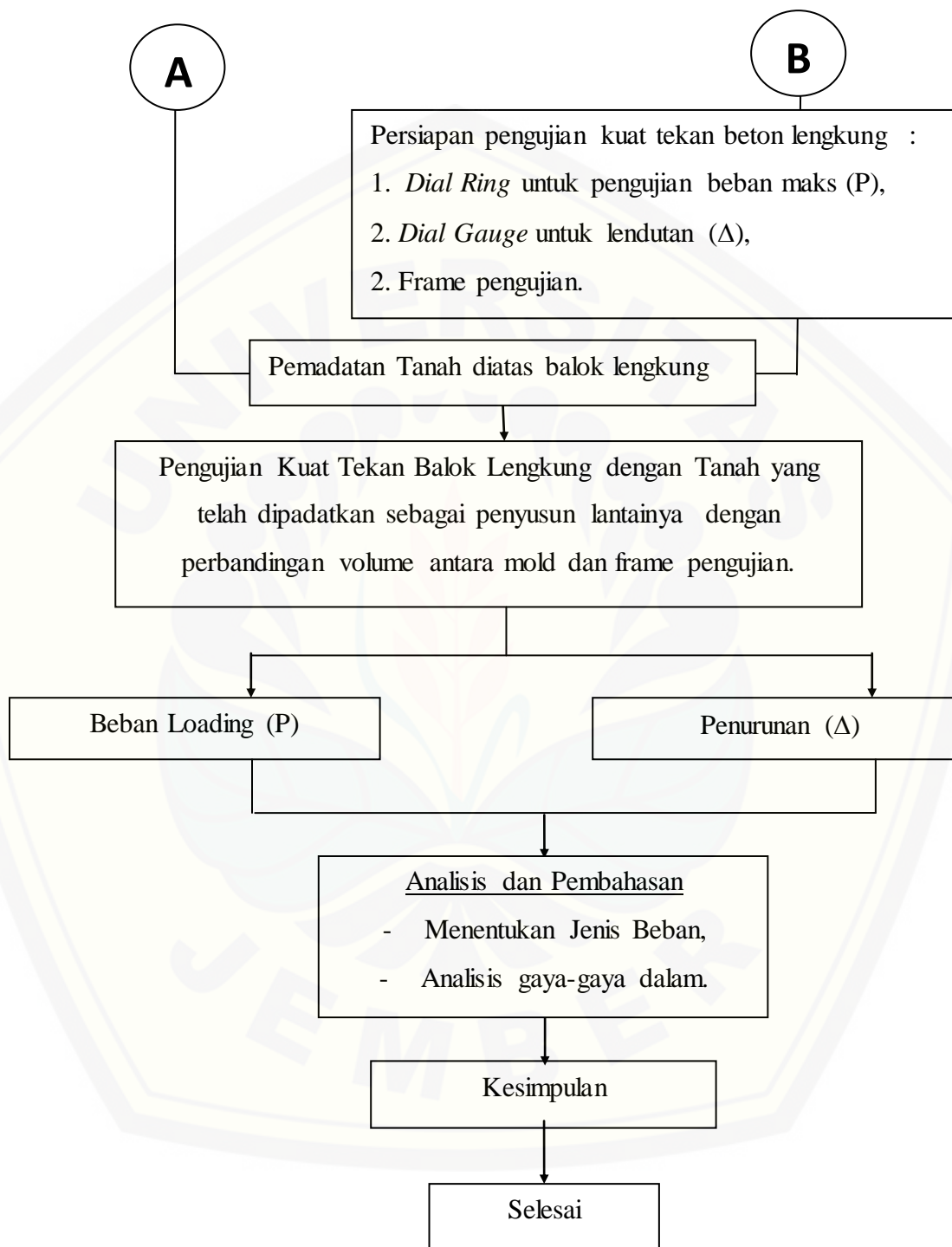
3.4.9 Tahap Analisis Gaya Dalam

Setelah didapatkan hasil pengujian berupa Beban Maksimum (P_{\max}), selanjutnya melakukan analisis gaya dalam momen, lintang, dan normal dengan metode perhitungan pelengkung gerber. Hasil akhir analisis gaya dalam akan ditampilkan dalam bentuk diagram gaya dalam akibat beban tanah dan akibat beban *external*/ luar agar mengetahui hubungan antara tegangan (σ) dan kadar air tanah (w) yang terjadi pada struktur balok lengkung.

- $M_x = R_A \cdot x - P15(x - 14,5) - R_c \cdot x - \dots\dots$

- $Dx = Ra - P1 - P2 - P3 - P4 - P5 - P6 - P7 - P8 - P9 - P10 - P11 - P12$
 $- P13 - P14 - R_c - \dots\dots$





Gambar 3.6 Diagram Alir Penelitian

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisa didapatkan kesimpulan bahwa perbedaan pembebanan tanah berpengaruh terhadap beban luar yang diterima oleh struktur utama dibawahnya dengan berat tanah basah (γ_b) = $1,9187 \text{ gr/cm}^3$ yang menghasilkan beban maksimum sebesar $5209,3\text{kg}$. Gaya momen yang terjadi adalah $92465,08\text{kgcm}$, gaya geser $2604,65\text{kg}$ dan tegangan yang terjadi sebesar $5050,437\text{kg/cm}^2$.

5.2 Saran

1. Alat uji tekan perlu dilakukan modifikasi luasan penampang.
2. Pengembangan untuk mengetahui fungsi secara structural perlu dilakukan uji terhadap lendutan.
3. Model pelengkung dapat dikembangkan lebih lanjut terkait letak sendi gerber.

DAFTAR PUSTAKA

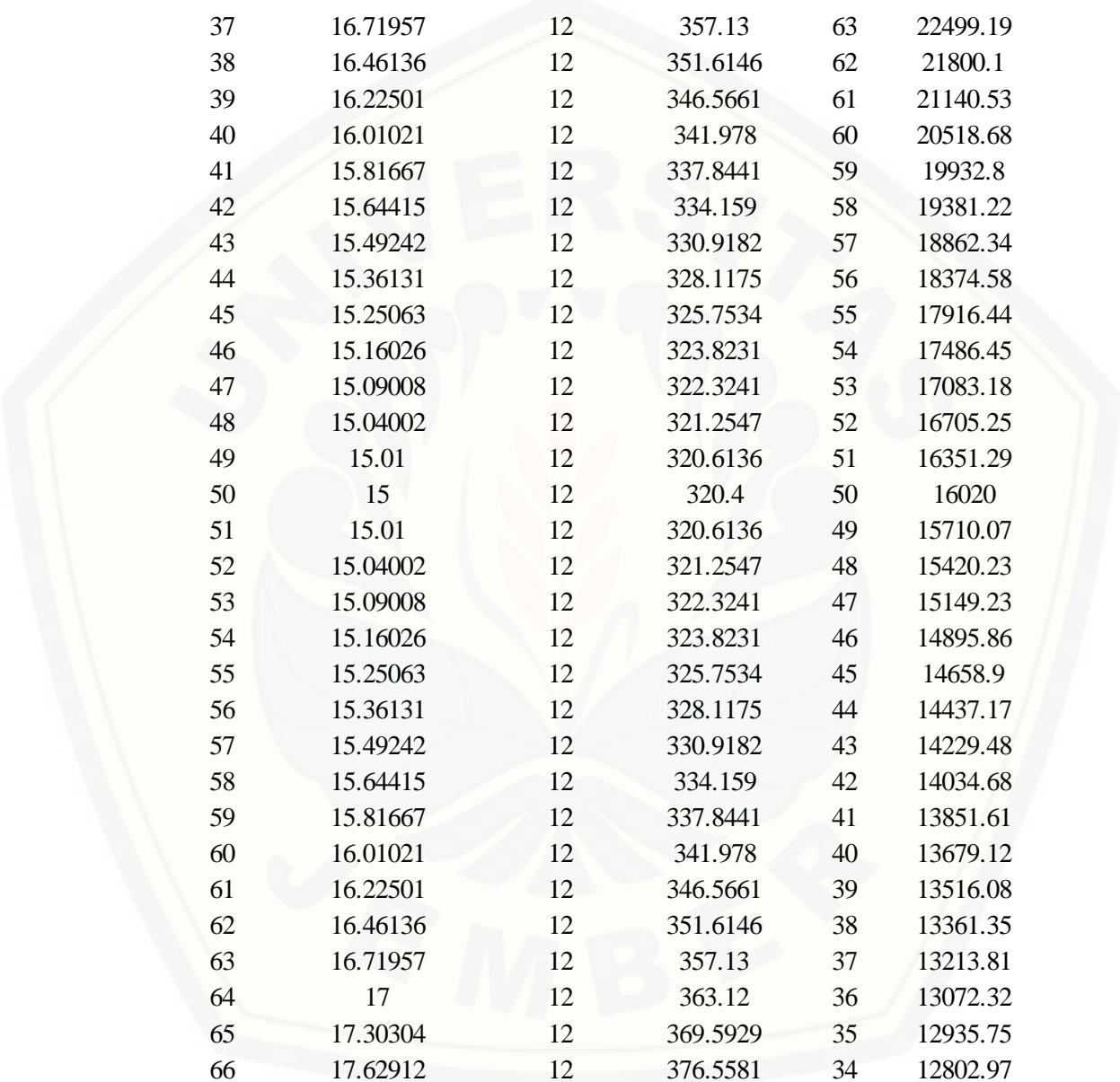
- Anonim. 2009. *Civil in Action. Jurnal tentang Jembatan Pelengkung*, <http://mydipblog.blogspot.co.id/2009/04/jembatan-pelengkung.html>, 9 Maret 2016.
- Anonim. 2009. *Pemadatan Tanah Menggunakan Tanah Pasir Berlempung Terhadap Stabilitas Lereng*. Jurnal Rekayasa Sipil / Volume 3, No.3- ISSN 1978 – 5658.
- Dewobroto, Wiryanto. 2009. *Analisis Struktur Menggunakan Metode Gerber. Jurnal tentang Analisis Struktur*, <https://wiryanto.wordpress.com/2009/02/20/kuliah-mektek-nya-wiryanto/>, 3 Maret 2016.
- Indrawahyudi, Herlien dan As'ad. 2009. *Pengaruh Variasi Kepadatan Pada Permodelan Fisik*.
- Laurence D. 2010. *Mekanika Tanah untuk tanah endapan dan residu*. Yogyakarta: ANDI.
- Martini. 2009. *Pengaruh Tingkat Kepadatan Tanah Terhadap Daya Dukung Tanah*. Jurnal SMARTek, Vol. 7, No. 2, Mei 2009: 69-81
- Nikodimus. 2011. *Makalah Tentang Ringkasan-Gaya-Geser*. Politeknik Negeri Malang.
- SNI 03-2834-2000. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*.
- SNI 03-1742-2008. *Cara Kepadatan Ringan Untuk Tanah*.
- Sulistyo, Djoko. 2005. *Jurnal Portal 3 Sendi dan Pelengkung 3 Sendi*. 10 Maret 2016. Tidak diterbitkan.

LAMPIRAN

A. Perhitungan Reaksi

A.1 Beban Tanah dengan Kadar Air Tanah (w) 19,60% dan Berat Tanah Basah (γ_b) 1,1780 gr/cm³

X	H Tanah (cm)	Lebar (cm)	q (gr/cm)	L (cm)	Rv (gr)
0	65	12	1388.4	100	138840
1	55.05013	12	1175.871	99	116411.2
2	51	12	1089.36	98	106757.3
3	47.94128	12	1024.026	97	99330.49
4	45.40408	12	969.8312	96	93103.79
5	43.20551	12	922.8696	95	87672.61
6	41.25132	12	881.1281	94	82826.04
7	39.4853	12	843.406	93	78436.76
8	37.87068	12	808.9177	92	74420.43
9	36.38182	12	777.1158	91	70717.53
10	35	12	747.6	90	67284
11	33.71102	12	720.0675	89	64086.01
12	32.50385	12	694.2822	88	61096.83
13	31.36966	12	670.0559	87	58294.86
14	30.3013	12	647.2357	86	55662.27
15	29.29286	12	625.6954	85	53184.11
16	28.33939	12	605.3295	84	50847.68
17	27.43672	12	586.0483	83	48642.01
18	26.58125	12	567.7756	82	46557.6
19	25.76991	12	550.4453	81	44586.07
20	25	12	534	80	42720
21	24.26918	12	518.3896	79	40952.78
22	23.57537	12	503.5699	78	39278.45
23	22.91675	12	489.5018	77	37691.64
24	22.29169	12	476.1504	76	36187.43
25	21.69873	12	463.4849	75	34761.37
26	21.13658	12	451.4773	74	33409.32
27	20.60405	12	440.1026	73	32127.49
28	20.10011	12	429.3384	72	30912.36
29	19.62379	12	419.1643	71	29760.66
30	19.17424	12	409.5618	70	28669.33
31	18.75068	12	400.5144	69	27635.5
32	18.35238	12	392.0069	68	26656.47

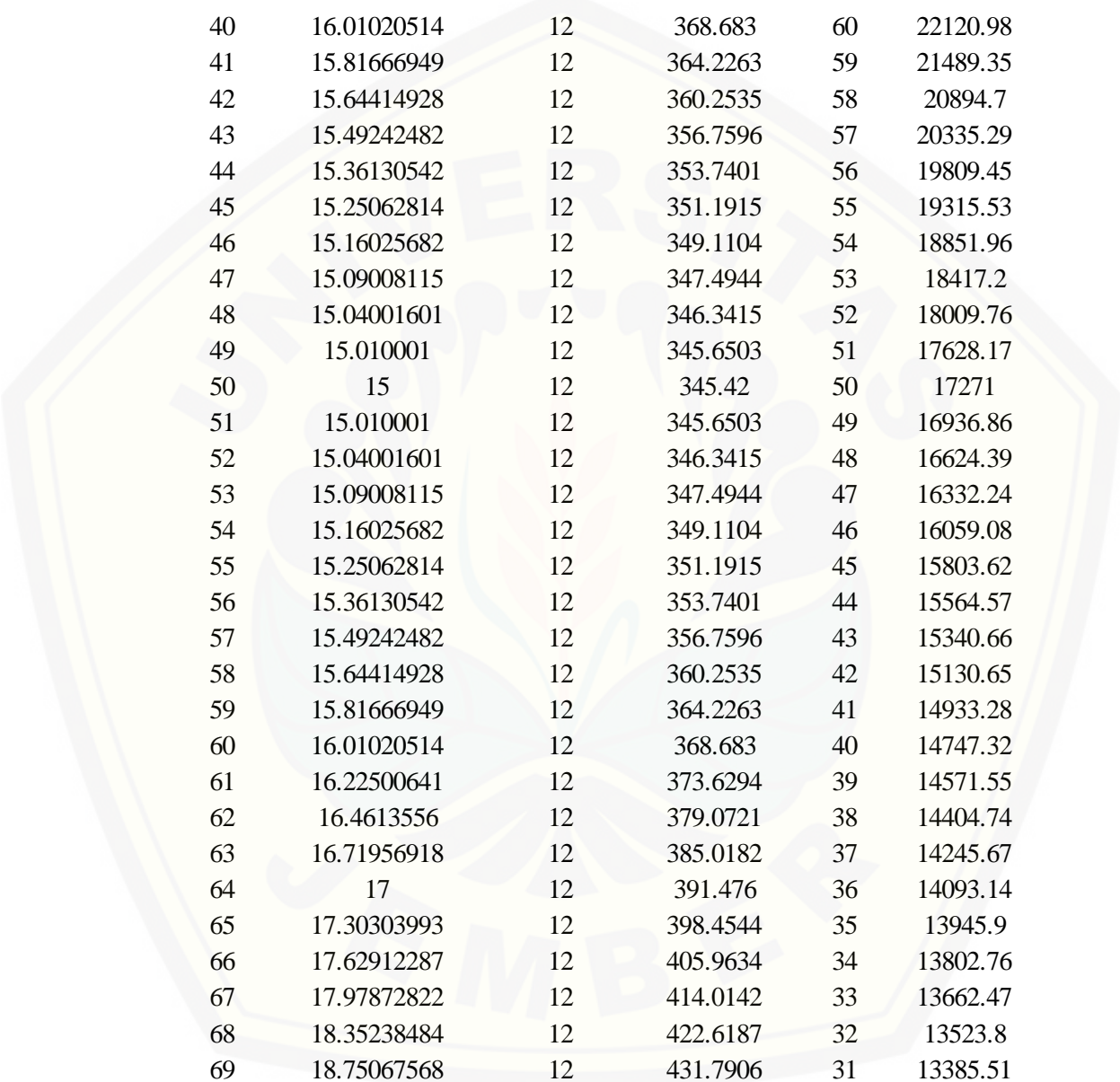


33	17.97873	12	384.0256	67	25729.72
34	17.62912	12	376.5581	66	24852.83
35	17.30304	12	369.5929	65	24023.54
36	17	12	363.12	64	23239.68
37	16.71957	12	357.13	63	22499.19
38	16.46136	12	351.6146	62	21800.1
39	16.22501	12	346.5661	61	21140.53
40	16.01021	12	341.978	60	20518.68
41	15.81667	12	337.8441	59	19932.8
42	15.64415	12	334.159	58	19381.22
43	15.49242	12	330.9182	57	18862.34
44	15.36131	12	328.1175	56	18374.58
45	15.25063	12	325.7534	55	17916.44
46	15.16026	12	323.8231	54	17486.45
47	15.09008	12	322.3241	53	17083.18
48	15.04002	12	321.2547	52	16705.25
49	15.01	12	320.6136	51	16351.29
50	15	12	320.4	50	16020
51	15.01	12	320.6136	49	15710.07
52	15.04002	12	321.2547	48	15420.23
53	15.09008	12	322.3241	47	15149.23
54	15.16026	12	323.8231	46	14895.86
55	15.25063	12	325.7534	45	14658.9
56	15.36131	12	328.1175	44	14437.17
57	15.49242	12	330.9182	43	14229.48
58	15.64415	12	334.159	42	14034.68
59	15.81667	12	337.8441	41	13851.61
60	16.01021	12	341.978	40	13679.12
61	16.22501	12	346.5661	39	13516.08
62	16.46136	12	351.6146	38	13361.35
63	16.71957	12	357.13	37	13213.81
64	17	12	363.12	36	13072.32
65	17.30304	12	369.5929	35	12935.75
66	17.62912	12	376.5581	34	12802.97
67	17.97873	12	384.0256	33	12672.85
68	18.35238	12	392.0069	32	12544.22
69	18.75068	12	400.5144	31	12415.95
70	19.17424	12	409.5618	30	12286.85
71	19.62379	12	419.1643	29	12155.76
72	20.10011	12	429.3384	28	12021.47

73	20.60405	12	440.1026	27	11882.77
74	21.13658	12	451.4773	26	11738.41
75	21.69873	12	463.4849	25	11587.12
76	22.29169	12	476.1504	24	11427.61
77	22.91675	12	489.5018	23	11258.54
78	23.57537	12	503.5699	22	11078.54
79	24.26918	12	518.3896	21	10886.18
80	25	12	534	20	10680
81	25.76991	12	550.4453	19	10458.46
82	26.58125	12	567.7756	18	10219.96
83	27.43672	12	586.0483	17	9962.822
84	28.33939	12	605.3295	16	9685.271
85	29.29286	12	625.6954	15	9385.432
86	30.3013	12	647.2357	14	9061.3
87	31.36966	12	670.0559	13	8710.726
88	32.50385	12	694.2822	12	8331.386
89	33.71102	12	720.0675	11	7920.742
90	35	12	747.6	10	7476
91	36.38182	12	777.1158	9	6994.042
92	37.87068	12	808.9177	8	6471.342
93	39.4853	12	843.406	7	5903.842
94	41.25132	12	881.1281	6	5286.769
95	43.20551	12	922.8696	5	4614.348
96	45.40408	12	969.8312	4	3879.325
97	47.94128	12	1024.026	3	3072.077
98	51	12	1089.36	2	2178.72
99	55.05013	12	1175.871	1	1175.871
100	65	12	1388.4	0	0

A.2 Beban Tanah dengan Kadar Air (w) 23,76% dan Berat Tanah Basah (γ_b)
 $1,919 \text{ gr/cm}^3$

X	H Tanah (cm)	Lebar (cm)	q (gr/cm)	L (cm)	Rv (gr)
0	65	12	1496.82	100	149682
1	55.05012563	12	1267.694	99	125501.7
2	51	12	1174.428	98	115093.9
3	47.94127789	12	1103.992	97	107087.2
4	45.40408206	12	1045.565	96	100374.3
5	43.20550528	12	994.9364	95	94518.96
6	41.25131583	12	949.9353	94	89293.92
7	39.48529836	12	909.2675	93	84561.87
8	37.87068007	12	872.086	92	80231.91
9	36.38182396	12	837.8006	91	76239.86
10	35	12	805.98	90	72538.2
11	33.71102431	12	776.2975	89	69090.47
12	32.50384638	12	748.4986	88	65867.87
13	31.36965656	12	722.3805	87	62847.1
14	30.30129685	12	697.7783	86	60008.93
15	29.29285786	12	674.5559	85	57337.25
16	28.33939444	12	652.5996	84	54818.36
17	27.43672006	12	631.8128	83	52440.46
18	26.58125458	12	612.1131	82	50193.28
19	25.76990951	12	593.4295	81	48067.79
20	25	12	575.7	80	46056
21	24.26917629	12	558.8706	79	44150.78
22	23.57536965	12	542.8936	78	42345.7
23	22.91674917	12	527.7269	77	40634.97
24	22.29168699	12	513.333	76	39013.31
25	21.69872981	12	499.6784	75	37475.88
26	21.1365756	12	486.7331	74	36018.25
27	20.60405424	12	474.4702	73	34636.32
28	20.10011136	12	462.8654	72	33326.31
29	19.62379478	12	451.8967	71	32084.67
30	19.17424305	12	441.5445	70	30908.11
31	18.75067568	12	431.7906	69	29793.55
32	18.35238484	12	422.6187	68	28738.07
33	17.97872822	12	414.0142	67	27738.95
34	17.62912287	12	405.9634	66	26793.59
35	17.30303993	12	398.4544	65	25899.54

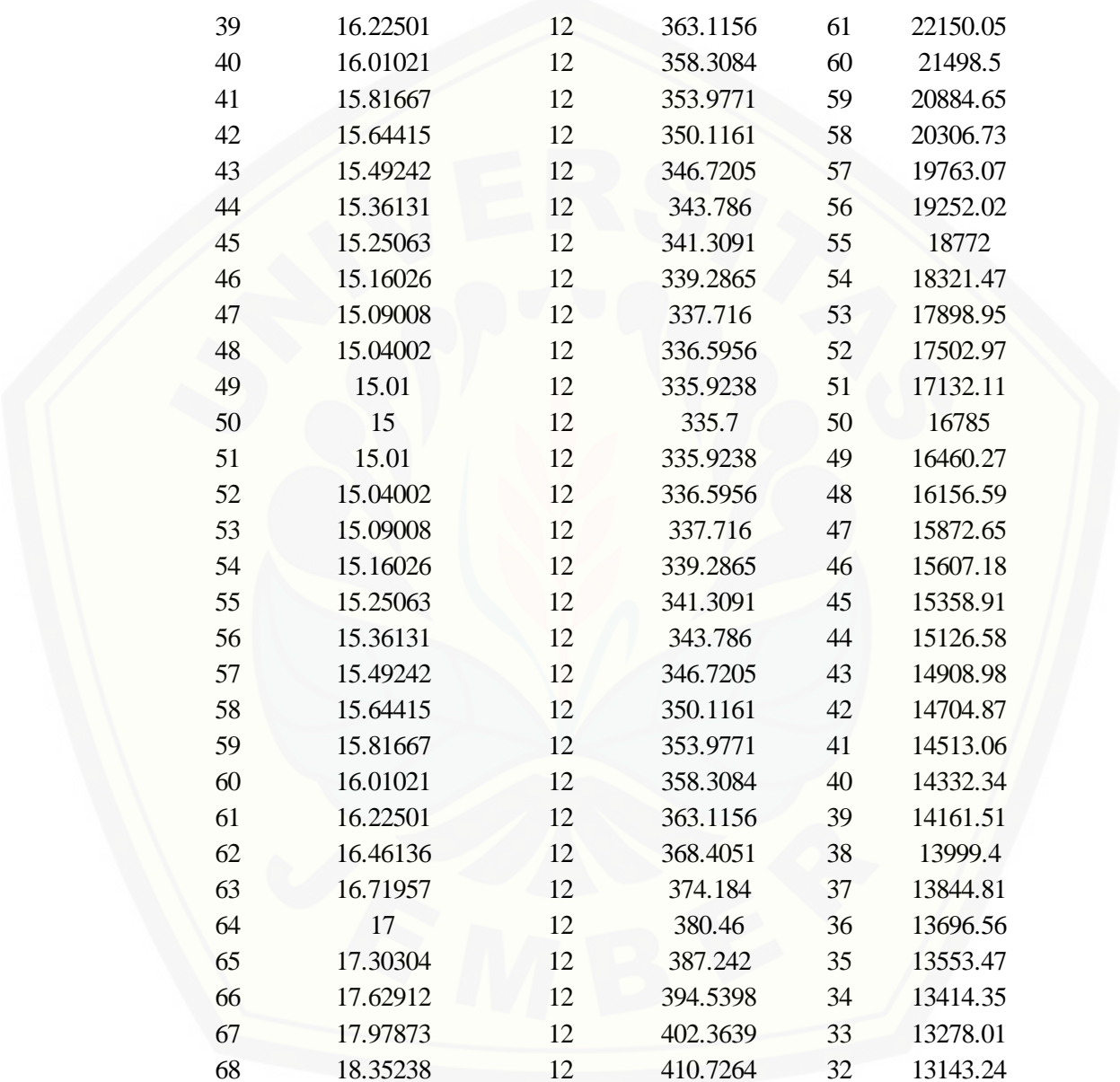


36	17	12	391.476	64	25054.46
37	16.71956918	12	385.0182	63	24256.15
38	16.4613556	12	379.0721	62	23502.47
39	16.22500641	12	373.6294	61	22791.4
40	16.01020514	12	368.683	60	22120.98
41	15.81666949	12	364.2263	59	21489.35
42	15.64414928	12	360.2535	58	20894.7
43	15.49242482	12	356.7596	57	20335.29
44	15.36130542	12	353.7401	56	19809.45
45	15.25062814	12	351.1915	55	19315.53
46	15.16025682	12	349.1104	54	18851.96
47	15.09008115	12	347.4944	53	18417.2
48	15.04001601	12	346.3415	52	18009.76
49	15.010001	12	345.6503	51	17628.17
50	15	12	345.42	50	17271
51	15.010001	12	345.6503	49	16936.86
52	15.04001601	12	346.3415	48	16624.39
53	15.09008115	12	347.4944	47	16332.24
54	15.16025682	12	349.1104	46	16059.08
55	15.25062814	12	351.1915	45	15803.62
56	15.36130542	12	353.7401	44	15564.57
57	15.49242482	12	356.7596	43	15340.66
58	15.64414928	12	360.2535	42	15130.65
59	15.81666949	12	364.2263	41	14933.28
60	16.01020514	12	368.683	40	14747.32
61	16.22500641	12	373.6294	39	14571.55
62	16.4613556	12	379.0721	38	14404.74
63	16.71956918	12	385.0182	37	14245.67
64	17	12	391.476	36	14093.14
65	17.30303993	12	398.4544	35	13945.9
66	17.62912287	12	405.9634	34	13802.76
67	17.97872822	12	414.0142	33	13662.47
68	18.35238484	12	422.6187	32	13523.8
69	18.75067568	12	431.7906	31	13385.51
70	19.17424305	12	441.5445	30	13246.33
71	19.62379478	12	451.8967	29	13105.01
72	20.10011136	12	462.8654	28	12960.23
73	20.60405424	12	474.4702	27	12810.69
74	21.1365756	12	486.7331	26	12655.06
75	21.69872981	12	499.6784	25	12491.96

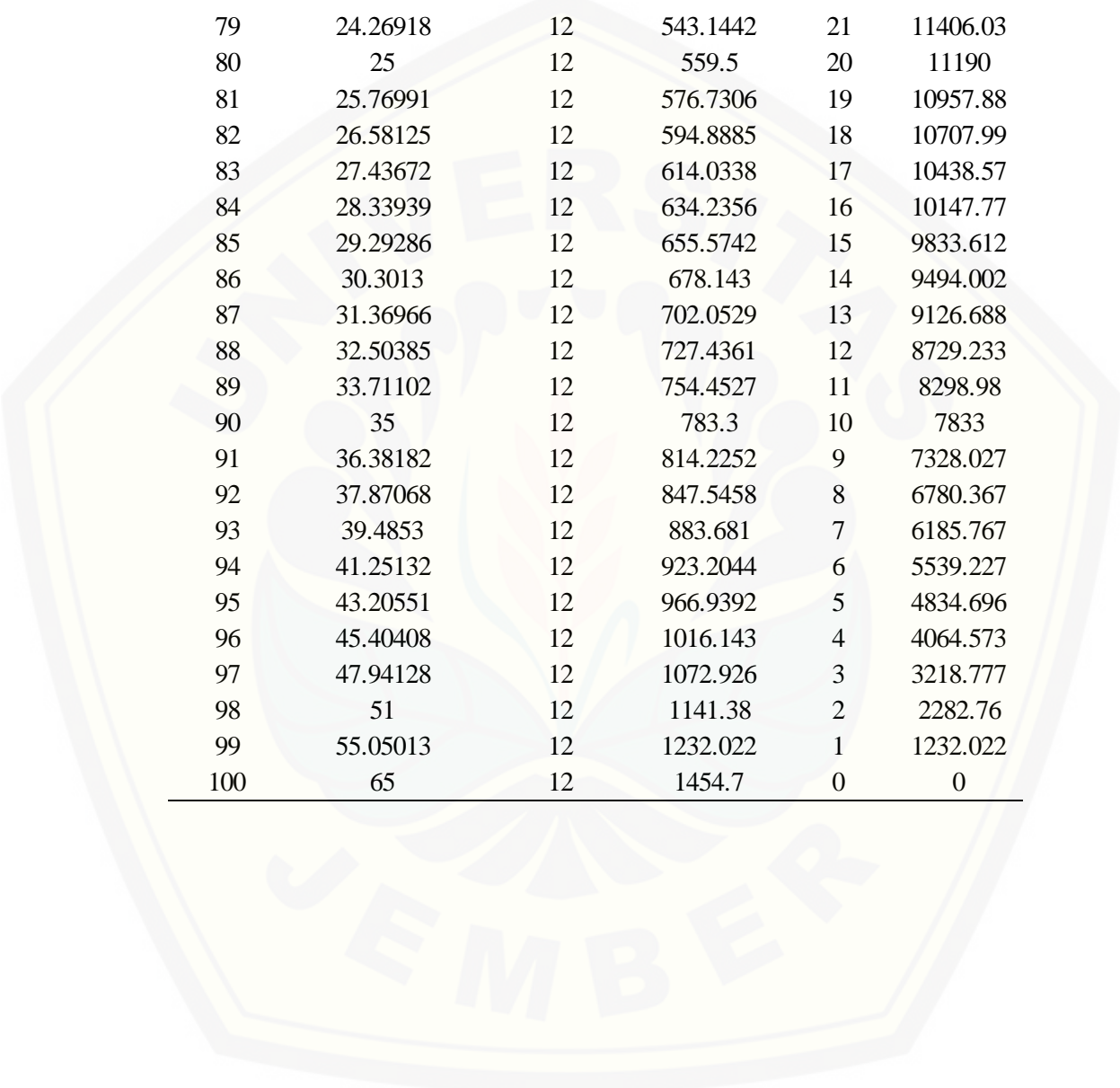
76	22.29168699	12	513.333	24	12319.99
77	22.91674917	12	527.7269	23	12137.72
78	23.57536965	12	542.8936	22	11943.66
79	24.26917629	12	558.8706	21	11736.28
80	25	12	575.7	20	11514
81	25.76990951	12	593.4295	19	11275.16
82	26.58125458	12	612.1131	18	11018.04
83	27.43672006	12	631.8128	17	10740.82
84	28.33939444	12	652.5996	16	10441.59
85	29.29285786	12	674.5559	15	10118.34
86	30.30129685	12	697.7783	14	9768.896
87	31.36965656	12	722.3805	13	9390.946
88	32.50384638	12	748.4986	12	8981.983
89	33.71102431	12	776.2975	11	8539.272
90	35	12	805.98	10	8059.8
91	36.38182396	12	837.8006	9	7540.206
92	37.87068007	12	872.086	8	6976.688
93	39.48529836	12	909.2675	7	6364.872
94	41.25131583	12	949.9353	6	5699.612
95	43.20550528	12	994.9364	5	4974.682
96	45.40408206	12	1045.565	4	4182.261
97	47.94127789	12	1103.992	3	3311.975
98	51	12	1174.428	2	2348.856
99	55.05012563	12	1267.694	1	1267.694
100	65	12	1496.82	0	0

A.3 Beban Tanah dengan Kadar Air (w) 26,21% dan Berat Tanah Basah (γ_b)
1,865 gr/cm³

X	H Tanah (cm)	Lebar (cm)	q (gr/cm)	L (cm)	Rv (gr)
0	65	12	1454.7	100	145470
1	55.05013	12	1232.022	99	121970.2
2	51	12	1141.38	98	111855.2
3	47.94128	12	1072.926	97	104073.8
4	45.40408	12	1016.143	96	97549.76
5	43.20551	12	966.9392	95	91859.22
6	41.25132	12	923.2044	94	86781.22
7	39.4853	12	883.681	93	82182.33
8	37.87068	12	847.5458	92	77974.22
9	36.38182	12	814.2252	91	74094.5
10	35	12	783.3	90	70497
11	33.71102	12	754.4527	89	67146.29
12	32.50385	12	727.4361	88	64014.38
13	31.36966	12	702.0529	87	61078.6
14	30.3013	12	678.143	86	58320.3
15	29.29286	12	655.5742	85	55723.8
16	28.33939	12	634.2356	84	53275.79
17	27.43672	12	614.0338	83	50964.8
18	26.58125	12	594.8885	82	48780.86
19	25.76991	12	576.7306	81	46715.18
20	25	12	559.5	80	44760
21	24.26918	12	543.1442	79	42908.39
22	23.57537	12	527.6168	78	41154.11
23	22.91675	12	512.8768	77	39491.52
24	22.29169	12	498.888	76	37915.48
25	21.69873	12	485.6176	75	36421.32
26	21.13658	12	473.0366	74	35004.71
27	20.60405	12	461.1187	73	33661.67
28	20.10011	12	449.8405	72	32388.52
29	19.62379	12	439.1805	71	31181.82
30	19.17424	12	429.1196	70	30038.37
31	18.75068	12	419.6401	69	28955.17
32	18.35238	12	410.7264	68	27929.39
33	17.97873	12	402.3639	67	26958.38
34	17.62912	12	394.5398	66	26039.62



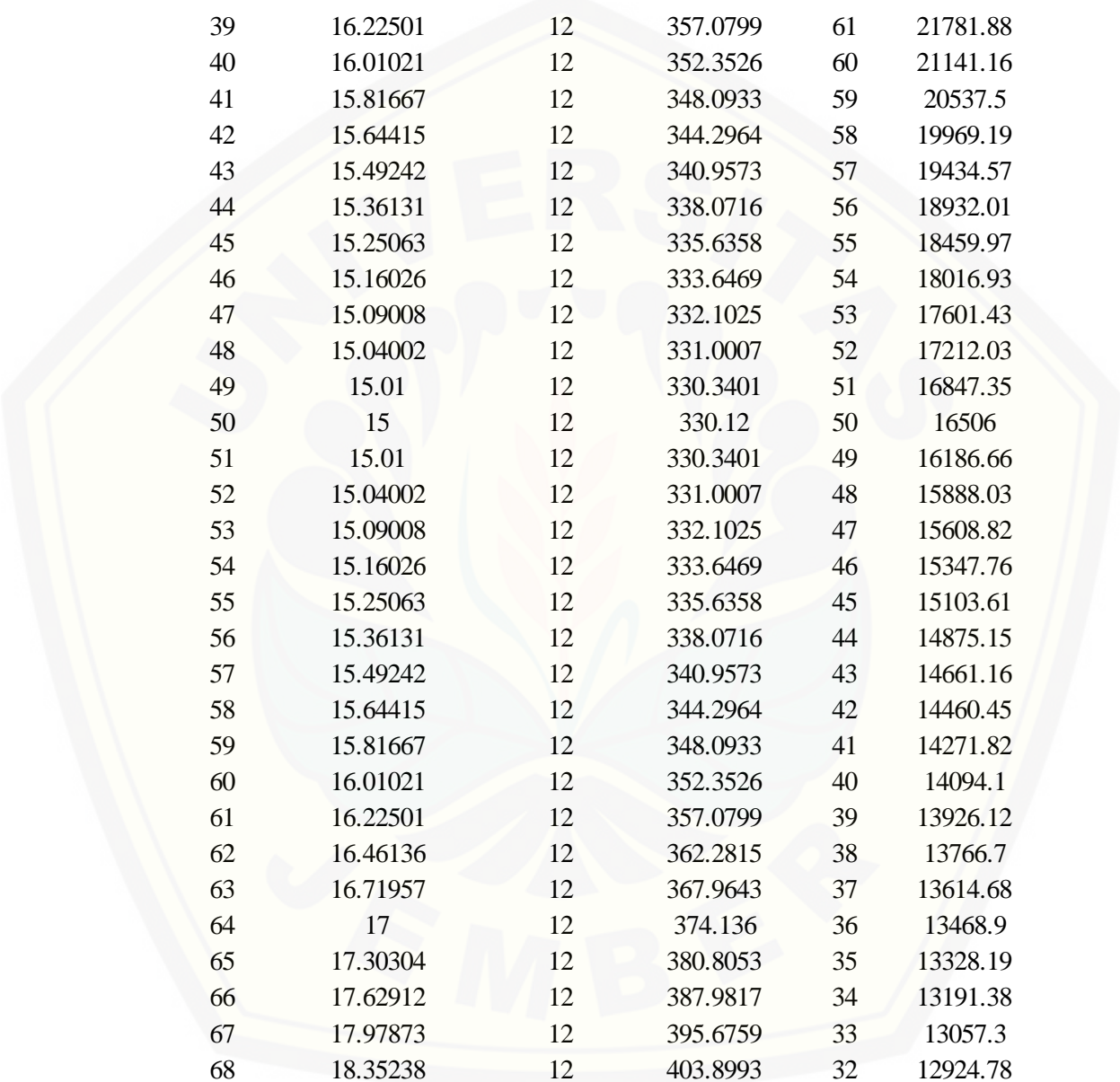
35	17.30304	12	387.242	65	25170.73
36	17	12	380.46	64	24349.44
37	16.71957	12	374.184	63	23573.59
38	16.46136	12	368.4051	62	22841.12
39	16.22501	12	363.1156	61	22150.05
40	16.01021	12	358.3084	60	21498.5
41	15.81667	12	353.9771	59	20884.65
42	15.64415	12	350.1161	58	20306.73
43	15.49242	12	346.7205	57	19763.07
44	15.36131	12	343.786	56	19252.02
45	15.25063	12	341.3091	55	18772
46	15.16026	12	339.2865	54	18321.47
47	15.09008	12	337.716	53	17898.95
48	15.04002	12	336.5956	52	17502.97
49	15.01	12	335.9238	51	17132.11
50	15	12	335.7	50	16785
51	15.01	12	335.9238	49	16460.27
52	15.04002	12	336.5956	48	16156.59
53	15.09008	12	337.716	47	15872.65
54	15.16026	12	339.2865	46	15607.18
55	15.25063	12	341.3091	45	15358.91
56	15.36131	12	343.786	44	15126.58
57	15.49242	12	346.7205	43	14908.98
58	15.64415	12	350.1161	42	14704.87
59	15.81667	12	353.9771	41	14513.06
60	16.01021	12	358.3084	40	14332.34
61	16.22501	12	363.1156	39	14161.51
62	16.46136	12	368.4051	38	13999.4
63	16.71957	12	374.184	37	13844.81
64	17	12	380.46	36	13696.56
65	17.30304	12	387.242	35	13553.47
66	17.62912	12	394.5398	34	13414.35
67	17.97873	12	402.3639	33	13278.01
68	18.35238	12	410.7264	32	13143.24
69	18.75068	12	419.6401	31	13008.84
70	19.17424	12	429.1196	30	12873.59
71	19.62379	12	439.1805	29	12736.24
72	20.10011	12	449.8405	28	12595.53
73	20.60405	12	461.1187	27	12450.21
74	21.13658	12	473.0366	26	12298.95



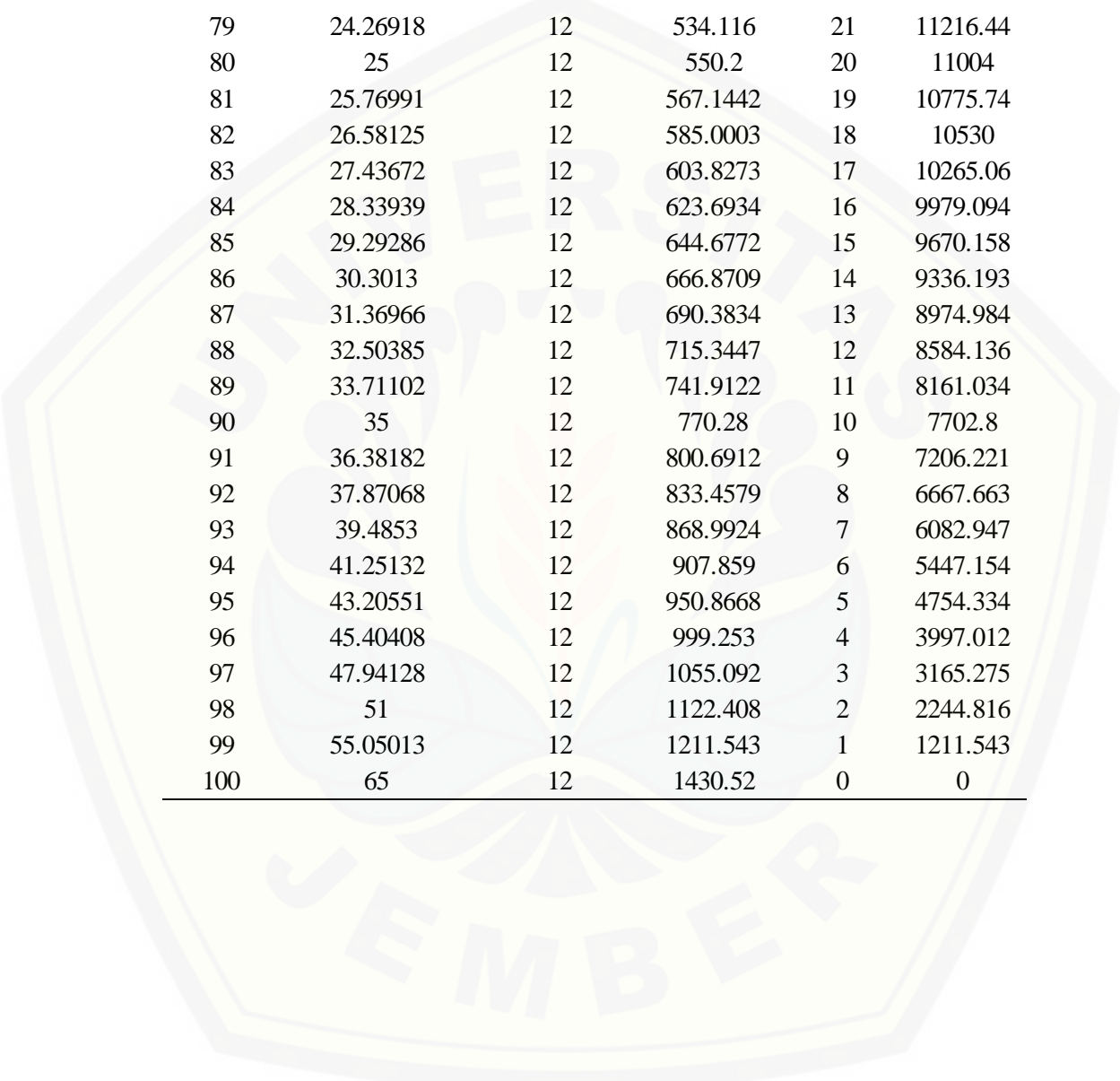
75	21.69873	12	485.6176	25	12140.44
76	22.29169	12	498.888	24	11973.31
77	22.91675	12	512.8768	23	11796.17
78	23.57537	12	527.6168	22	11607.57
79	24.26918	12	543.1442	21	11406.03
80	25	12	559.5	20	11190
81	25.76991	12	576.7306	19	10957.88
82	26.58125	12	594.8885	18	10707.99
83	27.43672	12	614.0338	17	10438.57
84	28.33939	12	634.2356	16	10147.77
85	29.29286	12	655.5742	15	9833.612
86	30.3013	12	678.143	14	9494.002
87	31.36966	12	702.0529	13	9126.688
88	32.50385	12	727.4361	12	8729.233
89	33.71102	12	754.4527	11	8298.98
90	35	12	783.3	10	7833
91	36.38182	12	814.2252	9	7328.027
92	37.87068	12	847.5458	8	6780.367
93	39.4853	12	883.681	7	6185.767
94	41.25132	12	923.2044	6	5539.227
95	43.20551	12	966.9392	5	4834.696
96	45.40408	12	1016.143	4	4064.573
97	47.94128	12	1072.926	3	3218.777
98	51	12	1141.38	2	2282.76
99	55.05013	12	1232.022	1	1232.022
100	65	12	1454.7	0	0

A.4 Beban Tanah dengan Kadar Air (w) 30,83% dan Berat Tanah Basah (γ_b)
 $1,834 \text{ gr/cm}^3$

X	H Tanah (cm)	Lebar (cm)	q (gr/cm)	L (cm)	Rv (gr)
0	65	12	1430.52	100	143052
1	55.05013	12	1211.543	99	119942.8
2	51	12	1122.408	98	109996
3	47.94128	12	1055.092	97	102343.9
4	45.40408	12	999.253	96	95928.29
5	43.20551	12	950.8668	95	90332.34
6	41.25132	12	907.859	94	85338.74
7	39.4853	12	868.9924	93	80816.3
8	37.87068	12	833.4579	92	76678.13
9	36.38182	12	800.6912	91	72862.9
10	35	12	770.28	90	69325.2
11	33.71102	12	741.9122	89	66030.19
12	32.50385	12	715.3447	88	62950.33
13	31.36966	12	690.3834	87	60063.36
14	30.3013	12	666.8709	86	57350.9
15	29.29286	12	644.6772	85	54797.56
16	28.33939	12	623.6934	84	52390.24
17	27.43672	12	603.8273	83	50117.67
18	26.58125	12	585.0003	82	47970.02
19	25.76991	12	567.1442	81	45938.68
20	25	12	550.2	80	44016
21	24.26918	12	534.116	79	42195.17
22	23.57537	12	518.8467	78	40470.05
23	22.91675	12	504.3518	77	38835.09
24	22.29169	12	490.5954	76	37285.25
25	21.69873	12	477.5456	75	35815.92
26	21.13658	12	465.1738	74	34422.86
27	20.60405	12	453.454	73	33102.14
28	20.10011	12	442.3633	72	31850.15
29	19.62379	12	431.8805	71	30663.51
30	19.17424	12	421.9867	70	29539.07
31	18.75068	12	412.6649	69	28473.88
32	18.35238	12	403.8993	68	27465.15
33	17.97873	12	395.6759	67	26510.28
34	17.62912	12	387.9817	66	25606.79



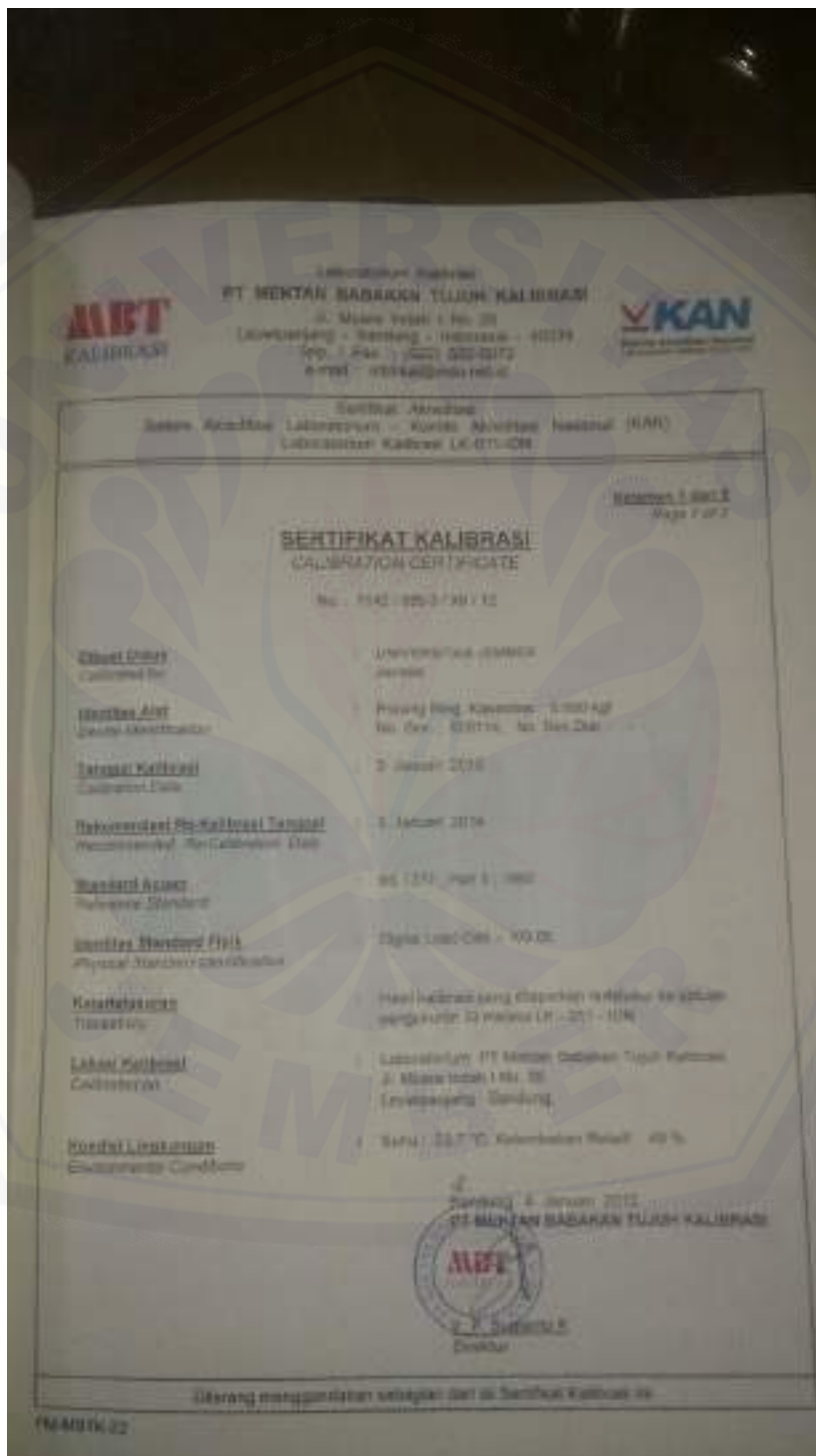
35	17.30304	12	380.8053	65	24752.34
36	17	12	374.136	64	23944.7
37	16.71957	12	367.9643	63	23181.75
38	16.46136	12	362.2815	62	22461.45
39	16.22501	12	357.0799	61	21781.88
40	16.01021	12	352.3526	60	21141.16
41	15.81667	12	348.0933	59	20537.5
42	15.64415	12	344.2964	58	19969.19
43	15.49242	12	340.9573	57	19434.57
44	15.36131	12	338.0716	56	18932.01
45	15.25063	12	335.6358	55	18459.97
46	15.16026	12	333.6469	54	18016.93
47	15.09008	12	332.1025	53	17601.43
48	15.04002	12	331.0007	52	17212.03
49	15.01	12	330.3401	51	16847.35
50	15	12	330.12	50	16506
51	15.01	12	330.3401	49	16186.66
52	15.04002	12	331.0007	48	15888.03
53	15.09008	12	332.1025	47	15608.82
54	15.16026	12	333.6469	46	15347.76
55	15.25063	12	335.6358	45	15103.61
56	15.36131	12	338.0716	44	14875.15
57	15.49242	12	340.9573	43	14661.16
58	15.64415	12	344.2964	42	14460.45
59	15.81667	12	348.0933	41	14271.82
60	16.01021	12	352.3526	40	14094.1
61	16.22501	12	357.0799	39	13926.12
62	16.46136	12	362.2815	38	13766.7
63	16.71957	12	367.9643	37	13614.68
64	17	12	374.136	36	13468.9
65	17.30304	12	380.8053	35	13328.19
66	17.62912	12	387.9817	34	13191.38
67	17.97873	12	395.6759	33	13057.3
68	18.35238	12	403.8993	32	12924.78
69	18.75068	12	412.6649	31	12792.61
70	19.17424	12	421.9867	30	12659.6
71	19.62379	12	431.8805	29	12524.53
72	20.10011	12	442.3633	28	12386.17
73	20.60405	12	453.454	27	12243.26
74	21.13658	12	465.1738	26	12094.52



75	21.69873	12	477.5456	25	11938.64
76	22.29169	12	490.5954	24	11774.29
77	22.91675	12	504.3518	23	11600.09
78	23.57537	12	518.8467	22	11414.63
79	24.26918	12	534.116	21	11216.44
80	25	12	550.2	20	11004
81	25.76991	12	567.1442	19	10775.74
82	26.58125	12	585.0003	18	10530
83	27.43672	12	603.8273	17	10265.06
84	28.33939	12	623.6934	16	9979.094
85	29.29286	12	644.6772	15	9670.158
86	30.3013	12	666.8709	14	9336.193
87	31.36966	12	690.3834	13	8974.984
88	32.50385	12	715.3447	12	8584.136
89	33.71102	12	741.9122	11	8161.034
90	35	12	770.28	10	7702.8
91	36.38182	12	800.6912	9	7206.221
92	37.87068	12	833.4579	8	6667.663
93	39.4853	12	868.9924	7	6082.947
94	41.25132	12	907.859	6	5447.154
95	43.20551	12	950.8668	5	4754.334
96	45.40408	12	999.253	4	3997.012
97	47.94128	12	1055.092	3	3165.275
98	51	12	1122.408	2	2244.816
99	55.05013	12	1211.543	1	1211.543
100	65	12	1430.52	0	0

B. Kalibrasi

B.1 Sertifikat Kalibrasi *Proving Ring*



B.2 Kalibrasi Bacaan *Proving Ring* dengan Kapasitas Beban Maksimal 10 ton

Laboratorium Hidrometri
PT MEKTAN BABAKAN TUJUH KALIBRASI
 J. Muara Jutan I No 35
 Lauwpanang - Bandung - Indonesia - 40134
 Telp. & Faks. : (022) 821-0073
 e-mail : mkt-kal@protonmail.id

KAN
 Pusat Akreditasi Nasional
 Laboratorium Hidrometri LK-011-02

Sertifikat Akreditasi
 Sistem Akreditasi Laboratorium - Komite Akreditasi Nasional (KAN)
 Laboratorium Kalibrasi LK-011-IDP


Halaman 2 dari 2

SERTIFIKAT KALIBRASI
 CALIBRATION CERTIFICATE
 No. 231786 / 14 / 12

PERUBAHAN DILATEFORMASI (x 0.01 mm)	PERUBAHAN STANDAR (mm)	KESALAHAN PENDULANGAN (%)	FAKTOR KALIBRASI (mm / mm)	DEVIASI FAKTOR KAL. (%)	UNCERTAINTY (%)
0	0.00	0.14	0.99999	0.28	± 2.00
20	1.01	0.11	0.998145	0.70	± 1.68
40	1.99	0.08	0.995304	0.80	± 1.32
60	2.99	0.05	0.992463	0.32	± 1.04
80	3.97	0.04	0.989624	0.00	± 0.80
100	4.95	0.11	0.986785	-0.36	± 0.80
120	5.91	0.11	0.983946	-0.80	± 0.80
140	6.89	0.08	0.981107	-0.80	± 0.80
160	7.86	0.05	0.978268	-0.80	± 0.80
180	8.83	0.08	0.975429	-0.80	± 0.80
200	9.81	0.05	0.972590	-0.80	± 0.80

Aspek yang diperiksa merupakan aspek kritis yang memiliki nilai tingkat kepastian 95 % dengan menggunakan coverage factor k = 2

Untuk penentuan ketidakpastian, $0.45 < k < 2.00$ dan nilai kepastian = 0.047586 (mm / mm)
 For determination of coverage factor $2.00 < k < 2.00$ and the coverage factor

Bandung, 18 Juni 2012
PT MEKTAN BABAKAN TUJUH KALIBRASI

 E. R. Satrio
 Direktur

Dilarang menggunakan sebagian dari isi Sertifikat Kalibrasi ini

FM-MBTK-02

C. Dokumentasi Penelitian



Proses Fabrikasi Bekisting Benda Uji Balok Lengkung



Proses Pembuatan Benda Uji



Proses Pemasatan Tanah



Proses *Install* Alat Pengujian Kuat Tekan



Proses *Install* Benda Uji Balok Lengkung



Proses Pengujian Benda Uji Balok Lengkung



Proses Pengujian Mutu Beton K175

JEMBER