

SKRIPSI

**Pengaruh Perubahan Kadar Air Terhadap Nilai CBR Tanah
Lempung Desa Gajah Mati Kecamatan Sungai Keruh
Kabupaten Musi Banyuasin**



ILHAM

NPM 2020250069

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS INDO GLOBAL MANDIRI
2024**

SKRIPSI

Pengaruh Perubahan Kadar Air Terhadap Nilai CBR Tanah Lempung Desa Gajah Mati Kecamatan Sungai Keruh Kabupaten Musi Banyuasin

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik (ST)
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indo Global Mandiri**



ILHAM

NPM 2020250069

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS INDO GLOBAL MANDIRI
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH PERUBAHAN KADAR AIR TERHADAP NILAI CBR TANAH LEMPUNG DESA GAJAH MATI KECAMATAN SUNGAI KERUH KABUPATEN MUSI BANYUASIN

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik (ST)
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indo Global Mandiri

Oleh :

Ilham

2020250069

**Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik**



**Dr. Sumi Amariena Hamim,
S.T., M.T,IPM., ASEAN Eng.
NIDN : 0229117101**

**Palembang, 30 Juli 2024
Ketua Program Studi Teknik Sipil**



**Sartika Nisumanti, S.T., M.T.
NIDN : 0208057101**

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH PERUBAHAN KADAR AIR TERHADAP NILAI CBR TANAH LEMPUNG DESA GAJAH MATI KECAMATAN SUNGAI KERUH KABUPATEN MUSI BANYUASIN

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik (ST)
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indo Global Mandiri**

Oleh :

Ilham

2020250069

Mengetahui :

Dosen Pembimbing I

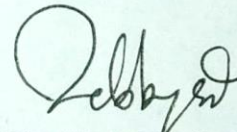
Palembang, 30 Juli 2024

Dosen Pembimbing II



Dr.Eng. Utari Sriwijaya Minaka, S.T., M.Eng.

NIDN : 0230078903

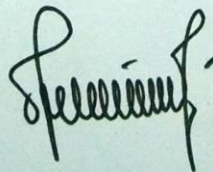


Debby Sinta Devi, S.T., M.T.

NIDN : 0213019801

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Sartika Nisumanti, ST., MT.

NIDN : 0208057101

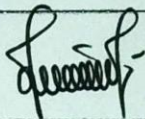
HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah yang berupa laporan skripsi yang berjudul "Pengaruh Perubahan Kadar Terhadap Nilai CBR Tanah Lempung Desa Gajah Mati Kecamatan Sungai Keruh Kabupaten Musi Banyuasin". Telah dipertahankan dihadapan tim penguji skripsi Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indo Global Mandiri (UIGM)

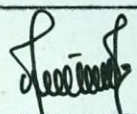

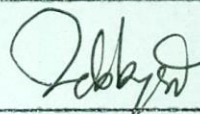
Palembang, 19 Juli 2024

Tim Penguji Skripsi:

Ketua:

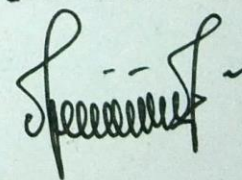
Sartika Nisumanti, S.T., M.T NIDN : 0208057101		Tanggal : 19 Juli 2024
---	---	---------------------------

Anggota

I	Sartika Nisumanti, S.T., M.T NIDN: 0208057101		Tanggal : 19 Juli 2024
II	Ir. Denie Chaadra, S.T., M.T., IPM. NIDN : 0201068002		Tanggal : 19 Juli 2024
III	Debby Sinta Devi, S.T., M.T NIDN : 0213019801		Tanggal : 19 Juli 2024

Palembang, 19 Juli 2024

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Sartika Nisumanti, S.T., M.T

NIDN 0208057101



RIWAYAT HIDUP PENULIS

Nama : Ilham
Tempat, Tanggal Lahir : Gajah Mati 05 – 07 - 2002
Nama Orang Tua : Rahuza dan Nurjanah
Alamat : Perumnas Talang Kelapa Blok 7
Rt 31 No Rumah 763 kota Palembang

Riwayat Pendidikan

Ilham, dilahirkan di Gajah mati pada tanggal 05 Juli 2002, anak pertama dari pasangan dari Bapak Rahuza dan Ibu Nurjanah. Peneliti menyelesaikan pendidikan peneliti menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SDN 1 Gajah mati pada tahun 2014. Setelah menempuh sekolah dasar peneliti melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 6 Unggul Sekayu pada tahun 2017. Peneliti melanjutkan dan menyelesaikan pendidikan di SMKN 3 Sekayu pada tahun 2020. Setelah lulus SMA peneliti melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi pada tahun 2020 tepatnya di Universitas Indo Global Mandiri Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil. Peneliti menyelesaikan kuliah Strata satu (S1) pada tahun 2024



SURAT PERNYATAAN INTEGRITAS
FM-PM-10.3/13-02/R0

Dengan ini saya menyatakan dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya / pendapat yang pernah ditulis orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Acuan / Daftar Pustaka.

Apabila ditemukan suatu jiplakan / plagiat, maka saya bersedia menerima akibat berupa sanksi akademis dan sanksi lain yang diberikan oleh pihak yang berwenang sesuai ketentuan, peraturan dan perundang-undangan yang berlaku.

Palembang, 30 Juli 2024



Ilham

NPM 2020250069

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ilham

NPM : 2020250069

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Dosen Pembimbing dan Universitas Indo Global Mandiri (UIGM) Hak Bebas Royalti Non-eksklusif atau karya ilmiah saya yang berjudul:

“PENGARUH PERUBAHAN KADAR AIR TERHADAP NILAI CBR TANAH LEMPUNG DESA GAJAH MATI KECAMATAN SUNGAI KERUH KABUPATEN MUSI BANYUASIN”.

Beserta prangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini UIGM berhak menyimpan, mengalir media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya untuk kepentingan akademis tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Palembang

Tanggal : 30 Juli 2024

Yang Menyatakan



Ilham

NPM 2020250069

ABSTRAK

Pengaruh Perubahan Kadar Air Terhadap Nilai CBR Tanah Lempung Desa Gajah Mati Kecamatan Sungai Keruh Kabupaten Musi Banyuasin

Tanah lempung mencakup lebih dari 10% luas daratan Indonesia, ketersediaan lahan yang terbatas memaksa pembangunan di atas tanah lempung yang memiliki beberapa masalah geoteknik dan rentan terhadap variasi kadar air. Variasi kadar air tersebut mengakibatkan adanya parameter tanah dan tegangan tanah yang memberikan pengaruh pada struktur pondasi dan lainnya yang berinteraksi langsung dengan tanah. Penelitian ini berfokus pada Desa Gajah Mati, Kecamatan Sungai Keruh, Kabupaten Musi Banyuasin, Sumatera Selatan, yang sebagian besar terdiri dari tanah lempung dan organosol. Jalan di desa ini sering mengalami kerusakan akibat penurunan tanah yang dipicu oleh perubahan variasi kadar air. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi daya dukung tanah di lokasi tersebut melalui pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) dengan variasi kadar air berbeda, yaitu $W_{opt} +10\%$, $+15\%$, 0% , -10% , dan -15% . Hasil penelitian ini didapatkan nilai CBR tertinggi pada variasi -15% tanpa rendaman (*unsoaked*) sebesar 3,310% dan variasi -15% rendaman (*soaked*) sebesar 3,185% terhadap tanah asli.

Kata Kunci: Tanah Lempung, Nilai CBR, Kadar Air, Rendaman

ABSTRACT

“The Effect of Moisture Content Variation on CBR Values of Clay Soil in Gajah Mati Village, Sungai Keruh District, Musi Banyuasin Regency”

Clay soil covers more than 10% of Indonesia's land area. The limited availability of land forces construction on clay soil, which has several geotechnical issues and is susceptible to variations in moisture content. These moisture variations lead to changes in soil parameters and stresses that affect foundation structures and other elements interacting directly with the soil. This study focuses on Gajah Mati Village, Sungai Keruh District, Musi Banyuasin Regency, South Sumatra, which is predominantly composed of clay and organosol soils. Roads in this village frequently suffer damage due to ground subsidence caused by changes in moisture content. This research aims to evaluate the soil bearing capacity at this location through California Bearing Ratio (CBR) testing with different moisture variations, namely $W_{opt} +10%$, $+15%$, $0%$, $-10%$, and $-15%$. The study found the highest CBR value of 3.310% for the $-15%$ moisture variation without soaking and 3.185% for the $-15%$ moisture variation with soaking compared to the original soil.

Keywords: *Clay Soil, CBR, Moisture Content, Soaked*

KATA PENGANTAR

Assalammualaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan baik. Penulisan laporan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana teknik (ST) pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil di Universitas Indo Global Mandiri. judul dari laporan tugas akhir ini yaitu “**Pengaruh Perubahan Kadar Air Terhadap Nilai CBR Tanah Lempung Desa Gajah Mati Kecamatan Sungai Keruh**”.

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini penulis banyak mendapatkan masukan, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini sesuai dengan waktu yang sudah ditetapkan, untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada yang terhormat:

- 1) Bapak Dr. H. Marzuki Alie, SE.,MM. selaku Rektor Universitas Indo Global Mandiri Palembang.
- 2) Ibu Dr. Sumi Amariena Hamim, S.T.,M.T.,IPM.,ASEAN Eng. selaku Wakil Rektor I Universitas Indo Global Mandiri Palembang.
- 3) Bapak Dr. H. Juhaini, M.M . selaku Wakil Rektor II Universitas Indo Global Mandiri Palembang.
- 4) Bapak Prof. Erry Yulian T. Adesta, PhD. selaku Wakil Rektor III Universitas Indo Global Mandiri Palembang.
- 5) Bapak Anta Sastika, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Indo Global Mandiri Palembang.
- 6) Ibu Sartika Nisumanti, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Indo Global Mandiri Palembang.
- 7) Dr. Eng. Utari Sriwijaya Minaka, S.T., M.Eng selaku dosen pembimbing I yang telah membantu saya untuk memberikan masukan, motivasi dan saran yang baik selama proses pembuatan laporan tugas akhir ini.
- 8) Debby Sinta Devi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah membantu saya untuk memberikan masukan, motivasi dan saran yang baik selama proses pembuatan laporan tugas akhir ini.

- 9) Orang tua tercinta, sebagai motivator yang selalu memberikan saya dukungan, doa, semangat, serta kasih sayangnya yang sangat tulus dan memenuhi kebutuhan saya baik materi dan moral.
- 10) Teman – teman saya, yang selalu memberikan semangat dan membantu saya.
- 11) Sahabat saya, yang selalu membantu dan memberi semangat, serta perhatian selama penulisan Skripsi.
- 12) Seluruh pihak yang terlibat dalam membantu penulis Skripsi yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Demikian penulis menyadari Skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahan dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan saran dan kritik dari semua pihak yang sifatnya membangun dan membimbing demi penyempurnaan Skripsi di masa yang akan datang.

Semoga Allah SWT. memberikan segala rahmat dan karunia-Nya yang berlimpah kepada kita semua. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat untuk kita semua.
Wassalammualaikum, Wr. Wb.

Palembang, 19 Juli 2024



Ilham
NPM. 2020250069

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERSETUJUAN	
RIWAYAT HIDUP	
SURAT PERNYATAAN INTEGRITAS	
PERSETUJUAN PUBLIKASI	
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tanah	4
2.2 Jenis Jenis Tanah	4
2.3 Klasifikasi Tanah	5
2.3.1 Sistem <i>AASHTO</i>	6
2.3.2 Sistem <i>USCS</i>	8
2.4 Tanah Lempung	10
2.5 Komposisi Tanah	10
2.6 Sifat Fisik Tanah	11
2.6.1 Berat Jenis Tanah (<i>Specific Gravity</i>).....	12
2.6.2 Kadar Air	12
2.6.3 Berat Volume (<i>Unit Weight</i>)	14
2.6.4 Batas – Batas <i>Atterbeg</i> (Batas Konsistensi Tanah)	15
2.6.5 Analisa Saringan.....	17

2.6.6	Pemadatan Tanah	18
2.7	Sifat Mekanis Tanah	19
2.8	CBR (<i>California Bearing Ratio</i>)	19
2.9	Penelitian Terdahulu	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		23
3.1	Lokasi Pengambilan Sampel Tanah.....	23
3.2	Pengumpulan Data.....	23
3.3	Persiapan Alat dan Bahan.....	23
3.3.1	Persiapan Bahan	24
3.3.2	Persiapan Alat.....	24
3.4	Tahapan Pelaksanaan Pengujian.....	29
3.4.1	Tahap Pengujian Awal	29
3.4.2	Pengujian Pemadatan	33
3.5	Pembuatan Benda Uji	35
3.6	Pengujian CBR (<i>California Bearing Ratio</i>)	35
3.7	Bagan Alir Penelitian.....	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		38
4.1	Hasil Pengujian Indeks Properties Tanah.....	38
4.1.1	Pengujian Kadar Air Tanah Asli	38
4.1.2	Pengujian Berat Jenis Tanah (<i>Specific Gravity/Gs</i>)	38
4.1.3	Pengujian <i>Atterberg</i>	39
4.1.4	Analisa Saringan.....	41
4.2	Hasil klasifikasi Tanah.....	43
4.2.1	Berdasarkan Sistem <i>USCS</i>	43
4.2.2	Berdasarkan Sistem <i>AASHTO</i>	43
4.3	Hasil Pengujian Pemadatan	43
4.4	Pengujian CBR (<i>California Bearing Ratio</i>)	45
4.4.1	CBR (<i>California Bearing Ratio</i>) Dengan W_{opt}	46
4.4.2	CBR (<i>California Bearing Ratio</i>) Rendaman Dengan W_{opt}	48
4.5	CBR (<i>California Bearing Ratio</i>) Dengan $W_{opt} + 10\%$	50
4.5.1	Data Pengujian CBR (<i>California Bearing Ratio</i>) Dengan $W_{opt} + 10\%$	50
4.5.2	Data Pengujian CBR Rendaman Dengan $W_{opt} + 10\%$	52
4.6	CBR (<i>California Bearing Ratio</i>) Dengan $W_{opt} + 15\%$	54

4.6.1	Data Pengujian CBR (<i>California Bearing Ratio</i>) Dengan W opt + 15%.....	54
4.6.2	Data Pengujian CBR Rendaman Dengan W opt + 15%.....	56
4.7	CBR (<i>California Bearing Ratio</i>) Dengan W opt – 10%.....	58
4.7.1	Data Pengujian CBR (<i>California Bearing Ratio</i>) Dengan W opt - 10%.....	58
4.7.2	Data Pengujian CBR Rendaman Dengan W opt - 10%.....	60
4.8	CBR (<i>California Bearing Ratio</i>) Dengan W opt – 15%.....	62
4.8.1	Data Pengujian CBR (<i>California Bearing Ratio</i>) Dengan W opt - 15%.....	62
4.8.2	Data Pengujian CBR Rendaman Dengan W opt - 15%.....	64
4.9	Rekapitulasi Nilai CBR Tanpa Rendaman	66
4.10	Rekapitulasi Nilai CBR Rendaman	67
BAB V PENUTUP		67
5.1	Kesimpulan.....	68
5.2	Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA		69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Elemen Tanah Dalam Keadaan Asli	11
Gambar 2. 2 Tiga Fase Elemen Tanah.....	11
Gambar 2. 3 Hubungan Kadar Air dan Batas Batas Atterberg.....	15
Gambar 3. 1 Lokasi Pengambilan Sampel	23
Gambar 3. 2 Bor Tangan.....	24
Gambar 3. 3 Piknometer.....	25
Gambar 3. 4 Cawan	25
Gambar 3. 5 Saringan	26
Gambar 3. 6 Kompor Listrik	26
Gambar 3. 7 Alat <i>Casagrande</i>	26
Gambar 3. 8 Timbangan Digital	27
Gambar 3. 9 <i>Oven</i>	27
Gambar 3. 10 <i>Mold</i>	27
Gambar 3. 11 Penumbuk Tanah.....	28
Gambar 3. 12 Plat Kaca.....	28
Gambar 3. 13 <i>Desikator</i>	28
Gambar 3. 14 Alat Tekan CBR.....	29
Gambar 3. 15 Bagan alir penelitian.....	37
Gambar 4. 1 Kurva diagram batas cair	40
Gambar 4. 2 Grafik analisa butiran	42
Gambar 4. 3 Grafik pemadatan tanah.....	45
Gambar 4. 4 Grafik CBR W optimum Tanpa Rendaman	47
Gambar 4. 5 Grafik CBR W opt dengan rendaman.....	48
Gambar 4. 6 Perbandingan nilai CBR W opt <i>unsoaked</i> dan <i>soaked</i>	49
Gambar 4. 7 Grafik CBR W opt + 10% tanpa rendaman	51
Gambar 4. 8 Grafik CBR W opt + 10% rendaman.....	52
Gambar 4. 9 Perbandingan nilai CBR W opt + 10% <i>unsoaked</i> dan <i>soaked</i>	53
Gambar 4. 10 Grafik CBR W opt + 15% tanpa rendaman	55
Gambar 4. 11 Grafik CBR W opt + 15% rendaman.....	56
Gambar 4. 12 Perbandingan nilai CBR W opt + 15% <i>unsoaked</i> dan <i>soaked</i>	57
Gambar 4. 13 Grafik CBR W opt - 10% tanpa rendaman.....	59
Gambar 4. 14 Grafik CBR W opt - 10% rendaman.....	60

Gambar 4. 15 Perbandingan nilai CBR W opt - 10% <i>unsoaked</i> dan <i>soaked</i>	61
Gambar 4. 16 Grafik CBR W opt - 15% tanpa rendaman.....	63
Gambar 4. 17 Grafik CBR W opt - 15% rendaman.....	64
Gambar 4. 18 Perbandingan nilai CBR W opt - 15% <i>unsoaked</i> dan <i>soaked</i>	65
Gambar 4. 19 Rekapitulasi Hasil Nilai CBR Tanpa Rendaman.....	66
Gambar 4. 20 Rekapitulasi Hasil Nilai CBR Rendaman.....	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO	7
Tabel 2. 2 Klasifikasi Tanah Sistem USCS	9
Tabel 2. 3 Hubungan Jenis Tanah dan Kadar Air	12
Tabel 2. 4 Nilai Berat Jenis.....	13
Tabel 2. 5 Nilai Indeks Plastis	17
Tabel 2. 6 Saringan Berdasarkan Diameter Lubang (mm)	18
Tabel 3. 1 Pembuatan Benda Uji	35
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Kadar Air Asli	38
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah	39
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Batas Cair Tanah	39
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Batas Plastis Tanah.....	40
Tabel 4. 5 Indeks Plastisitas.....	41
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Analisa Saringan.....	41
Tabel 4. 7 Presentase Ukuran Butiran	42
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Kadar Air Pematatan	44
Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan Kepadatan Tanah.....	44
Tabel 4. 10 Data Pengujian CBR.....	45
Tabel 4. 11 Data Pengujian nilai CBR W opt Tanpa Rendaman	46
Tabel 4. 12 Nilai Penetration Beban CBR W opt.....	47
Tabel 4. 13 Data pengujian nilai CBR W opt Rendaman.....	48
Tabel 4. 14 Nilai Penetration Beban CBR W opt dengan rendaman.....	49
Tabel 4. 15 Data pengujian nilai CBR dengan W opt +10% tanpa rendaman	50
Tabel 4. 16 Nilai Penetration Beban CBR W opt + 10% tanpa rendaman	51
Tabel 4. 17 Data pengujian nilai CBR dengan W opt +10% rendaman	52
Tabel 4. 18 Nilai <i>Penetration</i> Beban CBR W opt + 10% rendaman.....	53
Tabel 4. 19 Data pengujian nilai CBR dengan W opt +15% tanpa rendaman	54
Tabel 4. 20 Data pengujian nilai CBR dengan W opt +15% tanpa rendaman	55
Tabel 4. 21 Data pengujian nilai CBR dengan W opt +15% rendaman.....	56
Tabel 4. 22 Nilai <i>Penetration</i> Beban CBR W opt + 15% rendaman.....	57
Tabel 4. 23 Data pengujian nilai CBR dengan W opt -10% tanpa rendaman	58
Tabel 4. 24 Nilai Penetration Beban CBR W opt - 10% tanpa rendaman.....	59
Tabel 4. 25 Data pengujian nilai CBR dengan W opt - 10% rendaman	60

Tabel 4. 26 Nilai <i>Penetration</i> Beban CBR W opt - 10% rendaman.....	61
Tabel 4. 27 Data pengujian nilai CBR dengan W opt -15% tanpa rendaman	62
Tabel 4. 28 Nilai <i>Penetration</i> Beban CBR W opt - 15% tanpa rendaman	63
Tabel 4. 29 Data pengujian nilai CBR dengan W opt – 15%% rendaman	64
Tabel 4. 30 Nilai <i>Penetration</i> Beban CBR W opt - 15% rendaman.....	65

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengujian Laboratorium

Lampiran 2. Dokumentasi

Lampiran 3. Kartu Asistensi