



**PEMANFAATAN TANAH GUMUK SEBAGAI BAHAN PERKERASAN
JALAN RAYA DARI QUARRY DI KECAMATAN SILO
KABUPATEN JEMBER**

SKRIPSI

Oleh

**Ageng Dwi Wicaksono
NIM 101910301008**

**PROGRAM STUDI STRATA SATU (S1)
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



**PEMANFAATAN TANAH GUMUK SEBAGAI BAHAN PERKERASAN
JALAN RAYA DARI QUARRY DI KECAMATAN SILO
KABUPATEN JEMBER**

SKRIPSI

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

Disusun Oleh

**Ageng Dwi Wicaksono
NIM 101910301008**

**PROGRAM STUDI STRATA SATU (S1)
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2015**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk

1. Ayah dan Ibu, Sohib dan Dra. Sriwahyuni yang telah membesarkan dengan penuh kasih sayang, kesabaran, kerja keras serta doa beliau, skripsi ini dapat diselesaikan.
2. Adikku Ilham Akbar Nugroho dan keluarga besar lainnya yang telah memberi kasih sayang, motivasi dan doa, skripsi ini dapat diselesaikan.
3. Faticha Putri Anggraini, terimakasih atas canda tawa, motivasi, do'a serta kesabaran yang telah diberikan selama ini.
4. Fefen Septiadi, Khoirul Muzaqqi, Edo Pramiga, Musaffah Hidayat, Adi Putra, serta partner-partner terbaik yang selalu mendampingi penulis selama penelitian hingga skripsi ini diselesaikan. Semoga kelak kesuksesan kita tercapai nyata dan semoga persahabatan yang terjalin tetap ada selamanya.
5. Sahabatku A'ad, Galang, Wanda, Bagus, Ical, Gandi, Rilo yang telah memberikan motivasi, serta do'a. Semoga persahabatan kita terjaga selamanya.
6. Teman KKN Daviq, Yusron, Herwan, Zendyka, Chintia, Reska, Jessica. Terimakasih atas pengalaman yang tak terlupakan. Semoga kesuksesan menyertai kita semua.
7. Keluarga Teknik sipil 2010 terima kasih atas kebersamaan dan bantuan selama saya menempuh kuliah sampai akhirnya selesai mengerjakan skripsi.
8. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi atas ilmu dan bimbingan yang diberikan dengan penuh kesabaran.
9. Almamater Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTTO

“Demi masa. Sesungguhnya manusia itu benar-benar dalam kerugian, kecuali orang-orang yang beriman dan mengerjakan amal saleh dan nasehat menasehati supaya mentaati kebenaran dan nasehat menasehati supaya menetapi kesabaran.”

(QS. Al ‘Ashr: 1-3)

“Jalan masih teramat jauh mustahil berlabuh bila daun tak terkayuh”

(Iwan Fals, 1984)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ageng Dwi Wicaksono

NIM : 101910301008

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul : **“Pemanfaatan Tanah Gumuk sebagai Bahan Perkerasan Jalan Raya Dari Quarry Di Kecamatan Silo Kabupaten Jember”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan 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 dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juni 2015

Yang Menyatakan,

Ageng Dwi Wicaksono
NIM 101910301008

SKRIPSI

**PEMANFAATAN TANAH GUMUK SEBAGAI BAHAN PERKERASAN
JALAN RAYA DARI QUARRY DI KECAMATAN SILO
KABUPATEN JEMBER**

Oleh

Ageng Dwi Wicaksono
NIM. 101910301008

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : M. Farid Ma'ruf, ST., MT., Ph. D

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Anik Ratnaningsih, ST., MT

PENGESAHAN

Skripsi berjudul **“Pemanfaatan Tanah Gumuk sebagai Bahan Perkerasan Jalan Raya Dari Quarry Di Kecamatan Silo Kabupaten Jember”** telah diuji dan disahkan oleh Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember pada:

Hari : Jum’at

Tanggal : 11 Juni 2015

Tempat : Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

M. Farid Ma’ruf, ST., MT., Ph. D.
NIP. 197212231998031002

Dosen Penguji I,

Ir. Hernu Suyoso, MT
195511121987021001

Dosen Pembimbing Anggota,

Dr. Anik Ratnaningsih, ST., MT
NIP. 197005301998032001

Dosen Penguji II,

Dwi Nurtanto, ST., MT
197310151998021001

Mengesahkan
Dosen Fakultas Teknik

Ir. Widyono Hadi, MT
NIP. 196104141989021001

*Pemanfaatan Tanah Gumuk Sebagai Bahan Perkerasan Jalan Raya dari Quarry di
Kecamatan Silo Kabupaten Jember*

Ageng Dwi Wicaksono

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Gumuk merupakan istilah khusus yang diberikan pada suatu bukit yang terdiri atas tanah dan batuan. Tanah gumuk memiliki karakteristik yang berbeda-beda, yang dimungkinkan dapat dimanfaatkan sebagai bahan perkerasan jalan raya khususnya bahan lapis pondasi bawah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik tanah gumuk di kecamatan silo sebagai material perkerasan jalan raya khususnya lapis pondasi bawah. Metode yang digunakan dalam penentuan karakteristik melalui beberapa pengujian, antara lain pengujian gradasi, pengujian atterberg limit, pengujian pemadatan, pengujian CBR (*California Bearing Ratio*), dan pengujian abrasi. Hasil dari pengujian karakteristik tanah gumuk di kecamatan silo secara keseluruhan memiliki nilai yang tidak memenuhi persyaratan sebagai material bahan perkerasan jalan raya khususnya lapis pondasi bawah. Untuk memenuhi persyaratan bahan perkerasan jalan raya khususnya lapis pondasi bawah material gumuk silo 1 dapat dicampurkan dengan material gumuk silo 2 yang menghasilkan nilai CBR 37,16% untuk memenuhi persyaratan agregat kelas C.

Kata Kunci : *tanah gumuk, perkerasan jalan raya, CBR.*

An Utilization of Knoll Soil as Highway Pavement Material From Quarry in Silo Jember. (pemanfaatan tanah gumuk sebagai bahan perkerasan jalan raya dari quarry di kecamatan silo kabupaten jember)

Ageng Dwi Wicaksono

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRACT

Knoll is the special term that was given to the small hills. Knoll consists of soil and rocks. Knoll soil has the different characteristic between each others. It can be used as the highway pavement material especially for sub-base course. The research purpose to find out the characteristic of knoll soil in silo that can used as the highway pavement material especially for sub-base course. The material test method include the gradations test, atterberg limit test, the solidification of test, CBR test (California Bearing Ratio), and abrasion test. The value of 3 knoll soil samples in Silo do not fulfill the characteristic of the highway pavement material especially for sub-base course. For fulfill the specification, the resercher mixing up the Silo 1 and Silo 2 that produced the CBR Value 37,16%. This value can fulfill the aggregate specification in class c.

Keywords: *Knoll Soil, Highway Pavement, CBR.*

RINGKASAN

Pemanfaatan Tanah Gumuk Sebagai Bahan Perkerasan Jalan Raya Dari Quarry Di Kecamatan Silo Kabupaten Jember; *Ageng Dwi Wicaksono* , 101910301008 ; 2015 : Page 95 ; *Civil Engineering Department The Faculty Of Engineering, University Of Jember* .

Gumuk merupakan istilah khusus yang diberikan pada suatu bukit. Dengan ketinggian berkisar antara 1 meter sampai dengan 57,5 meter. Unsur utama Gumuk adalah batuan. Karena gumuk berasal dari lontaran gunung berapi. Bagian atas gumuk menjadi tanah yang subur. Ini karena ribuan tahun formasi gumuk berubah dan terjadi proses pelapukan. Macam – macam batuan di dalam gumuk ialah batu padas, batu pondasi, batu koral, batu piring dan batu pedang. Seperti di daerah Sukowono, Sumberjambe dan Mayang serta Silo dijumpai gumuk-gumuk besar dengan ketinggian lebih dari 50 meter, sementara di daerah Wuluhan, Balung dan Kencong ketinggian gumuk hanya Ha sampai 433 Ha setiap kecamatan. Jika dilihat dari kapasitas volume sekitar 1-2 meter saja. Besar dan tinggi gumuk bervariasi. Besar gumuk dihitung dari luas bidang dasar yang ditempatinya secara kumulatif bervariasi antara 9,9 gumuk yang terletak di Kecamatan Silo Kabupaten Jember, ada kemungkinan bisa digunakan sebagai bahan perkerasan jalan raya khususnya lapis pondasi bawah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik tanah gumuk di kecamatan silo sebagai material perkerasan jalan raya khususnya lapis pondasi bawah. Metode yang digunakan dalam penentuan karakteristik melalui beberapa pengujian, antara lain pengujian gradasi, pengujian atterberg limit, pengujian pemadatan, pengujian CBR (California Bearing Ratio), dan pengujian abrasi. Hasil dari pengujian karakteristik tanah gumuk di kecamatan silo secara keseluruhan memiliki nilai yang tidak memenuhi persyaratan sebagai material bahan perkerasan jalan raya khususnya lapis pondasi bawah. Untuk memenuhi persyaratan bahan perkerasan jalan raya

khususnya lapis pondasi bawah material gumuk silo 1 dapat dicampurkan dengan material gumuk silo 2 yang menghasilkan nilai CBR 37,16% untuk memenuhi persyaratan agregat kelas C.



SUMMARY

An Utilization of Knoll Soil as Highway Pavement Material from Quarry in Silo Jember; Ageng Dwi Wicaksono , 101910301008 ; 2015 : Page 95 ; Civil Engineering Department The Faculty Of Engineering, University Of Jember .

Knoll is the technical term of a little hills. Knolls height only 1-57,5 meters with the main unsure is rocks. Knolls wellborn from the vulcanic eruption along time ago. Because of this eruption, knolls contained many fetile soils and many rocks in the inside. We can found many knolls in the Sukowono, Sumber Jambe ,Mayang and Silo that has height more than 50 meters, and also in Wuluhan, Balung and Kencong, the knolls heights only 433 Ha. Based on this data 9,9 percent of knolls in Silo have a opportunity as the highway pavement material especially as the subbase course.

The research purpose to find out the characteristic of knoll soil in silo that can used as the highway pavement material especially for sub-base course. The material test method include the gradations test, atterberg limit test, the solidification of test, CBR test (California Bearing Ratio), and abrasion test. The value of 3 knoll soil samples in Silo do not fulfill the characteristic of the highway pavement material especially for sub-base course. For fulfill the specification, the resercher mixing up the Silo 1 and Silo 2 that produced the CBR Value 37,16%. This value can fulfill the aggregate specification in class c.

PRAKATA

Alhamdulillah Robbil'alamin, Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pemanfaatan Tanah Gumuk sebagai Bahan Perkerasan Jalan Raya Dari Quarry di Kecamatan Silo Kabupaten Jember”**. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

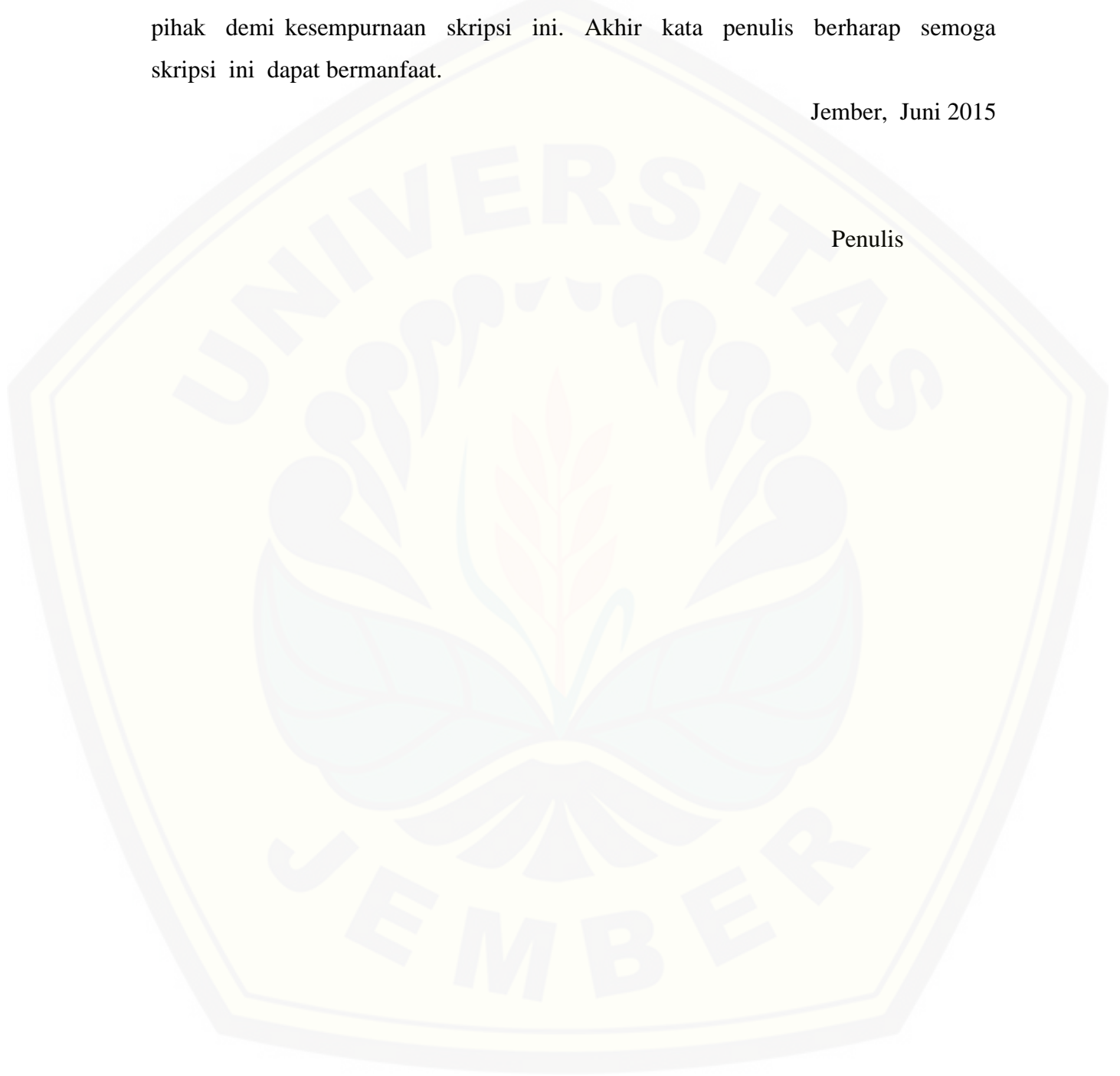
Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak akan selesai tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Allah SWT. atas semua karunia yang telah diberikan;
2. Bapak Ir. Widyono Hadi, M. T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. Bapak M. Farid Ma'ruf, S.T., M.T., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ibu Anik Ratnaningsih, ST., MT selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktunya, selalu sabar memberikan arahan dan bimbingan serta motivasi dalam membimbing penulis selama menyelesaikan skripsi.
4. Bapak Sonya Sulistiono, S.T, M.T, Dwi Nurtanto. S.T, M.T selaku penguji, dan Ir. Hernu Suyoso selaku dosen penguji pengganti yang telah rela menyisihkan sedikit waktunya untuk menguji skripsi saya.
5. Bapak Ibu Dosen Fakultas Teknik Sipil Universitas Jember yang telah mengajarkan ilmu pengetahuan yang berguna dalam menyelesaikan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Juni 2015

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN	iii
MOTTO	iv
PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
PENGESAHAN	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	xi
RINGKASAN	x
SUMMARY	xii
RINGKASAN	vii
PRAKATA	xv
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tinjauan tentang Gumuk	4
2.2 Tinjauan tentang Pasir dan Batu	4

2.2.1 Kegunaan Sirtu	4
2.2.2 Spesifikasi Sirtu.....	5
2.3 Klasifikasi Tanah	5
2.4 Analisa Saringan	7
2.4.1 Alat dan Bahan.....	8
2.4.2 Prosedur Pengujian	8
2.5 California Bearing Ratio (CBR).....	9
2.6 Batas-Batas Konsistensi	9
2.7 Indeks Propertis Tanah	11
2.8 Abrasi Agregat Kasar.....	13
2.9 Kontruksi Perkerasan Jalan	13
2.10 Pondasi bawah material berbutir.....	17
2.11 Pondasi bawah dengan bahan pengikat.....	18
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	19
3.1 Objek Penelitian.....	19
3.2 Lokasi Penelitian.....	19
3.3 Waktu Penelitian.....	19
3.4 Studi Kepustakaan.....	19
3.5 Metode Pengujian	19
3.5.1 Persiapan Alat dan Bahan.....	19
3.5.1.1 Alat yang dibutuhkan.....	20
3.5.1.2 Bahan yang dibutuhkan	20
3.5.2 Pengujian Material	21
3.5.2.1 Pengujian Indeks Propertis Tanah	21
3.5.1.2 Analisa Saringan	22
3.5.2.3 Pengujian <i>Atterberg Limits</i>	23
3.5.3 Pencampuran Kuori	24
3.5.4 Pembuatan Benda Uji untuk Pengujian CBR.....	25
3.5.5 Pengujian CBR.....	26

3.5.6 Pengujian Abrasi Agregat (Keausan Agregat)	27
3.6 Analisa dan Pembahasan	27
3.7 Kesimpulan	28
3.8 Alur Penelitian	29
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Pengujian Indeks Propertis Tiap Lokasi	30
4.2 Pengujian Gradasi Butiran Tiap Lokasi	33
4.3 Pengujian Atterberg Limit Tiap Lokasi	37
4.4 Perhitungan pencampuran kuori	40
4.5 Pengujian Indeks Propertis Tiap Campuran	41
4.6 Pengujian Gradasi Butiran Tiap Campuran	44
4.7 Pengujian Atterberg Limit Tiap Campuran	47
4.8 Hasil Pengujian Pematatan Tiap Campuran	50
4.9 Hasil Pengujian CBR Tiap Campuran	51
4.10 Pengujian Abrasi.....	53
4.11 Hasil Rekapitulasi Perhitungan Tiap Sampel	53
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN.....	56

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Sistem klasifikasi tanah unified	6
Tabel 2.2 Nilai indeks plastis dan macam tanah	11
Tabel 2.3 <i>Specific gravity</i> tanah	12
Tabel 2.4 Persyaratan lapis pondasi agregat	16
Tabel 2.5 Persyaratan gradasi lapis pondasi agregat.....	16
Tabel 4.1 Analisa indeks propertis pada tiap lokasi.....	30
Tabel 4.2 Pengujian gradasi butiran pada tiap lokasi	34
Tabel 4.3 Pengujian Atterberg Limit pada t iap lokasi	37
Tabel 4.4 Analisa Indeks propertis pada tiap campuran	42
Tabel 4.5 Pengujian butiran pada tiap campuran	45
Tabel 4.6 Analisa Atterberg Limit tiap campuran	48
Tabel 4.7 Nilai MDD tiap campuran.....	51
Tabel 4.8 Hasil pengujian CBR tiap perbandingan campuran.....	52
Tabel 4.9 Nilai abrasi	53
Tabel 4.10 Rekap hasil uji analisa saringan	54
Tabel 4.11 Ringkasan penelitian.....	54

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Distribusi ukuran butir tanah.....	8
Gambar 2.2 Batas-batas konsistensi tanah.	10
Gambar 2.3 Alat pengujian batas cair	10
Gambar 2.4 Mesin Los Angeles	13
Gambar 2.5 Susunan lapis perkerasan	14
Gambar 3.1 Diagram alir pelaksanaan tugas akhir	29
Gambar 4.1 Kadar air tiap lokasi	31
Gambar 4.2 Grafik berat isi tiap lokasi	32
Gambar 4.3 Grafik berat jenis tiap lokasi	33
Gambar 4.4 Grafik analisa saringan Silo 1	35
Gambar 4.5 Grafik analisa saringan Silo 2	35
Gambar 4.6 Grafik analisa saringan Silo 3	36
Gambar 4.7 Batas cair Silo 1	38
Gambar 4.8 Batas cair Silo 2.....	39
Gambar 4.9 Batas cair Silo 3	40
Gambar 4.10 Grafik kadar air tiap campuran	42
Gambar 4.11 Grafik berat isi tiap campuran	43
Gambar 4.12 Grafik berat jenis tiap campuran	44
Gambar 4.13 Gradasi butiran Kec. Silo 1 dan Silo 2	46
Gambar 4.14 Gradasi butiran Kec. Silo 1 dan Silo 3	46
Gambar 4.15 Gradasi butiran Kec. Silo 2 dan Silo 3	47
Gambar 4.16 Batas cair Kec. Silo 1 dan Silo 2	48
Gambar 4.17 Batas cair Kec. Silo 1 dan Silo 3	49
Gambar 4.18 Batas cair Kec. Silo 2 dan Silo 3	50
Gambar 4.19 Grafik nilai MDD tiap campuran	51
Gambar 4.20 Grafik nilai CBR tiap campuran.....	52

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Pengujian gradasi butiran tiap lokasi.....	56
Lampiran B. Pengujian gradasi campuran tiap lokasi	59
Lampiran C. Pengujian indeks tiap lokasi	63
Lampiran D. Pengujian indeks propertis tiap lokasi.....	69
Lampiran E. Pengujian indeks propertis tanah tiap lokasi	75
Lampiran F. Pengujian indeks propertis campuran tiap lokasi	78
Lampiran G. Letak koordinat lokasi pengambilan quarry di kecamatan Silo Kabupaten Jember	79
Lampiran H. Kepadatan tanah tiap campuran lokasi	81
Lampiran I. Pemeriksaan CBR laboratorium	87
Lampiran J. Percobaan pencampuran quarry dengan agregat dari luar	93

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daerah Jember terletak lebih kurang 198 Km dari Ibu kota Propinsi Jawa Timur Surabaya. Di Bagian Utara berbatasan dengan Kabupaten Daerah Tingkat II Bondowoso dan Daerah Tingkat II Probolinggo. Sebelah Timur Kabupaten Daerah Tingkat II Banyuwangi dan Bagian Barat berbatasan dengan Kabupaten Daerah Tingkat II Lumajang. Sebelah Selatan berbatasan langsung dengan Samudra Indonesia. Posisi Jember terletak pada Garis Meredian 114°-115° Bujur Timur dan 8°-9° Bujur Lintang Selatan (Triyono, 2011).

Secara geologis, Daerah Jember memiliki beberapa jenis tanah, diantaranya Moecine Limetene yang terdapat di sepanjang Pantai Selatan, Alluvium yang terdapat di bagian tengah dan tenggara, Granite yang banyak di jumpai di lereng-lereng bukit, Meocine Sedimentasi yang banyak terdapat di wilayah bagian timur (Triyono, 2011).

Gumuk merupakan istilah khusus yang diberikan pada suatu bukit. Dengan ketinggian berkisar antara 1 meter sampai dengan 57,5 meter. Unsur utama Gumuk adalah batuan. Karena gumuk berasal dari lontaran gunung berapi. Bagian atas gumuk menjadi tanah yang subur. Ini karena ribuan tahun formasi gumuk berubah dan terjadi proses pelapukan. Macam – macam batuan di dalam gumuk ialah batu padas, batu pondasi, batu koral, batu piring dan batu pedang. Seperti di daerah Sukowono, Sumberjambe dan Mayang serta Silo dijumpai gumuk-gumuk besar dengan ketinggian lebih dari 50 meter, sementara di daerah Wuluhan, Balung dan Kencong ketinggian gumuk hanya Ha sampai 433 Ha setiap kecamatan. Jika dilihat dari kapasitas volume sekitar 1-2 meter saja. Besar dan tinggi gumuk bervariasi. Besar gumuk dihitung dari luas bidang dasar yang ditempatinya secara kumulatif bervariasi antara 9,9 gumuk yang terletak di Kecamatan Silo Kabupaten Jember, ada kemungkinan bisa digunakan sebagai bahan perkerasan jalan raya khususnya lapis

pondasi bawah. Supaya tanah gumuk di daerah Kecamatan Silo dapat digunakan sebagai bahan perkerasan jalan raya khususnya lapis pondasi bawah, maka perlu diadakan penelitian pada material yang terdapat di daerah tersebut untuk mengetahui dari mutu material yang layak untuk dipergunakan sebagai bahan lapis pondasi bawah dan bahu jalan dilihat dari gradasi butiran, abrasi agregat, indeks plastisitas, dan juga CBRnya.

Dari latar belakang yang telah disebutkan di atas maka perlu dilakukan penelitian mengenai “*Pemanfaatan Tanah Gumuk Sebagai Bahan Perkerasan Jalan Raya dari Quarry di Kecamatan Silo Kabupaten Jember*”.

1.2 Perumusan Masalah

Dari penjelasan latar belakang diatas dapat diambil rumusan masalah, yaitu: Apakah tanah gumuk yang berada di Kecamatan Silo Kabupaten Jember dapat dimanfaatkan sebagai bahan perkerasan jalan raya khususnya lapis pondasi bawah?

1.3 Batasan Masalah

Pada lingkup permasalahan dan untuk memudahkan menganalisis, maka dibuat batasan-batasan masalah yang meliputi:

1. Tidak melakukan pengujian unsur kimia yang terkandung dalam pasir batu (sirtu).
2. Tidak melakukan analisis perhitungan dan pelaksanaan aplikasi dilapangan.
3. Tidak memperhitungkan nilai ekonomis dari masing-masing sirtu di Kabupaten Jember.
4. Tidak menganalisis dampak lingkungan terhadap penggalian gumuk.

1.4 Tujuan penelitian

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk mengetahui apakah tanah

gumuk yang berada di Kecamatan Silo Kabupaten Jember dapat dimanfaatkan sebagai bahan perkerasan jalan raya khususnya lapis pondasi bawah dan mampu menjadi pilihan alternatif dalam penggunaan sirtu di Kabupaten Jember.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gumuk

Gumuk merupakan istilah khusus yang diberikan pada suatu bukit. Dengan ketinggian berkisar antara 1 meter sampai dengan 57,5 meter. Unsur utama Gumuk adalah batuan. Karena gumuk berasal dari lontaran gunung berapi. Bagian atas gumuk menjadi tanah yang subur. Ini karena ribuan tahun formasi gumuk berubah dan terjadi proses pelapukan. Macam – macam batuan di dalam gumuk ialah batu padas, batu pondasi, batu koral, batu piring dan batu pedang.

2.2 Pasir dan Batu (Sirtu)

Sirtu adalah nama singkatan bahan galian pasir dan batu. Istilah ini digunakan karena sirtu mempunyai ukuran yang sangat beragam, oleh karena itu istilah sirtu lebih bersifat praktis dan bukan nama akademis. Sirtu tersebut dapat berasal dari batuan yang mengalami pelapukan, erosi dan transportasi, dan terendapkan pada suatu lokasi tertentu. Sirtu tersebut mempunyai ukuran butir mulai dari pasir halus hingga bongkahan dengan bentuk butir menyudut dan membundar. Hal ini tergantung dari jarak transportasinya, semakin jauh dari sumbernya maka semakin beragam komposisi mineralogi dan ukuran butirnya. Sirtu juga dapat terbentuk dari hasil letusan gunung api dan endapan lahar.

2.2.1 Kegunaan Sirtu

Seperti diketahui bersama, bahwa sirtu merupakan bahan galian bangunan. Penggunaan bahan galian ini tergantung dari keseragaman dan ukuran butirnya. Misalnya berukuran pasir : digunakan sebagai salah satu bahan pencampur semen untuk pasangan bata, cor dan plester, sedangkan yang berukuran kerikil digunakan sebagai bahan agregat beton, dan yang berukuran bongkah digunakan untuk pondasi rumah, peneras jalan raya dan lain sebagainya. Kualitas sirtu dapat dilihat dari

unsur pengotornya. Batas maksimum atau angka toleransi unsur pengotor (lempung) dalam pasir untuk bangunan teknik adalah 5%, sehingga pasir yang mengandung lempung > 5% umumnya dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan.

2.2.2 Spesifikasi Sirtu

Potensi sirtu pada umumnya terbaharui, mengingat sumber sirtu berasal dari pegunungan dan perbukitan atau gumuk disekitar. Material sirtu tersebut terdiri dari komponen-komponen yang berupa bahan-bahan lepas yang berukuran lempung, kerikil, kerakal hingga bongkah. Bongkah yang besar mencapai ukuran diameter 100 cm.

Komponen-komponen sirtu biasanya berbentuk membulat, memanjang, lonjong dan pipih dengan perbandingan panjang dan lebar bervariasi. Komponen-komponen sirtu terdiri dari bermacam-macam batuan, yaitu batuan sedimen, batuan metamorf dan batuan beku tergantung dari sumbernya.

Warna sirtu ini bervariasi sesuai dengan komponen batuan asalnya yaitu abu-abu kecoklatan, abu-abu kehitaman, hitam, kuning kemerahan, coklat dan lain-lain. Berdasarkan hasil pengamatan dan pengukuran dilapangan ketebalan sirtu disungai bervariasi yaitu dari 1,5 m hingga lebih tebal dari 3 meter atau rata-rata 2 m. (Penyusunan Inventarisasi Aset Pertambangan Umum).

2.3 Klasifikasi Tanah

Tanah secara umum dapat diklasifikasikan sebagai tanah kohesif dan tanah tidak kohesif, istilah ini terlalu umum sehingga memungkinkan terjadinya identifikasi yang sama pada beberapa jenis tanah. Sejumlah sistem klasifikasi tanah telah dipergunakan pada akhir-akhir ini, sistem klasifikasi tanah yang umum digunakan adalah sistem klasifikasi *Unified*. Menurut sistem ini, tanah dikelompokkan dalam tiga kelompok, yang masing-masing diuraikan lagi dengan memberi simbol pada setiap jenis yang terdiri dari lima belas jenis seperti pada

Tabel 1.

Tabel 2.1 Sistem klasifikasi tanah unified

Divisi Utama		Simbol Kelompok	Nama Jenis	Nama Jenis
Tanah berbutir kasar 50% (0,075 mm)	Kerikil banyak kandungan butiran halus	GW	gradasi baik dan campuran pasir-kerikil, atau tidak mengandung butiran halus	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$, $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW
		GP	gradasi buruk dan campuran pasir-kerikil atau tidak mengandung butiran halus	
	Kerikil sedikit atau tidak ada butiran halus	GM	efianau, campuran kerikil pasir-lempung	Bila batas Atterberg berada di daerah asir dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol Bila batas Atterberg berada di daerah asir dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol
		GC	erlempung, campuran kerikil pasir-lempung	
Tanah berbutir halus 50% (0,075 mm)	Pasir lebih dari 50% (kerikil 50% atau lebih dari traksi saringan no. 4 (4,75 mm))	SW	Pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus.	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$, $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW
		SP	Pasir gradasi buruk, pasir kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus.	
	Pasir lebih dari 50% (kerikil 50% atau lebih dari traksi saringan no. 4 (4,75 mm))	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	Bila batas Atterberg berada di daerah asir dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol Bila batas Atterberg berada di daerah asir dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol
		SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung	
Tanah berbutir halus 50% (0,075 mm)	Lanau dan lempung batas cair 50% atau kurang	ML	Lanau organik dan pasir sangat halus, serbuk lanau pasir halus berlanau atau berlempung	Kurang dari 5% loam saringan no. 200; GW, GP, SP Lebih dari 12% loam saringan no. 200; GM, GC, SM, SC, 5% - 12% loam saringan no. 200; Batasan klasifikasi yang mempunyai simbol dobel.
		CL	Lempung organik dengan plastisitas rendah sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus (lean clays)	
		OL	Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah.	
	Lanau dan lempung batas cair > 50%	MH	Lanau organik atau pasir halus diatomea, lanau elastis	
		CH	Lempung organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk (fat clays)	
		OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi	
		P _t	Gambut organik tinggi	

Diagram plastisitas: Untuk mengklasifikasi kadar butiran halus yang terandung dalam tanah berbutir halus dan tanah berbutir kasar. Batas Atterberg yang termasuk dalam daerah yang diarsir berarti batas klasifikasi menggunakan dua simbol.

Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Classification D-2488
 Ganda A: $PI = 0.73(LL - 20)$

Untuk tanah berbutir kasar dibagi atas kerikil dan tanah kerikilan (G), pasir dan tanah kepasiran (S). Yang termasuk dalam kerikil adalah tanah yang

mempunyai persentase lolos saringan No.4 < 50 % sedangkan tanah yang mempunyai lolos saringan No.4 > 50 % termasuk kelompok pasir. Tanah berbutir halus dibagi dalam lanau (M) dan lempung (C) yang didasarkan atas batas cair dan indeks plastisitas. Tanah organik juga termasuk dalam fraksi ini. Sedangkan tanah organik tinggi yang mudah ditekan dan tidak mempunyai sifat sebagai bahan bangunan yang di inginkan , tanah khusus dari kelompok ini adalah humus, tanah lumpur yang komponen utamanya adalah partikel daun, rumput, dahan atau bahan-bahan rengas lainnya.

2.4 Analisa Saringan

Analisa saringan bertujuan untuk menentukan pembagian ukuran butir suatu contoh tanah. Variasi ukuran dari suatu campuran harus mempunyai gradasi yang baik sesuai dengan standart analisa saringan dari ASTM. Sifat-sifat suatu jenis tanah tergantung pada ukuran butirnya. Untuk itu pengukuran besar butir tanah paling sering dilakukan dalam laboratorium. Penentuan deskripsi tanah atau klasifikasi tanah dapat diketahui dari pembagian besar butiran tanah tersebut.

Untuk mengklasifikasikan tanah berbutir kasar dapat dicari dengan parameter yaitu C_u (koefisien keseragaman), C_c (koefisien gradasi) dan dengan persamaan 2.1 dan 2.2 berikut :

Koefisien keseragaman :

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \dots\dots\dots(2.1)$$

Koefisien Gradasi:

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \times D_{10}} \dots\dots\dots(2.2)$$

D60 :diameter yang bersesuaian dengan 60% lolos ayakan yang ditentukan dari kurva distribusi ukuran butiran.

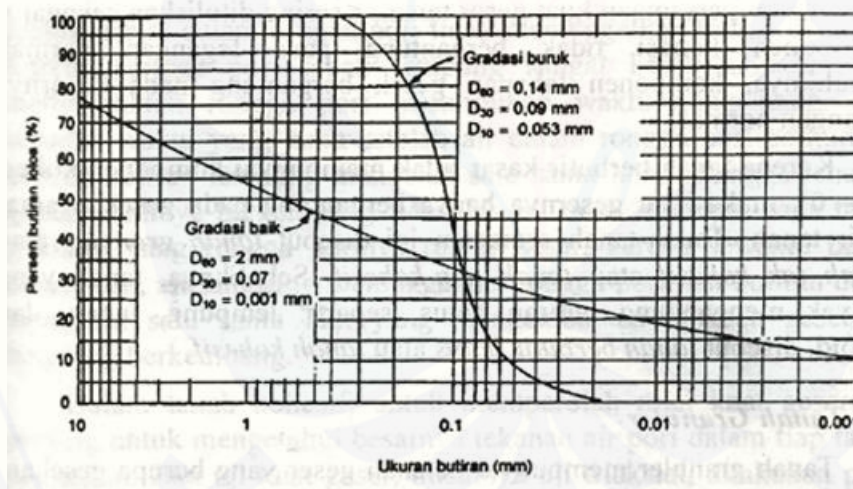
D10 :diameter yang bersesuaian dengan 10% lolos ayakan yang ditentukan dari kurva distribusi ukuran butiran.

D₃₀ :diameter yang bersesuaian dengan 30 % lolos ayakan yang ditentukan dari kurva distribusi ukuran butiran.

Untuk pasir, tanah bergradasi baik jika $1 < C_c < 3$ dengan $C_u > 4$. Kerikil bergradasi baik jika $1 < C_c < 3$ dengan $C_u > 6$. Bila persyaratan C_c telah terpenuhi, dan nilai $C_u > 15$, maka tanah termasuk bergradasi sangat baik.

Untuk tanah berbutir kasar bergradasi seragam yaitu mempunyai ukuran butir yang hampir sama. Bergradasi baik yaitu mempunyai distribusi ukuran butir yang mencakup hampir semua ukuran butir, tanpa adanya salah satu ukuran butir yang tidak terwakili. Dan bergradasi buruk yaitu mempunyai distribusi ukuran butir yang beberapa ukuran diantaranya tidak terwakili sedangkan ukuran butir lainnya lebih dominan.

Untuk melihat distribusi ukuran butir tanah dapat dilihat pada gambar 1 berikut :



Gambar 2.1 Distribusi ukuran butir tanah

2.4.1 Alat dan Bahan yang digunakan di dalam pengujian analisa saringan sirtu (pasir batu) :

1. Satu set ayakan (ASTM D 421-72) # 2`, #1 1/2`, #1`, # 3/8`, #4, #10, #40,#200, pan.
2. Oven.

3. Timbangan 10 kg.
4. Shieve shaker.
5. Talam.
6. Scraper.
7. Pasir batu (sirtu) dalam keadaan kering oven.

2.4.2 Prosedur Pengujian:

1. Timbang masing-masing ayakan yang dipergunakan.
2. Hancurkan benda uji dengan menggunakan palu karet.
3. Timbang benda uji ± 500 gr.
4. Masukkan benda uji dalam ayakan dengan ukuran paling besar ditempatkan diatas lalu letakkan ke shieve shaker selama 15 menit.
5. Timbang benda uji yang tertinggal di ayakan.
6. Kontrol berat benda uji 500 gr.

2.5 California Bearing Ratio (CBR)

Penentuan nilai CBR dilaksanakan terhadap contoh tanah yang sudah dipadatkan dengan pemadatan standar. Hasil pengujian dapat diperoleh dengan mengukur besarnya beban pada penetrasi tertentu. Besarnya penetrasi sebagai dasar menentukan CBR adalah penetrasi 0,1” dan 0,2”, dihitung dengan persamaan 2.3 dan 2.4 berikut :

- a. Penetrasi 0,1” (0,254 cm)

$$\text{CBR (\%)} = \frac{P1}{3 \times 1000} \times 100\% \dots \dots \dots (2.3)$$

- b. Penetrasi 0,2” (0,508 cm)

$$\text{CBR (\%)} = \frac{P2}{3 \times 1500} \times 100\% \dots \dots \dots (2.4)$$

Dengan:

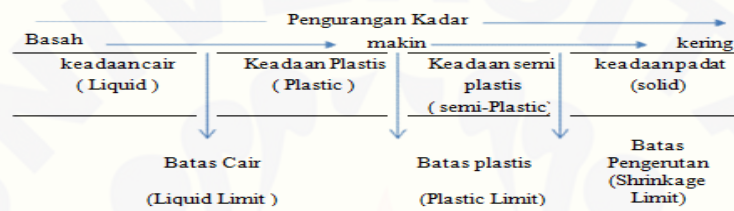
P1 : tekanan uji pada penetrasi 0,1” (g/cm³ atau psi)

P2 : tekanan uji pada penetrasi 0,2” (g/cm³ atau psi)

Dari kedua nilai perhitungan tersebut digunakan nilai terbesar.

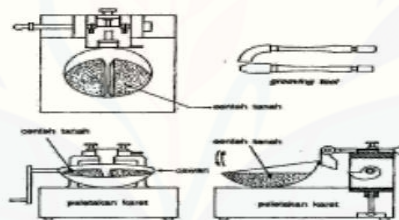
2.6 Batas-Batas Konsistensi

Atterberg (1911) memberikan cara untuk menggambarkan batas-batas konsistensi dari tanah berbutir halus dengan pertimbangan kandungan kadar airnya. Batas-batas tersebut adalah batas cair (*liquid limit*), batas plastis, (*plastic limit*), dan batas susut (*shrinkage limit*) (*plastic limit*), dan batas susut (*shrinkage limit*).



(Sumber : Wesley.LD.1977.Mekanika Tanah Hal 10)

Gambar 2.2 Batas-Batas Konsistensi Tanah



(Sumber : Hary Christady Hardiyatmo, 1992, Mekanika Tanah 1, Hal 32)

Gambar 2.3 Alat Pengujian Batas Cair

2.6.1. Indeks elastisitas (*plasticity index*)

Indeks elastisitas (*plasticity index*) (PI) adalah perbedaan batas cair (LL) dan batas plastis tanah (PL).

Dapat dinyatakan pada persamaan 2.5 berikut:

$$PI = LL - PL \dots\dots\dots(2.5)$$

Menurut Atterberg, 1911 (dalam Hardiyatmo, 1999) tingkat plastisitas tanah

dibagi dalam 4 tingkatan berdasarkan nilai indeks elastisitas (*plasticity index*) nya yang ada dalam selang antara 0 % dan 17 %. Batasan mengenai indeks elastisitas (*plasticity index*), sifat, macam tanah, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2.2 Nilai indeks plastis dan macam tanah

PI	Sifat	Macam tanah
0	Non plastis	Pasir
< 7	Plastisitas rendah	Lanau
7 – 17	Plastisitas sedang	Lempung berlanau
>17	Plastisitas tinggi	Lempung

Sumber :Atterberg, 1911, dalam Hardiyatmo,1999

2.7 Indeks Propertis Tanah

Pengujian Indeks Propertis Tanah terdiri dari pengujian kadar air, berat isi,dan specific gravity yang bertujuan untuk melihat sifat-sifat fisik tanah.

Kadar air tanah (w) didefinisikan sebagai perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah yang dinyatakan dalam persen.

Besarnya *kadar air tanah (w)*dapat dihitung dengan persamaan 2.6 berikut:

$$\text{Kadar Air} = \frac{w_1 - w_2}{w_2 - w_3} \times 100\% \dots \dots \dots (2.6)$$

Dengan:

- W1 = Berat Cawan + Tanah Basah (gr)
- W2 = Berat Cawan + Tanah kering (gr)
- W3 = Berat Cawan (gr)
- (W1 – W2) = Berat Air (gr)
- (W2 – W3) = Berat Tanah Kering (gr)

γ didefinisikan sebagai perbandingan antara berat tanah basah dengan volumenya dalam gr/cm^3 .

Besarnya γ dapat dihitung dengan persamaan 2.7 berikut:

$$\gamma = \frac{W_2 - W_1}{V} \text{ gr/cm}^3 \dots\dots\dots (2.7)$$

Dengan:

- γ = Berat isi tanah (gr/cm^3)
- W_1 = Berat silinder atau ring (gr)
- W_2 = Berat silinder atau ring + Tanah (gr)
- V = volume silinder atau ring (gr/cm^3)

Specific gravity tanah (G_s) didefinisikan sebagai perbandingan antara berat volume butiran.

Besarnya *specific gravity* dapat dihitung dengan persamaan 2.8 berikut:

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dengan:

- γ_s = Berat jenis tanah
- γ_w = Berat jenis air pada temperature percobaan
- G_s = Specific Gravity

Tabel 2.3 *specific gravity* tanah

Macam tanah	specific gravity
Kerikil	2,65-2,68
Pasir	2,65-2,68
Lanau anorganik	2,62-2,68
Lanau norganik	2,58-2,65
Lempung anorganik	2,68-2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25-1,80

Sumber : Hardiyatmo, 1999

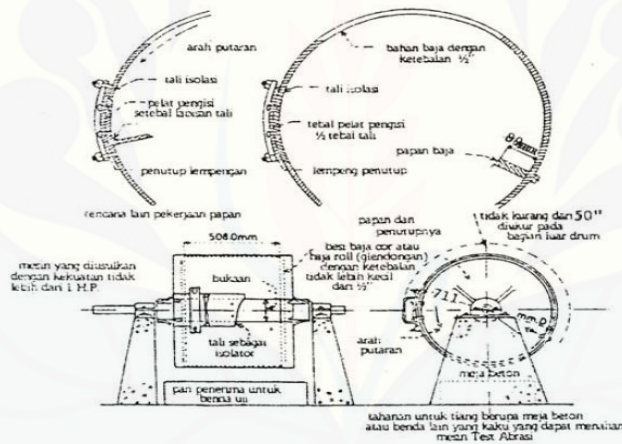
2.8 Abrasi Agregat Kasar (Keausan Agregat dengan Mesin Los Angeles)

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan keausan agregat dan ketahanan agregat. Keausan tersebut dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan aus lewat saringan # 1/2` dan tertahan saringan # 3/8` terhadap berat semula dalam prosen.

Perhitungannya menggunakan persamaan 2.9 berikut :

$$Aus = \frac{A-B}{A} \times 100\% \dots \dots \dots (2.9)$$

- Dimana: A = Berat benda uji semula
- B = Berat benda uji setelah di saring

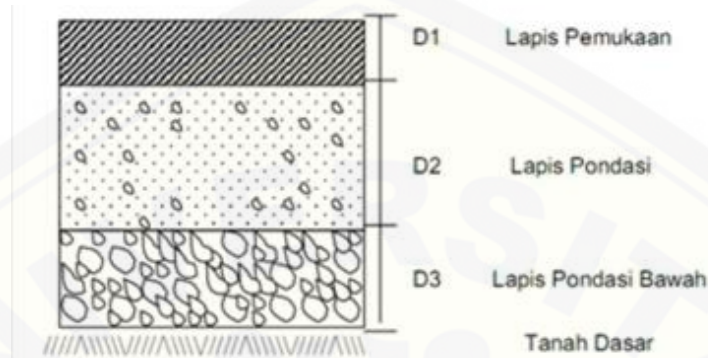


Gambar 2.4 Mesin Los Angeles

2.9 Kontruksi Perkerasan Jalan

Kontruksi perkerasan jalan dibedakan menjadi dua kelompok menurut bahan pengikat yang digunakan, yaitu perkerasan lentur (*fleksible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*). Perkerasan lentur (*fleksible pavement*) dibuat dari agregat dan bahan ikat aspal. Lapis perkerasan kaku (*rigid pavement*) terbuat dari agregat dan bahan ikat semen, terdiri dari satu lapisan pelat beton dengan atau tanpa pondasi bawah (*subbase*) antara perkerasan dan tanah dasar (*subgrade*).

Untuk melihat susunan perkerasan lentur dapat dilihat pada gambar 4 sebagai berikut:



Gambar 2.5 Susunan Lapis Perkerasan

Menurut AASHTO dan Bina Marga konstruksi jalan terdiri dari:

1. Lapis permukaan (*Surface Course*)

Lapisan permukaan (*Surface Course*) adalah lapisan yang terletak paling atas (Sukirman Silvia, 1999), dan berfungsi sebagai :

- a. Struktural, yaitu berperan mendukung dan menyebarkan beban kendaraan yang diterima oleh lapis keras.
- b. Non struktural, yaitu berupa lapisan kedap air untuk mencegah masuknya air kedalam lapis perkerasan yang ada dibawahnya dan menyediakan permukaan yang tetap rata agar kendaraan berjalan dengan lancar.

2. Lapis Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapisan pondasi atas (*Base Course*) adalah lapisan perkerasan yang terletak diantara lapis pondasi bawah dan lapis permukaan (Sukirman Silvia, 1999), dan berfungsi sebagai:

- a. Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban kelapisan di bawahnya
- b. Lapisan peresapan untuk lapis pondasi bawah
- c. Bantalan terhadap lapis permukaan.

Bahan yang akan digunakan untuk lapisan pondasi atas adalah jenis bahan yang cukup kuat. Untuk lapisan pondasi atas tanpa bahan pengikat umumnya menggunakan material dengan nilai CBR > 50 % dan plastisitas Index (PI) < 4 %. Bahan-bahan alam seperti batu pecah, kerikil pecah, stabilitas tanah dengan semen (soil cement base) dapat digunakan sebagai lapis pondasi atas. Material yang umum digunakan di Indonesia untuk lapisan pondasi atas sesuai dengan jenis konstruksinya adalah:

- a. Tanah campur semen (soil cement base)
- b. Agregat kelas A (sistim pondasi agregat)
- c. Kerikil (pondasi Macadam)

3. Lapis Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

Lapis Pondasi Bawah (*Subbase Course*) adalah lapis perkerasan yang terletak antara lapisan pondasi atas dan tanah dasar (Sukirman Silvia, 1999), dan berfungsi sebagai:

- a. Bagian dari konstruksi perkerasan untuk menyebarkan beban roda pada tanah dasar,
- b. Efisiensi penggunaan material,
- c. Mengurangi ketebalan lapis keras yang ada di atasnya,
- d. Sebagai lapisan peresapan, agar air tanah tidak berkumpul pada pondasi,
- e. Sebagai lapisan pertama agar memudahkan pekerjaan selanjutnya,
- f. Sebagai pemecah partikel halus dari tanah dasar naik ke lapis pondasi atas.

Material yang umum digunakan untuk lapisan pondasi bawah sesuai dengan jenis konstruksinya adalah:

- a. Batu belah dengan balas pasir (sistim telford)
- b. Tanah campur semen (soil cement base)
- c. Agregat klas B dengan CBR min 65 % dan di bawahnya agregat kelas c dengan CBR min 35%.

Tabel 2.4 Persyaratan Lapis Pondasi Agregat

SIFAT-SIFAT	KELAS A	KELAS B	KELAS C
Abrasi Dari Agregat Kasar (SNI 03-2471-1990)	Maks.40%	Maks.40%	Maks.40%
Indek Plastis (SNI 03-2996-2967-2990)	Maks.6	Maks.6	4 - 6
Hasil Kali Indeks Plastistas Dengan % Lolos Ayakan No.200	Maks. 25	-	-
Balas Cair (SNI 03-4141-1996)	Maks.25%	Maks.25%	Maks. 255
Gumpalan Lempung Dan Butir-Butir Mudah Pecah Dalam Agregat (SNI 03-414-1996)	0%	Maks. 1 %	Maks 1%
CBR (SNI 03-1744-1989)	Min. 90%	Min. 65%	Min. 35%
Perbandingan Persen Lolos #200 Dengan Persen Lolos #40	Maks. 2/3	Maks. 2/4	Maks. 2/3

Pondasi bawah dibedakan menjadi 2 menurut bahan pengikatnya, yaitu :

- a. Pondasi Bawah dengan Bahan Pengikat (*Bound Sub-base*).
- b. Pondasi Bawah tanpa Bahan Pengikat

Tabel 2.5 Persyaratan Gradasi Lapis Pondasi Agregat

UKURAN SARINGAN		BERAT BUTIR YANG LOLOS (%)		
ASTM	MM	KELAS A	KELAS B	KELAS C
3'	75			100
2'	50		100	75-100
1 $\frac{1}{2}$ '	37,5	100	88-100	60-90
1'	25,0	77-100	70-85	45-78
3/8'	9,5	44-60	40-65	25-55
NO.4	4,75	27-44	25-52	13-45
NO.10	0,02	17-30	15-40	8-36
NO.40	0,425	7-17	8-20	3-23
NO.200	0,075	2-8	2-8	0-10

4. Lapis Tanah Dasar (*Subgrade*)

Tanah dasar (*Subgrade*) adalah permukaan tanah semula, permukaan tanah galian atau timbunan yang dipadatkan dan merupakan dasar untuk perletakan

bagian lapis keras lainnya.

Karakteristik kepadatan tanah dapat dinilai dari pengujian standar laboratorium yang disebut uji *Proctor*. Uji kepadatan tanah ini untuk menentukan hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah sehingga bisa diketahui kepadatan maksimum dan kadar air optimum. Kepadatan tanah sangat tergantung pada kadar air, yaitu semakin kecil kadar air maka kepadatan tanah akan semakin besar, begitu pula sebaliknya.

Perhitungannya menggunakan persamaan 2.10 dan 2.11 berikut :

- a. Berat isi tanah basah

$$\gamma = \frac{B_1 - B_2}{V} \text{ gr/cm}^3 \dots\dots\dots (2.10)$$

B1 = Berat mold (gr)

B2 = Berat tanah + mold (gr)

V = Volume mold (cm³)

γ = Berat isi basah (gr/cm³)

- b. Berat isi tanah kering

$$\gamma_d = \frac{(\gamma + 100)}{(100 + w)} \text{ gr/cm}^3 \dots\dots\dots (2.11)$$

γ_d = Berat isi kering (gr/cm³)

w = Kadar air (%)

2.10 Pondasi bawah material berbutir

Material berbutir tanpa pengikat harus memenuhi persyaratan sesuai dengan SNI-03-6388-2000. Persyaratan dan gradasi pondasi bawah harus sesuai dengan kelas B. Sebelum pekerjaan dimulai, bahan pondasi bawah harus diuji gradasinya dan harus memenuhi spesifikasi bahan untuk pondasi bawah, dengan penyimpangan ijin 3% - 5%.

Ketebalan minimum lapis pondasi bawah untuk tanah dasar dengan CBR minimum 5% adalah 15 cm. Derajat kepadatan lapis pondasi bawah minimum 100 %, sesuai dengan SNI 03-1743-1989.

2.11 Pondasi bawah dengan bahan pengikat (*Bound Sub-base*)

Pondasi bawah dengan bahan pengikat (BP) dapat digunakan salah satu dari :

- (i) Stabilisasi material berbutir dengan kadar bahan pengikat yang sesuai dengan hasil perencanaan, untuk menjamin kekuatan campuran dan ketahanan terhadap erosi. Jenis bahan pengikat dapat meliputi semen, kapur, serta abu terbang dan slag yang dihaluskan.
- (ii) Campuran beraspal bergradasi rapat (*dense-graded asphalt*).
- (iii) Campuran beton kering giling padat yang harus mempunyai kuat tekan karakteristik pada umur 28 hari minimum 5,5 MPa (55 kg/cm²).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, yang digunakan sebagai objek adalah tanah gumuk yang ada di daerah Kecamatan Silo Kabupaten Jember. Dari beberapa gumuk, diambil gumuk yang memiliki akses mudah dan kapasitas yang cukup untuk digunakan sebagai quarry.

Penelitian menggunakan beberapa pengujian laboratorium untuk mendapatkan data-data sebagai syarat yang harus dipenuhi sebagai suatu bahan lapis pondasi agregat.

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian Tugas Akhir ini berada di Desa Sempolan Kecamatan Silo Kabupaten Jember yang terdiri dari 3 gumuk. Pengambilan sampel I,II,III berada di desa Sempolan dengan $8^{\circ} 13' 8.8''$ LU $113^{\circ} 53' 52.8''$ LS, $8^{\circ} 11' 23.6''$ LU $113^{\circ} 51' 28.1''$ LS, dan $8^{\circ} 16' 33.2''$ LU $8^{\circ} 16' 33.2''$ LS

3.3 Waktu Penelitian

Pelaksanaan pengerjaan Tugas Akhir ini dimulai pada bulan Januari 2015.

3.4 Studi Kepustakaan

Untuk memperoleh data-data dan informasi mengenai pengujian yang akan dilakukan, buku petunjuk praktikum yang ada dan literatur-literatur lainnya yang berhubungan dengan penelitian proyek akhir yang dikerjakan. Studi kepustakaan akan dipakai sebagai landasan atau dasar penelitian proyek akhir.

3.5 Metode Pengujian

3.5.1 Persiapan Alat dan Bahan

Penyediaan material yaitu dengan mendatangkan semua material ke tempat

dimana penelitian dilaksanakan yakni Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember.

3.5.1.1 Alat yang dibutuhkan

Alat yang dibutuhkan pada setiap pengujian di penelitian ini sesuai dengan standar percobaan yaitu :

- a. Satu set alat uji indeks properties tanah (kadar air, berat isi, specific gravity) (ASTM D 2216 -71, ASTM D 854 -72)
- b. Satu set alat uji analisa saringan (ASTM D 421-72)
- c. Satu set alat uji atterberg limit (ASTM D 423-66, ASTM D 424-74 dan ASTM D 427-74)
- d. Alat Pemadatan (*Modified Proctor*) (ASTM D 698-70)
- e. Alat uji CBR (*California Bearing Ratio*) cara CBR laboratorium (*laboratory CBR*) (ASTM D 1883-73).
- f. Alat uji keausan dengan mesin Los Angeles (ASTM C – 131 – 55)
- g. Alat-alat bantu yang mungkin digunakan dalam penelitian antara lain terdiri dari *oven*, timbangan dengan ketelitian 0,01, *stop* dan *watch*, *termometer*, gelas ukur 250 ml, *desicator*, cawan, *picnometer*.

3.5.1.2 Bahan yang dibutuhkan

Bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sirtu yang diambil dari beberapa gumuk yang terdapat di Kecamatan Silo Kabupaten Jember. Selanjutnya sirtu yang telah diambil tadi dikeringkan dengan cara dioven setelah dioven sirtu tersebut diayak dengan menggunakan ayakan untuk mengetahui gradasi butirannya.

Untuk mengetahui dengan pasti sifat-sifat fisis dari pondasi bawah tersebut dapat dilihat dari hasil percobaan-percobaan laboratorium pada sampel tanah tersebut.

3.5.2 Pengujian Material

Pengujian material dilakukan untuk mengetahui data-data material yang diperlukan dalam penelitian material yang digunakan sebagai bahan lapis pondasi bawah kelas.

3.5.2.1 Pengujian Indeks Propertis Tanah

Pengujian Indeks Propertis tanah dilakukan untuk mengetahui klasifikasi tanah yang diantaranya sebagai berikut :

1. Pengujian Kadar Air

Kadar air adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam agregat dengan berat kering agregat tersebut. Langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut:

- a. Memeriksa benda uji yang mewakili tanah di dalam cawan yang bersih, kering dan diketahui beratnya.
- b. Menimbang cawan dan isinya dan mencatat beratnya.
- c. Menutup cawan dan mengeringkan di dalam oven paling sedikit 4 jam atau sampai beratnya konstan.
- d. Mengangkat cawan beserta isinya dari dalam oven.
- e. Menimbang cawan beserta isinya setelah dingin dan mencatat beratnya.

2. Pengujian Berat Isi

Berat isi adalah angka perbandingan antar berat seluruh agregat dengan isi agregat seluruhnya. Berikut langkah-langkah pengujiannya:

- a. Mengukur tinggi (t) dan diameter (d) silinder/ring.
- b. Menimbang berat silinder/ring.
- c. Mengolesi bagian dalam silinder dengan pelumas.
- d. Mengisi silinder dengan tanah sampai penuh.
- e. Meratakan kedua permukaan sampel tanah tersebut.

- f. Kemudian menimbang sampel tanah beserta silinder/ring
- g. Setelah selesai, mengeluarkan sampel tanah dari silinder/ring dengan ekstruder.

3. Pengujian Berat Jenis (Gs)

Berat jenis adalah perbandingan antara berat isi butir agregat dengan berat isi air suling pada suhu tertentu. Adapun langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut:

- a. Membersihkan dan menimbang picnometer yang akan digunakan.
- b. Memasukkan benda uji ke dalam picnometer dan menimbangnya.
- c. Menambahkan air suling ke dalam picnometer sehingga benda uji terendam.
- d. Mendidihkan picnometer dengan hot plate hingga keluar gelembung udara.
- e. Menambahkan air sedikit demi sedikit sampai mencapai permukaan picnometer dan mendidihkannya kembali.
- f. Menunggu picnometer sampai suhu konstan.
- g. Membersihkan dan mengeringkan bagian luar picnometer dan menimbang picnometer+tanah+air.
- h. Mencuci picnometer sampai bersih dan mengisi dengan air suling sampai mencapai permukaan picnometer dan menimbang berat picnometer+air.

3.5.2.2 Analisa Saringan

Berikut Prosedur Pengujian analisa saringan:

- a. Meletakkan sample tanah yang sudah diambil ke talam.
- b. Mengoven sample tanah yang sudah disiapkan selama 24 jam.
- c. Setelah 24 jam mengeluarkan sample tanah dari oven dan menghancurkan benda uji dengan menggunakan palu karet.
- d. Menimbang masing-masing benda uji 500 gr.

- e. Memasukan benda uji dalam ayakan dan meletakan ke shieve shaker selama 15 menit.
- f. Mengkontrol berat benda uji 500 gr.

3.5.2.3 Pengujian *Atterberg Limits*

1. Batas Cair (*Liquid limits*)

Batas cair adalah kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan plastis. Adapun cara pengujian batas cair adalah sebagai berikut:

- a. Meletakkan 100 gr contoh tanah yang lolos saringan no. 40 diatas kaca pengaduk
- b. Mengaduk benda uji tersebut dengan spatula dan menambahkan air suling sedikit demi sedikit sampai homogen
- c. Setelah contoh menjadi campuran yang merata, mengambil sebagian benda uji ini dan meletakkannya di atas mangkok alat batas cair, meratakan permukaannya sedemikian rupa sehingga sejajar dengan dasar alat, bagian yang tebal harus ± 1 cm
- d. Membuat alur dengan cara membagi dua benda uji dalam mangkok itu, dengan menggunakan alat *Groving Tool* melalui garis tengah pemegang mangkok dan simetris. Pada waktu membuat alur, *Groving Tool* harus tegak lurus permukaan mangkok.
- e. Memutar alat sedemikian rupa sehingga mangkok naik/turun dengan kecepatan 2 putaran per detik. Pemutaran ini dilakukan terus menerus sampai dasar alur benda uji saling bersinggungan sepanjang kira-kira 1,25 cm dan mencatat jumlah pukulannya pada waktu bersinggungan.
- f. Mengulangi pekerjaan (c) sampai (e) beberapa kali sampai diperoleh jumlah pukulan yang sama, hal ini dimaksudkan untuk meyakinkan apakah pengadukkan contoh sudah betul-betul merata kadar airnya. Kemudian

mengambil benda uji langsung dari mangkok pada alur, dan memasukkan kedalam cawan yang telah disiapkan dan menghitung kadar airnya.

2. Batas plastis (plastis limit)

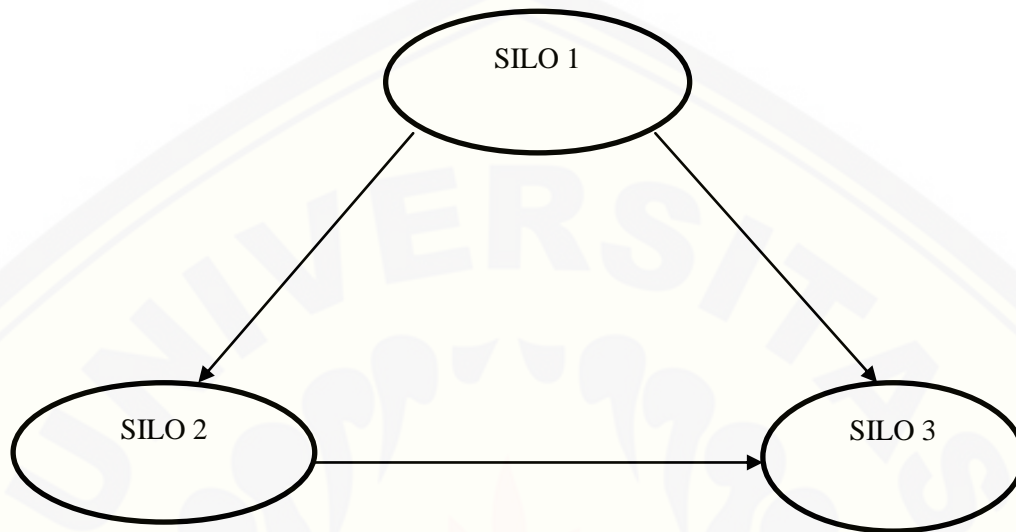
Batas plastis merupakan kadar air minimum dimana suatu tanah masih dalam kondisi plastis. Langkah-langkah pengujian batas plastis adalah sebagai berikut:

- a. Meletakkan benda uji diatas kaca dan mengaduk sehingga kadar airnya merata.
- b. Setelah kadar air cukup merata, membuat bola-bola tanah dari benda uji itu seberat 8 gr, kemudian melinting bola-bola itu diatas kaca. Pelintingan dilakukan dengan telapak tangan dengan kecepatan 80-90 pelintingan per menit.
- c. Pelintingan dilakukan terus menerus sampai benda uji mencapai diameter 3 mm. Kalau pada waktu pelintingan itu sebelum benda uji mencapai diameter 3 mm sudah retak maka benda uji disatukan kembali. Menambahkan air sedikit demi sedikit dan mengaduk rata. Jika ternyata pelintingan itu bisa mencapai lebih kecil dari 3 mm tanpa menunjukkan retakan-retakan, maka contoh perlu dibiarkan beberapa saat di udara agar kadar airnya kurang sedikit.
- d. Pengadukkan dan pelintingan diulangi terus sampai retakan-retakan itu terjadi tepat pada saat gilingan mempunyai diameter 3 mm.
- e. Memeriksa kadar air batang tanah pada (d) dilakukan ganda, benda uji untuk pemeriksaan kadar air 5 gr.

3.5.3 Pencampuran Kuori

Adapun pencampuran kuori dilakukan jika dalam pengujian CBR, batascair, dan abrasi agregat tidak masuk dalam persyaratan sebagai lapis pondasi bawah kelas B. pencampuran kuori dilakukan dengan cara mencampurkan dua kuori yang

bergradasi sangat baik dengan satu kuori bergradasi baik sampai benda uji masuk dalam persyaratan pengujian lapis pondasi bawah kelas B.



Untuk memperoleh prosentase campuran dari masing-masing kuori yang dicampur dilakukan dengan cara perhitungan gradasi butiran secara analitis dari ketiga fraksi agregat yang akan dicampur.

3.5.4 Pembuatan Benda Uji untuk Pengujian CBR

Adapun pembuatan benda uji untuk pengujian pemadatan dan CBR sebagai berikut :

1. Sebelum melakukan pembuatan benda uji, mempersiapkan dahulu sirtu dari masing-masing kuori.
2. Menimbang masing-masing sirtu sesuai dengan kebutuhan benda uji yang akan dibuat sekitar 5-5,5 kg.
3. Kemudian mencampur bahan tersebut dengan air sampai kadar air optimum.
4. Memasukan masing-masing benda uji kedalam kantong plastic dan menyimpan benda uji selama 12 jam atau sampai kadar airnya merata.

5. Memasang cetakan pada keping alas dan menimbang. Memasukkan piringan pemisah diatas keping alas.
6. Memadatkan bahan tadi sesuai dengan cara pemadatan modified. Membuka leher sambung dan meratakan permukaan dengan alat perata.
7. Menambal lubang-lubang yang mungkin terjadi pada permukaan dan mengeluarkan piringan pemisah.
8. Sample benda uji siap untuk di uji CBR.

3.5.5 Pengujian CBR

Pengujian CBR bertujuan untuk menentukan kekuatan tanah. Prinsip pengujian ini adalah penetrasi dengan kecepatan tertentu pada berbagai sample dengan tingkat kepadatan yang berbeda. Menentukan beban yang bekerja pada piston penetrasi digunakan proving ring pada nilai-nilai penetrasi tertentu. Beban yang bekerja pada piston dicatat (beban bekerja = kalibrasi x dial reading).

Langkah-langkah pengujian sebagai berikut :

- a. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam pengujian CBR.
- b. Meletakkan mold di alat CBR dengan posisi terbalik.
- c. Meletakkan keping pemberat diatas permukaan benda uji seberat minimal 4,5 kg.
- d. Mengatur torak penetrasi pada permukaan benda uji sehingga arloji beban menunjukkan beban permukaan sebesar 4,5 kg. kemudian mengatur arloji penunjuk beban di angka nol.
- e. Memberikan pembebanan dengan teratur dan mencatat pembacaan dial beban dengan penetrasi 0.0125", 0.025", 0.05", 0,075", 0.10", 0.15", 0.2", 0.30", 0.4", 0.5".
- f. Mencatat bahan maksimum dan penetrasinya bila pembebanan maksimum terjadi sebelum penetrasi 0,50" tercapai.

- g. Mengeluarkan benda uji dari cetakan dan menentukan kadar air dari lapisan atas benda uji setebal 1”.

3.5.6 Pengujian Abrasi Agregat (Keausan Agregat)

Pengujian abrasi agregat bertujuan untuk menentukan keausan agregat dan ketahanan agregat dan memahami sifat-sifat fisik, mekanik, dan teknologi agregat serta pengaruhnya terhadap bahan perkerasan jalan.

Langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut :

- a. Memasukan benda uji dan bola baja.
- b. Mengunci penutup dengan rapat dan hidupkan mesin pemutar.
- c. Memutar mesin dengan kecepatan 30-33 rpm dengan jumlah 500 putaran untuk benda uji A.

Setiap 100 putaran tekan tombol stop dan memeriksa pengunci penutup dan mengulangi prosedur tersebut sampai mencapai putaran yang ditentukan.

- d. Mengeluarkan benda uji dan saring dengan saringan No.12.
- e. Mencuci benda uji dengan air sampai bersih dan memasukan kedalam oven dengan suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ selama 24 jam.
- f. Mengeluarkan benda uji dan mendinginkan , kemudian menimbang dengan ketelitian 0.1 gram.

Catatan : Pemeriksaan keausan agregat dapat dilakukan hanya 1 (satu) kali percobaan.

3.6 Analisa dan Pembahasan

Analisa dan pembahasan dilakukan pada data-data hasil pengujian di laboratorium. Adapun analisa yang dilakukan adalah meliputi:

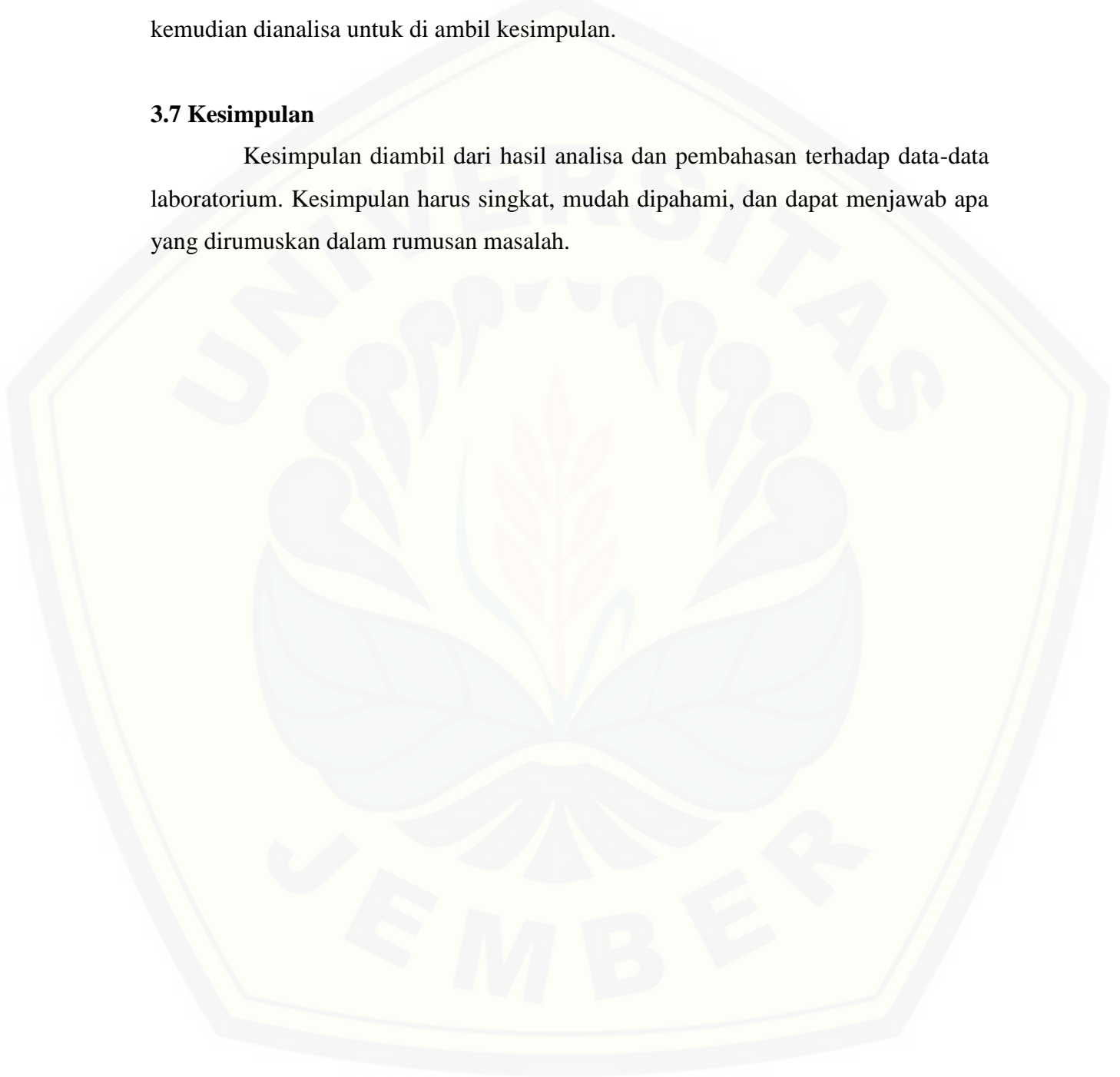
- a. Analisa pengujian indeks propertis tanah.
- b. Analisa pengujian gradasi butiran tanah.
- c. Analisa pengujian CBR.

d. Analisa pengujian Abrasi agregat

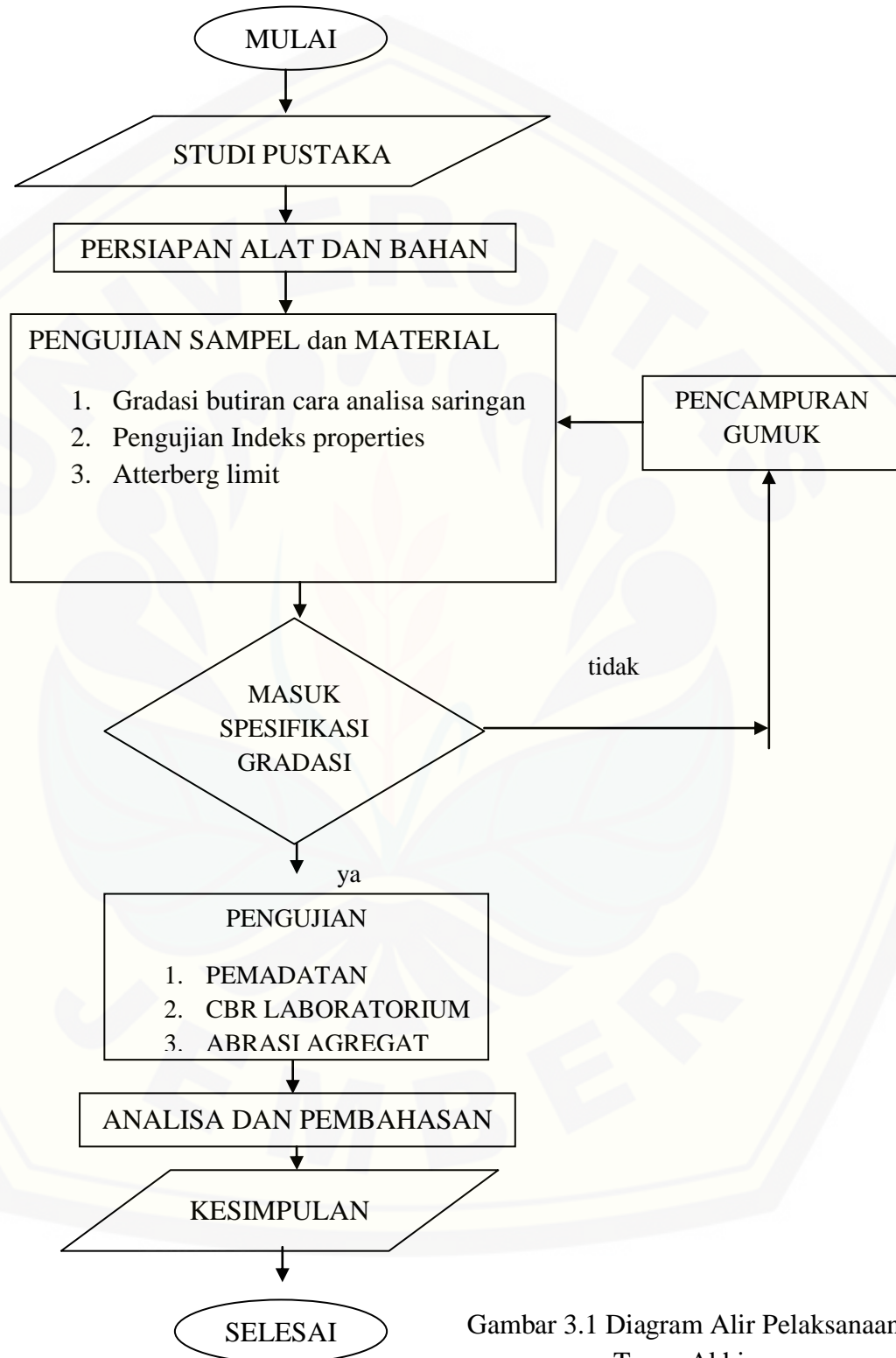
Hasil dari uji laboratorium dijelaskan dalam bentuk table dan grafik-grafik, kemudian dianalisa untuk di ambil kesimpulan.

3.7 Kesimpulan

Kesimpulan diambil dari hasil analisa dan pembahasan terhadap data-data laboratorium. Kesimpulan harus singkat, mudah dipahami, dan dapat menjawab apa yang dirumuskan dalam rumusan masalah.



3.8 Alur Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Pelaksanaan Tugas Akhir

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Indeks Propertis Tiap Lokasi

Pengujian indeks properties yang terdiri dari kadar air, berat isi dan specific gravity selain bertujuan untuk melihat sifat-sifat fisik tanah, hasil pengujian ini sering dibutuhkan dalam bermacam-macam keperluan perhitungan dalam mekanika tanah. Dalam penelitian ini nilai Gs akan digunakan dalam perhitungan kepadatan tanah. Hasil pengujian indeks properties pada tiap lokasi dapat dilihat pada tabel 4.1. Untuk hasil selengkapnya dapat dilihat pada lampiran A.

Adapun analisa pengujian indeks properties tiap lokasi dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan sebagai berikut :

Tabel 4.1 . Analisa Indeks properties pada tiap lokasi

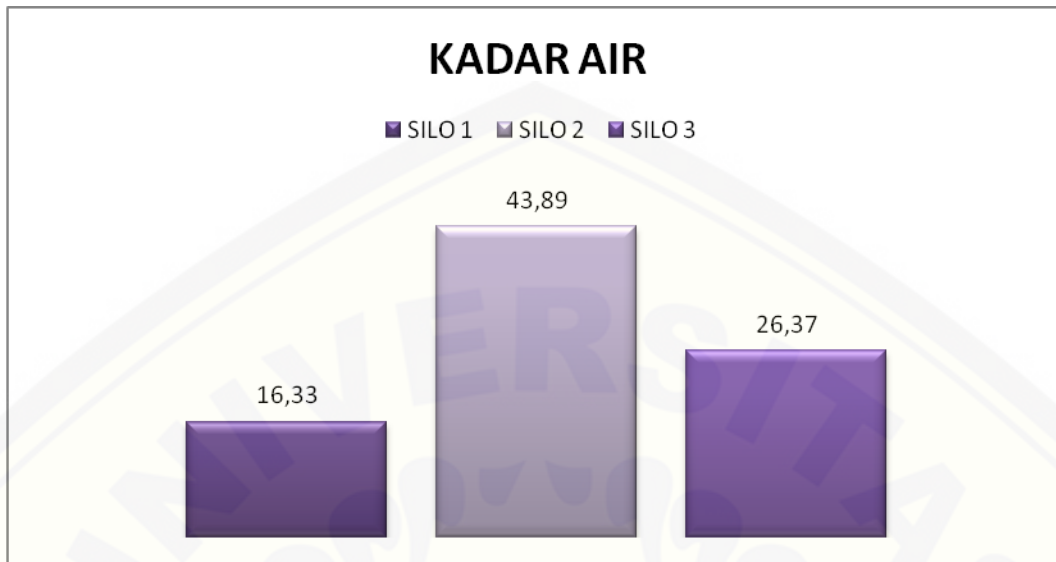
Nomer	Tipe Pengujian	Lokasi Gumuk		
		Silo 1	Silo 2	Silo 3
1	Kadar air	16,33	43,89	26,37
2	Berat isi	2,01	1,62	1,93
3	Berat jenis (gs)	2,77	2,49	2,18

Sumber: Hasil uji Laboratorium

Pembahasan :

1. Kadar air

Adapun hasil pengujian kadar air tiap lokasi dapat dilihat pada Gambar 4.1 sampai Gambar 4.3 sebagai berikut :

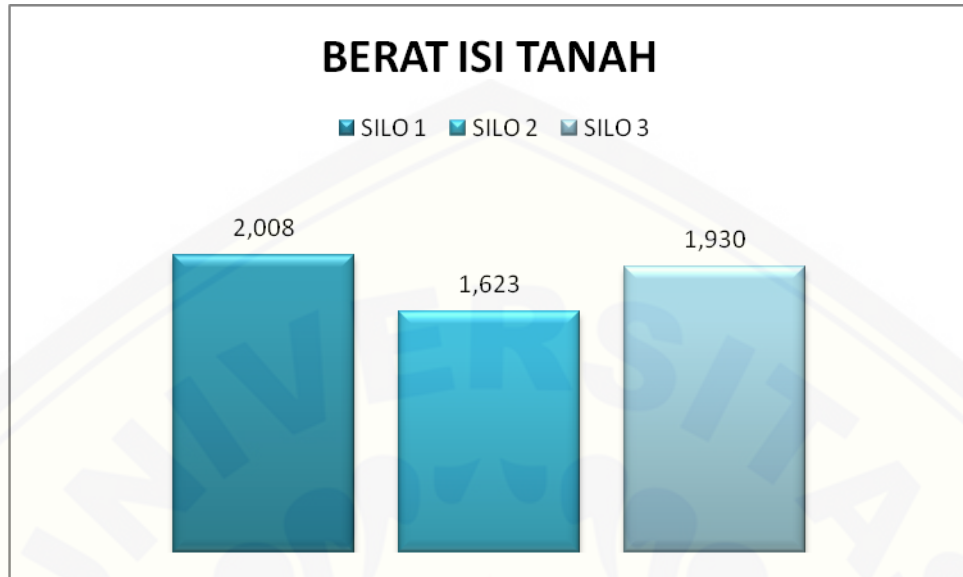


Gambar 4.1 Kadar Air tiap lokasi

Dari Gambar 4.1 Dapat diketahui perbandingan kadar air antara beberapa lokasi. Kadar air paling rendah terdapat di kecamatan Silo sample 1 dengan nilai kadar air 16.33%, sedangkan kadar air paling tinggi terdapat di kecamatan silo 2 dengan nilai kadar air 43.89%. Nilai dari masing-masing kadar air tiap lokasi dapat dilihat pada Tabel 4.1.

2. Berat Isi Tanah

Adapun hasil pengujian berat isi tanah tiap lokasi dapat dilihat pada Gambar 4.2 sebagai berikut :

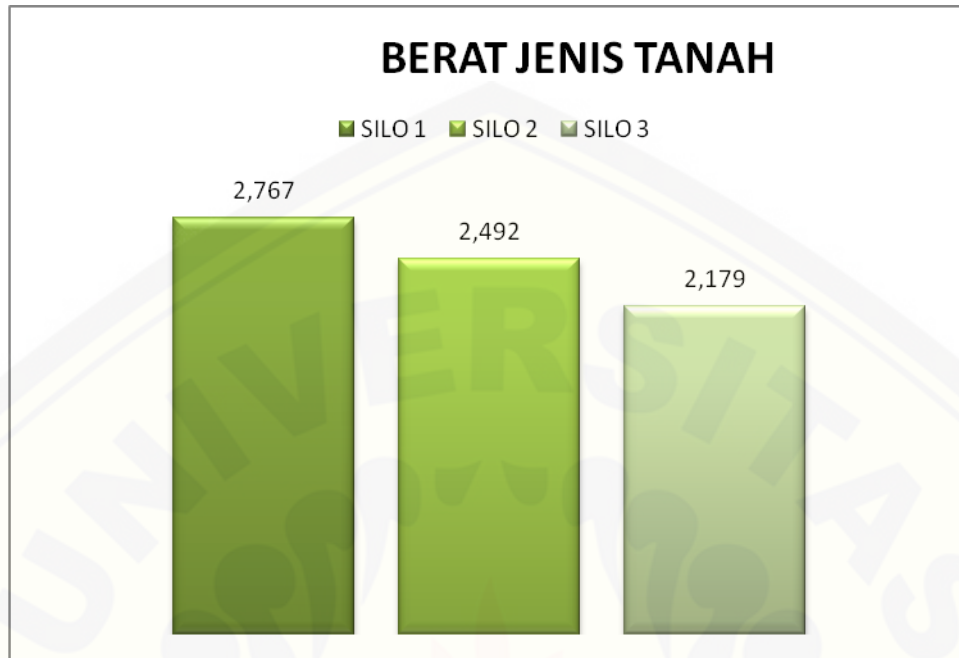


Gambar 4.2 Grafik Berat Isi tiap lokasi

Dari Gambar 4.2 Dapat diketahui perbandingan berat isi antara beberapa lokasi. Berat Isi paling rendah terdapat di kecamatan Silo sample 2 dengan nilai berat isi 1.62 gr/cm³, sedangkan berat isi paling tinggi terdapat di kecamatan Silo sample 1 dengan nilai kadar air 2.01 gr/cm³. Nilai dari masing-masing berat isi tiap daerah dapat dilihat pada Tabel 4.1.

3. Berat Jenis (Specific Gravity)

Adapun hasil pengujian berat jenis tanah tiap lokasi dapat dilihat pada Gambar 4.3 sebagai berikut :



Gambar 4.3 Grafik Berat Jenis tiap lokasi

Dari gambar 4.3 Dapat diketahui perbandingan berat jenis antara beberapa lokasi. Berat Jenis paling rendah terdapat di kecamatan Silo 3 dengan nilai berat jenis 2.18 berarti material termasuk jenis pasir dan kerikil, sedangkan berat jenis paling tinggi terdapat di kecamatan Silo sample 1 dengan nilai berat jenis 2.77 berarti material termasuk jenis pasir dan kerikil. Nilai dari masing-masing berat jenis tiap lokasi dapat dilihat pada Tabel 4.1.

4.2 Pengujian Gradasi Butiran Tiap Lokasi

Pengujian gradasi butiran tanah bertujuan untuk mengklasifikasikan tanah. Klasifikasi tanah berguna sebagai petunjuk awal dalam memprediksi kelakuan tanah. Dari beberapa system klasifikasi yang ada, dalam penelitian ini menggunakan system klasifikasi Unified. Perubahan gradasi akan berpengaruh terhadap karakteristik tanah misalnya plastisitasnya, kepadatannya maupun daya dukungnya. Kandungan fraksi berbutir halus sangat mempengaruhi sifat pengembangan tanah. Semakin tinggi jumlah kandungan fraksi berbutir halus

(0,075 mm) suatu tanah, maka potensi pengembangan tanah semakin besar. Pada analisa tanah berbutir kasar contoh tanah kering 500 gr di timbang dan disaring dengan seperangkat saringan. Berat tanah yang tertahan pada masing-masing saringan dicatat dan dihitung sebagai presentase berat total. Hasilnya digambar dalam grafik logaritma. Analisa pengujian gradasi butiran tiap lokasi dapat dilihat pada Tabel 4.2. Untuk hasil selengkapnya dapat dilihat pada lampiran B.

Adapun analisa pengujian gradasi butiran tiap lokasi dapat dilihat pada tabel 4.2 sebagai berikut :

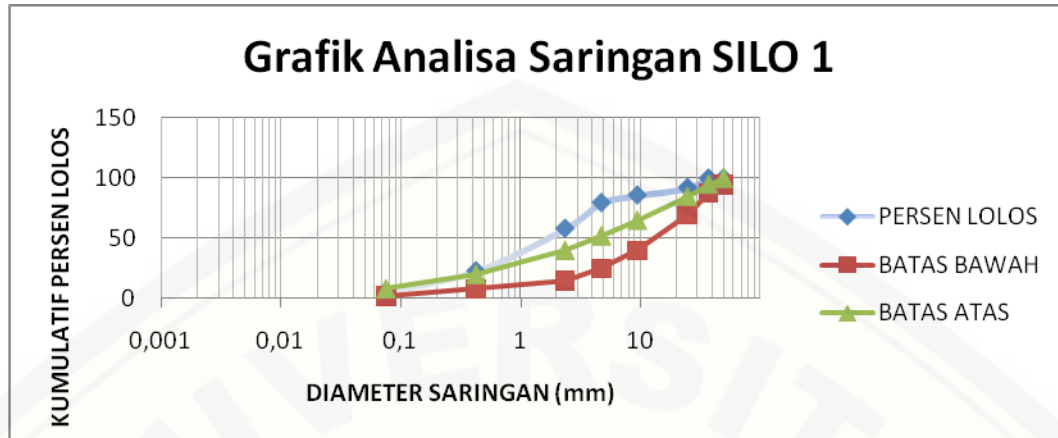
Tabel 4.2 Persen Lolos Agregat Tiap Lokasi

No. Saringan	Diameter (mm)	Kualifikasi Agregat B			Daerah Lokasi Gumuk		
		Batas Bawah	Batas Atas	Nilai Tengah	Silo 1	Silo 2	Silo 3
2'	50	95	100	97,5	100	100	100
1 1/2'	37,5	88	95	91,5	100	100	100
1'	25	70	85	77,5	92,2	97,8	100
3/8'	9,5	40	65	52,5	86	97,8	98,4
4	4,75	25	52	38,5	79,8	97,4	87,8
10	2,36	15	40	27,5	58,4	85,2	56,8
40	0,425	8	20	14	23,2	32,2	17,8
200	0,075	2	8	5	6,2	5,4	5,6

Sumber : Hasil uji Laboratorium

Pembahasan :

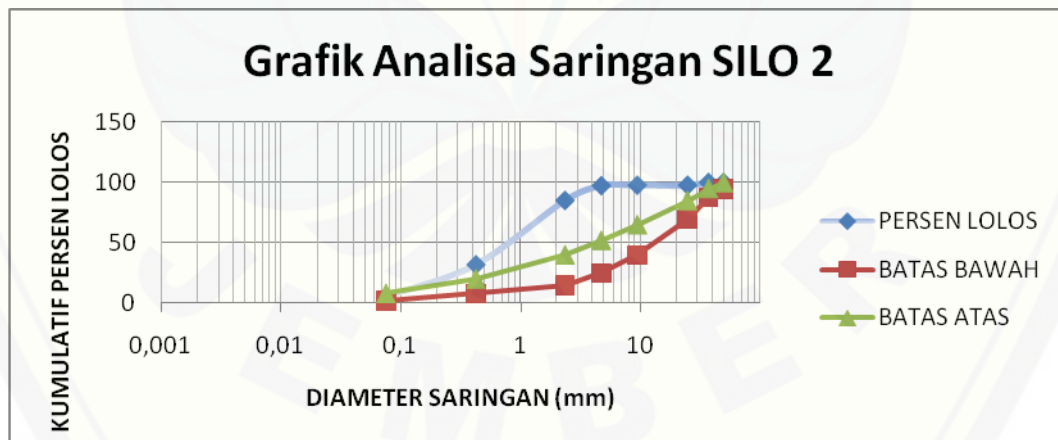
Adapun hasil pengujian Analisa Saringan (Gradasi Butiran) tiap lokasi dapat dilihat pada Gambar 4.4 s/d Gambar 4.6 sebagai berikut :



Gambar 4.4

Pada Gambar 4.4 grafik persen lolos SILO 1 diketahui kalau SILO 1 tidak masuk dalam spesifikasi gradasi lapis pondasi kelas B. Ini karena yang masuk dalam spesifikasi tersebut hanya yang lolos di saringan 2' dan No.200.

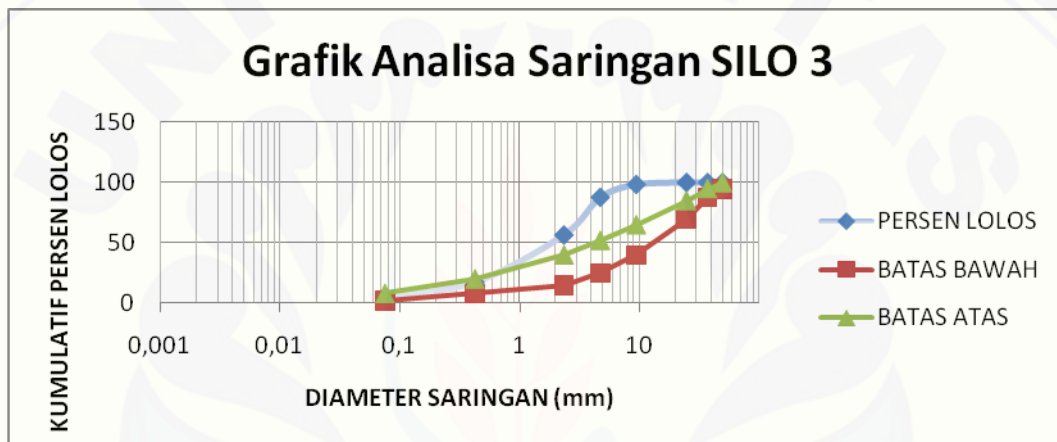
Dilihat dari hasil uji saringan dengan sistem USCS, % lolos saringan 200 SILO 1 < 50 %, % lolos saringan 4 SILO 1 lebih banyak dan 5 % < % lolos saringan 200 SILO 1 < 12%, maka jenis tanah pada gumpuk SILO sample 1 adalah SW (pasir bergradasi baik, pasir berkrikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus) - SM (Pasir berlanau, campuran pasir-lanau).



Gambar 4.5

Pada Gambar 4.5 grafik persen lolos SILO 2 diketahui kalau SILO 2 tidak masuk dalam spesifikasi gradasi lapis pondasi kelas B. Ini karena yang masuk dalam spesifikasi tersebut hanya yang lolos di saringan 2' dan No.200.

Dilihat dari hasil uji saringan dengan sistem USCS, % lolos saringan 200 SILO 2 < 50 %, % lolos saringan 4 SILO 2 lebih banyak dan 5 % < % lolos saringan 200 SILO 2 < 12%, maka jenis tanah pada gumpuk SILO sample 2 adalah SW (pasir bergradasi baik, pasir berkrikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus) - SM (Pasir berlanau, campuran pasir-lanau).



Gambar 4.6

Pada Gambar 4.6 grafik persen lolos SILO 3 diketahui kalau SILO 3 tidak masuk dalam spesifikasi gradasi lapis pondasi kelas B. Ini karena yang masuk dalam spesifikasi tersebut hanya yang lolos di saringan 2', No.40 dan No.200.

Dilihat dari hasil uji saringan dengan sistem USCS, % lolos saringan 200 SILO 3 < 50 %, % lolos saringan 4 SILO 3 lebih banyak dan 5 % < % lolos saringan 200 SILO 3 < 12%, maka jenis tanah pada gumpuk SILO sample 3 adalah SW (pasir bergradasi baik, pasir berkrikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus) - SM (Pasir berlanau, campuran pasir-lanau).

4.3 Pengujian Atterberg Limit Tiap Lokasi

Pengujian atterberg limit bertujuan untuk melihat plastisitas dari suatu tanah. Dari pengujian ini akan didapatkan batas cair (LL), batas plastis (PL), dan indeks plastisitas (PI). Jika nilai LL dan PL bertambah, diperkirakan butiran tanah semakin halus.

Indeks plastisitas (PI) menyatakan interval kadar air dimana tanah tetap dalam kondisi plastis, dan juga menyatakan jumlah relative partikel lempung dalam tanah. Jika PI tinggi maka tanah banyak mengandung butiran lempung. Jika PI rendah maka tanah banyak mengandung butiran lanau. Adapun Indeks plastisitas (PI) dapat diketahui dari selisih LL dengan PL.

Pada Pengujian atterberg limit, tanah kering ditambahkan air pelan-pelan maka keadaannya akan berubah, dimulai dari keadaan padat, menjadi semi padat, plastis dan akhirnya berada dalam keadaan cair. Untuk hasil selengkapnya dapat dilihat pada lampiran A.

Adapun analisa pengujian atterberg limit tiap lokasi dapat dilihat pada Tabel 8 sebagai berikut :

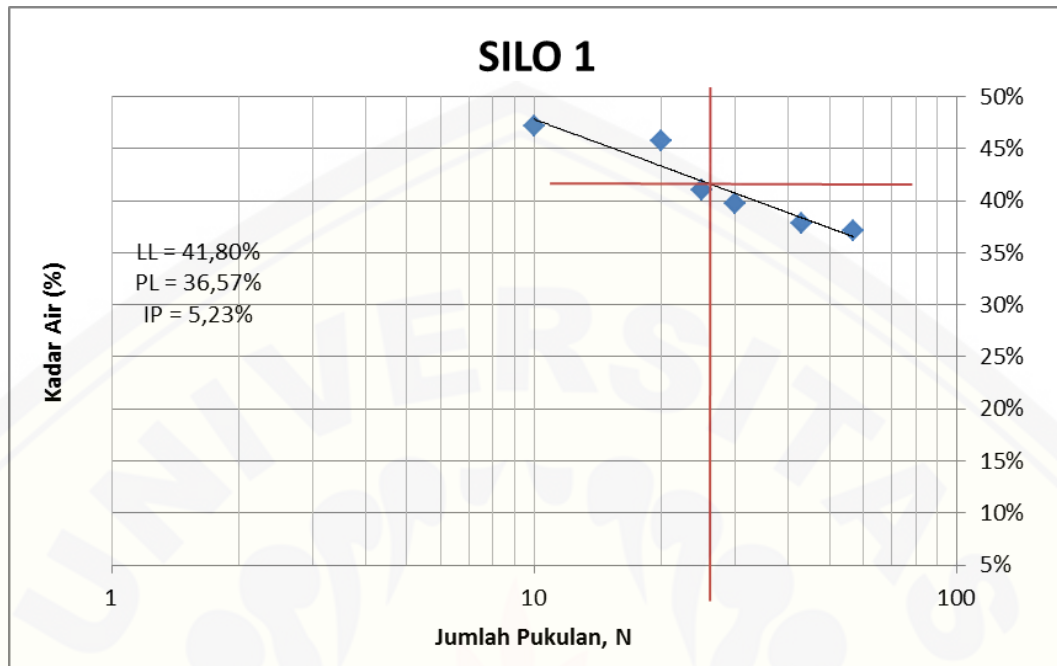
Tabel 4.3 Pengujian Atterberg Limit pada tiap lokasi

KECAMATAN SILO				
Nomer	Sampel	LL	PL	IP
1	SILO 1	41.80%	36.57%	5.23%
2	SILO 2	37.00%	35.35%	1.65%
3	SILO 3	37.50%	33.66%	3.84%

Sumber : Hasil uji laboratorium

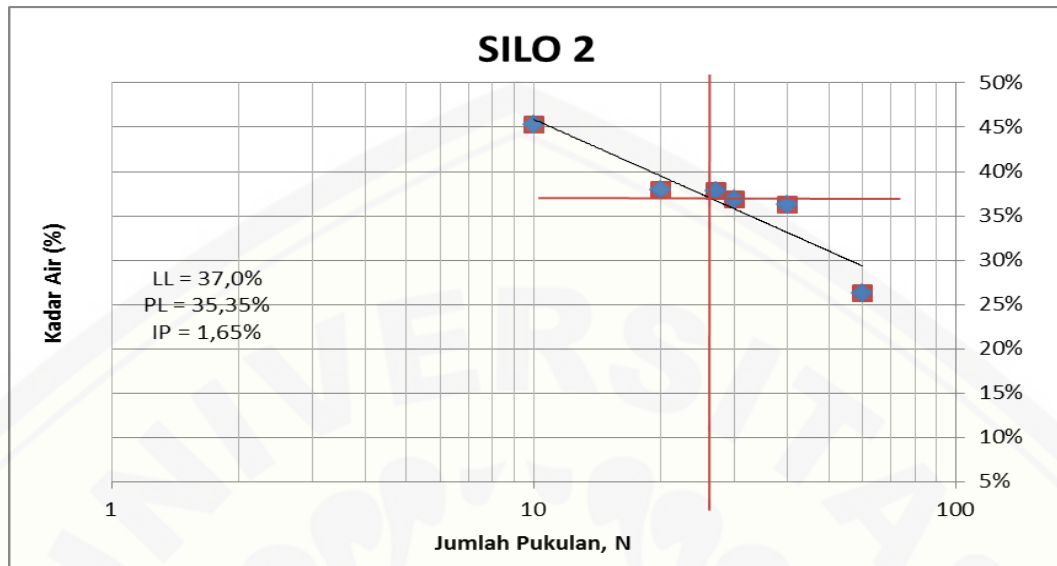
Pembahasan :

Adapun hasil pengujian Atterberg Limit tiap lokasi dapat dilihat pada Gambar 4.7 - Gambar 4.9 sebagai berikut :



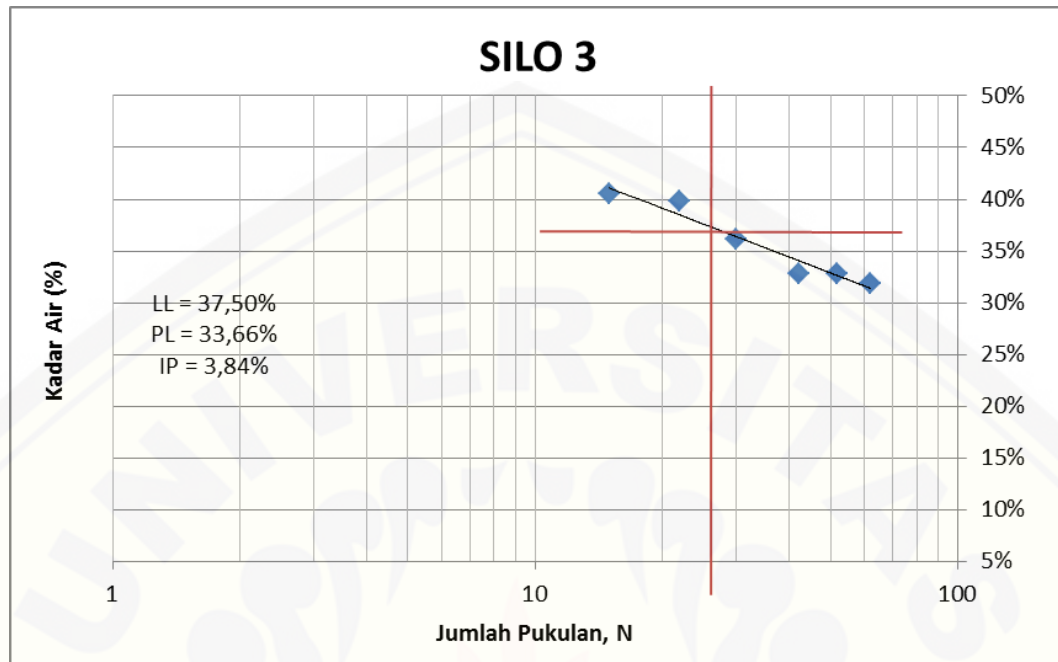
Gambar 4.7 Batas Cair SILO 1

Pada Gambar 4.7 Terlihat bahwa nilai LL untuk Kecamatan silo sample 1 sebesar 41,80%, dengan nilai PL 36,57% dan PI sebesar 5.23% . Berarti tanah termasuk tanah lanau kohesif sebagian dengan sifat plastisitas tanah rendah. (Sumber : Dr. Ir. Hary Christiady Hardiyatmo M.Eng, DEA (2002), *Mekanika Tanah I edisi 4*, hal. 48, Gajah Mada University Press, Yogyakarta)



Gambar 4.8 Batas Cair SILO 2

Pada Gambar 4.8 Terlihat bahwa nilai LL untuk Kecamatan silo sample 2 sebesar 37,00%, dengan nilai PL 35,35% dan PI sebesar 1,65% . Berarti tanah termasuk tanah lanau kohesif sebagian dengan sifat plastisitas tanah rendah. (Sumber : Dr. Ir. Hary Christiady Hardiyatmo M.Eng, DEA (2002), *Mekanika Tanah I edisi 4, hal. 48, Gajah Mada University Press, Yogyakarta*)



Gambar 4.9 Batas Cair SILO 3

Pada Gambar 4.9 Terlihat bahwa nilai LL untuk Kecamatan silo sample 3 sebesar 37,50%, dengan nilai PL 33,66% dan PI sebesar 3,84% . Berarti tanah termasuk tanah tanah lanau kohesif sebagian dengan sifat plastisitas tanah rendah. (Sumber : Dr. Ir. Hary Christiady Hardiyatmo M.Eng, DEA (2002), *Mekanika Tanah I edisi 4*, hal. 48, Gajah Mada University Press, Yogyakarta

4.4 Perhitungan Pencampuran Kuori

Pencampuran kuori dilakukan karena dalam pengujian gradasi butiran tiap lokasi kuori tidak masuk dalam persyaratan sebagai lapis pondasi bawah kelas B. Pencampuran kuori dilakukan dengan cara mencampurkan dua kuori yang terbesar, dicampur dengan kuori yang kecil-kecil sampai benda uji masuk dalam persyaratan pengujian lapis pondasi bawah kelas B.

Adapun cara perhitungan campuran 2 fraksi agregat sebagai berikut:

Rumus dasar pencampuran 2 fraksi agregat adalah:

$$a = \frac{P - B}{A - B}$$

Keterangan :

P = gradasi tengah

A = persen lolos saringan fraksi A

B = persen lolos saringan fraksi B

a = proporsi dari fraksi agregat A

b = proporsi dari fraksi agregat B

Adapun contoh perhitungan pencampuran secara matematis sampel Silo 1 dengan Silo 2, yaitu:

PENCAMPURAN

$$\begin{aligned}
 P &= 38.5 \\
 A &= 98.9 \\
 B &= 29.26666667 \\
 a &= \frac{38.5 - 29.27}{98.9 - 29.27} \\
 &= 13\% \\
 b &= 100\% - 13\% \\
 &= 87\%
 \end{aligned}$$

4.5 Pengujian Indeks Propertis Tiap Campuran

Pengujian indeks properties yang terdiri dari kadar air, berat isi dan specific gravity selain bertujuan untuk melihat sifat-sifat fisik tanah, hasil pengujian ini sering dibutuhkan dalam bermacam-macam keperluan perhitungan dalam mekanika tanah. Dalam penelitian ini nilai Gs akan digunakan dalam perhitungan kepadatan tanah. Untuk hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran A.

Adapun analisa pengujian indeks properties tiap campuran dapat dilihat pada Tabel 4.4 sebagai berikut :

Tabel 4.4. Analisa Indeks properties pada tiap campuran

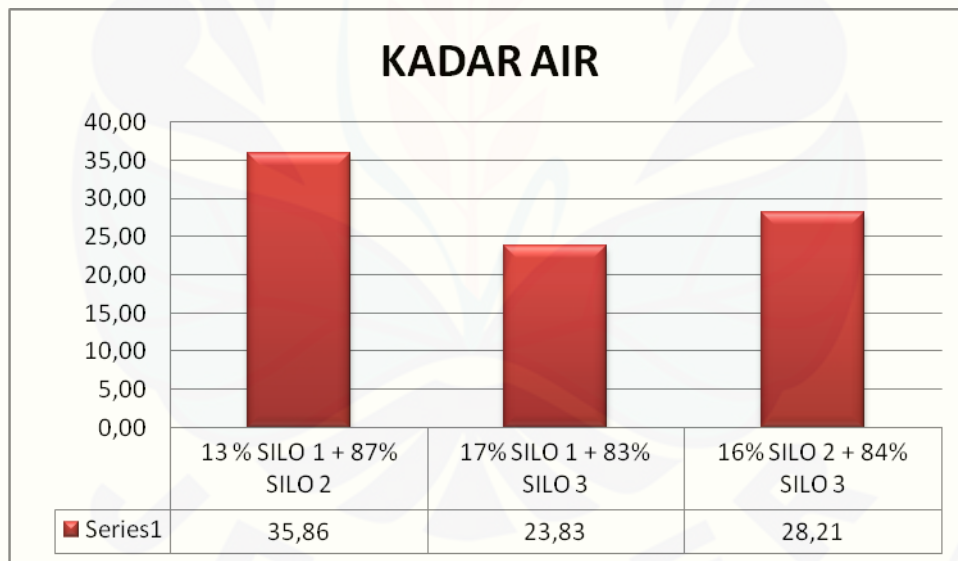
NO	PENGUJIAN	KADAR AIR	BERAT ISI	BERAT JENIS
1	13 % SILO 1 + 87% SILO 2	35.86	1.67	2.53
2	17% SILO 1 + 83% SILO 3	23.83	1.94	2.26
3	16% SILO 2 + 84% SILO 3	28.21	1.87	2.22

Sumber: Hasil Perhitungan

Pembahasan :

1. Kadar air

Adapun hasil pengujian kadar air tiap campuran dapat dilihat pada Gambar 4.10 sebagai berikut :



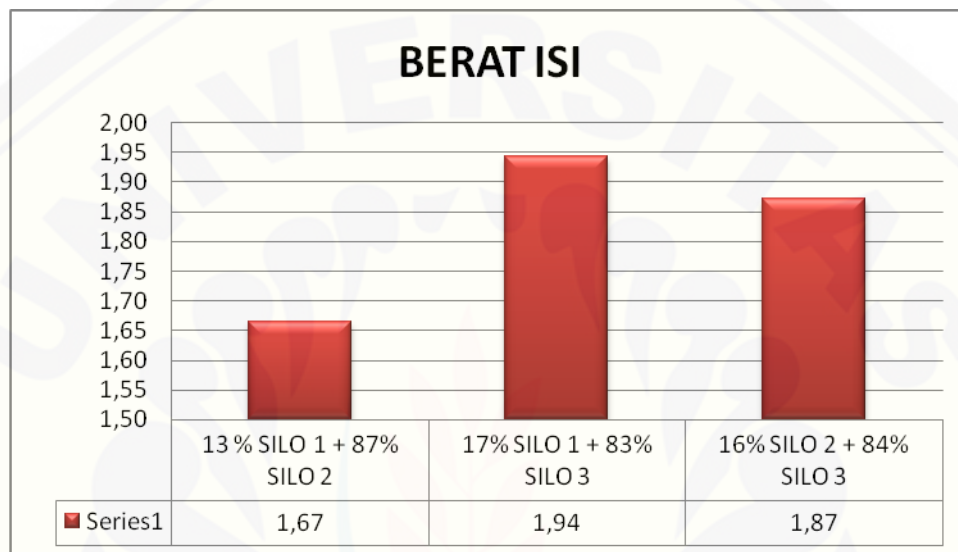
Gambar 4.10 Grafik Kadar Air tiap campuran

Dari Gambar 4.10 Dapat diketahui perbandingan kadar air antara beberapa campuran. Kadar air paling rendah terdapat pada campuran 17% silo 1 + 83% Silo 3 dengan nilai kadar air 23.83%, sedangkan kadar air paling tinggi

terdapat pada campuran 13% silo 1 + 87% Silo 2 dengan nilai kadar air 35.86%. Nilai dari masing-masing kadar air tiap campuran dapat dilihat pada Tabel 4.5.

2. Berat Isi

Adapun hasil pengujian berat isi tiap campuran dapat dilihat pada Gambar 4.11 sebagai berikut :

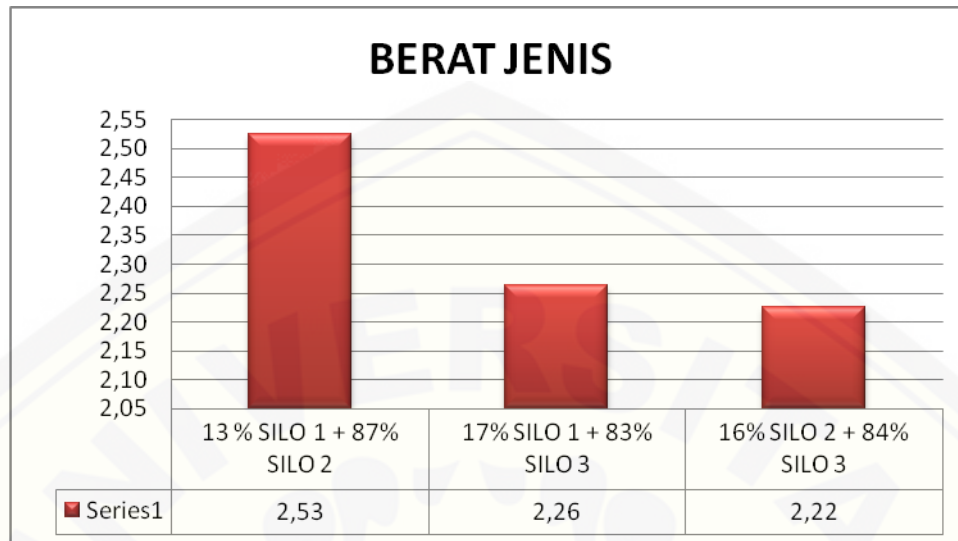


Gambar 4.11 Grafik Berat Isi tiap Campuran

Dari Gambar 4.11 Dapat diketahui perbandingan berat isi antara beberapa campuran. Berat Isi paling rendah terdapat pada campuran 17% silo 1 + 83% Silo 2 dengan nilai berat isi 1.67 gr/cm³, sedangkan berat isi paling tinggi terdapat pada 17% silo 1 + 83% Silo 1.94 gr/cm³. Nilai dari masing-masing berat isi tiap campuran dapat dilihat pada Tabel 4.5.

3. Berat Jenis

Adapun hasil pengujian berat jenis tiap campuran dapat dilihat pada Gambar 4.12 sebagai berikut :



Gambar 4.12 Grafik Berat Jenis tiap Campuran

Dari Gambar 4.12 Dapat diketahui perbandingan berat jenis antara beberapa campuran. Berat Jenis paling rendah terdapat pada campuran 16% silo 2 + 84% Silo 3 dengan nilai berat jenis 2.22, sedangkan berat jenis paling tinggi terdapat pada campuran 13% Silo 1 + 87% Silo 2 dengan nilai berat jenis 2.53, berarti material termasuk jenis Pasir. Nilai dari masing-masing berat jenis tiap campuran dapat dilihat pada Tabel 4.5.

4.6 Pengujian Gradasi Butiran Tiap Campuran

Pengujian gradasi butiran tanah bertujuan untuk mengklasifikasikan tanah. Klasifikasi tanah berguna sebagai petunjuk awal dalam memprediksi kelakuan tanah. Dari beberapa system klasifikasi yang ada, dalam penelitian ini menggunakan system klasifikasi Unified. Perubahan gradasi akan berpengaruh terhadap karakteristik tanah misalnya plastisitasnya, kepadatannya maupun daya dukungnya. Kandungan fraksi berbutir halus sangat mempengaruhi sifat pengembangan tanah. Semakin tinggi jumlah kandungan fraksi berbutir halus (0,075 mm) suatu tanah, maka potensi pengembangan tanah semakin besar.

Pada analisa tanah berbutir kasar contoh tanah kering 500 gr di timbang dan disaring dengan seperangkat saringan. Berat tanah yang tertahan pada masing-masing saringan dicatat dan dihitung sebagai presentase berat total. Hasilnya digambar dalam grafik logaritma. Untuk hasil perhitungan prosentase campuran dapat dilihat pada lampiran C.

Adapun analisa pengujian gradasi butiran tiap campuran dapat dilihat pada Tabel 4.5 sebagai berikut:

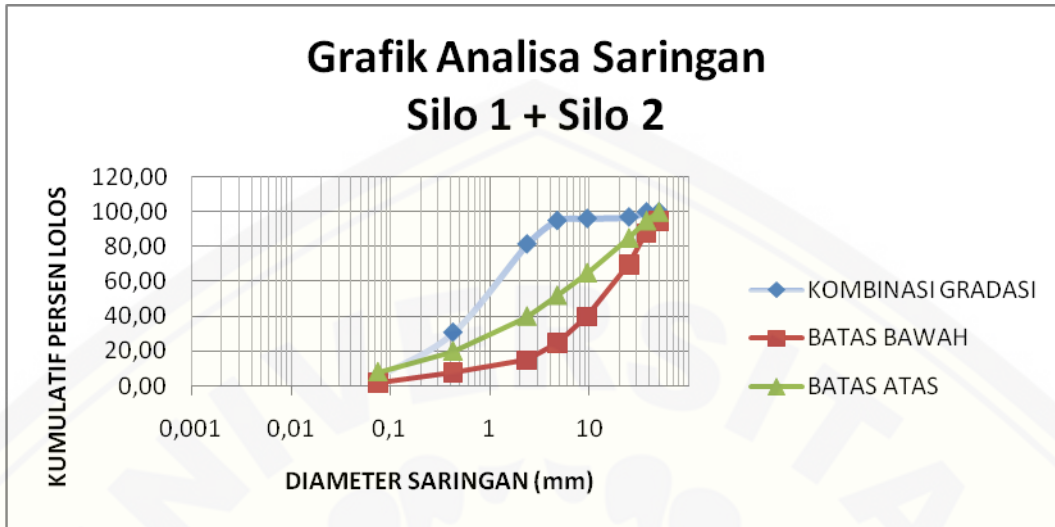
Tabel 4.5 Pengujian Gradasi butiran pada tiap campuran

REKAP PERSEN LOLOS AGREGAT							
No. Saringan	Diameter (mm)	KUALIFIKASI AGREGAT B			KOMBINASI GRADASI		
		BATAS BAWAH	BATAS ATAS	NILAI TENGAH	13% SILO 1 + 87% SILO 2	17% SILO 1 + 83% SILO 2	16% SILO 2 + 84% SILO 3
2'	50	95	100	97,5	100.00	100.00	100.00
1 1/2'	37,5	88	95	91,5	100.00	100.00	100.00
1'	25	70	85	77,5	97.06	98.65	99.64
3/8'	9,5	40	65	52,5	96.24	96.25	98.30
No.4	4,75	25	52	38,5	95.07	86.41	89.37
No.10	2,36	15	40	27,5	81.65	57.08	61.43
No.40	0,425	8	20	14	31.01	18.74	20.15
No.200	0,075	2	8	5	5.51	5.70	5.57

Sumber: Hasil Perhitungan Secara Matematis

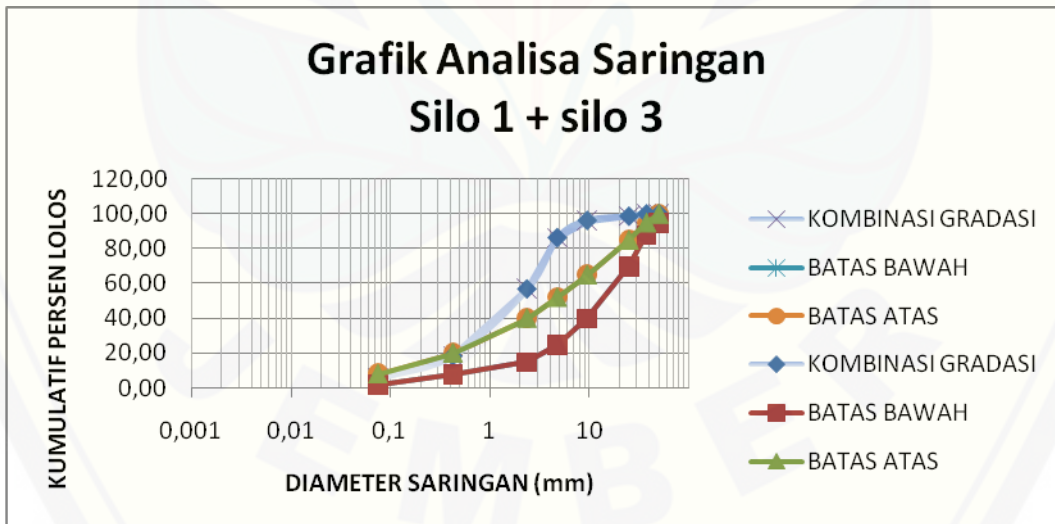
Pembahasan :

Adapun hasil pengujian Analisa Saringan (Gradasi Butiran) tiap campuran dapat dilihat pada Gambar 4.13 s/d Gambar 4.15 sebagai berikut:



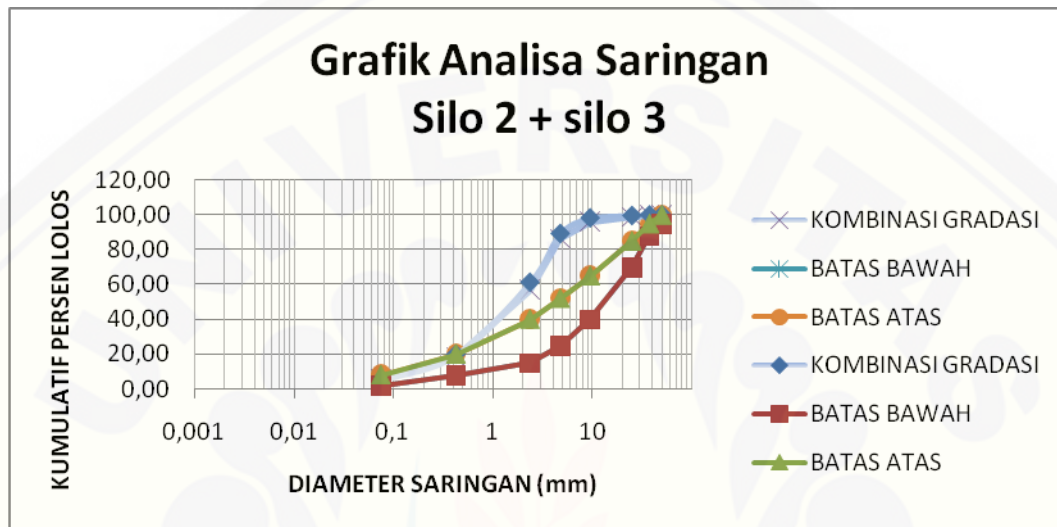
Gambar 4.13 Gradasi butiran Kec. Silo 1 + Silo 2

Pada Gambar 4.13 Terlihat bahwa campurann Silo 1 + silo 2 tidak memenuhi syarat untuk spesifikasi agregat kelas B pada Lapis Pondasi Bawah. Hal ini disebabkan karena agregat bergradasi seragam, dimana butir-butir agregat campuran berukuran sama atau hampir sama.



Gambar 4.14 Gradasi butiran Kec. Silo 1 + Silo 3

Pada Gambar 4.14 Terlihat bahwa campurann Silo 1 + silo 3 tidak memenuhi syarat untuk spesifikasi agregat kelas B pada Lapis Pondasi Bawah. Hal ini disebabkan karena agregat bergradasi seragam, dimana butir-butir agregat campuran berukuran sama atau hampir sama.



Gambar 4.15 Gradasi butiran Kec. Silo 2 + Silo 3

Pada Gambar 4.15 Terlihat bahwa campurann Silo 3 + silo 2 tidak memenuhi syarat untuk spesifikasi agregat kelas B pada Lapis Pondasi Bawah. Hal ini disebabkan karena agregat bergradasi seragam, dimana butir-butir agregat campuran berukuran sama atau hampir sama.

4.7 Pengujian Atterberg Limit Tiap Campuran

Pengujian atterberg limit bertujuan untuk melihat plastisitas dari suatu tanah. Dari pengujian ini akan didapatkan batas cair (LL), batas plastis (PL), dan indeks plastisitas (PI). Jika nilai LL dan PL bertambah, diperkirakan butiran tanah semakin halus.

Indeks plastisitas (PI) menyatakan interval kadar air dimana tanah tetap dalam kondisi plastis, dan juga menyatakan jumlah relative partikel lempung dalam tanah. Jika PI tinggi maka tanah banyak mengandung butiran lempung. Jika PI rendah

maka tanah banyak mengandung butiran lanau. Adapun Indeks plastisitas (PI) dapat diketahui dari selisih LL dengan PL.

Pada Pengujian atterberg limit, tanah kering ditambahkan air pelan-pelan maka keadaanya akan berubah, dimulai dari keadaan padat, menjadi semi padat, plastis dan akhirnya berada dalam keadaan cair. Untuk hasil selengkapnya dapat dilihat pada lampiran A.

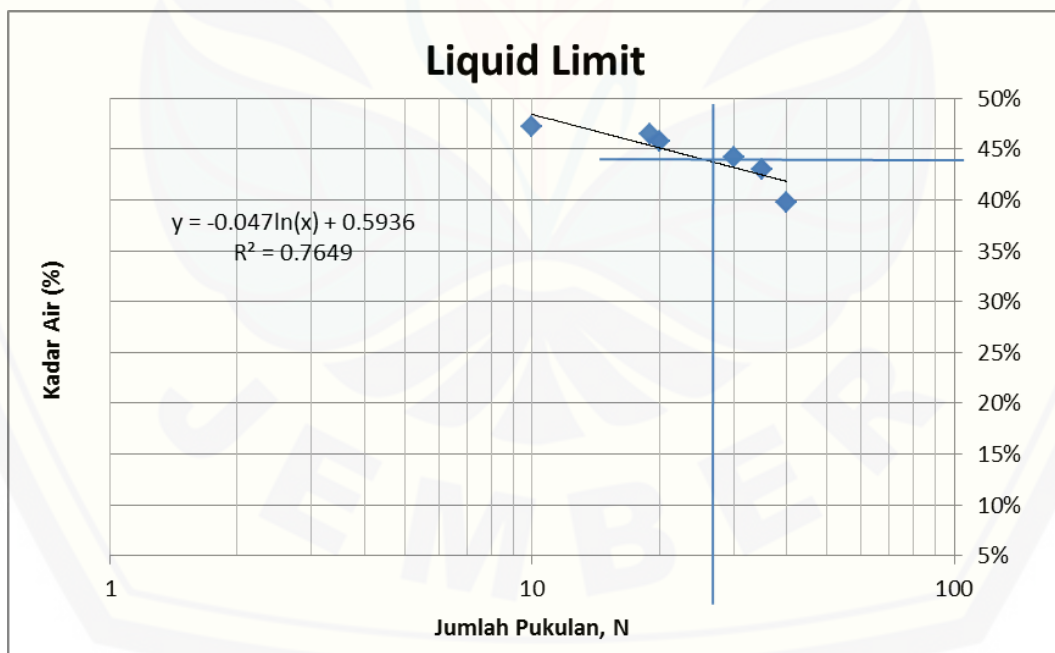
Adapun analisa pengujian atterberg limit tiap campuran dapat dilihat pada Tabel 4.6 sebagai berikut :

Tabel 4.6 Analisa Atterberg Limit tiap campuran

NO	PENGUJIAN	LL	PL	IP
1	SILO 1 + SILO 2	44	30.14	13.86
2	SILO 1 + SILO 3	36.5	25.97	10.53
3	SILO 2 + SILO 3	39	30.18	8.82

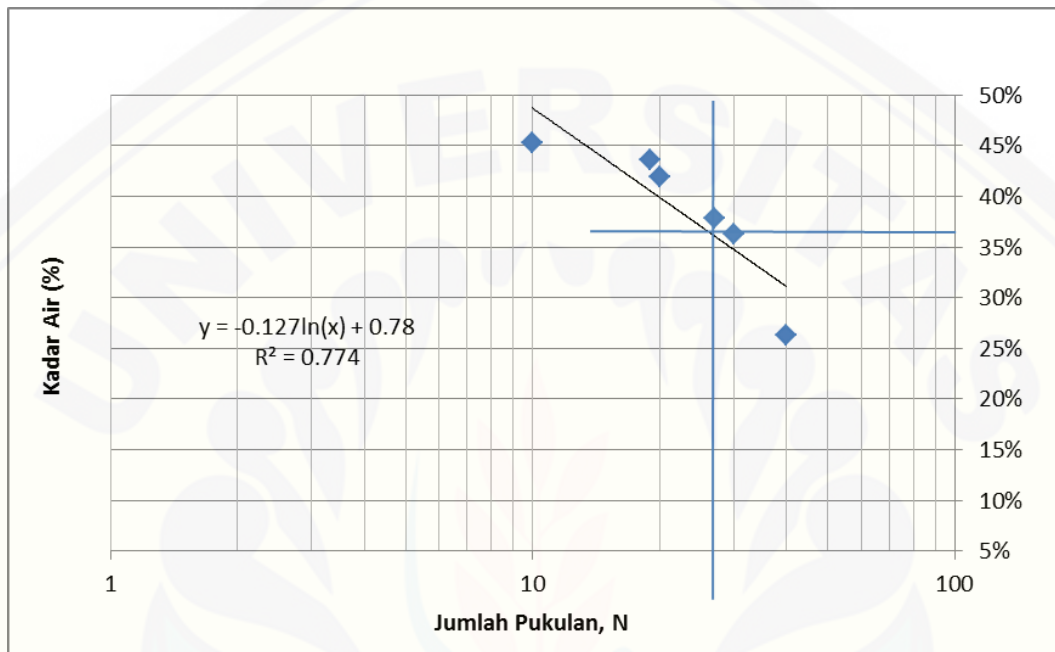
Pembahasan :

Adapun hasil pengujian Atterberg Limit tiap campuran dapat dilihat pada Gambar 4.15 s/d Gambar 4.17 sebagai berikut :



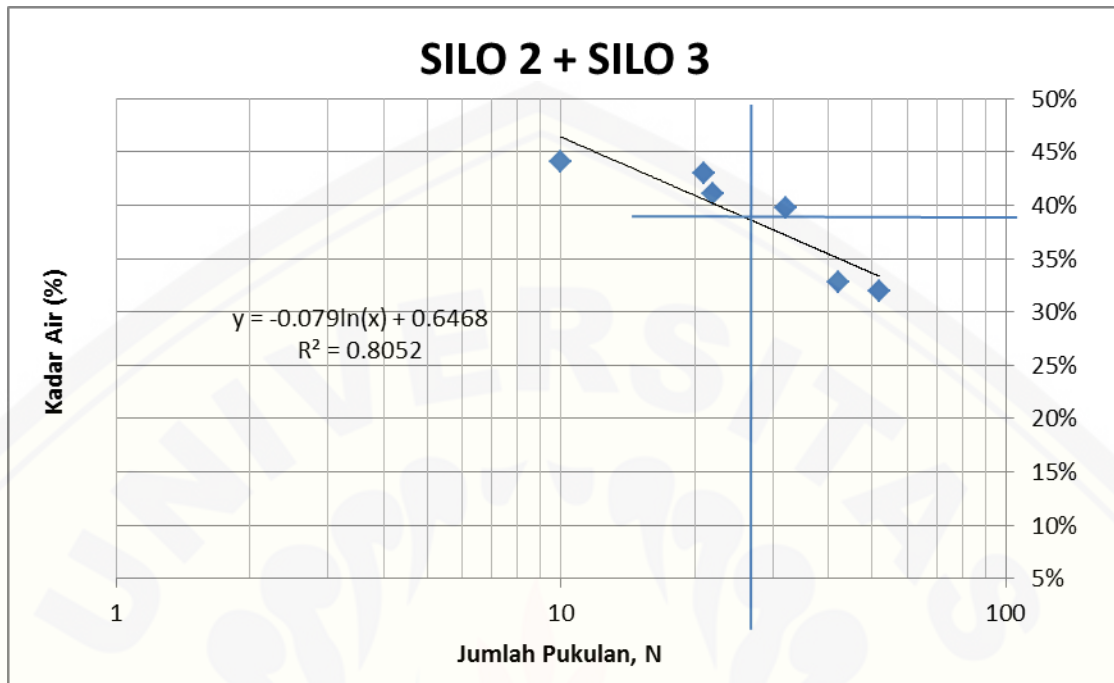
Gambar 4.16 Batas cair Kec. Silo 1 + Silo 2

Pada Gambar 4.16 Terlihat bahwa nilai LL untuk Kecamatan Silo 1 + Silo 2 sebesar 44%, sedangkan untuk nilai PL 30.14%. Berarti tanah termasuk tanah Lempung berlanau dengan sifat tanah kohesif.



Gambar 4.17 Batas cair Kec. Silo 1 + Silo 3

Pada Gambar 4.17 Terlihat bahwa nilai LL untuk Kecamatan Silo 1 + Silo 3 sebesar 36.5%, sedangkan untuk nilai PL 25.97%. Berarti tanah termasuk tanah Lempung berlanau dengan sifat tanah kohesif.



Gambar 4.18. Batas cair Kec. Silo 2 + Silo 3

Pada Gambar 4.18 Terlihat bahwa nilai LL untuk Kecamatan Silo 2 + Silo 3 sebesar 39%, sedangkan untuk nilai PL 30.18%. Berarti tanah termasuk tanah Lempung berlanau dengan sifat tanah kohesif..

4.8 Hasil pengujian Pemadatan (modified proctor) tiap campuran

Pemadatan tanah sangat tergantung pada nilai berat volume kering, semakin besar nilai berat volume kering maka tanah akan semakin padat. Dalam pengolahan data untuk pemadatan tanah, harus dicari hubungan antara kadar air (Water Content) dan berat volume kering (Dry Density). Hal ini berguna untuk mengetahui nilai MDD (Maximum Dry Density). Untuk hasil perhitungan dapat dilihat pada lampiran D.

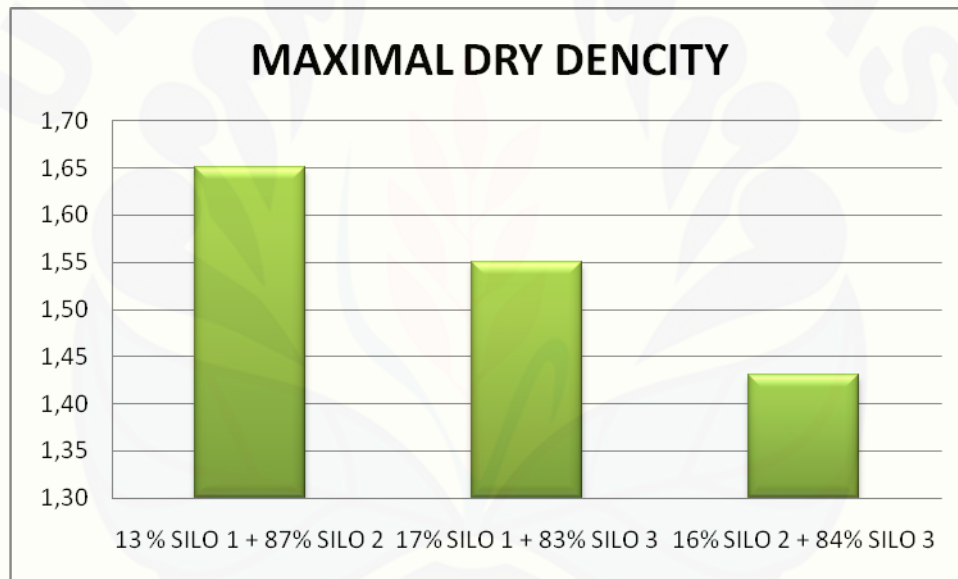
Adapun nilai MDD (Maximum Dry Density) untuk tiap campuran agregat dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut :

Tabel 4.7 Nilai MDD tiap campuran

NO	PENGUJIAN	MDD	OMC
1	13 % SILO 1 + 87% SILO 2	1.65	24.00
2	17% SILO 1 + 83% SILO 3	1.55	23.50
3	16% SILO 2 + 84% SILO 3	1.43	23.50

Sumber: Hasil uji Laboratorium

Nilai MDD dipakai untuk mencari berat bahan campuran untuk pengujian CBR (California Bearing Ratio) dengan mengalikan nilai MDD terhadap volume. Untuk melihat nilai MDD (Maximum Dry Density) pada tiap perbandingan campuran tanah disajikan dalam gambar 33 berikut :



Gambar 4.19 Grafik Nilai MDD tiap campuran

Dari grafik MDD (Maximum Dry Density) tiap perbandingan campuran (gambar 4.19) diperoleh nilai MDD (Maximum Dry Density) tertinggi terjadi pada campuran 13% : 87% (Silo 1 + Silo 2) dengan nilai MDD 1.65 gr/cm³.

4.9 Hasil Pengujian CBR (California Bearing Ratio) Tiap Campuran

Daya dukung lapis pondasi bawah dapat diperkirakan antara lain dengan mempergunakan hasil pemeriksaan CBR (SNI 03-1744-1989). Nilai CBR adalah

salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui daya dukung lapis pondasi bawah dalam perencanaan lapis perkerasan. Bila lapis pondasi bawah memiliki nilai CBR yang tinggi, praktis akan mengurangi ketebalan lapis keras yang ada di atasnya. Untuk hasil selengkapnya dapat dilihat pada lampiran E.

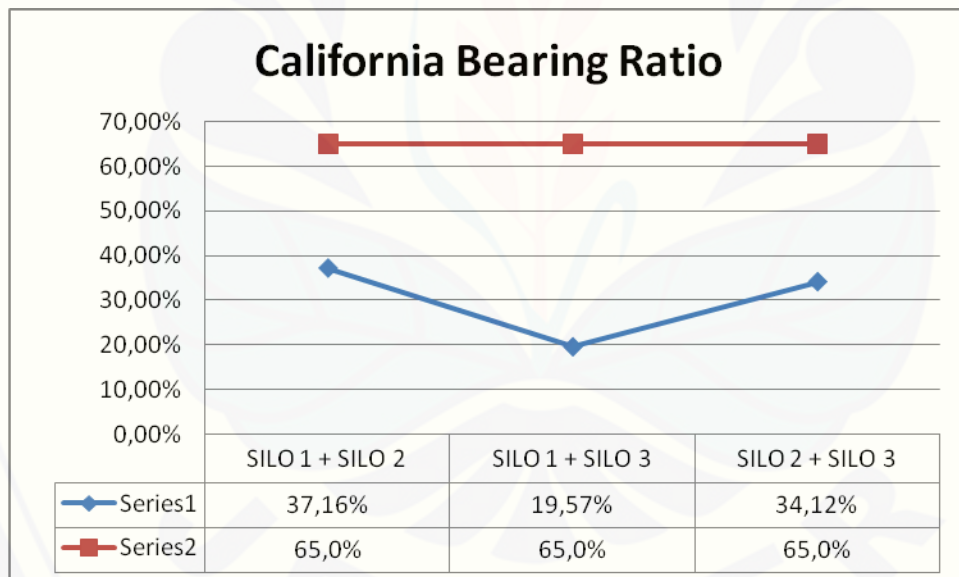
Adapun nilai CBR (California Bearing Ratio) untuk tiap perbandingan campuran dapat dilihat pada tabel 4.8 berikut :

Tabel 4.8 Hasil pengujian CBR tiap perbandingan campuran

NO	PENGUJIAN	NILAI CBR CAMPURAN	SPESIFIKASI CBR KELAS B
1.	SILO 1 + SILO 2	37.16%	65.0%
2.	SILO 1 + SILO 3	19.57%	65.0%
3.	SILO 2 + SILO 3	34.12%	65.0%

Sumber : Hasil uji laboratorium

Pembahasan :



Gambar 4.20 Grafik Nilai CBR tiap campuran

Gambar 4.20 memperlihatkan hubungan antara besarnya nilai CBR dan perbandingan campuran. Gambar tersebut juga menunjukkan bahwa nilai CBR tiap campuran tanah dari beberapa lokasi dapat menghasilkan nilai CBR yang masuk dalam spesifikasi yang disyaratkan dalam persyaratan CBR untuk lapis pondasi

bawah kelas B. Dapat disimpulkan semua campuran tidak memenuhi syarat untuk masuk dalam spesifikasi CBR kelas B.

4.10 Pengujian Abrasi

Daya tahan agregat merupakan agregat terhadap adanya penurunan mutu akibat proses mekanis ataupun kimiawi. Agregat bisa mengalami perubahan gradasi akibat pecahnya butir-butir agregat. Untuk hasil selengkapnya bisa dilihat pada lampiran.

Berikut merupakan hasil pengujian abrasi agregat untuk tiap lokasi sampel:

Tabel 4.9. Nilai abrasi

NO	LOKASI SAMPEL	NILAI ABRASI	SPEK ABRASI A	SPEK ABRASI B	SPEK ABRASI C
1	SILO 1 + SILO 2	10.03%	40.00%	40.00%	40.00%
2	SILO 1 + SILO 3	26.62%	40.00%	40.00%	40.00%
3	SILO 2 + SILO 3	18.48%	40.00%	40.00%	40.00%

Pembahasan:

Menurut SNI 03-2417-1990 batasan untuk keausan agregat (abrasi) pada agregat kelas B dengan Mesin Los Angeles adalah 0 - 40 %. Dari tabel 4.10 diperoleh nilai keausan yaitu 10.03%, 26.62 %, dan 18.48 %.

Jika dilihat berdasarkan batasan SNI maka nilai- nilai yang didapatkan dari gambar atas telah memenuhi standart karena tidak melebihi batasan yang telah disyaratkan sehingga agregat dapat digunakan sebagai bahan untuk lapis pondasi bawah kelas B.

4.11 Hasil Rekapitulasi Perhitungan Tiap Sampel

Berikut merupakan ringkasan dari beberapa penelitian yang telah dilakukan:

Tabel 4.10 hasil uji analisa saringan terhadap spesifikasi lapis pondasi agregat

Tabel 4.10 Rekap Hasil Uji Analisa Saringan

SARINGAN	KELAS A	KELAS B	KELAS C	GRADASI AGREGAT TIAP SAMPEL					
				SILO 1	SILO 2	SIL O 3	S1+2	S1+3	S2+3
2'		100	75-100	100	100	100	100	100	100
1 1/2'	100	88-100	60-90	100	100	100	100	100	100
1'	77-100	70-85	45-78	92,2	97,8	100	97.06	98.65	99.64
3/8'	44-60	40-65	25-55	86	97,8	98,4	96.24	96.25	98.3
NO.4	27-44	25-52	13-45	79,8	97,4	87,8	95.07	86.41	89.37
NO.10	17-30	15-40	8-36	58,4	85,2	58,6	81.65	57.08	61.43
NO.40	7-17	8-20	7-25	23,2	32,2	17,8	31.01	18.74	20.15
NO.200	2-8	5-15	5-15	6,2	5,4	5,6	5.51	5.7	5.57

Tabel 4.11 ringkasan penelitian dari beberapa sampel terhadap agregat kelas A, B, dan C.

Tabel 4.11 Ringkasan Penelitian

NO	SARINGAN	KELAS A	KELAS B	KELAS C	LOKASI SAMPEL					
					SILO 1	SILO 2	SILO 3	S1+2	S1+3	S2+3
1	BATAS CAIR	MAK S.25	MAK S.25	MAK S.25	41.8	37	37.5	44	36.5	39
2	INDEKS PLASTIS	MAK S.6	MAK S.6	4-9	5.23	1.65	3.84	13.86	10.53	8.82
3	ABRASI AGREGAT	MAK S.40%	MAK S.40%	MAK S.40%				10.53	26.62	18.48
4	CBR	MIN.9 0%	MIN.6 5%	MIN.3 5%				37.16	19.57	34.12

Berdasarkan uraian dan penelitian di atas, dari semua sampel campuran yang ambil dari wilayah Kecamatan Silo Kabupaten Jember, hanya campuran Silo 1 + Silo 2 yang masuk spesifikasi agregat kelas C. Untuk lainnya tidak memenuhi spesifikasi lapis pondasi agregat, baik kelas A, kelas B maupun kelas C, sehingga tidak bisa dipakai sebagai material bahan jalan.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisa yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa tanah gumuk di daerah Silo Kabupaten Jember tidak dapat dijadikan untuk bahan lapis pondasi bawah. Hasil pencampuran sampel Silo 1 + Silo 2 yang dapat dijadikan lapis pondasi bawah spesifikasi agregat kelas C.

5.2 Saran

1. Dalam melaksanakan suatu kegiatan penambangan atau konstruksi diharapkan memperhatikan kelestarian lingkungan, mengingat keberadaan gumuk yang semakin berkurang.
2. Hasil pengujian gradasi tanah Gumuk Silo yang paling mendekati spesifikasi yaitu Silo 1. Untuk mendapatkan campuran yang memenuhi spesifikasi lapis pondasi agregat kelas B, maka tanah gumuk Silo 1 harus dicampur dengan material agregat kasar diluar Kecamatan Silo. Dengan presentase campuran dari Silo 1 + agregat luar tiap saringan dengan persentase agregat sebesar 80:20 untuk saringan 2', 60:40 untuk saringan 1 ½' dan 1', 45:55 untk saringan 3/8', 50:50 untuk saringan saringan no.4, no.10, no.40, beserta no.200.

DAFTAR PUSTAKA

Agustin, 071903103003, “*Penggunaan material dari beberapa kuori Kabupaten Banyuwangi sebagai bahan perkerasan jalan lapis pondasi bawah kelas B*”, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Triyono, 2011. *DJEMBER 1859-1929: Melacak Sebuah Kota Berbasis Perkebunan di Jawa Timur*. Denpasar: Cakra Press

Atterberg.1911. Hardiyatmo 1999.

Bowles. J.E., 1984, *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)* edisi kedua, Jakarta, Erlangga

Cahyo Wibowo.Aswin., 2008, “*STABILISASI TANAH LEMPUNG LUNAK DENGAN SABUT KELAPA UNTUK MENINGKATKAN DAYA DUKUNG TANAH PADA SUBGRADE JALAN RAYA,*” Tugas Akhir, Program Studi Diploma III Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Jember.

Das, B.M., Endah N., Mochtar., I.B., 1988, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)* Jilid 1, Surabaya.

Modul Praktikum Mekanika Tanah 1 & 2 Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember, 2012, Jember.

Penyusunan Inventarisasi Aset Pertambangan Umum ,Probolinggo.

Sukirman,Silvia.2003.BETON ASPAL CAMPURAN PANAS EDISI I.Jakarta:

Granit 2003

Sukirman Silvia, 1993.PERKERASAN LENTUR JALAN RAYA. Bandung : NOVA
1992

Untung Soedarsono,Djoko.Ir.KONSTRUKSI JALAN RAYA.Jakarta : BPPU 1987
Wesley.LD.1977.Mekanika Tanah. Hal 10

SNI 03 1744-1989, *Metode Pengujian CBR Laboratorium*

SNI 03 1743-1999, Metode Pengujian Pematatan

SNI 03-2417-1991, *Metode Pengujian Abrasi Agregat dengan Mesin Los angeles.*

Tim Dosen. 2011. *Modul Praktikum Mekanika Tanah.* Jurusan Teknik Sipil
Universitas Jember

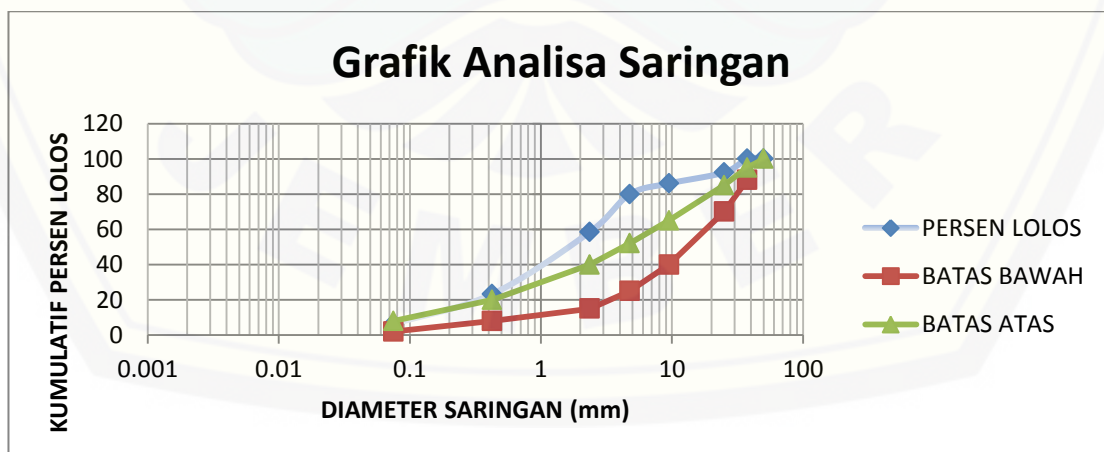


Lampiran A

Pengujian Gradasi Butiran tiap lokasi

1. Silo

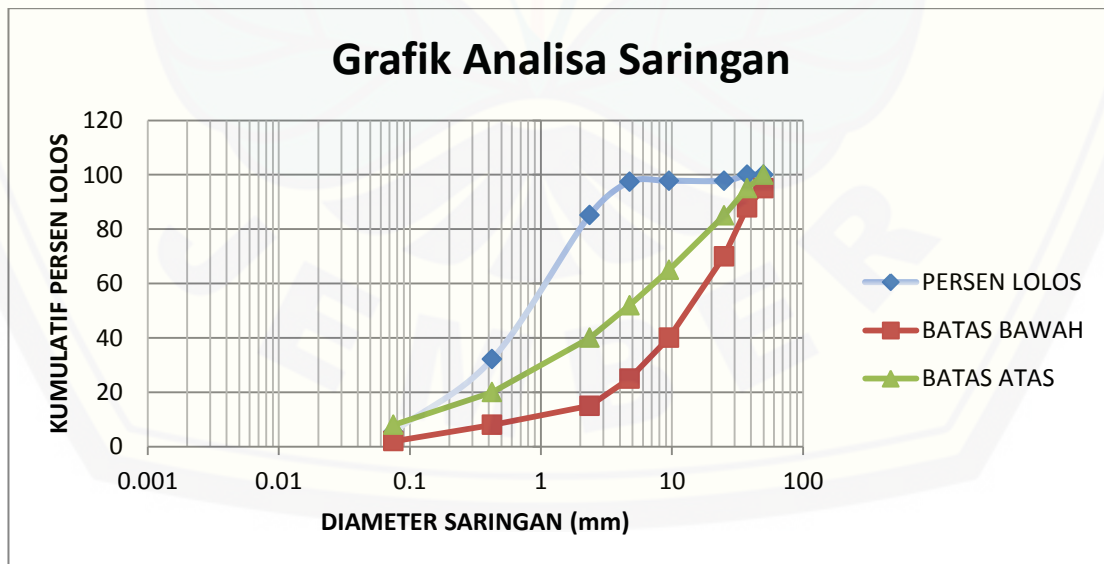
No. Saringan	Diameter (mm)	Berat Saringan (gr)	Berat Saringan + Tanah (gr)	Berah Tanah Tertahan	Persen Tertahan	Kumulatif Persen Tertahan	Kumulatif Persen Lolos	Spek kelas B	BATAS BAWAH	BATAS ATAS
2'	50	574	574	0	0	0	100	100		100
1 1/2'	37.5	659	659	0	0	0	100	88-95	88	95
1'	25	607	646	39	7.8	7.8	92.2	70-85	70	85
3/8'	9.5	504	535	31	6.2	14	86	30-65	40	65
No.4	4.75	481	512	31	6.2	20.2	79.8	25-55	25	52
No.10	2.36	438	545	107	21.4	41.6	58.4	15-40	15	40
No.40	0.425	284	460	176	35.2	76.8	23.2	8-20	8	20
No.200	0.075	273	358	85	17	93.8	6.2	2-8	2	8
pan		454	485	31	6.2	100	0			
SUM				500	100					





Silo 2

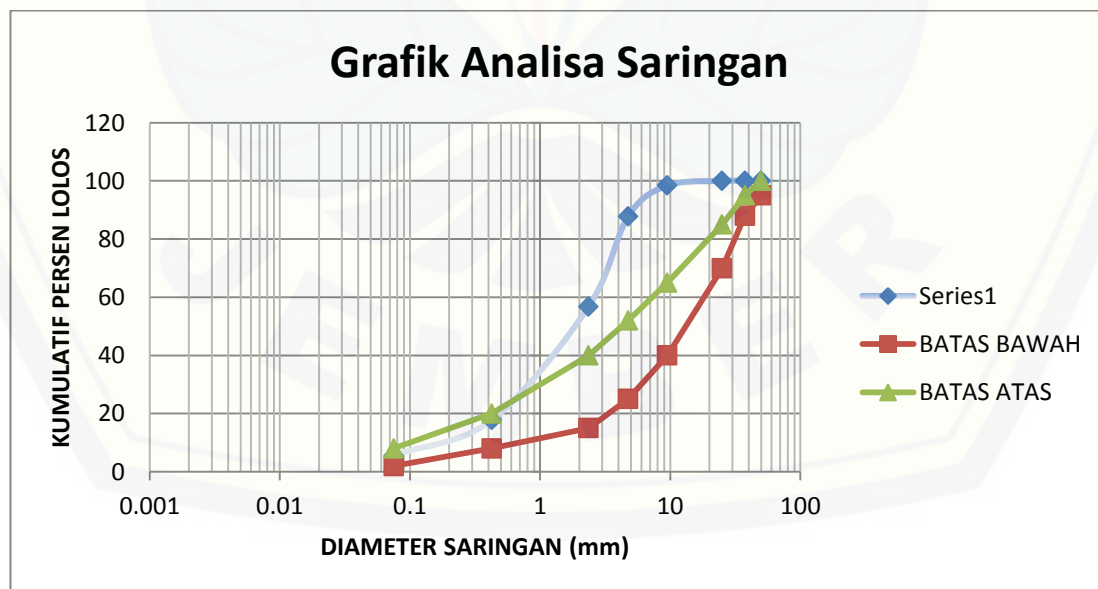
No. Saringan	Diameter (mm)	Berat Saringan (gr)	Berat Saringan + Tanah (gr)	Berah Tanah Tertahan	Perse n Tertahan	Kumulatif Persen Tertahan	Kumulatif Persen Lolos	Spek kelas B	BATAS BAWAH	BATAS ATAS
2'	50	574	574	0	0	0	100	100		100
1 1/2'	37.5	659	659	0	0	0	100	88-95	88	95
1'	25	607	618	11	2.2	2.2	97.8	70-85	70	85
3/8'	9.5	504	504	0	0	2.2	97.8	30-65	40	65
No.4	4.75	481	483	2	0.4	2.6	97.4	25-55	25	52
No.10	2.36	438	499	61	12.2	14.8	85.2	15-40	15	40
No.40	0.425	284	549	265	53	67.8	32.2	8-20	8	20
No.200	0.075	273	407	134	26.8	94.6	5.4	2-8	2	8
pan		454	481	27	5.4	100	0			
SUM				500	100					





Silo 3

No. Saringan	Diameter (mm)	Berat Saringan (gr)	Berat Saringan + Tanah (gr)	Berah Tanah Tertahan	Persen Tertahan	Kumulatif Persen Tertahan	Kumulatif Persen Lolos	Spek kelas B	BATA S BAWAH	BATAS ATAS
2'	50	574	574	0	0	0	100	100		100
1 1/2'	37.5	659	659	0	0	0	100	88-95	88	95
1'	25	607	607	0	0	0	100	70-85	70	85
3/8'	9.5	504	512	8	1.6	1.6	98.4	30-65	40	65
No.4	4.75	481	534	53	10.6	12.2	87.8	25-55	25	52
No.10	2.36	438	593	155	31	43.2	56.8	15-40	15	40
No.40	0.425	284	479	195	39	82.2	17.8	8-20	8	20
No.200	0.075	273	334	61	12.2	94.4	5.6	2-8	2	8
pan		454	482	28	5.6	100	0			
S U M				500	100					





Lampiran B

Pengujian gradasi campuran tiap lokasi

1. Silo 1 + Silo 2

AGREGAT PERSEN CAMPURAN NOMER SARINGAN	SILO 1 13%		SILO 2 87%		KOMBIN ASI GRADASI	SPESIFIKASI		
	% LOLOS	% PAKAI	% LOLOS	% PAKAI		BAWAH	ATAS	TENGAH
2'	100	13.26	100	86.74	100.00	95	100	97.5
1 1/2'	100	13.26	100	86.74	100.00	88	95	91.5
1'	92.2	12.23	97.8	84.83	97.06	70	85	77.5
3/8'	86	11.40	97.8	84.83	96.24	40	65	52.5
No.4	79.8	10.58	97.4	84.48	95.07	25	52	38.5
No.10	58.4	7.74	85.2	73.90	81.65	15	40	27.5
No.40	23.2	3.08	32.2	27.93	31.01	8	20	14
No.200	6.2	0.82	5.4	4.68	5.51	2	8	5

Menggunakan rumus

$$a = \frac{P - B}{A - B}$$

$$b = 1 - a$$

Keterangan :

P = gradasi tengah

A = persen lolos saringan fraksi A

B = persen lolos saringan fraksi B

a = proporsi dari fraksi agregat A

b = proporsi dari fraksi agregat B

Contoh perhitungan campuran Rogojampi : Kabat (Lampiran C) nilai a dan b diperoleh dari :

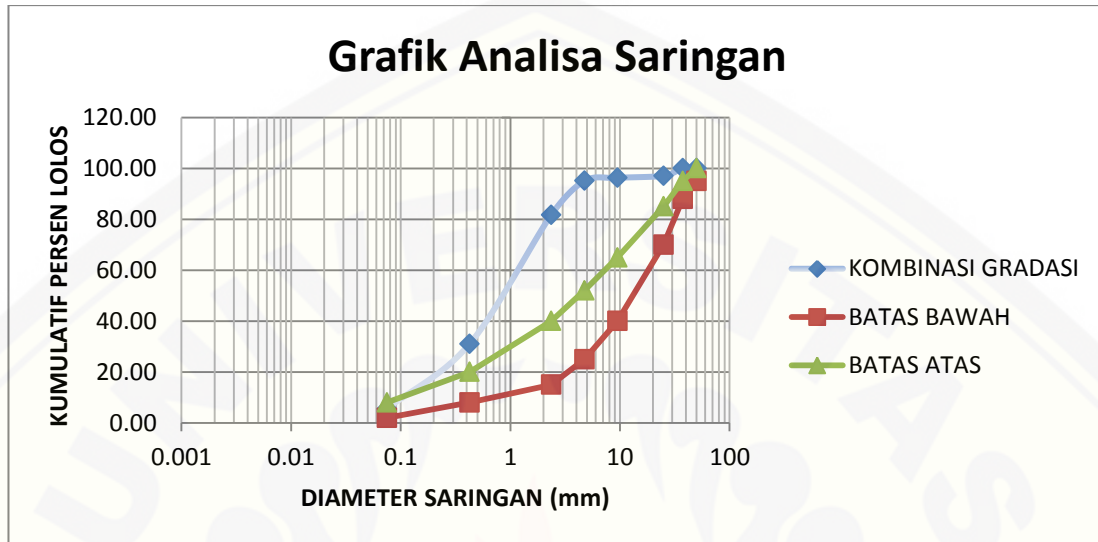
Dipilih saringan No 1, dengan mempergunakan rumus

Diperoleh prosentase nilai a = 0.24, b = 0.76

$$a = \frac{P - B}{A - B}$$



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH

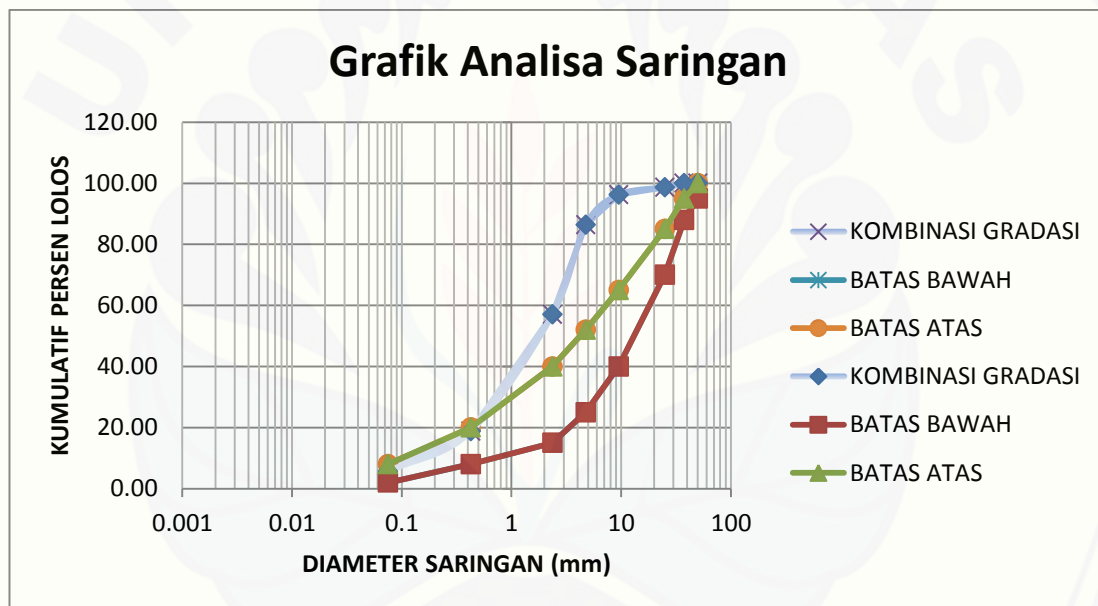




KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH

2. Silo 1 + Silo 3

AGREGAT PERSEN CAMPURAN NOMER SARINGAN	SILO 1 17%		SILO 3 83%		KOMBIN ASI GRADASI	SPESIFIKASI		
	% LOLOS	% PAKAI	% LOLOS	% PAKAI		BAWAH	ATAS	TENGAH
2'	100	17.35	100	82.65	100.00	95	100	97.5
1 1/2'	100	17.35	100	82.65	100.00	88	95	91.5
1'	92.2	16.00	100	82.65	98.65	70	85	77.5
3/8'	86	14.92	98.4	81.33	96.25	40	65	52.5
No.4	79.8	13.85	87.8	72.57	86.41	25	52	38.5
No.10	58.4	10.13	56.8	46.94	57.08	15	40	27.5
No.40	23.2	4.03	17.8	14.71	18.74	8	20	14
No.200	6.2	1.08	5.6	4.63	5.70	2	8	5

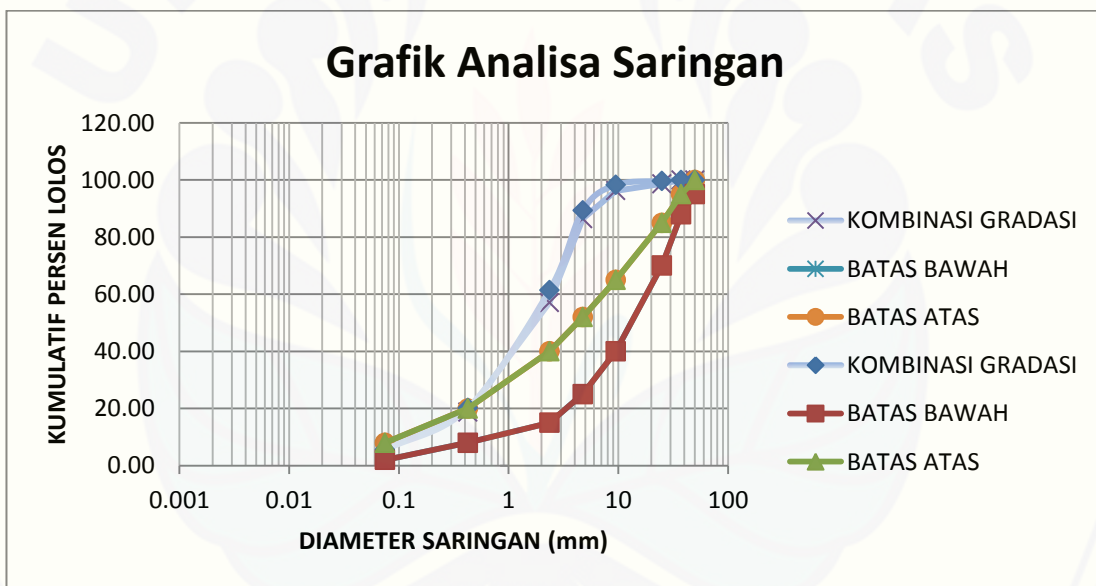




KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH

3. Silo 2 + Silo 3

AGREGAT PERSEN CAMPURAN NOMER SARINGAN	SILO 2 16%		SILO 3 84%		KOMBIN ASI GRADASI	SPESIFIKASI		
	% LOLOS	% PAKAI	% LOLOS	% PAKAI		BAWAH	ATAS	TENGAH
2'	100	16.30	100	83.70	100.00	95	100	97.5
1 1/2'	100	16.30	100	83.70	100.00	88	95	91.5
1'	97.8	15.95	100	83.70	99.64	70	85	77.5
3/8'	97.8	15.95	98.4	82.36	98.30	40	65	52.5
No.4	97.4	15.88	87.8	73.48	89.37	25	52	38.5
No.10	85.2	13.89	56.8	47.54	61.43	15	40	27.5
No.40	32.2	5.25	17.8	14.90	20.15	8	20	14
No.200	5.4	0.88	5.6	4.69	5.57	2	8	5





Lampiran C
Pengujian Indeks Propertis tiap lokasi

1. Silo 1

Batas Cair

No. Contoh		IIISC1	3SC2	IILL3	IICOM1	LL9	T 4,5
Jumlah Pukulan		10	20	30	25	43	57
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	25.76	23.43	22.96	24.49	25.03	19.87
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	21.36	20.07	19.87	20.89	21.53	16.78
Berat Air	gr	4.4	3.36	3.09	3.6	3.5	3.09
Berat Cawan	gr	12.04	12.73	12.09	12.1	12.27	8.45
Berat Kering	gr	9.32	7.34	7.78	8.79	9.26	8.33
Kadar Air	%	47.21%	45.78%	39.72%	40.96%	37.80%	37.09%
Rata-Rata	%	41.43%					

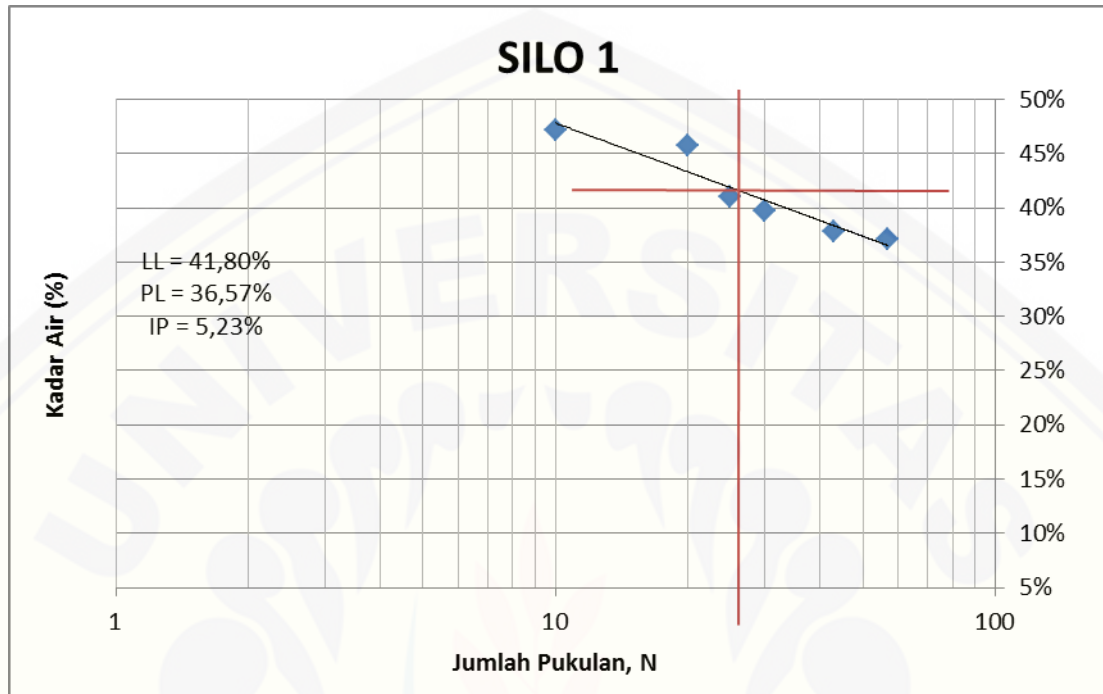
Batas Plastis

No. Contoh		IICOM9	IILL2
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	16.6	15.26
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	15.55	14.5
Berat Air	gr	1.05	0.76
Berat Cawan	gr	12.44	12.57
Berat Kering	gr	3.11	1.93
Kadar Air	%	33.76%	39.38%
Rata-Rata	%		36.57%

BATAS CAIR			BATAS PLASTIS	
No.	Pukulan	KADAR AIR	No.	KADAR AIR
1	25	40.96%	1	33.76%
2	10	47.21%	2	39.38%
3	43	37.80%		
4	20	45.78%		
5	30	39.72%		
6	57	37.09%		
LL		41.80%	PL	36.57%
Batas Cair (LL)		Batas Plastis (PL)	Index Plastis	
41.80%		36.57%	5.23%	



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH





2. Silo 2

Batas Cair

No. Contoh		LL6	IVPL2	LL5	IVLL6	3SC5	T 3.3
Jumlah Pukulan		27	40	60	10	30	20
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	25.03	25.83	28.16	29.51	28.51	20.23
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	21.53	22.04	24.9	24.13	24.13	17.11
Berat Air	gr	3.5	3.79	3.26	5.38	4.38	3.12
Berat Cawan	gr	12.27	11.58	12.48	12.25	12.25	8.87
Berat Kering	gr	9.26	10.46	12.42	11.88	11.88	8.24
Kadar Air	%	37.80%	36.23%	26.25%	45.29%	36.87%	37.86%
Rata-Rata	%	36.72%					

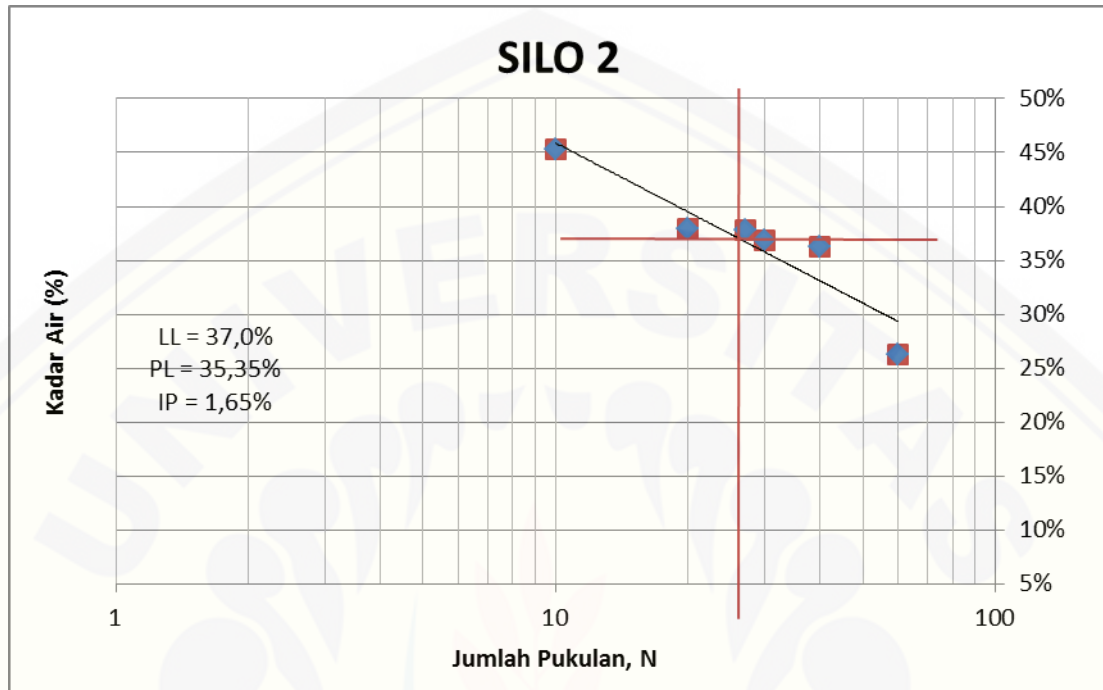
Batas Plastis

No. Contoh		1SC1	LL1
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	14.74	18.12
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	14.26	17.67
Berat Air	gr	0.48	0.45
Berat Cawan	gr	12.8	16.48
Berat Kering	gr	1.46	1.19
Kadar Air	%	32.88%	37.82%
Rata-Rata	%	35.35%	

BATAS CAIR			BATAS PLASTIS	
No.	Pukulan	KADAR AIR	No.	KADAR AIR
1	10	45.29%	1	32.88%
2	27	37.80%	2	37.82%
3	30	36.87%		
4	40	36.23%		
5	60	26.25%		
6	20	37.86%		
LL		37.00%	PL	35.35%
Batas Cair (LL)		Batas Plastis (PL)	Index Plastis	
37.00%		35.35%	1.65%	



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH





3. Silo 3

Batas Cair

No. Contoh		P12	LL3	IISC2	IICOM3	IICOM7	A25
Jumlah Pukulan		22	52	62	15	42	30
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	22.03	24.2	23.64	24.8	24.8	16.54
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	19.37	21.34	20.89	21.32	21.82	14.24
Berat Air	gr	2.66	2.86	2.75	3.48	2.98	2.3
Berat Cawan	gr	12.69	12.62	12.27	12.74	12.74	7.87
Berat Kering	gr	6.68	8.72	8.62	8.58	9.08	6.37
Kadar Air	%	39.82%	32.80%	31.90%	40.56%	32.82%	36.11%
Rata-Rata	%	35.67%					

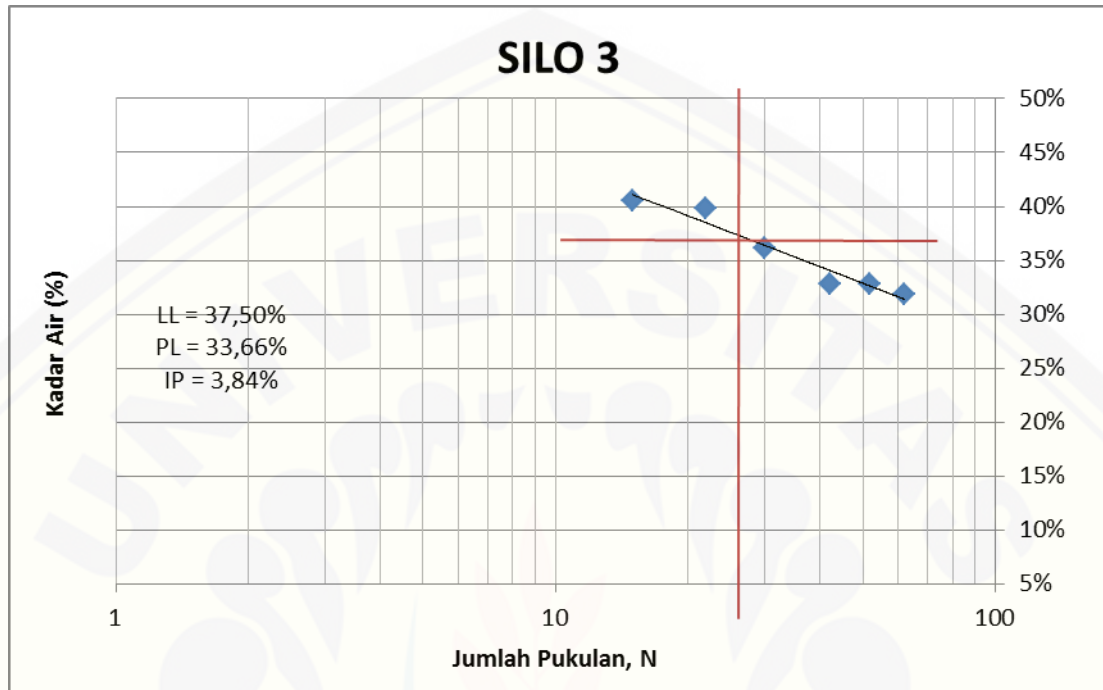
Batas Plastis

No. Contoh		ICOM4	IICOM6
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	14.17	13.91
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	13.84	13.6
Berat Air	gr	0.33	0.31
Berat Cawan	gr	12.77	12.75
Berat Kering	gr	1.07	0.85
Kadar Air	%	30.84%	36.47%
Rata-Rata	%	33.66%	

BATAS CAIR			BATAS PLASTIS	
No.	Pukulan	KADAR AIR	No.	KADAR AIR
1	15	40.56%	1	30.84%
2	22	39.82%	2	36.47%
3	42	32.82%		
4	52	32.80%		
5	62	31.90%		
6	30	36.11%		
LL		37.50%	PL	33.66%
Batas Cair (LL)		Batas Plastis (PL)	Index Plastis	
37.50%		33.66%	3.84%	



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH





Lampiran D

Pengujian Indeks Propertis tiap lokasi

1. Silo 1 + Silo 2

Batas Cair

CONTOH	I	II	III	IV	V	VI
JUMLAH PUKULAN	10	20	40	35	19	30
NO. CAWAN	A1	A2	A3	A4	A5	A6
B. CAWAN+B. TANAH BASAH (GRAM)	25.76	23.43	22.96	14.28	12.55	13.00
B. CAWAN+TANAH KERING (GRAM)	21.36	20.07	19.87	11.82	10.39	10.21
B. AIR (GRAM)	4.40	3.36	3.09	2.47	2.16	2.80
B. CAWAN (GRAM)	12.04	12.73	12.09	6.07	5.75	3.89
B. TANAH KERING (GRAM)	9.32	7.34	7.78	5.75	4.64	6.32
KADAR AIR %	47.21%	45.78%	39.72%	42.95%	46.53%	44.24%
KADAR AIR RATA-RATA %			44.40%			

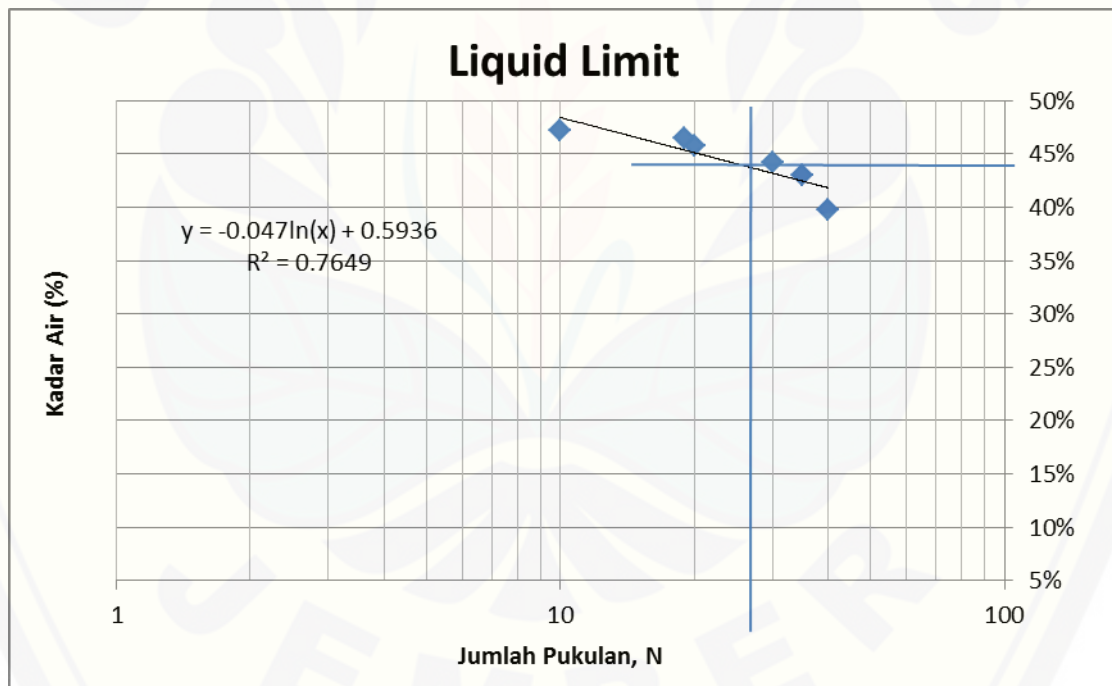
Batas Plastis

CONTOH	II	III
NO. CAWAN	IIICOM9	IIILL2
B. CAWAN+B. TANAH BASAH (GRAM)	16.2	15.26
B. CAWAN+TANAH KERING (GRAM)	15.55	14.5
B. AIR (GRAM)	0.65	0.76
B. CAWAN (GRAM)	12.44	12.57
B. TANAH KERING (GRAM)	3.11	1.93
KADAR AIR %	20.90%	39.38%
KADAR AIR RATA-RATA %	30.14%	



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH

BATAS CAIR			BATAS PLASTIS	
No.	JUMLAH PUKULAN	KADAR AIR	No.	KADAR AIR
1	10	47.21%	1	20.90%
2	20	45.78%	2	39.38%
3	40	39.72%		
4	35	42.95%		
5	19	46.53%		
6	30	44.24%		
RATA-RATA		44.40%	RATA-RATA	30.14%
Batas Cair		Batas Plastis	Index Plastisitas	
LL=	44.00	PL= 30.14	IP=	13.86





2. Silo 1 + Silo 3

Batas Cair

CONTOH	I	II	III	IV	V	VI
JUMLAH PUKULAN	27	30	40	20	10	19
NO. CAWAN	A7	A8	A9	A10	A11	A12
B. CAWAN+B. TANAH BASAH (GRAM)	25.03	25.83	28.16	14.62	12.84	13.31
B. CAWAN+TANAH KERING (GRAM)	21.53	22.04	24.9	12.09	10.63	10.45
B. AIR (GRAM)	3.50	3.79	3.26	2.53	2.21	2.86
B. CAWAN (GRAM)	12.27	11.58	12.48	6.07	5.75	3.89
B. TANAH KERING (GRAM)	9.26	10.46	12.42	6.02	4.88	6.56
KADAR AIR %	37.80%	36.23%	26.25%	41.95%	45.26%	43.63%
KADAR AIR RATA-RATA %			38.52%			

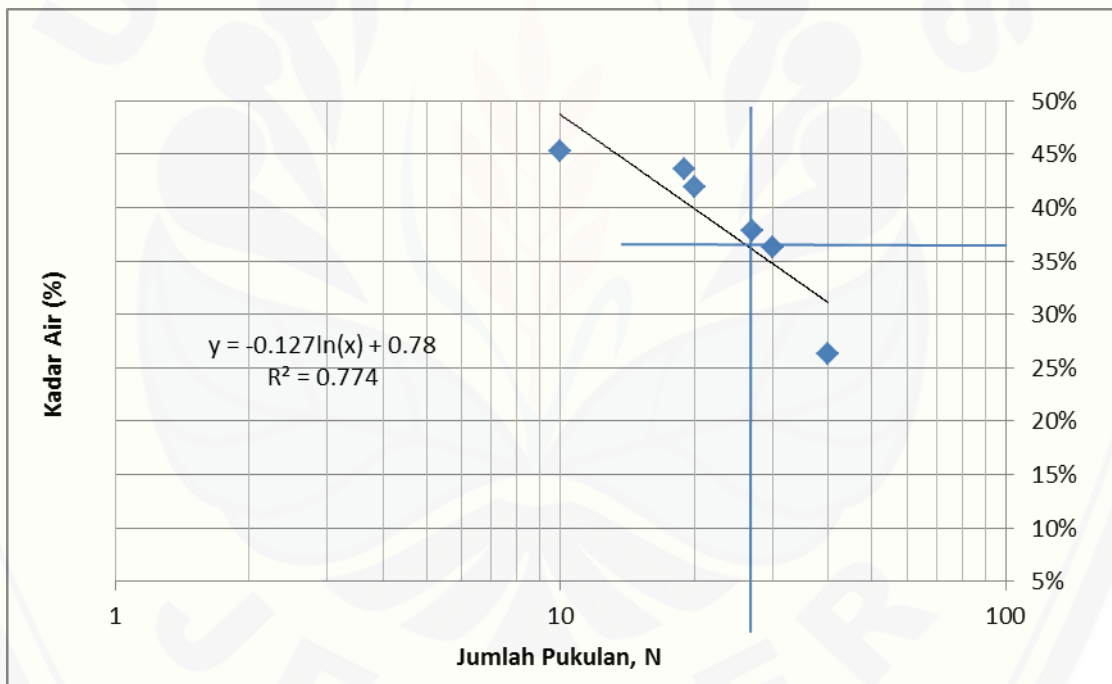
Batas Plastis

CONTOH	II	III
NO. CAWAN	1SC1	LL1
B. CAWAN+B. TANAH BASAH (GRAM)	14.74	18.12
B. CAWAN+TANAH KERING (GRAM)	14.5	17.67
B. AIR (GRAM)	0.24	0.45
B. CAWAN (GRAM)	12.8	16.48
B. TANAH KERING (GRAM)	1.7	1.19
KADAR AIR %	14.12%	37.82%
KADAR AIR RATA-RATA %	25.97%	



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH

BATAS CAIR			BATAS PLASTIS	
No.	JUMLAH PUKULAN	KADAR AIR	No.	KADAR AIR
1	20	37.80%	1	14.12%
2	30	36.23%	2	37.82%
3	40	26.25%		
4	27	41.95%		
5	19	45.26%		
6	10	43.63%		
RATA-RATA		38.52%	RATA-RATA	25.97%
Batas Cair		Batas Plastis	Index Plastisitas	
LL=	36.50	PL= 25.97	IP=	10.53





3. Silo 2 + Silo 3

Batas Cair

CONTOH	I	II	III	IV	V	VI
JUMLAH PUKULAN	32	42	52	22	10	21
NO. CAWAN	A13	A14	A15	A16	A17	A18
B. CAWAN+B. TANAH BASAH (GRAM)	22.03	24.2	23.64	14.95	13.13	13.61
B. CAWAN+TANAH KERING (GRAM)	19.37	21.34	20.89	12.37	10.87	10.68
B. AIR (GRAM)	2.66	2.86	2.75	2.58	2.26	2.93
B. CAWAN (GRAM)	12.69	12.62	12.27	6.07	5.75	3.89
B. TANAH KERING (GRAM)	6.68	8.72	8.62	6.30	5.12	6.79
KADAR AIR %	39.82%	32.80%	31.90%	41.03%	44.10%	43.06%
KADAR AIR RATA-RATA %			38.79%			

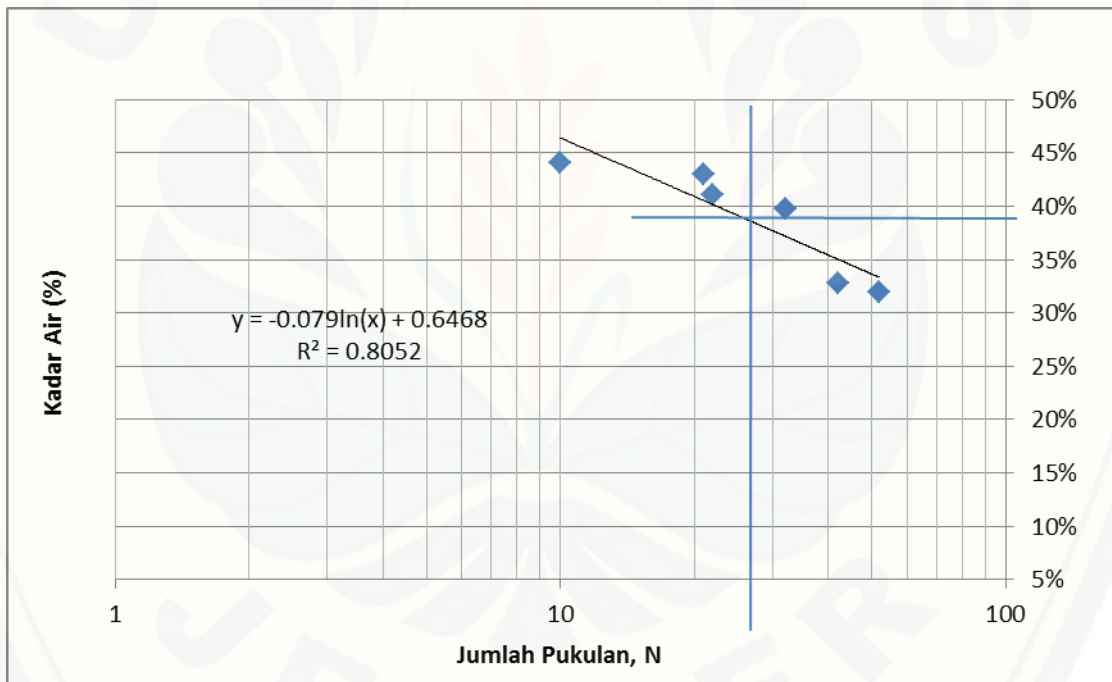
Batas Plastis

CONTOH	II	III
NO. CAWAN	ICOM4	IICOM6
B. CAWAN+B. TANAH BASAH (GRAM)	14.17	13.91
B. CAWAN+TANAH KERING (GRAM)	13.9	13.6
B. AIR (GRAM)	0.27	0.31
B. CAWAN (GRAM)	12.77	12.75
B. TANAH KERING (GRAM)	1.13	0.85
KADAR AIR %	23.89%	36.47%
KADAR AIR RATA-RATA %	30.18%	



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH

BATAS CAIR			BATAS PLASTIS	
No.	JUMLAH PUKULAN	KADAR AIR	No.	KADAR AIR
1	32	39.82%	1	23.89%
2	42	32.80%	2	36.47%
3	52	31.90%		
4	22	41.03%		
5	10	44.10%		
6	21	43.06%		
RATA-RATA		38.79%	RATA-RATA	30.18%
Batas Cair		Batas Plastis	Index Plastisitas	
LL=	39.00	PL= 30.18	IP=	8.82





Lampiran E

Pengujian Indeks Propertis Tanah tiap lokasi

1. Silo 1

❖ Kadar Air Tanah

no contoh	LL 6	LL 5	LL 2
berat cawan + tanah basah	68.33	75.37	67.28
berat cawan + tanah kering	60.75	66.44	59.46
berat air	7.58	8.93	7.82
berat cawan	13.05	12.6	12.06
berat kering	47.7	53.84	47.4
kadar air	15.89	16.59	16.50
RATA-RATA (%)	16.33		

Sumber : Hasil Laboratorium

❖ Berat Isi Tanah

NO. CONTOH	NO. CINCIN	B. TANAH + B. CINCIN (Gram)	B. CINCIN (Gram)	B. TANAH BASAH (Gram)	ISI CINCIN (cm ³)	BERAT ISI Gram/cm ³	RATA-RATA
	1	171.890	57.930	113.96	56.520	2.016	2,008 gr/cm ³
	2	170.080	57.930	112.15	56.520	1.984	
	3	172.220	57.930	114.29	56.520	2.022	

Sumber : Hasil Laboratorium

❖ Berat Jenis Tanah

no contoh	1	2	3
no picnometer	7	8	10
berat picnometer {w1}	50.47	38.75	51.29
berat picnometer + tanah {w2}	80.56	68.51	76.56
Berat tanah {wt = w2 - w1}	30.09	29.76	25.27
berat picnometer + air + tanah {w3}	164.23	155.54	164.68
berat picnometer + air {w4}	147.41	139.26	150.91
berat picnometer + air {w4'}	144.904	136.893	148.345
faktor koreksi	0.983	0.983	0.983
Suhu	30.00	30.00	30.00
specific gravity $\frac{w2-w1}{w4'-w1-w3-w2}$	2.795	2.678	2.828
rata-rata specific gravity	2.767		

Sumber : Hasil Laboratorium



2. Silo 2

❖ Kadar Air

no contoh	PL 2	III COM 5	III COM 1
berat cawan + tanah basah	57.34	52.6	52.12
berat cawan + tanah kering	43.55	40.29	40.06
berat air	13.79	12.31	12.06
berat cawan	12.48	12.44	12.07
berat kering	31.07	27.85	27.99
kadar air	44.38	44.20	43.09
RATA-RATA (%)	43,89		

Sumber : Hasil Laboratorium

❖ Berat Isi Tanah

NO. CONTOH	NO. CINCIN	B. TANAH + B. CINCIN (Gram)	B.CINCIN (Gram)	B. TANAH BASAH (Gram)	ISI CINCIN (cm ³)	BERAT ISI Gram/cm ³	RATA-RATA
	1	147.020	57.930	89.09	56.520	1.576	1,623 gr/cm ³
	2	147.890	57.930	89.96	56.520	1.592	
	3	154.110	57.930	96.18	56.520	1.702	

Sumber : Hasil Laboratorium

❖ Berat Jenis Tanah

no contoh	1	2	3
no picnometer	6	5	10
berat picnometer {w1}	50.57	38.55	50.89
berat picnometer + tanah {w2}	70.00	58.57	69.62
Berat tanah {wt = w2 - w1}	19.43	20.02	18.73
berat picnometer + air + tanah {w3}	156.68	148.72	159.43
berat picnometer + air {w4}	147.27	139.29	150.89
berat picnometer + air {w4'}	144.766	136.922	148.325
faktor koreksi	0.983	0.983	0.983
Suhu	30.00	30.00	30.00
specific grafiti {w2-w1}/[{w4'-w1}]-{w3-w2}]	2.585	2.435	2.456
rata-rata specific grafiti	2,767		



3. Silo 3

❖ Kadar Air

no contoh	III COM 6	III LL 6	III SC 1
berat cawan + tanah basah	64.04	61.56	60.75
berat cawan + tanah kering	53.09	51.74	50.29
berat air	10.95	9.82	10.46
berat cawan	12.76	12.56	11.41
berat kering	40.33	39.18	38.88
kadar air	27.15	25.06	26.90
RATA-RATA (%)	26,37		

Sumber : Hasil Laboratorium

❖ Berat Isi Tanah

NO. CONTOH	NO. CINCIN	B. TANAH + B. CINCIN (Gram)	B.CINCIN (Gram)	B. TANAH BASAH (Gram)	ISI CINCIN (cm ³)	BERAT ISI Gram/cm ³	RATA-RATA
	1	164.540	57.930	106.61	56.520	1.886	1,930 gr/cm ³
	2	169.060	57.930	111.13	56.520	1.966	
	3	167.470	57.930	109.54	56.520	1.938	

Sumber : Hasil Laboratorium

❖ Berat Jenis Tanah

no contoh	1	2	3
no picnometer	6	5	10
berat picnometer {w1}	50.57	38.55	50.19
berat picnometer + tanah {w2}	75.13	62.33	76.17
Berat tanah {wt = w2 - w1}	24.56	23.78	25.98
berat picnometer + air + tanah {w3}	157.25	150.09	162.73
berat picnometer + air {w4}	147.25	139.56	150.54
berat picnometer + air {w4'}	144.747	137.187	147.981
faktor koreksi	0.983	0.983	0.983
Suhu	30.00	30.00	30.00
specific gravity {w2-w1}/[{{w4'-w1}}-{{w3-w2}}]	2.037	2.186	2.313
rata-rata specific gravity	2,179		

Sumber : Hasil Laboratorium



Lampiran F
 Pengujian Indeks Propertis Campuran Tiap Lokasi

PENCAMPURAN INDEKS PROPERTIES TANAH											
NOMOR CAMPUR AN	PROPORS I CAMPUR AN		% KADAR AIR		% KADAR AIR TERHAD AP CAMPUR AN	BERAT ISI		BERAT ISI TERHAD AP CAMPUR AN	BERAT JENIS		BERAT JENIS TERHAD AP CAMPUR AN
	A	B	A	B		A	B		A	B	
1	13 %	87 %	16. 33	43. 89	35.86	2.0 1	1.6 2	1.67	2.7 7	2.4 9	2.53
2	17 %	83 %	16. 33	26. 37	23.83	2.0 1	1.9 3	1.94	2.7 7	2.1 8	2.26
3	16 %	84 %	43. 89	26. 37	28.21	1.6 2	1.9 3	1.87	2.4 9	2.1 8	2.22

No. 1 = Silo 1 + Silo 2

No. 2 = Silo 1 + Silo 3

No. 3 = Silo 2 + Silo 3

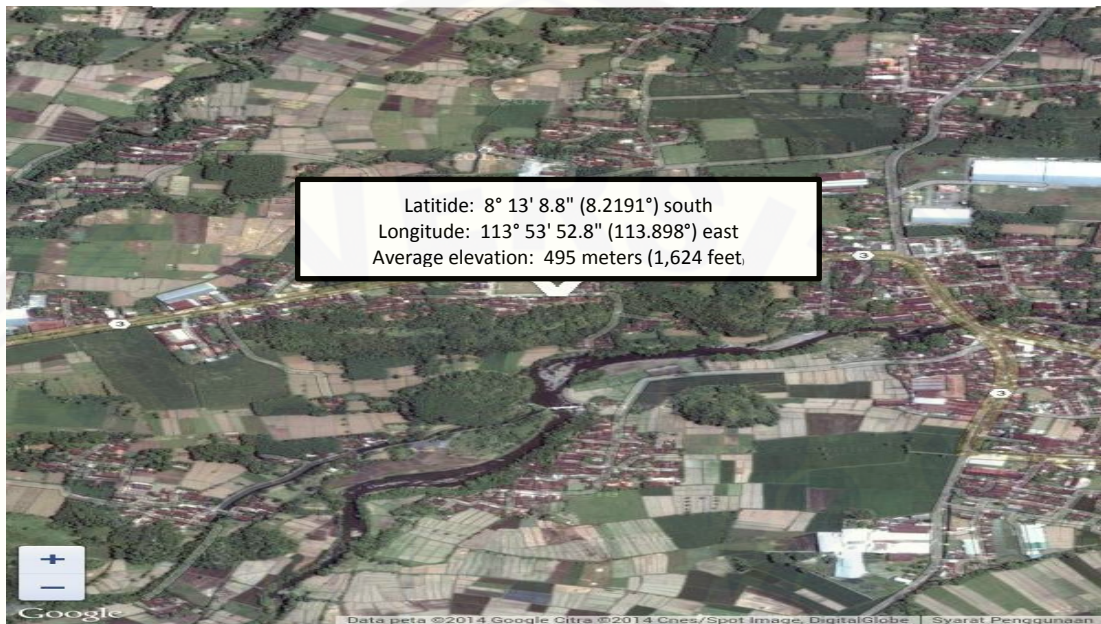
Untuk data yang dipakai adalah datayang ditandai dengan warna kuning.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH

Lampiran G

Letak Koordinat Lokasi Pengambilan Quarry di Kecamatan Silo Kabupaten Jember



Gambar Posisi Quarry Silo 1
Desa Sempolan



Gambar Posisi Quarry Silo 2
Desa Sempolan



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH



Gambar Posisi Quarry Silo 3
Desa Sempolan



Lampira H

Kepadatan tanah tiap campuran Lokasi

1. Silo 1 + silo 2

Volum : 1878.87 cm³

Berat : 2660 gr

Gs : 2.7670

DENSITY

DETERMINATOR NO.	1	2	3	4	5
WT.MOLD + COMPACTED SOIL (g)	6025	6285	6500	6490	6350
WT.MOLD (g)	2660	2660	2660	2660	2660
WT.COMPACTED SOIL (g)	3365	3625	3840	3830	3690
WET DENSITY (g/cm ³)	1.791	1.929	2.044	2.038	1.964
DRY DENSITY (g/cm ³)	1.546	1.613	1.651	1.614	1.500
e, %					
n, %					

ZAV 1.9223 1.7928 1.6680 1.6024 1.4919

WATER CONTENT

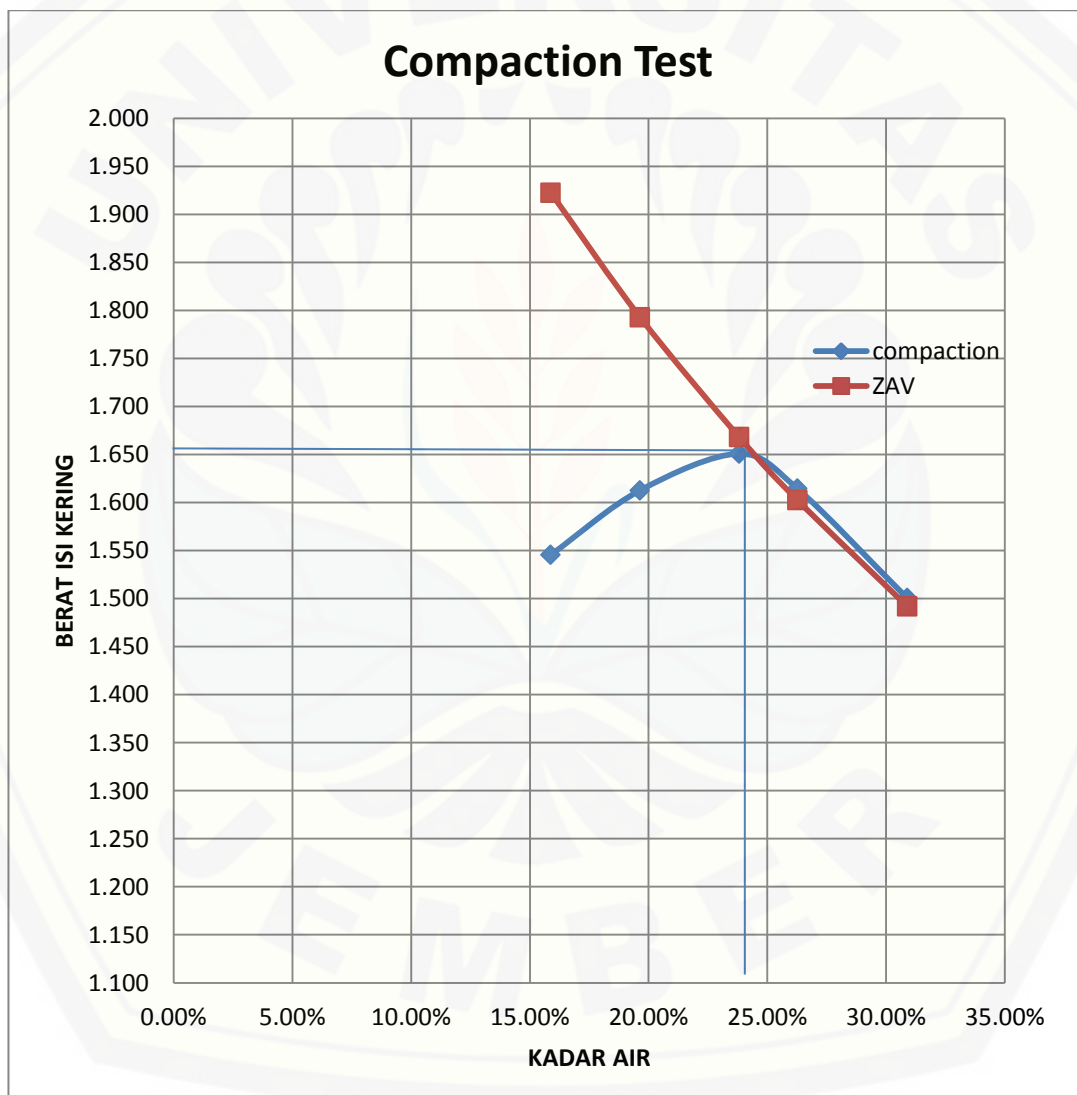
DETERMINATOR NO.	1	2	3	4	5
CONTAINER NO.	IV COM 1	T 2.1	T 1.2	T 1.3	T 1.8
WT.CONTAINER + WET SOIL (g)	94.767	85.3554	90.7308	94.3206	106.95
WT.CONTAINER + DRY SOIL (g)	83.4396	73.2282	75.7392	77.3574	84.5742
WT. WATER, W _w (g)	11.3274	12.1272	14.9916	16.9632	22.3758
WT.CONTAINER (g)	12.11	11.48	12.78	12.78	12.13
WT. DRY SOIL, W _s (g)	71.3296	61.7482	62.9592	64.5774	72.4442
WATER CONTENT, w (%)	15.88%	19.64%	23.81%	26.27%	30.89%

MDD	1.65
OMC	23.60%



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH

w	gama	ZAV
15.88%	1.546	1.922
19.64%	1.613	1.793
23.81%	1.651	1.668
26.27%	1.614	1.602
30.89%	1.500	1.492





KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH

2. Silo 1 + Silo 3

Volum : 1878.87 cm³
 Berat : 2660 gr
 G_s : 2.4920

DENSITY

DETERMINATOR NO.	1	2	3	4	5
WT.MOLD + COMPACTED SOIL (g)	5887	6005	6265	6165	6105
WT.MOLD (g)	2660	2660	2660	2660	2660
WT.COMPACTED SOIL (g)	3227	3345	3605	3505	3445
WET DENSITY (g/cm ³)	1.718	1.780	1.919	1.865	1.834
DRY DENSITY (g/cm ³)	1.483	1.489	1.550	1.478	1.401
e, %					
n, %					
ZAV	1.7863	1.6742	1.5652	1.5074	1.4092

WATER CONTENT

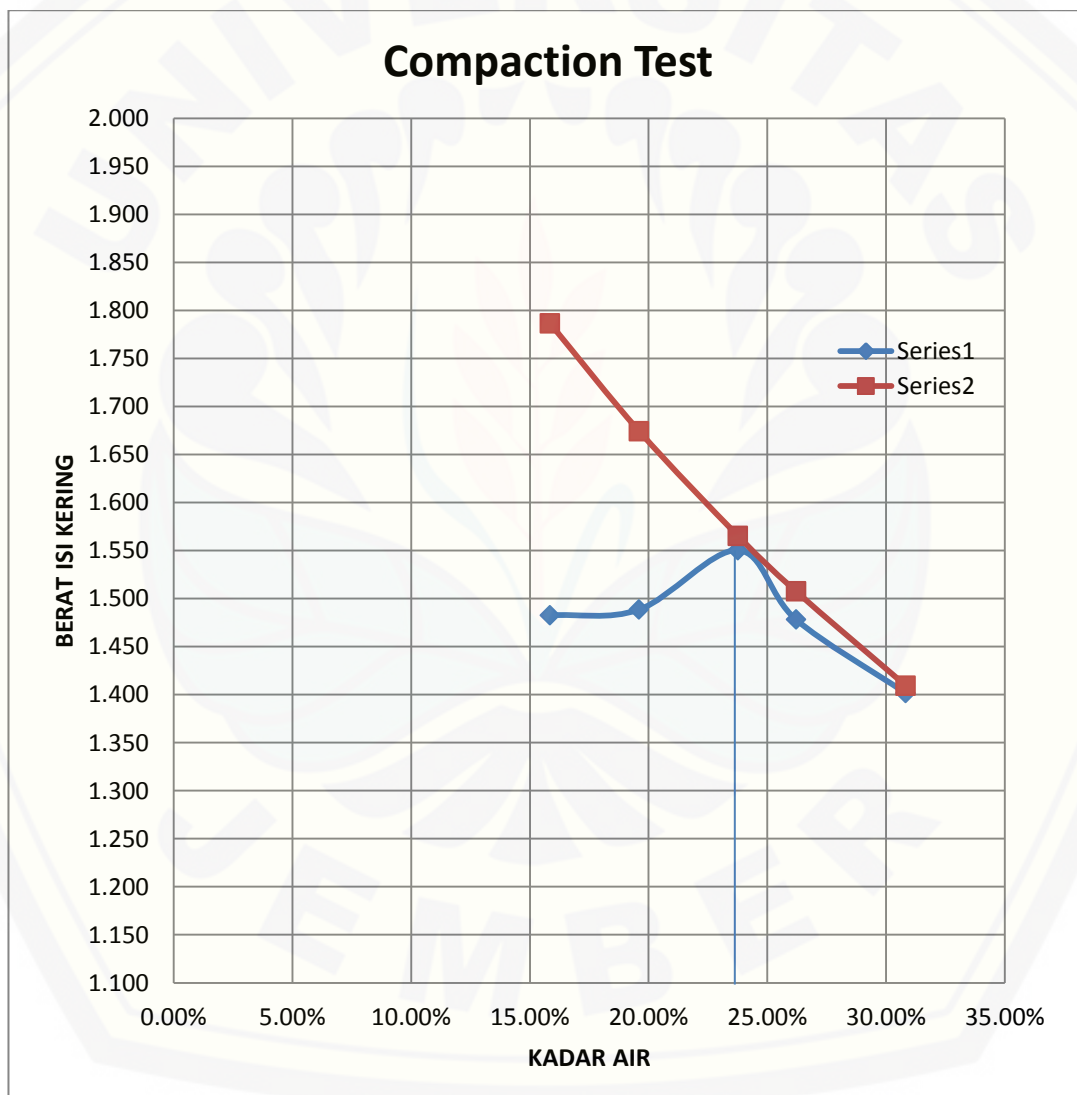
DETERMINATOR NO.	1	2	3	4	5
CONTAINER NO.	IV COM 1	IV COM 6	T 2.6	T 2.7	T 4.1
WT.CONTAINER + WET SOIL (g)	95.786	86.2732	91.7064	95.3348	108.1
WT.CONTAINER + DRY SOIL (g)	84.3368	74.0156	76.5536	78.1892	85.4836
WT. WATER, W _w (g)	11.4492	12.2576	15.1528	17.1456	22.6164
WT.CONTAINER (g)	12.11	11.48	12.78	12.78	12.13
WT. DRY SOIL, W _s (g)	72.2268	62.5356	63.7736	65.4092	73.3536
WATER CONTENT, w (%)	15.85%	19.60%	23.76%	26.21%	30.83%

MDD	0.55
OMC	24.00%



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH

w	gama	ZAV
15.85%	1.483	1.786
19.60%	1.489	1.674
23.76%	1.550	1.565
26.21%	1.478	1.507
30.83%	1.401	1.409





KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH

3. Silo 2 + Silo 3

Volum : 1878.87 cm³
 Berat : 2660 gr
 G_s : 2.1790

DENSITY

DETERMINATOR NO.	1	2	3	4	5
WT.MOLD + COMPACTED SOIL (g)	5833	5923	6003	5855	5655
WT.MOLD (g)	2660	2660	2660	2660	2660
WT.COMPACTED SOIL (g)	3173	3263	3343	3195	2995
WET DENSITY (g/cm ³)	1.689	1.737	1.779	1.700	1.594
DRY DENSITY (g/cm ³)	1.458	1.453	1.438	1.348	1.219
e, %					
n, %					
ZAV	1.6203	1.5277	1.4367	1.3879	1.3043

WATER CONTENT

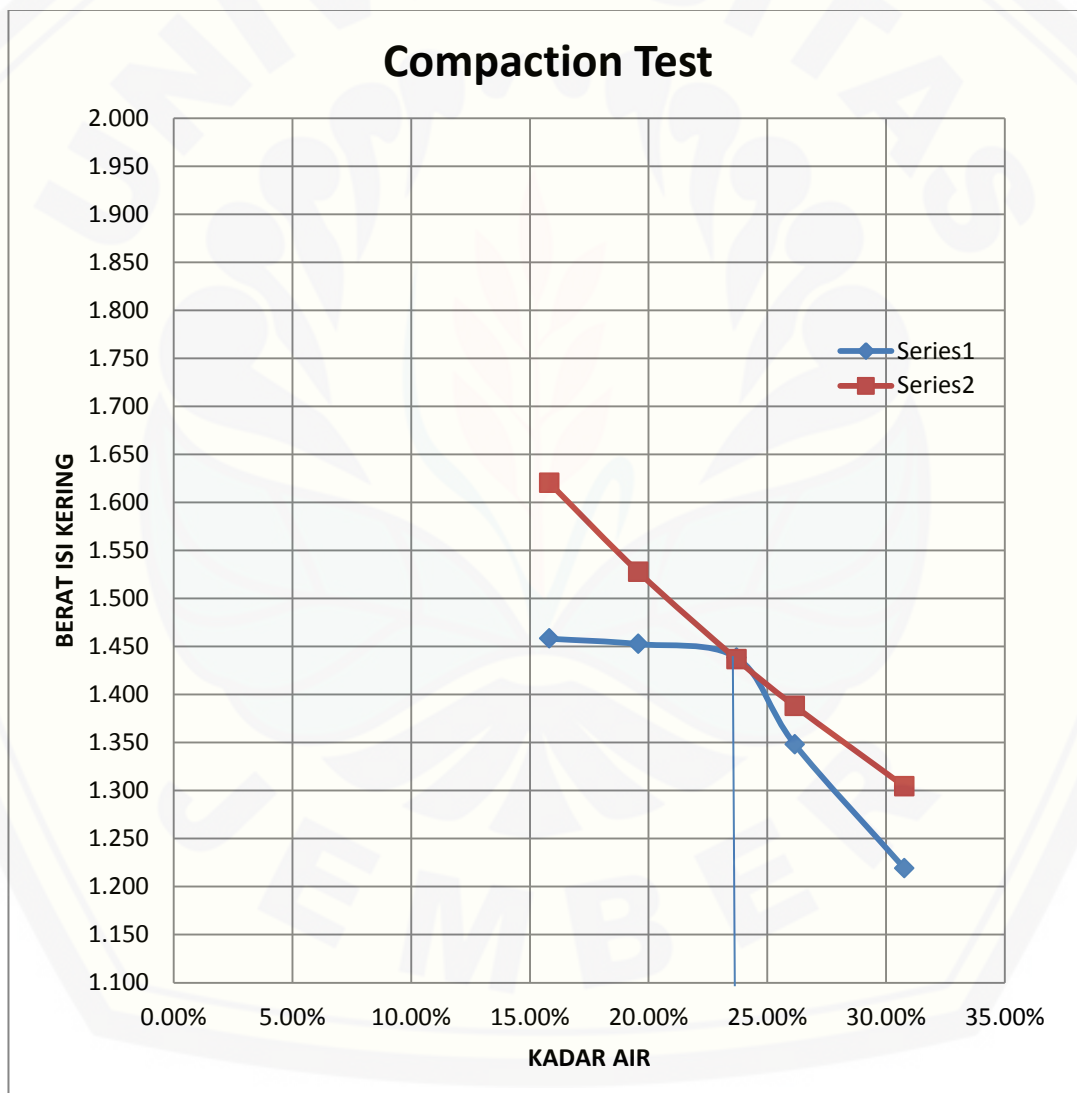
DETERMINATOR NO.	1	2	3	4	5
CONTAINER NO.	IV COM 1	T 2.1	T 1.2	T 1.3	T 1.8
WT.CONTAINER + WET SOIL (g)	96.805	87.191	92.682	96.349	109.25
WT.CONTAINER + DRY SOIL (g)	85.234	74.803	77.368	79.021	86.393
WT. WATER, W _w (g)	11.571	12.388	15.314	17.328	22.857
WT.CONTAINER (g)	12.11	11.48	12.78	12.78	12.13
WT. DRY SOIL, W _s (g)	73.124	63.323	64.588	66.241	74.263
WATER CONTENT, w (%)	15.82%	19.56%	23.71%	26.16%	30.78%

MDD	1.44
OMC	23.00%



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH

w	gama	ZAV
15.82%	1.458	1.620
19.56%	1.453	1.528
23.71%	1.438	1.437
26.16%	1.348	1.388
30.78%	1.219	1.304





KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH

Lampiran I

Pemeriksaan CBR Laboratorium

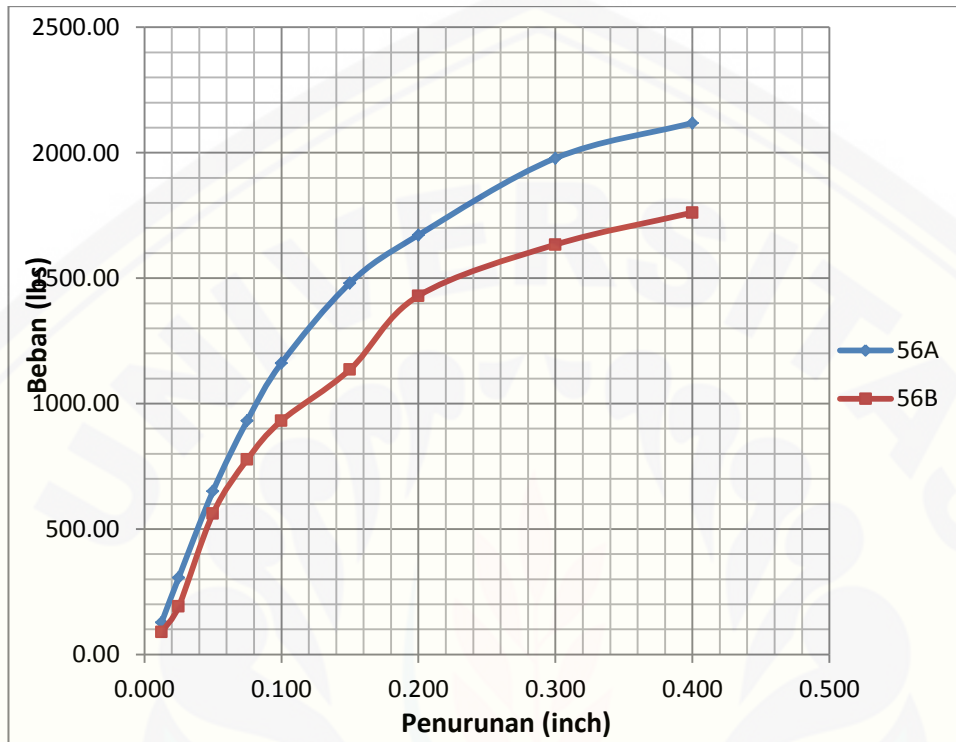
1. Silo 1 + Silo 2

PENETRASI					
		56 A		56 B	
Waktu	Penurunan	Pembacaan Dial	Beban	Pembacaan Dial	Beban
(min)	(inch)	(Dev)	(lbs)	(Dev)	(lbs)
0.3	0.013	5.6	127.64	3.9	89.35
0.5	0.025	13.4	306.33	8.4	191.46
1.0	0.050	28.5	650.95	24.6	561.60
1.5	0.075	40.8	931.75	34.0	776.90
2.0	0.100	50.8	1161.49	40.8	931.75
3.0	0.150	64.8	1480.59	49.7	1135.97
4.0	0.200	73.2	1672.04	62.6	1429.53
6.0	0.300	86.6	1978.37	71.5	1633.75
8.0	0.400	92.7	2118.77	77.1	1761.39
10.0	0.500				

NILAI CBR		56 A	56 B
0.1	$\frac{\text{Pembacaan Dial 2}}{3 \times 1000} \times 100\%$	39%	31%
0.2	$\frac{\text{Pembacaan Dial 4}}{3 \times 1500} \times 100\%$	37%	32%
Min		37%	31%



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH





KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH

2. Silo 1+ Silo 3

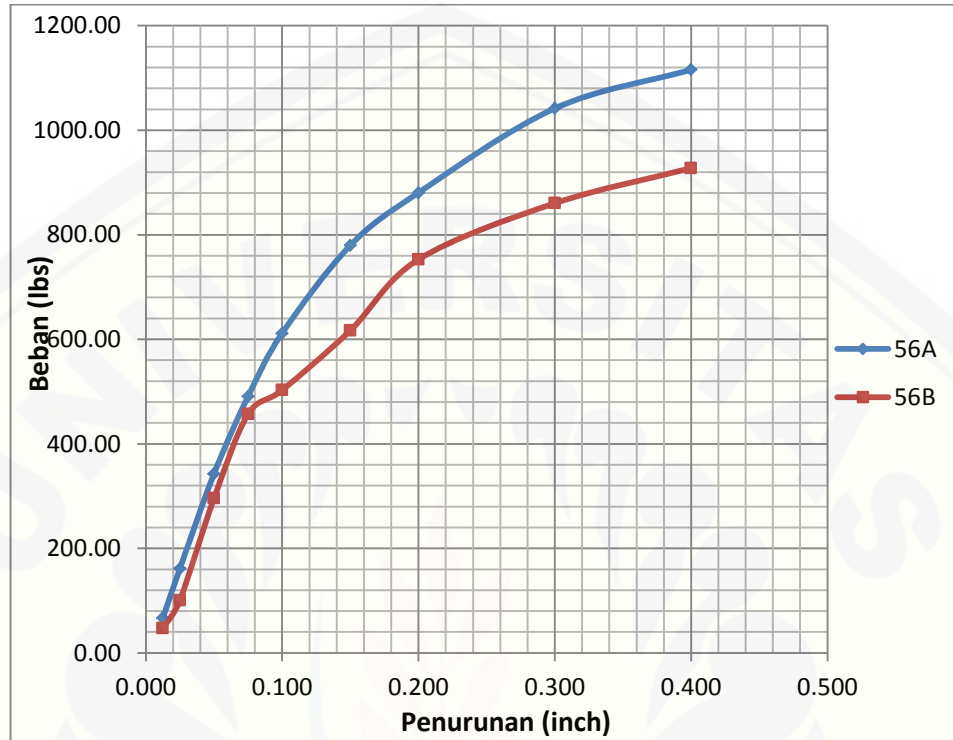
Kalibrasi alat = 22.85

PENETRASI					
		56 A		56 B	
Waktu	Penurunan	Pembacaan Dial	Beban	Pembacaan Dial	Beban
(min)	(inch)	(Dev)	(lbs)	(Dev)	(lbs)
0.3	0.013	2.9	67.22	2.1	47.05
0.5	0.025	7.1	161.32	4.4	100.82
1.0	0.050	15.0	342.80	12.9	295.75
1.5	0.075	21.5	490.68	20.0	457.00
2.0	0.100	26.8	611.66	22.0	502.70
3.0	0.150	34.1	779.70	27.0	616.95
4.0	0.200	38.5	880.53	32.9	752.82
6.0	0.300	45.6	1041.85	37.7	860.36
8.0	0.400	48.8	1115.78	40.6	927.58
10.0	0.500				

NILAI CBR		56 A	56 B
0.1	$\frac{\text{Pembacaan Dial 2}}{3 \times 1000} \times 100\%$	20%	17%
0.2	$\frac{\text{Pembacaan Dial 4}}{3 \times 1500} \times 100\%$	20%	17%
Min		20%	17%



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH





KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH

3. Silo 2 + Silo 3

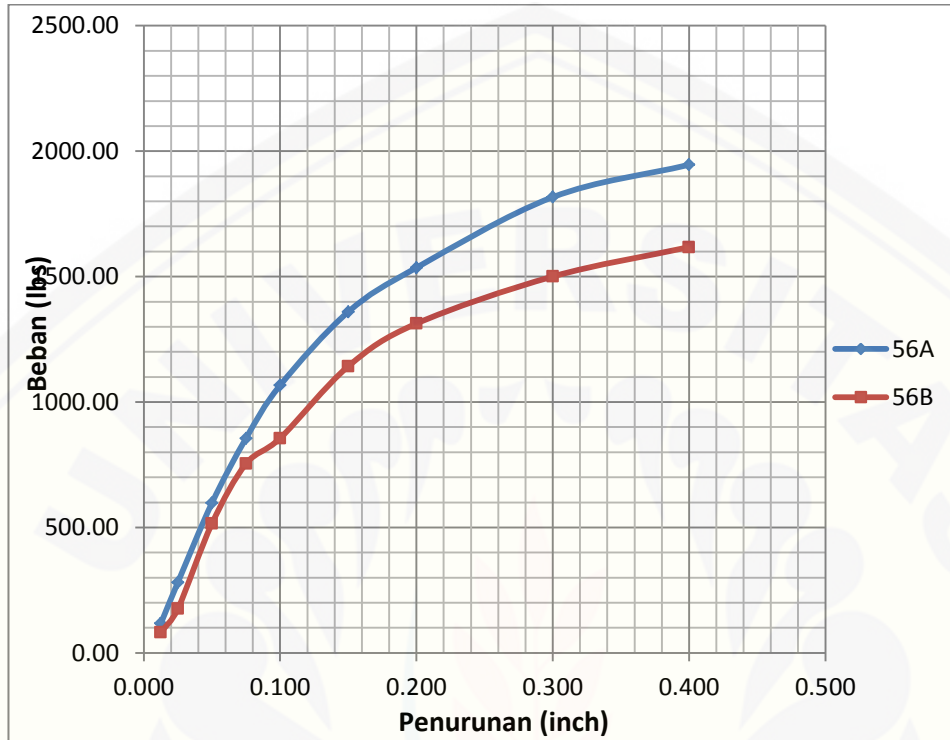
Kalibrasi alat = 22.85

PENETRASI					
		56 A		56 B	
Waktu	Penurunan	Pembacaan Dial	Beban	Pembacaan Dial	Beban
(min)	(inch)	(Dev)	(lbs)	(Dev)	(lbs)
0.3	0.013	5.1	117.21	3.6	82.05
0.5	0.025	12.3	281.31	7.7	175.82
1.0	0.050	26.2	597.78	22.6	515.74
1.5	0.075	37.4	855.65	33.0	754.05
2.0	0.100	46.7	1066.64	37.4	855.65
3.0	0.150	59.5	1359.67	50.0	1142.50
4.0	0.200	67.2	1535.49	57.5	1312.78
6.0	0.300	79.5	1816.80	65.7	1500.32
8.0	0.400	85.2	1945.73	70.8	1617.53
10.0	0.500				

NILAI CBR		56 A	56 B
0.1	$\frac{\text{Pembacaan Dial 2}}{3 \times 1000} \times 100\%$	36%	29%
0.2	$\frac{\text{Pembacaan Dial 4}}{3 \times 1500} \times 100\%$	34%	29%
Min		34%	29%



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH





Lampiran J

Percobaan pencampuran Quarry dengan agregat dari luar

Silo 1

No. Saringan	Diameter (mm)	Berat Saringan (gr)	Berat Saringan + Tanah (gr)	Berah Tanah Tertahan	Persen Tertahan	Kumulatif Persen Tertahan	Kumulatif Persen Lolos
2'	50	574	574	0	0	0	100
1 1/2'	37.5	659	659	0	0	0	100
1'	25	607	646	39	7.8	7.8	92.2
3/8'	9.5	504	535	31	6.2	14	86
No.4	4.75	481	512	31	6.2	20.2	79.8
No.10	2.36	438	545	107	21.4	41.6	58.4
No.40	0.425	284	460	176	35.2	76.8	23.2
No.200	0.075	273	358	85	17	93.8	6.2
pan		454	485	31	6.2	100	0
SUM				500	100		

CAMPURAN AGREGAT LUAR							
BERAT TANAH TERTAHAN	PERSEN TERTAHAN	PERSEN LOLOS AGREGAT	PERSEN A		PERSEN B		CAMPURAN
50	10	90	80.00%	80	20.00%	18	98.00
50	10	80	60.00%	60	40.00%	32	92.00
100	20	60	60.00%	55.32	40.00%	24	79.32
100	20	40	35.00%	30.1	65.00%	26	56.10
200	40	0	50.00%	39.9	50.00%	0	39.90
0		0	50.00%	29.2	50.00%	0	29.20
0		0	50.00%	11.6	50.00%	0	11.60
0		0	50.00%	3.1	50.00%	0	3.10
JUMLAH	100						



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH

