



**PERENCANAAN CAMPURAN SUBBASE COARSE JALAN
MENGUNAKAN TANAH GUMUK SILO DAN MAYANG
KABUPATEN JEMBER BERDASARKAN NILAI CBR**

SKRIPSI

Oleh

Fefen Septiadi

NIM 101910301005

PROGRAM STUDI STRATA SATU (S1)

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2015



**PERENCANAAN CAMPURAN SUBBASE COARSE JALAN
MENGUNAKAN TANAH GUMUK SILO DAN MAYANG
KABUPATEN JEMBER BERDASARKAN NILAI CBR**

SKRIPSI

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

Oleh

Fefen Septiadi

NIM 101910301005

PROGRAM STUDI STRATA SATU (S1)

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2015

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk

1. Orang tuaku Ibu Siti Saadah dan Bapak Hari Mulyadi yang tercinta, yang membesarkanku dengan kasih sayang, motivasi, doa dan kerja keras;
2. Adikku M. Risky Maulana, Nenek yang tercinta Hj. Zubaida dan keluarga besar lainnya yang telah memberi dukungan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan;
3. Ajeng Nawangwulan, terimakasih atas canda tawa, kenangan, motivasi, doa serta kesabarannya menemani selama ini;
4. Ageng Dwi Wicaksono, 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 Etek Lake', Nomo, Wildan, Dadang, Angga, Rizki, Pimen, dan Joko yang telah memberikan motivasi, serta do'a. Semoga persahabatan kita terjaga selamanya.
6. Paman mudaku yang tak pernah tua, Umarul Faruq. Terimakasih atas bimbingan moral dan mentalnya selama ini.
7. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi atas ilmu dan bimbingan yang telah diberikan;
8. Teman-teman KKN Seputih dan teman-teman jurusan Teknik Sipil Universitas Jember angkatan 2010 dan semua pihak yang telah membantu;
9. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTTO

*Lakonah lakonih, jelannah jelennih, tempatdah tempatdih
(kerjakan apa yang harus dikerjakan, jalani apa yg yang harus dijalani, dan
menempati tempat dimana seharusnya berada).
(Tetuah Madura)*

*Bawalah kebahagiaan sekecil apapun ke tempat dimana kamu singgah.
(Fefen Septiadi, 2015)*

*Kamu pantas mengetahui siapa dirimu dan apa yang penting bagi hidupmu. Jika
menyerah sekarang, semua yang yang pantas kamu dapatkan itu tak akan datang.
(hipwee, 2015)*

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fefen Septiadi

NIM : 101910301005

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul : **“Perencanaan Campuran Subbase Coarse Jalan Menggunakan Tanah Gumuk Silo Dan Mayang Kabupaten Jember Berdasarkan Nilai CBR”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, 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,

Fefen Septiadi
NIM 101910301005

SKRIPSI

**PERENCANAAN CAMPURAN SUBBASE COARSE JALAN
MENGUNAKAN TANAH GUMUK SILO DAN MAYANG
KABUPATEN JEMBER BERDASARKAN NILAI CBR**

Oleh

Fefen Septiadi
NIM 101910301005

Pembimbing :

Dosen Pembimbing I : Dr. Anik Ratnaningsih S.T., M.T.

Dosen Pembimbing II : Mokhammad Farid Maruf ST., MT., Ph.D

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Perencanaan Campuran Subbase Coarse Jalan Menggunakan Tanah Gumuk Silo Dan Mayang Kabupaten Jember Berdasarkan Nilai CBR” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Teknik Sipil Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

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

M. Farid Ma’ruf, S.T., M.T., Ph.D.
NIP 19721223 199803 1 002

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

Nunung Nuring H., S.T., M.T.
NIP 19760217 200112 2 002

Januar Fery Irawan., S.T., M.Eng.
NIP 19760217 200112 1 002

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP 19610414 198902 1 001

*Perencanaan Campuran Subbase Coarse Jalan Menggunakan Tanah Gumuk Silo
Dan Mayang Kabupaten Berdasarkan Nilai CBR*

Fefen Septiadi

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 dan Mayang sebagai material perkerasan jalan raya khususnya lapis pondasi bawah. Metode yang digunakan dalam penentuan campuran melalui beberapa pengujian, antara lain pengujian gradasi, pengujian atterberg limit, pengujian pemadatan, pengujian CBR (*California Bearing Ratio*), dan pengujian abrasi. Hasil dari pengujian tanah gumuk di Kecamatan Silo dan Mayang secara keseluruhan memiliki nilai yang tidak memenuhi persyaratan sebagai material bahan perkerasan jalan raya khususnya lapis pondasi bawah. Dengan metode pencampuran *Trial n Error* Silo 1 dapat dicampurkan dengan material gumuk Mayang 2 dan 5 sampel lainnya yang menghasilkan nilai CBR 31,16%, 32,02%, 32,81%, 31,9% dan 32,06 % dan hanya bisa dijadikan sebagai tanah timbunan.

Kata Kunci : *tanah gumuk, subbase coarse, CBR.*

**Planning Formula Subbase Coarse Way Use Land Dunes Silo And Mayang
Jember Regency Based On The CBR ATM. (Perencanaan Campuran Subbase
Coarse Jalan Menggunakan Tanah Gumuk Silo Dan Mayang Kabupaten Berdasarkan
Nilai CBR)**

Fefen Septiadi

Civil Engineering Department, Faculty, University of 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 7 knoll soil samples in Silo and Mayang do not fulfill the characteristic of the highway pavement material especially for sub-base course. With the method mixing Trial n error Silo 1 can be mixed with material Mayang 2 and 5 other sample was that produces the CBR ATM 31.16 percent, 32.02 percent, 32.81 percent, 31.9 percent and 32.06 percent and can only be made as a heap.

Keywords: *Knoll Soil, subbase coarse, CBR.*

RINGKASAN

Perencanaan Campuran Subbase Coarse Jalan Menggunakan Tanah Gumuk Silo Dan Mayang Kabupaten Jember Berdasarkan Nilai CBR: Fefen Septiadi, Fefen Septiadi, 101910301005; 2015: 107 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Daerah Jember, mempunyai bentang alam yang unik dan khusus dengan keberadaan gumuk-gumuk. Dari segi keuntungan lokal gumuk adalah potensi yang sangat baik untuk di dimanfaatkan, misalnya untuk bahan perkerasan jalan raya. Perkerasan jalan raya adalah lapisan perkerasan dimana terletak antara roda kendaraan dengan tanah dasar. Untuk membuat lapisan perkerasan yang bagus dibutuhkan material yang bagus pula. Maka dari itu diperlukan pengujian dan pengetahuan tentang sifat, pengadaan dan pengolahan agregat, baik itu untuk lapisan base coarse atau sub base coarse.

Gumuk yang terletak di kabupaten Jember khususnya di kecamatan Mayang dan Silo adalah gumuk yang akan diteliti. Karena melihat kapasitas volume gumuk yang ada yang bisa digunakan untuk bahan perkerasan jalan raya khususnya bagian sub base coarse jalan raya. Kecamatan Mayang dan kecamatan Silo memiliki variasi jumlah, luas dan ketinggian gumuk. Besar dan tinggi gumuk bervariasi. Supaya tanah gumuk dari daerah tersebut bisa digunakan untuk bahan lapis pondasi bawah jalan raya, maka diperlukan penelitian untuk mengetahui mutu material tanah yang layak di daerah tersebut dilihat dari gradasi butiran, abrasi agregat, indek plastisitas dan yang paling utama adalah CBRnya.

Dalam penelitian ini peneliti melakukan uji pendahuluan terhadap gradasi butiran pada masing masing sample gumuk yang di ambildari Kecamatan Mayang dan Silo kabupaten Jember. Dari hasil uji pendahuluan, diperoleh data bahwa 4 sample yang di ambil dari kecamatan Mayang dan 3 sample pada Kecamatan Silo tidak masuk dalam persyaratan spesifikasi gradasi agregat khususnya kelas B yang merupakan syarat utama sebagai lapispondasi bawah pada perkerasan jalan raya.

Penelitian ini dilakukan dalam 2 tahapan percobaan laboratorium secara berkesinambungan. Yang pertama adalah uji pendahuluan yang berupa pengujian gradasi agregat, indeks propertis tanah, dan *atterberg limit* untuk mengetahui sifat dasar dan karakteristik tanah. Yang kedua adalah sifat mekanis yang berupa pemadatan, CBR, dan abrasi agregat kasar dengan mesin Los Angeles. Spesifikasi teknis lapis pondasi agregat mengacu kepada Departemen Pekerjaan Umum (2006). Penelitian dilakukan di Laboratorium Geologi dan Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Dari uji pendahuluan yang dilakukan, didapatkan hasil bahwa material dari 3 gumuk di Silo dan 4 gumuk di Mayang tidak memenuhi persyaratan gradasi dan indeks plastisitas untuk digunakan sebagai bahan lapis pondasi agregat. Rata-rata material dari 7 gumuk tersebut memiliki kecenderungan agregat halus lebih banyak dari agregat kasar, yang mengakibatkan tidak sesuai dengan persyaratan gradasi lapis pondasi agregat. Dari hasil analisis saringan menunjukkan bahwa terlalu banyak agregat kasar yang lolos pada ukuran saringan 9,5 mm – 75 mm.

Karena pada uji pendahuluan didapatkan hasil bahwa ketujuh sampel gumuk tidak memenuhi persyaratan, maka selanjutnya akan dilakukan pencampuran material antar gumuk untuk mendapatkan proporsi campuran yang sesuai dengan persyaratan lapis pondasi agregat. Metode yang digunakan dalam pencampuran adalah *trial blend* atau coba-coba. Setelah dilakukan analisis perhitungan campuran, tetap tidak didapatkan campuran agregat yang sesuai dengan persyaratan gradasi lapis pondasi agregat karena agregat kasar yang cenderung lebih sedikit daripada agregat halus. Maka pengujian selanjutnya yaitu sifat mekanis tanah tetap dilakukan untuk mengetahui kemampuan tanah jika mendapat pengaruh-pengaruh tertentu dari luar.

Kesimpulan peneliti adalah, ketiga material tanah asli gumuk maupun tanah campuran tidak dapat digunakan sebagai bahan lapis pondasi agregat, baik kelas A, B, dan C karena tidak memenuhi beberapa persyaratan lapis pondasi agregat. Namun dapat dimanfaatkan sebagai material timbunan.

SUMMARY

Planning Formula Subbase Coarse Way Use Land Dunes Silo And Mayang Jember Regency Based On The Cbr Atm: Fefen Septiadi, 101910301005; 2015: 107 Pages; Civil Engineering Department, Faculty, University of Jember.

A glowing landscape Jember district has a unique and special with the dunes. In terms Of local benefits dunes is very good potential for in use, for example for any road pavement repairing activity behavior. Any road pavement repairing activity behavior is a layer any road pavement repairing activity which is located between wheel vehicle with the basic. To make any road pavement repairing activity levels needed a good material that good. It is therefore necessary for trial, and knowledge about the nature, procurement and processing aggregate, both to the base coarse or a sub-base coarse.

Dune that is located in Jember regency especially in the sub-district Mayang and Shiloh was dunes that will be examined. Because they have seen sales volume capacity dunes that can be used for raw any road pavement repairing activity behavior especially sub base coarse highway. Mayang sub-district and sub-district Silo can complete a variety of amount, and the height dunes. Great and high dunes as varied. So that the dunes from the areas can be used for raw materials layers foundations under highway, needed to know quality material land that is fit in the area was seen from gradation droplets, abrasion aggregate, while the broader plastisitas, of which the most page is CBR .

In this research test introduction to gradation bead on each sample dunes in Sub-district ambildari Mayang and Shiloh Jember regency. Test introduction, obtained data that 4 samples taken from a sub-district Mayang and 3 samples at Shiloh sub-district was not included in the specification gradation aggregate particularly class B which is the main condition as layers foundations under on any road pavement repairing activity behavior.

This research will be done in laboratory experiment 2 stages a sustainable manner. The first is that in form test introduction testing gradation aggregate, the index propertis land, and atterberg limit to know the nature of the land and characteristics. The second is the mechanical in the form to solidify, CBR ATM, and abrasion aggregate rough with the machine Los Angeles. Technical specifications layers foundations aggregate refers to the Department of Public Works (2006). Research was done in a laboratory Geology and Soil Mechanics majoring in Civil Engineering Faculty of Engineering of Jember.

From trial introduction that were carried out, had been found that material from 3 dunes in Silo, and 4 dunes in Mayang does not meet the requirements gradation and index plastisitas to be used as a foundation layer electric generator. Average material from 7 dunes as it has a tendency aggregate smooth more of aggregate rough, resulting in does not comply with requirements gradation layers aggregate foundation. From the analysis of a filter shows that there are too many aggregate rough that passed on the size screen 9.5 mm - 75 mm.

Because the trial had been found that initial seven samples dunes does not meet the requirements, then it would be done mixing material between dunes to get the proportion mixture that is in accordance with conditions layers aggregate foundation. The methods used in mixing is trial blend or trial and error. After a thorough analysis calculating mixture, is still not be obtained mixed aggregate demand in accordance with conditions gradation layers foundations aggregate because aggregate rough that tend to be less than aggregate smooth. So the test for the advanced mechanical nature of the land is still done in order to know the ability to influence if from a certain outside.

Conclusion researchers is, the three original material land dunes as well the mixture could not be used as material for layers aggregate foundation, both class A, B, and C because he did not meet certain conditions layers aggregate foundation. But can be used as material heap.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah Swt. atas segala rahmat dan karunia -Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Pemanfaatan Material Gumuk di Kecamatan Pakusari Kabupaten Jember sebagai Bahan Perkerasan Jalan”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT. atas semua karunia yang telah diberikan;
2. Bapak Ir. Widyono Hadi, M. T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. Dr.Anik Ratnaningsih S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Mokhammad Farid Maruf ST., MT., Ph.D selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
4. Ibu Nunung Nuring H., S.T., M.T, dan Bapak Januar Fery Irawan., S.T., M.Eng., yang telah rela menyisihkan sedikit waktunya untuk menguji skripsi saya.
5. Ir. Hernu Suyoso MT. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
6. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya 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 |
| RINGKASAN | x |
| PRAKATA | xiv |
| DAFTAR ISI | xv |
| DAFTAR TABEL | xviii |
| DAFTAR GAMBAR | xix |
| DAFTAR LAMPIRAN | xxi |
| BAB 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah | 2 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 3 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1. Pasir dan Batu (Sirtu) | 4 |
| 2.2. Klasifikasi Tanah | 5 |
| 2.3. Analisa Saringan | 6 |
| 2.3.1 Alat dan Bahan yang digunakan di dalam pengujian analisa saringan sirtu (pasir batu)..... | 8 |
| 2.3.2 Prosedur Pengujian..... | 8 |

| | |
|--|----|
| 2.4. California Bearing Ratio (CBR) | 9 |
| 2.5. Batas-Batas Konsistensi..... | 9 |
| 2.6. Indeks Propertis Tanah | 11 |
| 2.7. Pemasatan | 13 |
| 2.8. Abrasi Agregat Kasar (Keausan Agregat dengan Mesin Los Angeles)..... | 14 |
| 2.9. Kontruksi Perkerasan Jalan | 14 |
| 2.10. Pondasi bawah material berbutir..... | 17 |
| 2.10.1 Pondasi bawah dengan bahan pengikat (Bound Sub-base) | 18 |
| 2.10.2 Pondasi bawah tanpa bahan pengikat | 18 |
| BAB 3. METODE PENELITIAN | 19 |
| 3.1. Studi Kepustakaan | 19 |
| 3.2. Uji Pendahuluan | 19 |
| 3.3. Metode Pengujian | 19 |
| 3.3.1 Persiapan Alat dan Bahan | 19 |
| 3.3.2 Alat yang dibutuhkan..... | 19 |
| 3.3.3 Bahan yang dibutuhkan..... | 20 |
| 3.3.4 Pengujian Material | 20 |
| 3.3.5 Pengujian Indeks Properties Tanah..... | 20 |
| 3.3.6 Pencampuran Kuori | 21 |
| 3.3.7 Pembuatan benda uji untuk pengujian pemasatan dan CBR..... | 22 |
| 3.3.8 Pengujian Sample..... | 22 |
| 3.4. Analisa dan Pembahasan | 26 |
| 3.5. Kesimpulan | 26 |
| 3.6. Alur Penelitian | 27 |
| BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN | 29 |
| 4.1. Pengujian Gradasi Butiran Setiap Lokasi | 29 |
| 4.2. Pengujian Indeks Propertis Setiap Lokasi | 35 |
| 4.3. Pengujian Atterberg Limit tiap lokasi | 38 |

| | |
|--|-----------|
| 4.4. Perhitungan Pencampuran Kuori | 43 |
| 4.5. Pengujian Gradasi Butiran Tiap Campuran | 44 |
| 4.6. Pengujian Indeks Propertis Tiap Campuran | 50 |
| 4.7. Pengujian Atterberg Limit Tiap Campuran | 53 |
| 4.8. Hasil Pengujian Pemadatan (Modified Proctor) Tiap Campuran | 57 |
| 4.9. Hasil Pengujian CBR (California Bearing Ratio) Tiap Campuran | 58 |
| 4.10. Hasil Pengujian Abrasi Agregat Tiap Campuran | 60 |
| 4.10. Ringkasan Hasil Penelitian | 61 |
| BAB 5. PENUTUP | 63 |
| 5.1. Kesimpulan | 63 |
| 5.2. Saran | 63 |
| DAFTAR PUSTAKA | 65 |
| LAMPIRAN | 66 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|---|---------|
| Tabel 2.1 Sistem klasifikasi USCS | 6 |
| Tabel 2.2 Nilai indeks plastisitas 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 | 17 |
| Tabel 4.1 Pengujian Gradasi butiran pada tiap lokasi..... | 29 |
| Tabel 4.2 Analisa Indeks properties pada tiap lokasi..... | 35 |
| Tabel 4.3 Pengujian Atterberg Limit pada tiap lokasi | 39 |
| Tabel 4.4 Contoh Perhitungan Pencampuran Kuori | 44 |
| Tabel 4.5 Pengujian Gradasi butiran pada tiap campuran..... | 45 |
| Tabel 4.6 Analisa Indeks properties pada tiap campuran | 51 |
| Tabel 4.7 Analisa Atterberg Limit tiap campuran | 54 |
| Tabel 4.8 Nilai MDD tiap campuran..... | 57 |
| Tabel 4.9 Hasil pengujian CBR tiap perbandingan campuran..... | 59 |
| Tabel 4.10 Nilai abrasi agregat tiap campuran..... | 60 |
| Tabel 4.11 Hasil uji analisa saringan terhadap spesifikasi lapis pondasi agregat | 61 |
| Tabel 4.12 Ringkasan penelitian dari beberapa sampel terhadap agregat kelas A, B, dan C..... | 62 |

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 | Susunan Lapis Perkerasan..... | 14 |
| Gambar 4.1 | Grafik analisa saringan Silo 1..... | 30 |
| Gambar 4.2 | Grafik analisa saringan Silo 2..... | 31 |
| Gambar 4.3 | Grafik analisa saringan Silo 3..... | 31 |
| Gambar 4.4 | Grafik analisa saringan Mayang 1..... | 32 |
| Gambar 4.5 | Grafik analisa saringan Mayang 2..... | 33 |
| Gambar 4.6 | Grafik analisa saringan Mayang 3..... | 33 |
| Gambar 4.7 | Grafik analisa saringan Mayang 4..... | 34 |
| Gambar 4.8 | Kadar Air tiap lokasi..... | 36 |
| Gambar 4.9 | Grafik Berat Isi tiap lokasi..... | 37 |
| Gambar 4.10 | Grafik Berat Jenis tiap lokasi..... | 38 |
| Gambar 4.11 | Batas Cair SILO 1..... | 40 |
| Gambar 4.12 | Batas Cair SILO 2..... | 40 |
| Gambar 4.13 | Batas Cair SILO 3..... | 41 |
| Gambar 4.14 | Batas Cair MAYANG 1..... | 41 |
| Gambar 4.15 | Batas Cair MAYANG 2..... | 42 |
| Gambar 4.16 | Batas Cair MAYANG 3..... | 42 |
| Gambar 4.17 | Batas Cair MAYANG 4..... | 43 |
| Gambar 4.18 | Gradasi butiran SILO 1 + MAYANG 2 + MAYANG 3..... | 45 |
| Gambar 4.19 | Gradasi butiran SILO 1 + MAYANG 2 + MAYANG 4..... | 46 |
| Gambar 4.20 | Gradasi butiran SILO 1 + MAYANG 2 + SILO 2..... | 46 |
| Gambar 4.21 | Gradasi butiran SILO 1 + MAYANG 2 + SILO 3..... | 47 |
| Gambar 4.22 | Gradasi butiran SILO 1 + MAYANG 2 + MAYANG 1..... | 47 |
| Gambar 4.23 | Gradasi butiran SILO 1 + MAYANG 2 + MAYANG 3..... | 48 |

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 4.24 | Gradasi butiran SILO 1 + MAYANG 2 + MAYANG 4..... | 48 |
| Gambar 4.25 | Gradasi butiran SILO 1 + MAYANG 2 + SILO 2..... | 49 |
| Gambar 4.26 | Gradasi butiran SILO 1 + MAYANG 2 + SILO 3..... | 49 |
| Gambar 4.27 | Gradasi butiran SILO 1 + MAYANG 2 + MAYANG 1..... | 50 |
| Gambar 4.28 | Grafik Kadar Air tiap campuran..... | 51 |
| Gambar 4.29 | Grafik Berat Isi tiap Campuran | 52 |
| Gambar 4.30 | Grafik Berat Jenis tiap Campuran | 53 |
| Gambar 4.31 | Attemberg Limit SILO 1 + MAYANG 2 + MAYANG 3..... | 54 |
| Gambar 4.32 | Attemberg Limit SILO 1 + MAYANG 2 + MAYANG 4..... | 55 |
| Gambar 4.33 | Attemberg Limit SILO 1 + MAYANG 2 + SILO 2..... | 55 |
| Gambar 4.34 | Attemberg Limit SILO 1 + MAYANG 2 + SILO 3..... | 56 |
| Gambar 4.35 | Attemberg Limit SILO 1 + MAYANG 2 + MAYANG 1..... | 56 |
| Gambar 4.36 | Grafik Nilai MDD tiap campuran..... | 58 |
| Gambar 4.37 | Grafik Nilai CBR tiap campuran..... | 59 |
| Gambar 4.38 | Grafik Nilai Abrasi tiap campuran | 60 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|---|---------|
| Lampiran A. Pengujian gradasi butiran tiap lokasi..... | 66 |
| Lampiran B. Pengujian gradasi campuran tiap lokasi | 71 |
| Lampiran C. Pengujian indeks tiap lokasi | 75 |
| Lampiran D. Pengujian indeks propertis tiap lokasi..... | 82 |
| Lampiran E. Pengujian indeks propertis tanah tiap lokasi | 89 |
| Lampiran F. Pengujian indeks propertis campuran tiap lokasi | 95 |
| Lampiran G. Kepadatan tanah tiap campuran lokasi | 96 |
| Lampiran H. Pemeriksaan CBR laboratorium | 102 |
| Lampiran I. Pengujian abrasi tiap lokasi | 105 |
| Lampiran J. Perhitungan pencampuran dengan agregat luar | 108 |

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Daerah Jember, mempunyai bentang alam yang unik dan khusus dengan keberadaan gumuk-gemuk. Beberapa teori menyatakan bahwa gumuk tersebut merupakan bentukan dari aliran lava gunung Raung. Sehingga sebaran dan bentuk gumuk terlihat semakin mengecil ketika jaraknya semakin jauh dari gunung Raung. Seperti di daerah Sukowono, Sumberjambe dan Mayang serta Silo dijumpai gumuk-gemuk besar dengan ketinggian lebih dari 50 meter, sementara di daerah Wuluhan, Balung dan Kencong ketinggian gumuk hanya sekitar 1-2 meter saja. (Syahid, 2000)

Dari segi keuntungan lokal gumuk adalah potensi yang sangat baik untuk di manfaatkan, misalnya untuk bahan perkerasan jalan raya. Hal ini dikarenakan melimpahnya tanah gumuk, sehingga kebutuhan tanah untuk lapis pondasi pembuatan jalan baru di Jember bisa terpenuhi tanpa harus mendatangkan material tanah dari daerah lain yang sudah tentu akan berdampak pada pertambahan biaya dan mobilisasi.

Perkerasan jalan raya adalah lapisan perkerasan dimana terletak antara roda kendaraan dengan tanah dasar. Untuk membuat lapisan perkerasan yang bagus dibutuhkan material yang bagus pula. Maka dari itu diperlukan pengujian dan pengetahuan tentang sifat, pengadaan dan pengolahan agregat, baik itu untuk lapisan base coarse atau sub base coarse.

Gemuk yang terletak di kabupaten Jember khususnya di kecamatan Mayang dan Silo adalah gumuk yang akan diteliti. Karena melihat kapasitas volume gumuk yang ada yang bisa digunakan untuk bahan perkerasan jalan raya khususnya bagian sub base coarse jalan raya. Kecamatan Mayang dan kecamatan Silo memiliki variasi jumlah, luas dan ketinggian gumuk. Besar dan tinggi gumuk bervariasi. Besar gumuk di dua Kecamatan tersebut dihitung dari luas bidang dasar yang ditempatinya secara kumulatif bervariasi antara 9,9 Ha sampai 433 Ha setiap kecamatan. Tinggi gumuk berkisar

antara 1 meter sampai yang tertinggi 57,5 meter (Lembaga Penelitian Universitas Jember, 2005).

Supaya tanah gumuk dari daerah tersebut bisa digunakan untuk bahan lapis pondasi bawah jalan raya, maka diperlukan penelitian untuk mengetahui mutu material tanah yang layak di daerah tersebut dilihat dari gradasi butiran, abrasi agregat, indeks plastisitas dan yang paling utama adalah CBRnya.

Dalam penelitian ini peneliti melakukan uji pendahuluan terhadap gradasi butiran pada masing masing sample gumuk yang di ambildari Kecamatan Mayang dan Silo kabupaten Jember. Dari hasil uji pendahuluan, diperoleh data bahwa 4 sample yang di ambil dari kecamatan Mayang dan 3 sample pada Kecamatan Silo tidak masuk dalam persyaratan spesifikasi gradasi agregat khususnya kelas B yang merupakan syarat utama sebagai lapispondasi bawah pada perkerasan jalan raya.

Dengan berdasar pada penelitian sebelumnya tentang “*Penggunaan material dari beberapa kuori Kabupaten Banyuwangi sebagai bahan perkerasan jalan lapis pondasi bawah kelas B*” yang telah dilakukan oleh Agustin (2011), maka penelitian ini akan melakukan kajian terhadap pemanfaatan tanah gumuk yang ada di Kabupaten Jember khususnya Kecamatan Mayang dan Silo untuk bahan perkerasan jalan kelas B.

1.2 Perumusan Masalah

Dari penjelasan latar belakang diatas dapat diambil rumusan masalah, yaitu : Apakah material yang ada di daerah Kabupaten Jember khususnya Kecamatan Mayang dan Silo memenuhi persyaratan untuk dipergunakan sebagai bahan lapis pondasi bawah khususnya pada Agregat kelas B?

1.3 Batasan Masalah

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

- a. Tidak melakukan pengujian unsur kimia yang terkandung dalam pasir batu
- b. Tidak melakukan analisis perhitungan dan pelaksanaan aplikasi dilapangan.
- c. Tidak memperhitungkan nilai ekonomis dari masing-masing sirtu di Kabupaten Jember
- d. Tidak menganalisis dampak lingkungan terhadap penggalian gumuk.

1.4 Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui sejauh mana mutu material yang ada di Kecamatan Mayang dan Silo Kabupaten Jember yang memenuhi persyaratan untuk dipergunakan sebagai bahan perkerasan jalan khususnya lapis pondasi bawah kelas B dan mampu menjadi pilihan alternatif dalam penggunaan sirtu di Kabupaten Jember.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 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 membulat. 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.

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.

Potensi sirtu pada umumnya terbaharui, mengingat sumber sirtu berasal dari pegunungan dan perbukitan disekitar yang terbawa aliran sungai. Cadangan potensi sirtu juga tergantung dari besar kecilnya arus sungai di lokasi penambangan. 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).

2.2 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 2.1

Tabel 2.1 Sistem Klasifikasi USCS

| Tanah Berbutir Kasar Lebih dari 50% butiran tertahan pada ayakan No. 200 | | | | | | | | Divisi utama | |
|---|----|---------------------------------------|----|---|----|---|----|-----------------|--|
| Kerikil 50% atau lebih dari fraksi kasar tertahan pada ayakan No. 4 | | | | Pasir lebih dari 50% fraksi kasar lolos ayakan No. 4 | | | | | |
| Pasir dengan butiran halus | | Pasir bersih (hanya pasir) | | Kerikil dengan butiran halus | | Kerikil bersih (hanya kerikil) | | Simbol kelompok | Nama umum |
| SC | SM | SP | SW | GC | GM | GP | GW | | |
| campuran pasir-lempung. | | Pasir berlanau, campuran pasir-lanau. | | Pasir bergradasi-buruk dan pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus. | | Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus. | | | Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir; sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus. |

Sumber: Hardiyatmo (2002).

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 organis 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.

2.3 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 1.1 dan 1.2 berikut :

Koefisien keseragaman :

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

Koefisien gradasi :

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

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

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

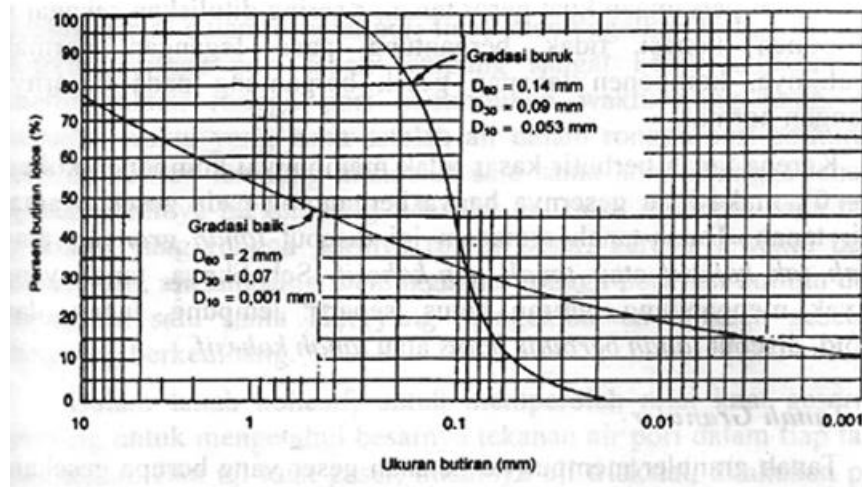
D_{30} : diameter yang bersesuaian dengan 30 % lolos ayakan yang ditentukan dari kurva distribusi ukuran butiran.

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

2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1 Distribusi ukuran butir tanah

2.3.1 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.

2.3.2 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 dalam ayakan.
6. Kontrol berat benda uji 500 gr.

2.4 California Bearing Ratio (CBR)

Adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu vahan terhadap vahan standart dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. CBR merupakan suatu cara empiris untuk menentukan kekuatan tanah (pada awalnya digunakan oleh *California State Highway Department* dalam menentukan kekuatan tanah sebagai dasar jalan/subgrade).

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)

$$\text{CBR (\%)} = \frac{P_1}{3 \times 1000} \times 100\% \dots \dots \dots (2.3)$$

- b. Penetrasi 0,2” (0,508 cm)

$$\text{CBR (\%)} = \frac{P_2}{3 \times 1500} \times 100\% \dots \dots \dots (2.4)$$

dengan :

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

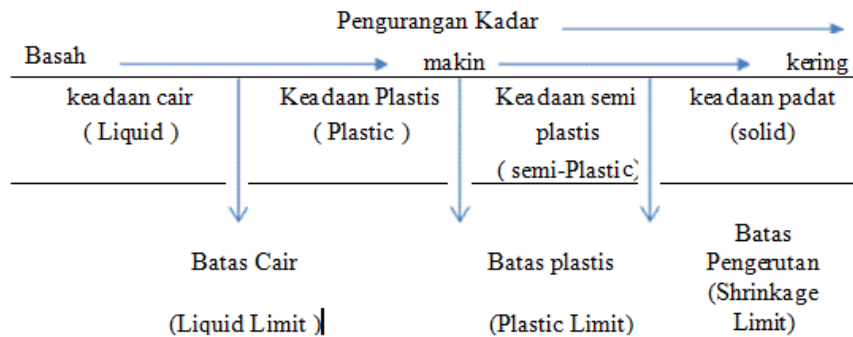
P2 : tekanan uji pada penetrasi 0,2” (g/cm³ atau psi)

Dari kedua nilai perhitungan tersebut digunakan nilai terbesar.

2.5 Batas-Batas Konsistensi

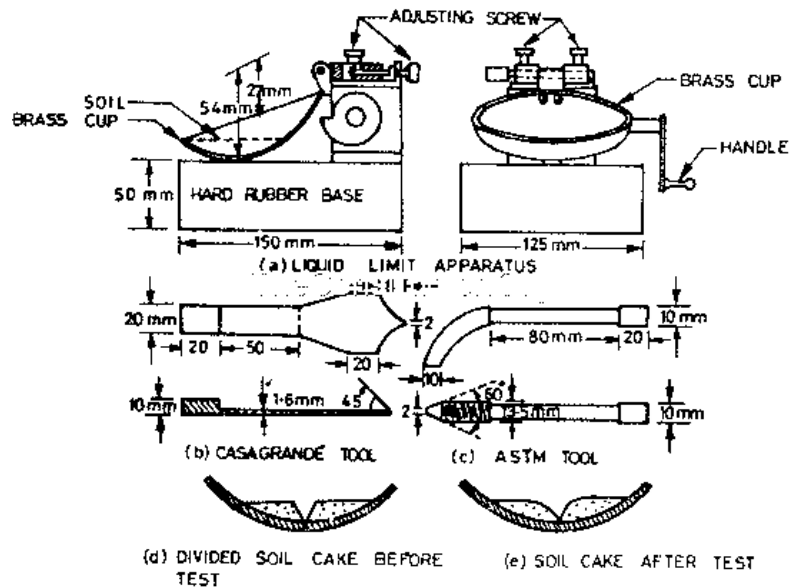
Gambar 2.2 dan 2.3 merupakan pengujian atterberg limitnya. *Atterberg* (1911) memberikan cara untuk menggambarkan batas-batas konsistensi dari tanah berbutir halus dengan pertimbangan kandungan kadar airnya. Batas-batas tersebut adalah batas

cair (*liquid limit*), batas plastis (*plastic limit*), dan batas susut (*shrinkage limit*).



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

Gambar 2.2 Batas-Batas Konsistensi Tanah



Gambar 2.3 Alat Pengujian Batas Cair

2.5.1. 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 2.2.

Tabel 2.2 Nilai indeks plastisitas 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

2.6 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)

Berat Isi Tanah (γ) didefinisikan sebagai perbandingan antara berat tanah

basah dengan volumenya dalam gr/cm^3 .

Besarnya berat Isi Tanah (γ) dapat dihitung dengan persamaan 2.7 berikut :

berat isi tanah :

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

dengan :

γ = Berat Isi Tanah (gr/cm^3)

W1 = Berat silinder/ring (gr)

W2 = Berat silinder/ring + Tanah (gr)

V = Volume silinder/ring (gr/cm^3)

Specific gravity tanah (G_s) didefinisikan sebagai perbandingan antara berat volume butiran padat (γ_s), dengan berat volume air (γ_w).

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

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

dengan:

G_s = *specific gravity*,

γ_s = berat volume butiran padat (kg/cm^3),

γ_w = berat volume air (kg/cm^3)

Tabel 2.3 *specific gravity* tanah

| Macam tanah | <i>specific gravity</i> |
|-------------------|-------------------------|
| 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

2.7 Pematatan

Pematatan merupakan usaha untuk mempertinggi kerapatan tanah dengan memakai energi mekanis untuk merapatkan partikel-partikel tanah. Tujuan pematatan tanah adalah memperbaiki sifat-sifat mekanis massa tanah. Ada dua cara pematatan yaitu :

1. Standart (ASTM 698).
2. Modifikasi (ASTM D 1557 atau AASHTO T-180-74).

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 2.9 dan 2.10 berikut :

- a. berat isi tanah basah :

$$\gamma_{wet} = \frac{B2 - B1}{V} \dots\dots\dots(2.9)$$

$B1$ = berat mold

$B2$ = berat tanah + mold

V = volume mold

- b. berat isi tanah kering :

$$\gamma_{dry} = \gamma_{wet} \times \frac{100}{(100 + w)} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana :

γ_{dry} = Berat isi tanah.

γ_{wet} = Berat isi tanah basah (berat tanah basah/volume).

W = Kadar air dalam %.

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 # ½` dan tertahan saringan # 3/8` terhadap berat semula dalam persen.

Perhitungannya menggunakan persamaan 2.11 berikut :

$$A_{us} = \frac{A-B}{A} \times 100\% \dots \dots \dots (2.11)$$

di mana :

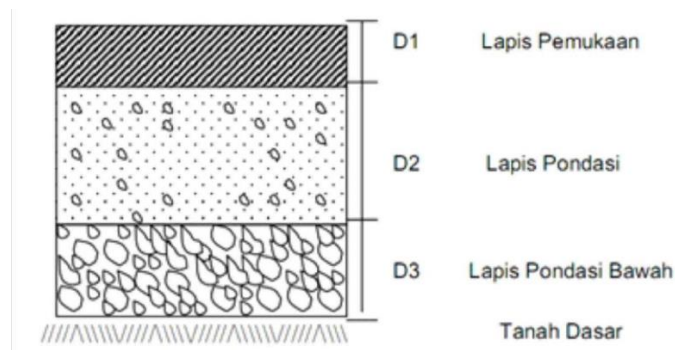
A : berat benda uji semula

B : berat benda uji setelah di saring

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 2.4 sebagai berikut:



Gambar 2.4. 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 lapisan pondasi bawah.
- c. Bantalan terhadap lapisan 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 klas A (sistem pondasi aggregate)
- 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 (sistim pondasi aggregate)

Tabel 2.4 Persyaratan Lapis Pondasi Agregat

| SIFATSIFAT | 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 |
| 1½" | 37,5 | 100 | 88 – 100 | 60 – 90 |
| 1" | 25,0 | 77 – 100 | 70 – 85 | 45 – 78 |
| ¾" | 9,5 | 44 – 60 | 40 – 65 | 25 – 55 |
| No.4 | 4,75 | 27 – 44 | 25 – 52 | 13 – 45 |
| No.10 | 2,00 | 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 |

Sumber : Manual Konstruksi dan Bangunan No:001-03/BM/2006

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.

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.

2.10.1 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 kurus giling padat yang harus mempunyai kuat tekan karakteristik pada umur 28 hari minimum 5,5 MPa (55 kg/cm²).

2.10.2 Pondasi Bawah tanpa bahan pengikat

Untuk sub base course dipergunakan sirtu atau sirtu pecah, sedangkan untuk base dipergunakan sirtu pecah atau batu pecah. Untuk Indonesia dimana sebagian besar aspal dan mesin-mesin masih import, maka system tersebut sementara masih ditinggalkan. Kecuali untuk keperluan kecil-kecilan atau bilamana kondisi setempat mengharuskan konstruksi tersebut.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Studi Kepustakaan

Studi pustaka adalah suatu pembahasan yang berdasarkan pada buku- buku referensi yang bertujuan untuk memperkuat materi pembahasan maupun sebagai dasar untuk menggunakan rumus-rumus tertentu dalam menganalisa yang berhubungan dengan penelitian proyek akhir yang dikerjakan. Studi kepustakaan akan dipakai sebagai landasan atau dasar penelitian proyek akhir.

3.2 Uji Pendahuluan

Sebelum melakukan penelitian, dilakukan uji pendahuluan terlebih dahulu untuk mengetahui agregat yang akan digunakan sesuai dengan persyaratan untuk lapis pondasi bawah kelas B yaitu dengan cara benda uji disaring dengan menggunakan ayakan. Jika tidak masuk dalam persyaratan, maka dilakukanlah pencampuran terhadap dua kuori yang mempunyai nilai koefisien gradasi paling baik dengan 1 kuori yang mempunyai nilai koefisien gradasi baik sampai benda uji masuk ke persyaratan gradasi lapis pondasi bawah kelas B.

3.3 Metode Pengujian

3.3.1 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.

3.3.2 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) dan
- 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*.

3.3.3 Bahan yang dibutuhkan

Bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sirtu yang diambil dari dua kecamatan, yakni Kecamatan Mayang dan 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.

3.3.4 Pengujian Material

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

3.3.5 Pengujian Indeks Propertis Tanah

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

1. Pengujian Kadar Air

Kadar Air ialah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam

agregat dengan berat kering agregat tersebut. (sesuai persamaan 2.6)

2. Pengujian Berat Isi

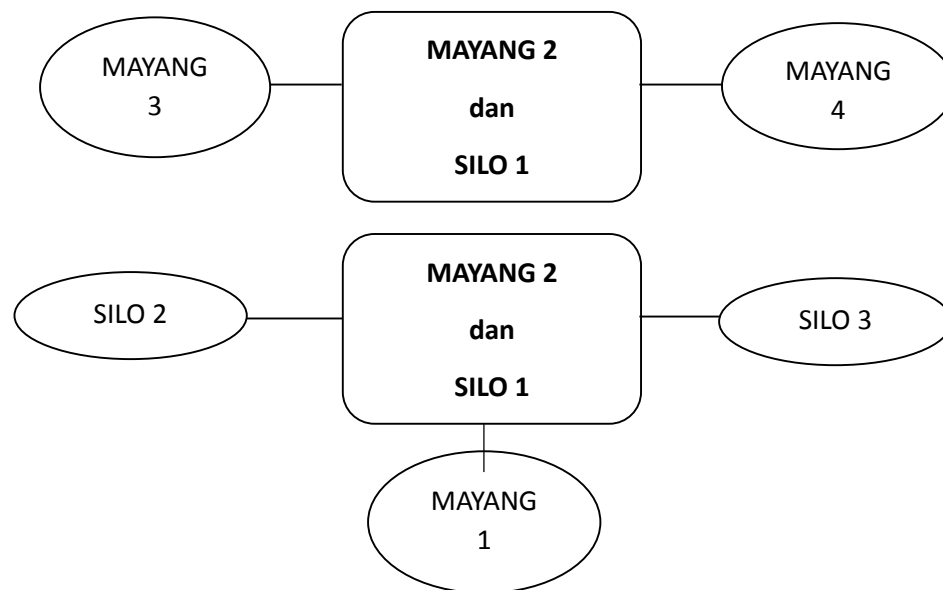
Berat Isi ialah perbandingan antara berat agregat seluruhnya dengan isi agregat seluruhnya, dinyatakan dalam gr/cm^3 . (mengacu pada persamaan 2.7)

3. Pengujian Berat Jenis

Berat jenis ialah perbandingan antara berat butir agregat dengan berat air suling pada suhu tertentu. (persamaan 2.8)

3.3.6 Pencampuran Kuori

Adapun pencampuran kuori dilakukan jika dalam pengujian CBR, batas cair, 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. metode pencampuran yang di gunakan adalah metode *Trial n Error*.



Gambar 3.1 Skema Pencampuran Kuori

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.

3.3.7 Pembuatan benda uji untuk pengujian pemadatan dan CBR

Adapun pembuatan benda uji dengan pengujian Pemadatan dan CBR (*California Bearing Ratio*) adalah sebagai berikut :

1. Sebelum melakukan pembuatan benda uji kita persiapkan dahulu sirtu dari masing-masing kuori.
2. Kemudian timbang masing-masing sirtu sesuai perbandingan yang sudah ditentukan dari hasil perhitungan gradasi campuran 2 fraksi .
3. Tuangkan sirtu yang sudah ditimbang ke dalam bak adukan, kemudian campur hingga homogen.
4. Setelah homogen, benda uji dibagi menjadi 5 bagian sesuai dengan campuran dari masing-masing kuori yang sudah ditentukan dan tiap tiap bagian dicampur dengan air yang ditentukan dan diaduk sampai merata.
5. Penambahan air diatur sehingga didapat benda uji sebagai berikut :
 - a) Dua contoh dengan kadar air kira kira di bawah optimum
 - b) Tiga contoh dengan kadar air kira kira di atas optimum Perbedaan kadar air dari benda uji masing masing antara 1% s/d 3%.
6. Masing masing benda uji dimasukkan ke dalam kantong plastik dan disimpan selama 12 jam atau sampai kadar airnya merata.
7. Sampel uji siap untuk diuji pemadatan dan CBR.

3.3.8 Pengujian Sampel

Metode pengujian untuk pemadatan, CBR dan Abrasi agregat kasar adalah sebagai berikut :

1. Pengujian Pemadatan

Pengujian Pemadatan atau uji Proctor dimaksudkan untuk menentukan hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah basah untuk mengetahui tingkat daya dukung tanah dan untuk menentukan kadar air optimum pada kepadatan

- a) Siapkan contoh tanah yang sudah dijemur lalu hancurkan dengan menggunakan palu karet lalu saring dengan menggunakan saringan Nomor 4.
- b) Tentukan kadar air tersebut dengan menggunakan oven.
- c) Pisahkan 5 buah benda uji masing-masing seberat 2,5 kg untuk *mold 4''*, atau 5 kg untuk *mold 6''*, dan masukkan dalam kantong plastik.
- d) Tanah yang sudah diketahui kadar airnya dicampur dengan air sebanyak 75 cc s/d 100 cc (tergantung basah dan keringnya contoh tanah) dan aduk sampai merata.
- e) Timbang *mold* berikut alas dengan ketelitian neraca 1 gr.
- f) Pasang *collar* lalu kencangkan dan tempatkan pada tumpuan.
- g) Ambil salah satu sample tanah yang telah dipersiapkan dan dimasukkan ke dalam *mold $\pm \frac{1}{2}$* tinggi *mold*. Tumbuk dengan *proctor hammer* sebanyak 25 kali tumbukan secara merata sehingga didapat tumbukan yang merata.
- h) Lakukan hal yang sama untuk lapisan kedua dan ketiga sehingga lapisan terakhir mengisi sebagian *collar*.
- i) Lepaskan *collar* dan ratakan kelebihan tanah pada *mold* dengan menggunakan *straight edge*.
- j) Isi rongga yang terbentuk dengan tanah dengan bekas potongan sehingga didapatkan permukaan yang rata.
- k) Timbang *mold* berikut alas yang berisi sampel tanah dengan ketelitian neraca 1 gr.

- l) Keluarkan sampel tanah dari *mold* dengan menggunakan ekstruder *mold* dan ambil 3 bagian sampel tanah dibagian intinya untuk diperiksa kadar airnya.
- m) Lakukan hal yang sama untuk kadar air yang lainnya sehingga didapat 5 data pemadatan tanah.

2. Pengujian CBR

Pengujian CBR dimaksudkan untuk menentukan kekuatan tanah. Prinsip pengujian ini adalah penetrasi dengan kecepatan tertentu pada berbagai sampel dengan tingkat kepadatan yang berbeda. Untuk 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 adalah sebagai berikut :

- a) Timbang mold berikut alas dengan ketelitian neraca 1 gr.
- b) Pasang collar lalu kencangkan dan tempatkan pada tumpuan yang kokoh.
- c) Ambil salah satu simple tanah yang telah dipersiapkan dan dimasukkan kedalam mold $\frac{1}{3}$ tinggimold. Tumbuk dengan proctor hammer sebanyak 56 kali secara merata sehingga didapat tumbukan secara merata.
- d) Lakukan hal yang sama untuk lapisan yang kedua dan ketiga sehingga lapisan terakhir mengisi sebagian collar.
- e) Lepaskan collar dan ratakan kelebihan tanah pada mold dengan menggunakan straight edge.
- f) Isi rongga yang terbentuk dengan tanah bekas potongan sehingga didapatkan permukaan yang rata.
- g) Timbang mold berikut alas yang berisi sample tanah dengan ketelitian simple tanah neraca 1gr.
- h) Letakkan mold di alat CBR dengan posisi terbalik.

- i) Lakukan pembacaan dial beban dengan penetrasi 0,5"; 0,7"; 0,10"; 0,15"; 0,20"; 0,30"; 0,40"; 0,50".
- j) Catat beban maksimum dan penetrasinya bila pembebanan terjadi sebelum penetrasi 0,50" tercapai.
- k) Keluarkan benda uji dari cetakan dan tentukan kadar air dari lapisan atas benda uji setebal 1".

3. Pengujian Abrasi agregat (Keausan agregat)

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

Langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut :

- a) Masukkan benda uji dan bola baja.
- b) Kunci penutup dengan rapat, dan hidupkan mesin pemutar.
- c) Putar mesin dengan kecepatan 30 – 33 rpm, dengan jumlah 500 putaran untuk benda ujiA.

Perhatian !!!

Setiap 100 putaran tekan tombol stop dan periksa pengunci penutup, ulangi prosedur tersebut sampai mencapai putaran yang disesuaikan.

- d) Keluarkan benda uji dan saring dengan saringan No. 12.
- e) Cuci/bilas benda uji tersebut dengan air sampai bersih dan masukkan kedalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam.
- f) Keluarkan benda uji dan dinginkan kemudian timbang dengan ketelitian 0,1 gram.

– *Catatan*

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

3.4 Analisa dan Pembahasan

Analisa dan pembahasan dilakukan terhadap data-data hasil pengujian di laboratorium. Dalam penelitian ini dilakukan beberapa analisa dan pembahasan di antaranya adalah sebagai berikut :

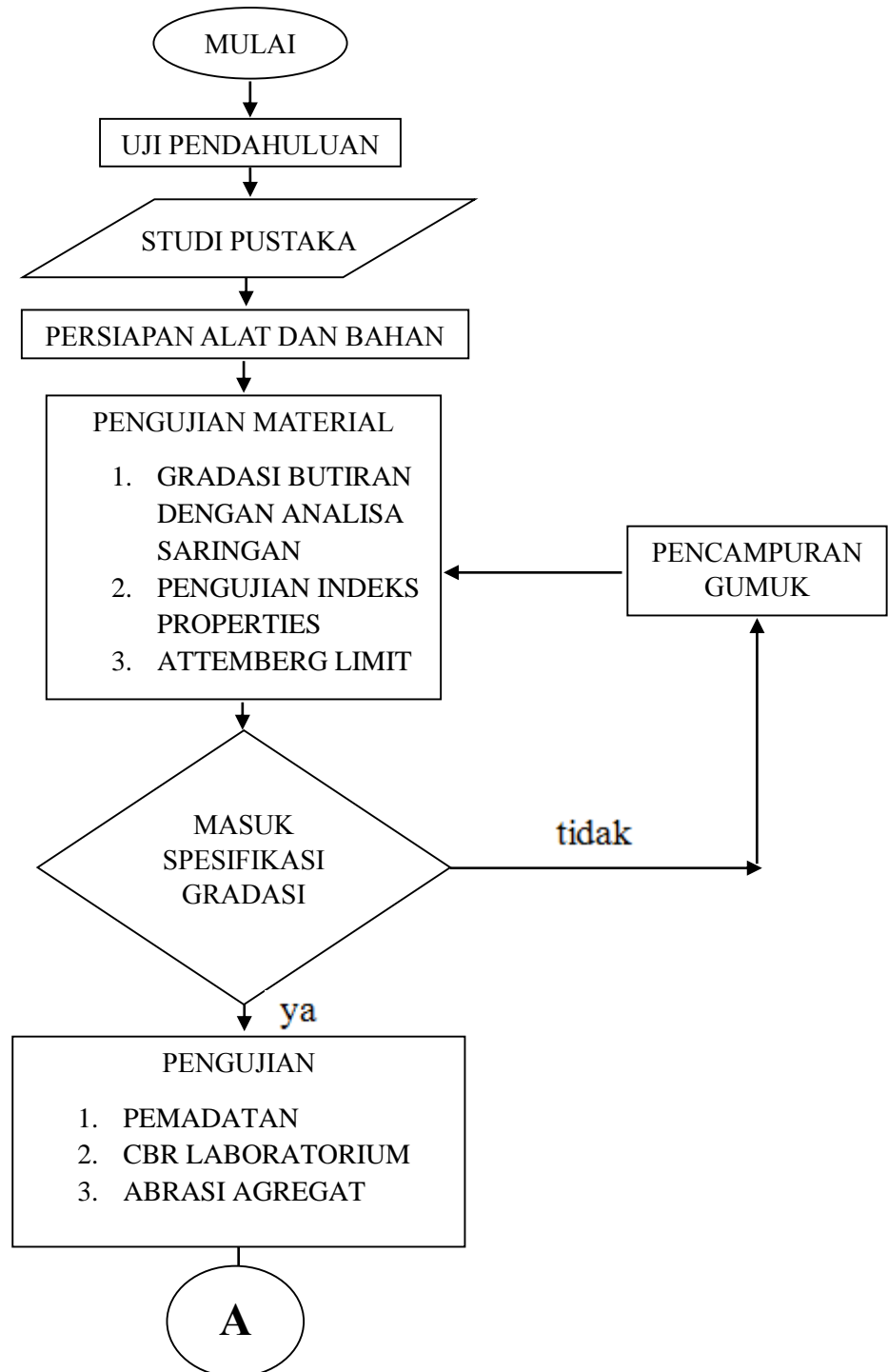
- a. Analisa pengujian Indeks Propertis Tanah
- b. Analisa pengujian Gradasi Butiran Tanah
- c. Analisa pengujian Atterberg Limit
- d. Analisa pengujian Pemadatan (*Modified Proctor*).
- e. Analisa pengujian CBR (*California Bearing Ratio*).
- f. Analisa pengujian Abrasi agregat (Keausan agregat).

Selanjutnya hasil uji laboratorium dijelaskan dalam bentuk tabel dan grafik,serta dianalisa untuk diambil kesimpulan.

3.5 Kesimpulan

Kesimpulan diambil dari hasil analisa dan pembahasan terhadap data-data laboratorium. Kesimpulan harus singkat, mudah dimengerti dan dapat menjawab apa yang dirumuskan dalam rumusan masalah. Dalam penelitian ini kesimpulan harus dapat menyebutkan campuran sirtu dari daerah mana yang lebih memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai lapis pondasi bawah pada perkerasan jalan. Dan alternatif lain jika sirtu ini tidak digunakan dalam bahan perkerasan jalan raya.

3.5 Alur Penelitian



Gambar 3.2 Alur Penelitian