



**STUDI PENGGUNAAN MATERIAL TANAH GUMUK MAYANG  
SEBAGAI BAHAN LAPIS PONDASI BAWAH**

**SKRIPSI**

Oleh

**Edo Pramiga Nur Kusuma Putra**

**NIM 101910301048**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2015**



**STUDI PENGGUNAAN MATERIAL TANAH GUMUK MAYANG  
SEBAGAI BAHAN LAPIS PONDASI BAWAH**

**SKRIPSI**

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

Oleh

**Edo Pramiga Nur Kusuma Putra**

**NIM 101910301048**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2015**

## **PERSEMBAHAN**

Puji syukur kehadiran Allah SWT, Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya, Ayahanda Drs.ec Noer Djaman dan Ibunda Dra. Puspita Wati W.P yang sangat saya cintai yang selalu mendoakan dan memberi kasih sayang serta motivasi untuk menjadikan saya sampai sekarang ini;
2. Bapak dan Ibu guru saya sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi yang telah memberikan ilmu dan membimbing saya dengan penuh kesabaran;
3. Almamater tercinta Fakultas Teknik Universitas Jember

## MOTTO

*Tak Penting Seberapa hebatnya dirimu,  
Yang terpenting adalah seberapa besar niat kamu untuk bisa dan tetap maju  
(Ibunda Puspita W.P)*

*Wisuda 10 semester adalah kesuksesan yang tertunda.  
(Edo Pramiga N.K.P)*

*Satu TB satu saudara  
(Civil '10)*

## **PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Edo Pramiga Nur Kusuma Putra

NIM : 101910301048

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Studi Penggunaan Material Tanah Gumuk Kecamatan Mayang Sebagai Bahan Lapis Pondasi Bawah” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan subansi 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 di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 6 April 2015

Yang menyatakan,

(Edo Pramiga Nur Kusuma Putra)

NIM. 101910301048

# **SKRIPSI**

## **STUDI PENGGUNAAN MATERIAL TANAH GUMUK MAYANG SEBAGAI BAHAN LAPIS PONDASI BAWAH**

Oleh :

Edo Pramiga Nur Kusuma Putra

NIM 101910301048

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Ahmad Hasanudin.,S.T.,M.T.

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

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “**Studi Penggunaan Material Tanah Gumuk Kecamatan Mayang Sebagai Bahan Lapis Pondasi Bawah**” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 8 April 2015

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Mengetahui,

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Ahmad Hasanuddin, S.T., M.T

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

NIP. 19710327 199803 1 003

NIP. 19700530 199803 2 001

Tim Penguji,

Penguji I

Penguji II

Ir. Hernu Suyoso, M.T

Ir. Purnomo Siddy, M.Si

NIP.19551112 198702 1 001

NIP.19590909 199903 1 001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik

Ir. Widyono Hadi, M.T.

NIP. 19610414 198902 1 001

Studi Penggunaan Material Tanah Gumuk Kecamatan Mayang Sebagai Bahan Lapis Pondasi Bawah

**Edo Pramiga Nur Kusuma Putra**

*Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember*

***ABSTRAK***

Jember merupakan kabupaten di Jawa Timur yang mempunyai banyak sekali kekayaan alam dengan keberadaan gumuk di setiap wilayah kecamatannya, salah satunya di Kecamatan Mayang, di daerah mayang ini sendiri belum banyak yang meneliti tentang kualitas tanah gumuk sebagai bahan dasar lapis pondasi agregat kelas B. Jumlah gumuk yang dijadikan bahan penelitian di wilayah ini berjumlah 4 (empat), sampel yang diambil berada di 3 (tiga) lokasi Desa Kejayan dan Tegal Rejo. Berdasarkan pengujian pendahuluan, nilai gradasi pada keempat sampel tidak satupun memenuhi spesifikasi sehingga diperlukan langkah pencampuran pada masing-masing sampel berdasarkan metode analitis. Setelah dilakukan pencampuran maka dilakukan pengujian material yang dilakukan untuk mengetahui apakah tanah gumuk di Kecamatan Mayang ini masuk dan dapat digunakan sebagai bahan lapis pondasi agregat kelas B dengan spesifikasi yang sesuai dengan SNI meliputi, pengujian gradasi, pengujian batas plastis, pengujian pepadatan, pengujian CBR (*California Bearing Rasio*), dan pengujian abrasi. Berdasarkan hasil pengujian, campuran sampel masing-masing benda uji tanah gumuk tidak masuk spesifikasi agregat kelas B, namun dari pencampuran yang paling mendekati spesifikasi sebagai bahan lapis pondasi agregat kelas B adalah campuran 2 : 4, dengan hanya memerlukan material di luar Kecamatan Mayang (Agregat Kasar) sebesar 65%.

**Kata Kunci :** formula campuran, agregat B, tanah gumuk Mayang

*Study Of Using Mayang Materials Dune Soil For Subbase Coarse*

**Edo Pramiga Nur Kusuma Putra**

*Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering,  
University of Jember*

**ABSTRACT**

*Jember is a Regency of East Java, which has a lot of natural resources by the presence of dune in each region of its subdistrict, one of them is mayang subdistrict, which has not been much research about the quality of the soil layer base material as dune Foundation aggregate class B. The number of dune, which are provided for the research material in this region amounted to 4, samples were taken at 3 (three) locations Kejayan and Tegal Rejo village. Based on preliminary testing, the value of gradation of four samples didn't fulfill the specifications required mixing step on each sample based on the analytical method. After mixing the material test was done to determine whether dunes land at Mayang's subdistrict are set and can be used as aggregate base layer grade B according to the SNI specifications such as, grading tests, testing the plastic limit, compaction testing, testing CBR ( California Bearing Ratio), and abrasion testing. Based on test results, a mixture of each sample specimen dune soil aggregate specification does not include to the class B, but mixing is the closest to the specification as a class B aggregate base layer is a mixture of 2: 4, only by requiring the material outside the subdistrict of Mayang (Aggregate Coarse) by 65%.*

**Keyword:** *mixing formula, agregate B, dune soil of Mayang*

## RINGKASAN

**Studi Penggunaan Material Tanah Gumuk Kecamatan Mayang Sebagai Bahan Lapis Pondasi Bawah;** Edo Pramiga Nur Kusuma Putra, 101910301048; 2015: 57 Halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Jember merupakan daerah yang terkenal akan kekayaan daerahnya terutama dengan adanya Gumuk, tak heran jika di Jember banyak sekali di temui beraneka macam karakteristik gumuk, salah satunya di Kecamatan Mayang, gumuk di daerah ini memiliki karakteristik struktur tanah yang tinggi sehingga ketersediaan tanahnya melimpah yang bisa dimanfaatkan untuk mendukung infrastruktur di daerah Jember dan Kecamatan Mayang, salah satunya sebagai bahan perkerasan jalan raya lapis pondasi agregat B. Perkerasan jalan (*Road Pavement*) merupakan lapisan perkerasan (*pavement*) yang terletak diantara lapisan tanah dasar (*Sub Grade*) dan roda kendaraan yang berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi. Perkerasan jalan yang memenuhi mutu yang diharapkan, maka perlu pengetahuan tentang sifat, pengadaan dan pengolahan agregat yang sesuai dengan spesifikasi yang telah di syaratkan dalam standar.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan proporsi campuran tanah gumuk yang berada di Kecamatan Mayang Kabupaten Jember yang memenuhi spesifikasi untuk digunakan sebagai bahan perkerasan jalan khususnya lapis pondasi bawah kelas B sebagai alternatif lain dalam penggunaan sirtu dan mendapatkan persyaratan agregat B melalui nilai gradasi butiran, abrasi agregat, indeks plastis, dan CBR (*California Bearing Rasio*). Pertama dilakukan pengujian pendahuluan yaitu pengujian gradasi pada 4 (empat) sampel tanah gumuk Mayang, semua hasil uji gradasi tidak memenuhi spesifikasi sehingga diperlukan langkah pencampuran setiap masing-masing sampel dengan menentukan sampel mana sebagai agregat kasar dan agregat halus.

Setelah dilakukan pencampuran maka dilakukan pengujian material yang dilakukan untuk mengetahui apakah tanah gumuk di Kecamatan Mayang ini masuk dapat digunakan sebagai bahan lapis pondasi agregat kelas B dengan spesifikasi yang sesuai dengan SNI meliputi, pengujian gradasi, pengujian batas plastis, pengujian pemadatan, pengujian CBR, dan pengujian abrasi. Berdasarkan hasil pengujian, campuran sampel masing-masing benda uji tanah gumuk tidak masuk spesifikasi kelas B, sehingga agar masuk kedalam spesifikasi maka diperlukan penambahan campuran dari material dari luar Kecamatan Mayang (Agregat Kasar).

## **PRAKATA**

Puji syukur kehadiran Allah Swt. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Studi Penggunaan Material Tanah Gumuk Kecamatan Mayang Sebagai Bahan Lapis Pondasi Bawah”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Widyono Hadi, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Dr. Entin Hidayah, ST., Mum., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. Samsyul Arifin, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama saya menjadi mahasiswa;
4. Ahmad Hasanuddin, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing Utama, Dr. Anik Ratnaningsih, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing II yang selalu memberi bimbingan dan membantu dalam terselesaikannya Tugas Akhir saya.
5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 30 April 2015

Penulis

## DAFTAR ISI

Halaman

<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN TUGAS AKHIR</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>viii</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>ix</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiv</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Pengertian Gumuk.....	4
2.2 Penjelasan Pasir dan Batu (Sirtu).....	4
2.3 Klasifikasi Tanah .....	5
2.4 Analisa Saringan .....	7
2.5 California Bearing Ratio (CBR) .....	9

2.6 Batas-Batas Konsistensi .....	10
2.7 Indeks Propertis Tanah .....	11
2.8 Pemasatan .....	13
2.9 Abrasi Agregat Kasar .....	13
2.10 Konstruksi Perkerasan Jalan .....	14
2.11 Pondasi bawah material berbutir .....	17
2.11.1 Pondasi bawah dengan bahan pengikat .....	18
2.11.2 Pondasi bawah tanpa bahan pengikat .....	18
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>19</b>
3.1 Studi Kepustakaan .....	19
3.2 Pengambilan Sampel .....	19
3.3 Uji Pendahuluan .....	19
3.4 Metode Pengujian .....	19
3.4.1 Persiapan Alat dan Bahan .....	19
3.4.1.1 Alat yang dibutuhkan .....	19
3.4.1.2 Bahan yang dibutuhkan .....	20
3.4.2 Pengujian Material .....	20
3.4.3 Pencampuran kuori .....	22
3.4.4 Pembuatan benda uji pamasatan dan cbr .....	23
3.4.5 Pengujian Sampel .....	23
3.5 Analisa dan Pembahasan .....	26
3.6 Kesimpulan .....	26
3.7 Alur Penelitian .....	27
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>28</b>
4.1 Pengambilan Sampel .....	28
4.2 Pengujian Indeks Propertis Tanah tiap lokasi .....	28
4.3 Pengujian Gradasi Butiran .....	31
4.4 Pengujian Atterberg Limit .....	34
4.5 Perhitungan Pencampuran Kuori .....	37

4.6Pengujian Indeks Propertis Tiap Campuran.....	38
4.6Pengujian Gradasi Butiran Tiap Campuran.....	41
4.5.Pengujian Atterberg Limit Tiap Campuran.....	46
4.6.Hasil Pengujian Pemadatan Tiap Campuran .....	51
4.7.Hasil Pengujian CBR Tiap Campuran .....	52
4.8.Pengujian Abrasi Agregat Tiap Campuran .....	54
4.9.Ringkasan Hasil penelitian.....	54
<b>BAB 5. PENUTUP.....</b>	<b>57</b>
5.1.Kesimpulan.....	57
5.2.Saran.....	57
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>58</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>.59</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Sistem Klasifikasi Tanah Unified .....	6
2.2 Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah .....	11
2.3 Specific gravity Tanah .....	12
2.4 Persyaratan lapis pondasi agregat .....	16
2.5 Persyaratan Gradasi Lapis Pondasi .....	16
4.1 Analisa Indeks Propertis .....	29
4.2 Pengujian Gradasi Butiran .....	31
4.3 Pengujian Atterberg Limit Tiap Sampel .....	35
4.4 Komposisi Campuran.....	38
4.5 Analisa Indeks Propertis .....	39
4.6 Pengujian Gradasi Butiran Tiap Campuran .....	42
4.7 Pengujian Atterberg Limit Tiap Campuran.....	47
4.8 Rekapitulasi nilai MMD & OMC .....	51
4.9 Rekapitulasi nilai CBR Tiap Campuran.....	53
4.10 Rekapitulasi Tiap Campuran.....	54
4.11 Hasil uji trial mix design gradasi .....	56

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Distribusi Ukuran Butir Tanah .....	8
2.2 Batas-Batas Konsistensi Tanah .....	10
2.3 Alat Pengujian Batas Cair .....	10
2.4 Susunan lapis perkerasan .....	14
3.1 Skema Pencampuran Kuori.....	22
3.6 Flow Chart Alur Pelaksanaan Penelitian .....	27
4.1 Peta Lokasi Pengambilan Sampel (Mayang) .....	28
4.2 Grafik Kadar Air Tiap Lokasi .....	29
4.3 Berat Isi Tiap Lokasi.....	30
4.4 Berat Jenis .....	30
4.5 Grafik Gradasi Mayang 1 .....	32
4.6 Grafik Gradasi Mayang 2.....	33
4.7 Grafik Gradasi Mayang 3.....	33
4.8 Grafik Gradasi Mayang 4.....	34
4.9 Batas Cair Mayang 1 .....	36
4.10 Batas Cair Mayang 2 .....	36
4.11 Batas Cair Mayang 3.....	37
4.12 Batas Cair Mayang 4 .....	37
4.13 Kadar Air Campuran .....	40
4.14 Berat Isi Campuran .....	40
4.15 Berat Jenis Campuran .....	41
4.16 Grafik Gradasi Campuran Mayang 1:2.....	43
4.17 Grafik Gradasi Campuran Mayang 1:3.....	44
4.18 Grafik Gradasi Campuran Mayang 1:4.....	44
4.19 Grafik Gradasi ccampuran mayang 2:3.....	45
4.20 Grafik Gradasi campuran mayang 2:4 .....	46

4.21	Grafik Gradasi campuran mayang 3:4 .....	46
4.22	Batas Cair Mayang 1:2.....	48
4.23	Batas Cair Mayang 1:3.....	48
4.24	Batas Cair Mayang 1:4.....	49
4.25	Batas Cair Mayang 2:3.....	50
4.26	Batas Cair Mayang 2:4.....	50
4.27	Batas Cair Mayang 3:4.....	51
4.28	Nilai MDD tiap campuran.....	52
4.29	Grafik Nilai CBR tiap campuran.....	53

## **BAB I. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Jember merupakan daerah yang terkenal akan kekayaan daerahnya terutama dengan adanya Gumuk, tak heran jika di jember banyak sekali di temui beraneka macam karakteristik gumuk. Secara teoritis gumuk terbentuk karena adanya bentukan aliran lava gunung Raung. Sehingga sebaran dan bentuk gumuk terlihat semakin mengecil ketika jaraknya semakin jauh dari gunung Raung. Seperti di daerah kecamatan Mayang, di daerah ini banyak sekali di jumpai karakteristik gumuk yang mempunyai bentang tinggi yang bervariasi . Tinggi gumuk berkisar antara 1 meter sampai yang tertinggi 57,5 meter, wilayah mayang sendiri merupakan daerah dataran tinggi yang banyak sekali di jumpai gumuk-gumuk, keadaan gumuk di wilayah ini termasuk dalam kategori gumuk sedang dan gumuk besar yakni mempunyai kisaran tinggi kurang lebih 10-25 m dan kebanyakan gumuk yang ada merupakan milik perseorangan. Kehadiran gumuk tersebut memberikan ciri panorama dan sekaligus menambah potensi wilayah khususnya di wilayah kecamatan Mayang. Secara praktis gumuk di kecamatan Mayang mempunyai potensi yaitu untuk kepentingan ilmu pengetahuan, konservasi, pariwisata, usaha tani/hutan rakyat di wilayahnya.

Kecamatan Mayang merupakan salah satu daerah yang berada di Kabupaten Jember, Di daerah ini juga banyak sekali gumuk-gumuk yang bisa di jumpai seperti di Desa Tegalrejo dan Kejayan, yang mungkin dapat digunakan untuk bahan lapis perkerasan jalan raya khususnya lapis pondasi bawah atau sub base coarse, di samping itu juga pemilihan daerah di khususnya di wilayah Kecamatan Mayang sendiri untuk memperoleh nilai ekonomis akan kebutuhan pengembangan daerah khususnya sektor jalan raya di wilayah Mayang dari pada harus menyuplai bahan material dari daerah luar Jember, Supaya tanah didaerah tersebut dapat digunakan sebagai Lapis Pondasi Bawah atau sub base course jalan raya, maka perlu diadakan penelitian pada material yang terdapat di daerah tersebut untuk mengetahui dari mutu material yang layak untuk dipergunakan sebagai bahan perkerasan jalan khususnya sebagai bahan lapis pondasi bawah

pada agregat kelas B dilihat dari gradasi butiran, abrasi agregat, indeks plastisitas, dan CBRnya juga.

Dalam penelitian ini, peneliti melakukan uji pendahuluan terhadap gradasi butiran pada masing-masing sample tanah yang di ambil dari Gumuk khususnya di daerah Mayang. Dari hasil uji pendahuluan, diperoleh data bahwa 4 sampel tanah yang diambil dari Gumuk di Kecamatan Mayang yang telah di ambil tidak satupun masuk sampel tanah yang masuk dalam persyaratan spesifikasi gradasi agregat kelas B , namun dalam hal ini perlu di lakukan pencampuran antar agregat di setiap sampel gumuk yang ada di Mayang untuk mendapatkan hasil proporsi campuran gradasi agregat yang lebih baik dan masuk ke gradasi kelas B.

Penelitian ini dilakukan analisa saringan, batas cair agregat, indeks plastis, dan gradasi dari agregat kasar serta CBR pada tanah Gumuk di Mayang yang ada di Kabupaten Jember, untuk memperoleh campuran nilai agregat tanah yang sesuai spesifikasi agregat B, untuk itu perlu diadakan sebuah penelitian yang berjudul "*Studi Penggunaan Material Tanah Gumuk Kecamatan Mayang Sebagai Bahan Lapis Pondasi Bawah*"

## **1.2. Perumusan Masalah**

Dari penjelasan latar belakang diatas dapat diambil rumusan masalah,yaitu: Bagaimana mendapatkan proporsi campuran tanah gumuk Mayang sebagai bahan lapis pondasi bawah?

## **1.3. Batasan Masalah**

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

- a. Tidak memperhitungkan analisis dampak lingkungan akibat penggalian gumuk.
- b. Tidak melakukan analisis perhitungan dan pelaksanaan aplikasi dilapangan.
- c. Tidak memperhitungkan nilai ekonomis dari masing-masing sirtu di Kabupaten Jember

- d. Tidak melakukan pengujian unsur kimia yang terkandung dalam pasir batu (sirtu).

#### **1.4. Tujuan Penelitian**

Mendapatkan proporsi campuran material lapis pondasi bawah tanah gumuk di Kecamatan Mayang Kabupaten Jember.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Gumuk**

Gumuk adalah sebuah gundukan tinggi serupa dengan gunung kecil dan bukit yang di dalamnya memiliki muatan batu piring, pasir, batu pondasi dan lain-lain, hal ini di karenakan terbentuknya gumuk berasal dari bentukan aliran lava dan lahar gunung kemudian tertutup oleh bahan vulkanik yang mnimbun beberapa lama hingga membentuk sebuah gundukan, ini di perkuat dengan adanya gumuk di lokasi jembar yang tak seberapa jauh dengan gunung raung, salah satunya di daerah Mayang, di wilayah ini memiliki struktur tanah yang tinggi, sehingga ketersediaan tanahnya melimpah yang bisa di manfaatkan sebagai pendukung keadaan infrastruktur di Kecamatan Mayang. Keadaan gumuk di wilayah Mayang sendiri tergolong dalam kategori sedang dengan ketinggian gumuk antara 11-25 meter.

### **2.2 Pasir dan Batu (Sirtu)**

Sirtu adalah nama singkatan bahan galian pasir dan batu. Istilah sirtu bisa disebut juga dengan gravel atau base coarse. Sirtu ada karena akumulasi pasir dan batu yang terendap di daerah-daerah perbukitan, sirtu bisa di ambil dari satuan konglomerat atau breksi yang tersebar di daerah dataran tinggi, sirtu juga mempunyai ukuran butir mulai dari pasir halus hingga bongkahan dengan bentuk butir menyudut dan membulat. Hal ini tergantung dari jarak asal dari mana sirtu tersebut terbentuk, semakin jauh dari sumbernya maka semakin beragam komposisi mineralogi dan ukuran butirnya. Sirtu juga dapat terbentuk dari hasil letusan gunung api dan endapan lahar lava.

#### **2.1.1 Kegunaan Sirtu**

Seperti diketahui bersama, bahwa sirtu merupakan bahan galian bangunan yang berasal dari pasir dan batu. Penggunaan bahan galian ini tergantung dari keseragaman dan ukuran butirnya. Misalnya berukuran pasir : digunakan sebagai salah satu bahan pencampur semen untuk proses pembetonan dari komponen

struktur, 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).

Gambar Peta Lokasi pengambilan sirtu di Kecamatan Mayang, Kabupaten Jember dapat dilihat pada lampiran I.

### **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 2.1.

Tabel 2.1 Sistem klasifikasi Tanah Unified.

Sistem klasifikasi tanah Unified		Simbol Kelompok	Nama Jenis	Nama Jenis	Formula
DKSI Utama	Kerikil 50% atau lebih dari fraksi kasar terapan saringan no. 4 (4,75 mm)	Kerikil banyak (sedikit atau tak ada butiran halus)	GW	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir-kerikil, sedikit 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	Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir-kerikil atau tidak mengandung butiran halus	
	Pasir lebih dari 50% dan fraksi kasar terapan saringan no. 200 (0,075 mm)	Kerikil banyak kandungan butiran halus	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lempung	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $P_L < 4$ Batas-batas Atterberg di atas simbol garis A atau $P_L > 7$
			GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung	
	Tanah berbutir kasar 50% butiran terapan saringan no. 4 (4,75 mm)	Kerikil banyak (sedikit atau tak ada butiran halus)	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	
	Tanah berbutir halus 50% atau lebih terapan saringan no. 200 (0,075 mm)	Kerikil banyak kandungan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	Batas-batas Atterberg di daerah aris dari diagram bawah garis A atau $P_L < 4$ Batas-batas Atterberg di atas simbol garis A atau $P_L > 7$
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung	
Tanah dengan kasar organik tinggi	Lanau dan lempung butas cair > 50% atau kurang	Lanau tak organik atau pasir halus diatom, lanau elastis	ML	Lanau tak organik dan pasir sangat halus, sebut banau lanau pasir halus berlanau atau berlempung	Diagram plastisitas: Untuk mengklasifikasi tanah berbutir halus yang terdistribusi dalam tanah berbutir kasar dan tanah berbutir kasar. Batas Atterberg yang termasuk dalam daerah yang diarsir berarti batasan klasifikasi menggunakan dua simbol.
			CL	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, berlempung berlanau, lempung kurus (lean clays)	
			OL	Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah.	
			MH	Lanau tak organik atau pasir halus diatom, lanau elastis	
			CH	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung lemak (fat clays)	
Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488	Tanah berbutir halus 50% butiran terapan saringan no. 200 (0,075 mm)	Lanau dan lempung butas cair > 50%	OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488
			PI	Gambut, (peat) dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi	

(Sumber : sistem klasifikasi tanah Unified (USC))

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 diinginkan, 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 1.1 dan 1.2 berikut :

Koefisien keseragaman :

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

Koefisien gradasi :

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

$D_{60}$  :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.

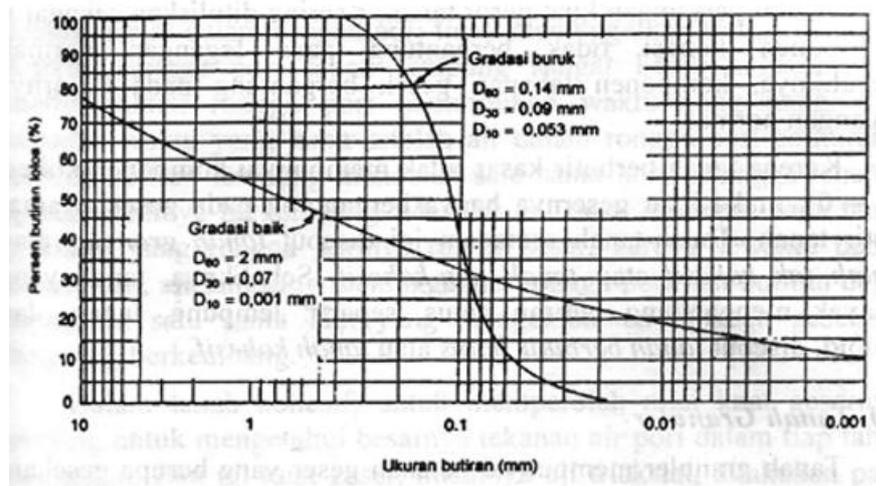
$D_{30}$  :diameter yang bersesuaian dengan 30 % lolos ayakan yang ditentukan dari kurva distribusi ukuran butiran.

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. berikut :

Untuk melihat distribusi ukuran butir tanah dapat dilihat pada gambar 2.1



(Sumber :standar analisa saringan, ASTM)

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  $\pm 500$  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.

### 2.5 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)

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

- b. Penetrasi 0,2” (0,508 cm)

$$\text{CBR (\%)} = \frac{P_1}{3 \times 1000} \times 100 \% \dots \dots \dots (2.4)$$

dengan :

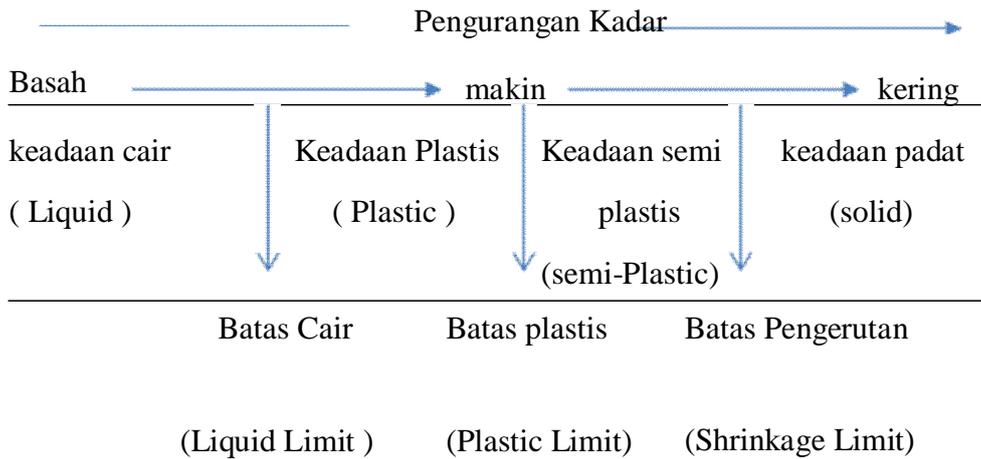
P1 : tekanan uji pada penetrasi 0,1” (g/cm<sup>3</sup> atau psi)

P2 : tekanan uji pada penetrasi 0,2” (g/cm<sup>3</sup> atau psi)

Dari kedua nilai perhitungan tersebut digunakan nilai terbesar.

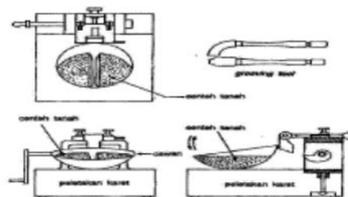
**2.6 Batas-Batas Konsistensi**

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*).



(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

## 2.2

Tabel 2.2 Nilai indeks plastisitas dan macam tanah

PI	Sifat	Macam tanah
0	Non plastis	Pasir
< 7	Plastisitas rendah	Lanau
>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:

$$\text{Kadar Air} = \frac{W1 - W2}{W2 - W3} \times 100\% \dots\dots\dots(2.6)$$

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 ( $\gamma$ ) didefinisikan sebagai perbandingan antara berat tanah basah dengan volumenya dalam gr/cm<sup>3</sup>.

Besarnya berat Isi Tanah ( $\gamma$ ) dapat dihitung dengan persamaan 2.7 berikut :

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

dengan :

- $\gamma$  = Berat Isi Tanah (gr/cm<sup>3</sup>)
- W1 = Berat silinder/ring (gr)
- W2 = Berat silinder/ring + Tanah (gr)
- V = Volume silinder/ring (gr/cm<sup>3</sup>)

*Specific gravity* tanah (Gs) didefinisikan sebagai perbandingan antara berat volume butiran padat ( $\gamma_s$ ), dengan berat volume air ( $\gamma_w$ ).

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

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

dengan:

- Gs = *specific gravity*,
- $\gamma_s$  = berat volume butiran padat (kg/cm<sup>3</sup>),
- $\gamma_w$  = berat volume air ( kg/cm )

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

## 2.8 Pemadatan

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 ;

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

$B1$  = berat mold

$B2$  = berat tanah + mold

$V$  = volume mold

- b. berat isi tanah kering

$$\gamma_d = \frac{\gamma \times 100}{(100 + w)} \dots \dots \dots (2.10)$$

$w$  = kadar air sesudah pemadatan

## 2.9 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 2.11 berikut :

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

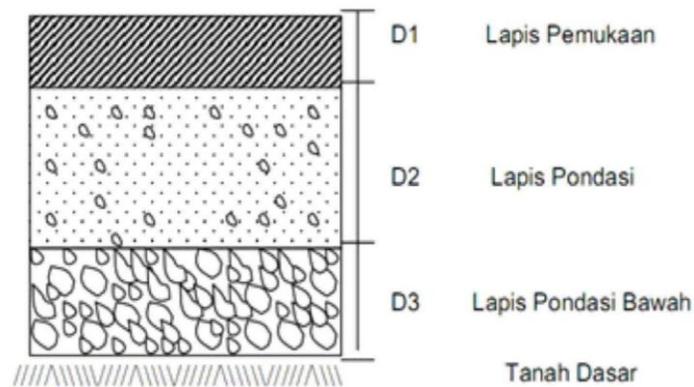
di mana :  $A$  : berat benda uji semula

$B$  : berat benda uji setelah di saring

## 2.10 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 :



(Sumber :struktur perkerasan lentur, Pt T-01-2002-B)

Gambar 2.4. Susunan Lapis Perkerasan

Menurut AASHTO dan Bina Marga kontruksi 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 (sistim podasi 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

Sifat – sifat	Kelas A	Kelas B	Kelas C
Abrasi dari Agregat Kasar (SNI 03-2417-1990)	mak. 40%	mak. 40%	mak. 40%
Indek Plastis (SNI-03-1966-1990 dan SNI-03-1967-1990).	mak. 6	mak. 6	4 – 9
Hasil kali Indek Plastisitas dengan % Lolos Saringan No.200	mak. 25	--	--
Batas Cair (SNI 03-1967-1990)	mak. 25	mak. 25	mak. 35
Gumpalan Lempung dan Butir-Butir Mudah Pecah dalam Agregat (SNI- 03-4141-1996)	0%	mak. 1%	mak. 1%
CBR (SNI 03-1744-1989)	min. 90%	min. 65 %	min. 35%
Perbandingan persen lolos #200 dan #40	mak. 2/3	mak. 2/3	mak. 2/3

Sumber : (menurut Pd T-14-2004-B)

Tabel 2.5 Persyaratan Gradasi Lapis Pondasi Agregat

Ukuran saringan		Persen berat yang lolos, % 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"	19,0	44 – 60	40 – 65	25-55
No.4	4,75	27 – 44	25 – 52	13-45
No.10	2,0	17 – 30	15 – 40	8-36
No.40	0,425	7 – 17	8 – 20	7-23
No.200	0,075	2 – 8	2 - 8	5-15

Sumber : (menurut Pd T-14-2004-B)

#### 4. Lapis Tanah Dasar ( *Subgrade* )

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

perletakkan 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 2.12 dan 2.13 berikut :

a. berat isi tanah basah ;

$$\gamma = \frac{B2 - B1}{V} \dots\dots\dots (2.12)$$

$B1$  = berat mold

$B2$  = berat tanah + mold

$V$  = volume mold

b. berat isi tanah kering

$$\gamma_d = \frac{\gamma \times 100}{(100 + w)} \dots\dots\dots (2.13)$$

$w$  = kadar air sesudah pemadatan

## 2.11 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.

### 2.11.1 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/cm<sup>2</sup>).

### **2.11.2 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**

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

### **3.2 Pengambilan Sampel**

Dalam pengambilan sampel tanah merupakan tahap awal yang sangat penting sebelum dilakukan pengujian laboratorium, dalam pengambilan sampel tanah kondisi tanah hendaknya dalam kondisi yang sebenarnya yang ada di lapangan, hal ini dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik tanah yang ada di tanah gumuk yang ada di kecamatan Mayang.

### **3.3 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 terbesar sampai benda uji masuk ke persyaratan gradasi lapis pondasi bawah kelas B.

### **3.4 Metode Pengujian**

#### **3.4.1 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.

##### **3.4.1.1 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) 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*.

#### **3.4.1.2 Bahan yang dibutuhkan**

Bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sirtu yang diambil dari gumuk yang ada di Kecamatan Mayang 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.

#### **3.4.2 Pengujian Material**

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

##### **3.3.2.1 Pengujian Indeks Propertis Tanah**

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

##### **1 Pengujian Kadar Air**

Kadar Air ialah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam agregat

dengan berat kering agregat tersebut.

$$\text{Kadar Air} = \frac{W_w}{W_d} \times 100\% \dots \dots \dots (3.1)$$

Dengan :

$W_w$  = berat air (gr)

$W_d$  = berat tanah kering (gr)

$W$  = Kadar air (%)

## 2 Pengujian Berat Isi

Berat Isi ialah perbandingan antara berat agregat seluruhnya dengan isi agregat seluruhnya, dinyatakan dalam  $\text{gr/cm}^3$ .

$$\text{Berat Isi Agregate} = \frac{W_2 - W_1}{V} \dots \dots \dots (3.2)$$

Dengan :

$\gamma$  = berat isi agregat ( $\text{gr/cm}^3$ )

$W_1$  = berat silinder/ring (gr)

$W_2$  = berat silinder/ring + sample tanah (gr)

$V$  = volume silinder / ring ( $\text{cm}^3$ )

## 3 Pengujian Berat Jenis

Berat jenis ialah perbandingan antara berat butir agregat dengan berat air suling pada suhu tertentu.

$$G_s = \frac{(W_2 - W_1)}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \dots \dots \dots (3.3)$$

Dengan :

$G_s$  = Berat jenis (gr)

$w_1$  = berat piknometer (gr)

$w_2$  = berat pikno + tanah (gr)

$w_3$  = berat pikno + tanah + air (gr)

$w_4$  = berat pikno + air (gr)

$w_4'$  = berat pikno + air terkoreksi

### 3.4.3. Pencampuran Kuori

Adapun pencampuran kuori dilakukan jika dalam pengujian gradasi butiran, CBR, batas cair, dan abrasi agregat tidak masuk dalam persyaratan sebagai lapis pondasi bawah kelas B. Pencampuran kuori dilakukan dengan mencampur agregat kasar dan halus.

Perhitungan campuran 2 fraksi agregat dapat dilakukan dengan menggunakan rumus dasar pencampuran 2 fraksi agregat :

$$a = \frac{P - B}{A - B} \dots \dots \dots (3.4)$$

Dimana :

P = gradasi tengah

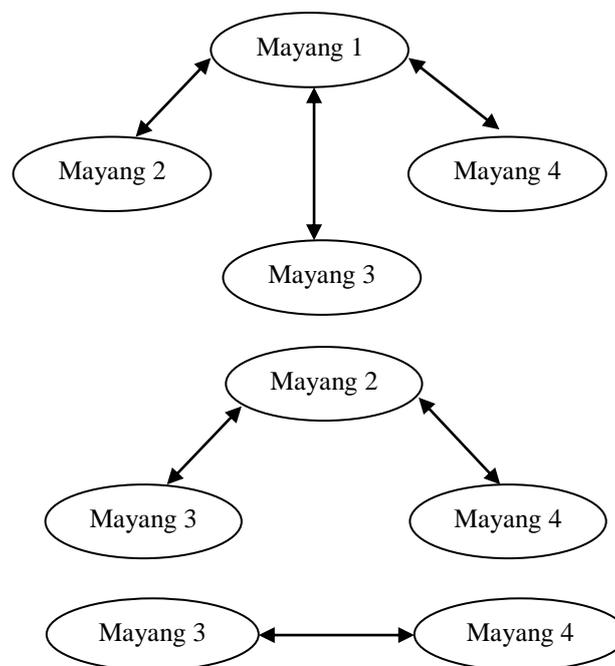
A = persen lolos saringan fraksi A

B = persen lolos saringan fraksi B

a = proporsi dari fraksi agregat A

b = proporsi dari fraksi agregat B

Pencampuran kuori dapat dilihat pada skema berikut ini :



**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 kedua fraksi agregat yang akan dicampur.

#### **3.4.4 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.

#### **3.4.5 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

tanah maksimum. Langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut :

- a. Siapkan alat dan benda uji yang akan digunakan dalam pengujian pemadatan.
- b. Timbang mold beserta alas.
- c. Pasang collar lalu kencangkan dan tempatkan pada tumpuan yang kokoh.
- d. Ambil salah satu sampel yang telah disiapkan dan dimasukkan kedalam mold. Jumlah lapisan per mold adalah 5 lapis.
- e. Tumbuk dengan proctor hammer sebanyak 56 kali tumbukan secara merata sehingga didapat tumbukan yang merata. Jumlah tumbukan per lapis untuk mold (6`) 56 tumbukan.
- f. Lakukan hal yang sama untuk lapisan kedua samapi kelima sehingga lapisan terakhir mengisi sebagian collar.
- g. Timbang mold berikut alas yang berisi sampel dengan ketelitian neraca 1 gr.
- h. Keluarkan sample dari mold dengan extruder mold dan ambil 3 bagian sampel dibagian intinya untuk diperiksa kadar airnya.
- i. Kemudian 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. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam pengujian CBR.
- b. Timbang mold beserta alas.
- c. Pasang collar lalu kencangkan dan tempatkan pada tumpuan yang kokoh.
- d. Ambil salah satu sampel yang telah disiapkan dan dimasukkan kedalam mold. Jumlah lapisan per mold adalah 5 lapis.
- e. Tumbuk dengan proctor hammer sebanyak 56 kali tumbukan secara merata

sehingga didapat tumbukan yang merata. Jumlah tumbukan perlapis untuk mold (6") 56 tumbukan.

- f. Lakukan hal yang sama untuk lapisan kedua sampai kelima sehingga lapisan terakhir mengisi sebagian collar.
- g. Timbang mold berikut alas yang berisi sampel dengan ketelitian neraca 1 gr.
- h. Letakkan mold di alat CBR dengan posisi terbalik.
- i. Lakukan pembacaan dial beban dengan penetrasi 0.5", 0.75", 0.10", 0.15", 0.20", 0.30", 0.40", 0.50".
- j. Catat beban maksimum dan penetrasinya bila pembebanan maksimum 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 uji A. 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.

### **3.5 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.

### **3.6 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,

Adapun Alur penelitian dapat dilihat pada flow chart Pelaksanaan Tugas Akhir di bawah ini :