



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL

Jalan Poros Malino Km. 6 Gowa, 92171, Sulawesi Selatan

☎ (0411) 586015, 586262 Fax (0411) 586015.

<http://civil.eng.unhas.ac.id>. E-mail: [teknik@unhas.ac.id](mailto:teknik@unhas.ac.id)

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar

Judul : Studi CBR Over Boulder Asbuton Stabilisasi Semen Sebagai Sub-Base Jalan

Disusun Oleh :

Nama : A. Muh Riyandi

D111 14 519

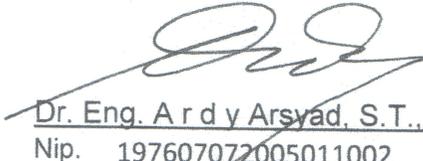
Telah diperiksa dan disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing

Makassar, 25 Januari 2019

Pembimbing I

Pembimbing II

  
Prof. Dr. Ir. H. Lawalenna Samang, M.S., M.Eng  
Nip. 196012311985031031

  
Dr. Eng. Ardy Arsyad, S.T., M.Eng.S.c.  
Nip. 197607072005011002

Mengetahui,  
Ketua Departemen Teknik Sipil,



Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST., M. Eng.

Nip. 196805292001121002

JTS-Unhas : ...../TA.02.14/2018



Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

**TUGAS AKHIR**  
**STUDI CBR *OVER BOULDER* ASBUTON STABILISASI SEMEN**  
**SEBAGAI *SUBBASE* JALAN**



**A MUH RIYANDI**  
**D111 14 519**

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**2018**





## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya, maka penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Studi CBR Over Boulder Aspal Buton Stabilisasi Semen Sebagai Subbase Jalan**”, sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa di dalam tugas akhir yang sederhana ini terdapat banyak kekurangan dan sangat memerlukan perbaikan secara menyeluruh. Tentunya hal ini disebabkan keterbatasan ilmu serta kemampuan yang dimiliki penulis, sehingga dengan segala keterbukaan penulis mengharapkan masukan dari semua pihak.

Tentunya tugas akhir ini memerlukan proses yang tidak singkat. Perjalanan yang dilalui penulis dalam menyelesaikan skripsi ini tidak lepas dari tangan-tangan berbagai pihak yang senantiasa memberikan bantuan, baik berupa materi maupun dorongan moril. Olehnya itu dengan segala kerendahan hati, ucapan terima kasih, penghormatan serta penghargaan yang setinggi-tingginya penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu, yaitu:

Kepada Ayahanda tercinta **H. Bernhard A Amiruddin, S.E** dan Ibunda tercinta **Hj. Muhajirah, S.E** dan saudara-saudari saya, atas kasih sayang yang diberikan kepada saya dan atas bantuan serta dukungan baik secara moral maupun materi.

1. Bapak Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, S.T., M.Eng., selaku ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Lawalenna Samang, M.S.,M.Eng selaku pembimbing I, yang telah meluangkan waktu serta memberikan bimbingan, saran dan

hat mulai dari awal penelitian hingga penyelesaian tugas akhir ini.

ak Dr. Eng. Ardy Arsyad, S.T., M.Eng.S.C. selaku dosen pembimbing atas segala kesabaran dan waktu yang diluangkan untuk memberikan



bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga terselesainya penulisan ini.

4. Seluruh dosen, staf dan karyawan Fakultas Teknik Departemen Teknik Sipil Universitas Hasanuddin.
5. Rekan-rekan di Laboratorium Geoteknik Sipil atas bantuan kepada penulis hingga terselesaikannya penulisan tugas akhir ini.
6. Saudara-saudari mahasiswa angkatan 2014 Portal 2015, SPARTAN14 yang saya cintai yang telah banyak membantu dalam penelitian tugas akhir ini, baik bantuan secara fisik maupun semangat yang diberikan, yang menyadarkan saya bahwa seseorang yang datang dalam perjalanan yang tengah dilalui, pastilah dihadirkan oleh Tuhan untuk sebuah alasan. Mereka dihadirkan untuk member pelajaran. Ketika kita tak cukup mampu mencari kebaikan seorang diri, mereka diperkenalkan untuk bisa menjadi guru bagi kehidupan. Tetap dijaga semangatnya, karna ini adalah awal “perjalanan” yang sesungguhnya, percayalah senja akan selalu hadir menemanimu saat langit membuka mata. Terimakasih perjalanan panjang yang menyenangkan ini.
7. Penuntun serta pemberi pencerahan dalam penyelesaian tugas akhir ini saudara saya Ashar, Arif Suyuti, Reza Novadhy, Muhammad Agus Faisal Multazam F dan Muh Resky Sabil yang banyak turut membantu menemani dan menyemangati dan tak lupa juga saudara Fauzan Rahman yang setia menemani ngopi dan kerja laporan.
8. Koordinator Angkatan, Sekertaris Angkatan, dan Bendahara Angkatan 2014 yang turut menyemangati, dan turut memberikan sumbangsih dalam penulisan ini.
9. Kepada rekan-rekan pengurus periode 2017/2018 HMS dan HMTL FT-UH.
10. Kepada ketua Himpunan HMS FT-UH periode 2017/2018 yang telah memberikan pengalaman tak terlupakan dengan memberikan jabatan yang disangka-sangka.



11. Kepada KEBERS, POJOK, dan KOPSSUS014 yang telah member motivasi dan senantiasa selalu mengingatkan penulis untuk selalu menjadi laki-laki sejati dan bertanggung jawab kepada orang yang dicintai.
12. Kepada Tim Pejuang 25 yang telah bersama-sama berjuang melalui rintangan panjang dan sengit, terima kasih atas perhatian, bantuan dan kekompakannya sehingga kita bisa bersama- sama memasuki ruang sidang untuk yudisium.
13. Semua pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.

Tiada imbalan yang dapat diberikan penulis selain doa kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, yang melimpahkan karunia-Nya kepada kita semua, Aamiin allahumma aamiin. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia Teknik Sipil dan bagi kita semua.

Gowa, Januari 2018

A Muh Riyandi



## Studi CBR *Over Boulder* Asbuton Stabilisasi Semen Sebagai *Subbase* Jalan

A MUH RIYANDI

D111 14 519

Mahasiswa S1 Departemen Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Jl. Poros Malino Km. 6  
Bontomarannu, Gowa 92172, Sulawesi Selatan  
Email: [muhriyandi1996@gmail.com](mailto:muhriyandi1996@gmail.com)

**Pembimbing I : Prof. Dr. Ir. H. Lawalenna Samang, M.S., M.Eng**

**Pembimbing II : Dr. Eng. Ardy Arsyad, S.T., M.Eng.S.c.**

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi campuran bahan stabilisasi dan waktu pemeraman terhadap nilai CBR *over boulder* Asbuton sebagai *subbase course* pada lapis konstruksi jalan. Penelitian ini menggunakan sampel tanah asli *over boulder* Asbuton dan semen *portland* sebagai bahan stabilisasi. *Over boulder* Asbuton adalah material lapisan yang merupakan material yang tidak terpakai dipertambangan dan memiliki deposit yang cukup besar dimana didalam kandungannya masih mengandung bitumen dengan kadar rendah. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu uji sifat fisis tanah, uji kepadatan dan uji CBR dengan acuan sifat-sifat *subbase course* yang ditentukan oleh Bina Marga . Dari hasil studi yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa dengan mengacu pada nilai CBR min 60% dan  $IP \leq 10$  sebagai syarat lapisan *subbase* jalan dengan mengabaikan persyaratan gradasi, penelitian ini menghasilkan nilai CBR *Over Boulder* stabilisasi semen pemeraman 28 hari yang memenuhi persyaratan sebagai *subbase course* yaitu pada penambahan semen 5% didapatkan nilai CBR sebesar 82,5 % , pada variasi 7% didapatkan nilai CBR sebesar 88,8% dan pada penambahan semen 10% didapatkan nilai CBR sebesar 100,94% dan dari hasil studi ini dapat disimpulkan bahwa semakin lama umur pemeraman maka semakin besar nilai CBR pada sampel *Over Boulder* Asbuton yang telah distabilisasi dengan semen dan proses perendaman pada sampel 28 hari dapat meningkatkan nilai CBR akan tetapi peningkatan tidak signifikan.

**Kata Kunci:** CBR, *Over Boulder* Asbuton, Stabilisasi, Semen *portland*, *Subbase Course*.



# **Study CBR OF Over Boulder Asbuton Stabilization Portland Cement As a Road Subbase**

**A MUH RIYANDI**

D111 14 519

Undergraduate Student of Civil Engineering Departement  
Engineering Faculty of Hasanuddin University Jl. Poros Malino Km. 6  
Bontomarannu, Gowa 92172, South Sulawesi

Email: [muhriyandi1996@gmail.com](mailto:muhriyandi1996@gmail.com)

**Preceptor I : Prof. Dr. Ir. H. Lawalenna Samang, M.S., M.Eng**

**Preceptor II : Dr. Eng. Ardy Arsyad, S.T., M.Eng.S.c.**

## **ABSTRACT**

This study aims to determine the effect of variations in the mixture of stabilization materials and curing time on CBR values Over Boulder Asbuton as a subbase course on the road construction layer. This study used native soil samples Over Boulder Asbuton and portland cement as stabilization materials. Over boulder Asbuton is a coating material that is a material that is not used in mining and has a large deposit where it contains low levels of bitumen. The tests carried out in this study were soil physical properties test, density test and CBR test with reference to the characteristics of the subbase course determined by Bina Marga. From the results of the study conducted, it can be concluded that by referring to the 60% CBR value and  $IP \leq 10$  as the subbase layer requirements by ignoring the gradation requirements, this study resulted in 28 days cement stabilization CBR Over Boulder values that met the requirements as a subbase course, namely 5% cement addition was obtained by CBR value of 82.5%, in the 7% variation obtained a CBR value of 88.8% and the 10% cement addition obtained a CBR value of 100.94% and from the results of this study it can be concluded that the longer the age curing, the greater the CBR value in the Asbuton Over Boulder sample that has been stabilized with cement and the immersion process in the 28-day sample can increase the CBR value but the increase is not significant.

**Keywords:** CBR, Over Boulder Asbuton, Stabilization, Portland Cement, Subbase Course.



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
<b>BAB I     PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB II     TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Tanah.....	4
2.1.1 Pengertian Tanah .....	4
2.1.2 Klasifikasi Tanah .....	4
2.2 Asbuton dan <i>Over boulder</i> Asbuton.....	9
2.3 Stabilisasi Tanah .....	10
2.3.1 Stabilisasi Mekanis .....	11
2.3.2 Stabilisasi Kimiawi .....	12
2.3.3 Stabilisasi Tanah-Semen.....	13
2.4 Lapis Pondasi Perkerasan Jalan.....	13
2.4.1 Lapis Permukaan ( <i>Surface Course</i> ) .....	14
2.4.2 Lapis Pondasi Atas ( <i>Base Course</i> ).....	15



2.4.3 Lapis Pondasi Bawah ( <i>Subbase Course</i> ) .....	15
2.4.4 Tanah Dasar ( <i>Subgrade</i> ) .....	16
2.5 Pemadatan .....	16
2.6 Pengujian CBR ( <i>California Bearing Ratio</i> ) .....	16

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Lokasi Penelitian .....	20
3.2 Metode Pengumpulan Data .....	20
3.3 Kerangka Alir Penelitian .....	20
3.4 Rancangan Penelitian .....	22
3.4.1 Penyiapan Bahan.....	22
3.4.2 Peralatan Laboratorium.....	23
3.4.3 Optimalisasi Bahan Stabilisasi.....	25
3.4.4 Pembuatan Benda Uji .....	26
3.4.5 Proses Pemeraman .....	27

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Karakteristik Sifat Fisis dan Mekanis <i>Over boulder</i> Asbuton ....	28
4.1.1 Sifat Fisis <i>Over boulder</i> Asbuton .....	28
4.1.2 Sifat Mekanis <i>Over boulder</i> Asbuton .....	30
4.2 Kompaksi <i>Over boulder</i> Asbuton Stabilisasi Semen .....	32
4.3 Nilai CBR <i>Over Boulder</i> Asbuton Stabilisasi Semen .....	33
4.3.1 CBR <i>Unsoaked</i> Pemeraman 7 Hari .....	34
4.3.2 Pengujian CBR Pemeraman 28 Hari.....	34
4.3.3 Rekapitulasi Nilai CBR Tanpa Pemeraman ( <i>Unsoaked</i> ) stabilisasi Variasi Campuran semen portland .....	35
4.3.4 Pengujian CBR Rendaman ( <i>soaked</i> ) .....	36
4.3.5 Rekap Nilai CBR 7 hari, 28 hari, dan CBR Rendaman .....	38

### **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran.....	41

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **DAFTAR**



## DAFTAR TABEL

2.1 Sistem Klasifikasi Tanah USCS.....	7
2.2 Klasifikasi Tanah untuk Tanah Dasar Jalan Raya.....	8
2.3 Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO .....	9
2.4 Deposit Aspal Buton .....	9
2.5 Sifat-sifat Lapis pondasi bawah .....	15
3.1 Gambar dan Alat Pengujian Sifat Fisis .....	23
3.2 Gambar dan Alat Pengujian Sifat Mekanis .....	23
3.3 Pemeriksaan Karakteristik fisis Tanah.....	25
3.4 Variasi Persentase Bahan Stabilisasi .....	26
4.1 Rekapitulasi Hasil pemeriksaan Karakteristik Fisis Over Boulder Asbuton .....	28
4.2 Rekapitulasi hasil pemeriksaan Karakteristik Mekanis <i>Over Boulder</i> Asbuton .....	31
4.3 Nilai CBR <i>Over boulder</i> Asbuton <i>Soaked</i> dan <i>Unsoaked</i> .....	32
4.4 Nilai Kompaksi yang distabilisasi dengan semen .....	34
4.5 Hasil Pengujian CBR pemeraman 7 hari .....	33
4.6 Hasil Pengujian CBR pemeraman 28 hari .....	34
4.7 Rekapitulasi Nilai CBR variasi penambahan Semen dan Masa Pemeraman 7 dan 28 hari.....	35
4.8 Rekapitulasi CBR Rendaman .....	37
4.9 Rekapitulasi Nilai CBR <i>Unsoaked</i> dan CBR <i>Soaked</i> .....	39

## DAFTAR GAMBAR



2.1 Sistem Klasifikasi Tanah USCS .....	6
2.2 Diagram Plastisitas.....	7
2.3 <i>Over boulder</i> di Pertambangan Asbuton.....	10
2.4 Susunan Lapis Konstruksi Perkerasan Jalan .....	15
3.1 Bahan – bahan untuk Penelitian.....	22
4.1 Kurva Gradasi Butiran .....	29
4.2 Hubungan Kadar Air Optimum dan Berat isi kering .....	30
4.3 Hubungan Beban dan Penurunan CBR <i>Over boulder</i> Asbuton <i>unsoaked</i> dan <i>soaked</i> .....	31
4.4 Hubungan Kadar Air Optimum dan Berat Isi Kering .....	33
4.5 Kurva CBR dan Variasi Semen pemeraman 7 hari .....	34
4.6 Kurva CBR <i>unsoaked</i> dan Variasi Semen pemeraman 28 hari.....	35
4.7 Kurva Rekapitulasi nilai CBR <i>unsoaked</i> dan Variasi Stabilisasi Semen pemeraman 7 hari dan 28 hari .....	36
4.8 Kurva Nilai CBR Rendaman dan Variasi Stabilisasi Semen.....	37
4.9 Kurva Rekapitulasi nilai CBR Tanpa Rendaman dan CBR Rendaman....	39



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan negara berkembang yang memiliki pembangunan prasarana infrastruktur yang sangat pesat. Prasarana transportasi yakni jalan raya, rel kereta api, jembatan, dan bandar udara, menjadi prasarana yang paling penting demi menunjang laju perekonomian di seluruh Indonesia. Karena itulah, kualitas prasarana transportasi khususnya jalan harus dipastikan dapat melayani masyarakat secara baik. Fakta di lapangan menunjukkan bahwa salah satu faktor yang menyebabkan kerusakan jalan adalah kualitas struktur pondasi jalan yang memiliki material yang daya dukungnya rendah.

Sifat-sifat tanah dasar dalam suatu perancangan Lapis perkerasan jalan sangat dipengaruhi oleh perilaku perkerasan. Rendahnya daya dukung tanah dapat dilihat dari nilai *California Bearing Ratio (CBR)*. Lapisan pondasi bawah atau *Sub base* adalah lapisan konstruksi yang berfungsi meneruskan beban dari base kepada *subgrade* berupa bahan berbutir yang dipadatkan. Johnson dan Sallberg, menyatakan bahwa pada umumnya semakin banyak butir kasar dalam tanah, daya dukungnya semakin meningkat dan sifat pengembangan semakin rendah (Krebs dan Walker, 1971)

Berdasarkan data Dinas Pertambangan dan Energi Kabupaten Buton, cadangan Asphalt diperkirakan sekitar  $\pm 600$  juta ton untuk seluruh Pulau Buton, sementara berdasarkan data tentang penggunaan Asphalt Buton sekitar  $\pm 7,5$  juta ton atau sekitar 9,02% dari potensi yang ada. Asbuton juga mengandung bitumen dan mineral yang memiliki kandungan kapur ( $\text{CaCO}_3$ ) yang cukup tinggi yaitu sekitar 70% - 80%. Pada lapisan permukaan sebagai lapisan penutup merupakan lapisan Over Boudier Asbuton yang penyebarannya sekitar 30% dari jumlah cadangan Asbuton yang ada di Pulau Buton. *Over boulder* Asbuton merupakan

yang tidak terpakai lagi dipertambangan aspal Pulau Buton yang mana deposit yang cukup besar dimana didalam kandungannya masih



mengandung bitumen dengan kadar rendah yang kiranya dapat menjadi material *Sub base course* pada konstruksi jalan.

Stabilisasi semen dilakukan ketika stabilisasi secara mekanis belum menghasilkan daya dukung yang mampu menerima beban tanpa terjadi keruntuhan dan sering diaplikasikan pada tanah berpasir. Memperhatikan pengaruh terhadap hujan maka lapis pondasi distabilisasi semen lebih tahan terhadap pengaruh air dibandingkan dengan jenis lapis pondasi yang lain. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah lunak yang dicampur 6% semen dapat dimanfaatkan sebagai material konstruksi jalan raya baik untuk subgrade maupun untuk subbase sesuai persyaratan Bina Marga dan ketentuan AASHTO, bahkan pada campuran 12% semen dapat digunakan untuk material pondasi atas (base course) jalan raya (Chairullah, 2011)

Untuk itu perlu dilakukan kajian secara detail terhadap karakteristik fisik dan mekanis perilaku *Over boulder* Asbuton yang distabilisasi semen sebagai material lapisan pondasi bawah pada jalan.

## 1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi campuran bahan stabilisasi terhadap CBR *over boulder* sebagai lapisan *subbase* pada konstruksi jalan ?
2. Bagaimana pengaruh waktu pemeraman bahan stabilisasi semen terhadap nilai CBR *over boulder* sebagai lapisan *subbase* pada konstruksi jalan ?

## 1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh variasi campuran bahan stabilisasi terhadap nilai CBR *over boulder* Asbuton.
2. Mengetahui seberapa besar pengaruh waktu pemeraman bahan stabilisasi semen terhadap nilai CBR Over Boulder yang di stabilisasi semen .



## Rumusan Masalah

agar penelitian dapat berjalan efektif dan mencapai sasaran yang diharapkan maka penelitian dibatasi pada:

1. Penelitian ini adalah penelitian perbaikan tanah yang dibatasi hanya pada pengujian CBR stabilisasi *over boulder* asbuton dengan cara pencampuran semen.
2. Sampel tanah yang digunakan berasal dari pertambangan Asbuton di Pulau Buton.
3. Penelitian yang dilakukan dengan uji sampel di laboratorium untuk mengetahui nilai *California Bearing Ratio (CBR)* dengan kadar bahan stabilisasi tertentu, yaitu semen sebesar 3%, 5%, 7%, dan 10% dengan perlakuan pemeraman 7 hari 28 hari dan perendaman.

### **1.5. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan disusun agar pembahasan lebih terarah dan tetap menjurus pada pokok permasalahan dan kerangka isi. Dalam tugas akhir ini sistematika penulisan disusun dalam lima bab yang secara berurutan menerangkan hal-hal sebagai berikut:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan latar belakang masalah, rumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan penelitian.

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisikan teori - teori dan tinjauan umum yang digunakan untuk membahas dan menganalisa tentang permasalahan dari penelitian.

#### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan tentang tahap demi tahap prosedur pelaksanaan penelitian serta cara pengolahan data hasil penelitian. Termasuk juga kerangka alir penelitian.

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menyajikan hasil analisis perhitungan data-data yang diperoleh dari hasil pengujian serta pembahasan dari hasil pengujian yang diperoleh.

#### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini akan menerangkan tentang kesimpulan beserta saran yang diperlukan untuk penelitian lebih lanjut dari tugas akhir ini



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tanah

##### 2.1.1 Pengertian Tanah

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut. (Das, 1995)

##### 2.1.2 Klasifikasi Tanah

Sistem Klasifikasi Tanah adalah suatu sistem penggolongan yang sistematis dari jenis-jenis tanah yang mempunyai sifat-sifat yang sama ke dalam kelompok- kelompok dan sub kelompok berdasarkan pemakaiannya (Das, 1995).

Sistem klasifikasi tanah dibuat pada dasarnya untuk memberikan informasi tentang karakteristik dan sifat-sifat fisis tanah. Karena variasi sifat dan perilaku tanah yang begitu beragam, sistem klasifikasi secara umum mengelompokkan tanah ke dalam kategori yang umum dimana tanah memiliki kesamaan sifat fisis. Klasifikasi tanah juga berguna untuk studi yang lebih terperinci mengenai keadaan tanah tersebut serta kebutuhan akan pengujian untuk menentukan sifat teknis tanah seperti karakteristik pemadatan, kekuatan tanah, berat isi dan sebagainya (Bowles, 1989).

Sistem klasifikasi bukan merupakan sistem identifikasi untuk menentukan sifat-sifat mekanis dan geoteknis tanah. Karenanya, klasifikasi tanah bukanlah satu-satunya cara yang digunakan sebagai dasar untuk perencanaan dan perancangan konstruksi. Adapun sistem klasifikasi tanah yang telah umum digunakan adalah :

1. Sistem klasifikasi kesatuan tanah (*Unified Soil Classification System*)

m klasifikasi tanah ini yang paling banyak dipakai untuk pekerjaan Pondasi seperti untuk bendungan, bangunan dan konstruksi yang Sistem ini biasa digunakan untuk perencanaan lapangan udara dan



untuk spesifikasi pekerjaan tanah untuk jalan. Sistem klasifikasi berdasarkan hasil-hasil percobaan laboratorium yang paling banyak dipakai secara meluas adalah sistem klasifikasi kesatuan tanah. Percobaan laboratorium yang dipakai adalah analisa ukuran butir dan batas-batas konsistensi. Klasifikasi berdasarkan *Unified Soil Classification System* (Das, 1988), tanah dikelompokkan menjadi :

- a. Tanah butir kasar (*Coarse-Grained-Soil*) yaitu tanah kerikil dan pasir dimana kurang dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan no.200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal G atau S. G adalah untuk kerikil (*gravel*) atau tanah berkerikil, dan S adalah untuk pasir (*sand*) atau tanah berpasir.
- b. Tanah berbutir halus (*Fine-Grained-Soil*) yaitu tanah dimana lebih dari 50 % berat total contoh tanah lolos ayakan no.200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal M untuk lanau (*silt*) anorganik, C untuk lempung (*clay*) anorganik, dan O untuk lanau organik dan lempung organik. Simbol PT digunakan untuk tanah gambut (*peat*), *muck*, dan tanah-tanah lain dengan kadar organik yang tinggi. Simbol-simbol lain yang digunakan untuk klasifikasi *USCS*, adalah :

*W* = tanah dengan gradasi baik (*well graded*)

*P* = tanah dengan gradasi buruk (*poorly graded*)

*L* = tanah dengan plastisitas rendah (*low plasticity*),  $LL < 50$

*H* = tanah dengan plastisitas tinggi (*high plasticity*),  $LL > 50$

Tanah berbutir kasar ditandai dengan simbol kelompok seperti : *GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM, dan SC*. Untuk klasifikasi yang benar, perlu diperhatikan faktor-faktor berikut :

- a. Persentase butiran yang lolos ayakan No. 200 (fraksi halus)
- b. Persentase fraksi kasar yang lolos ayakan No. 40
- c. Koefisien keseragaman (*Uniformity Coefficient, Cu*) dan koefisien gradasi (*Gradation Coefficient, Cc*) untuk tanah dimana 0-12% lolos ayakan No.

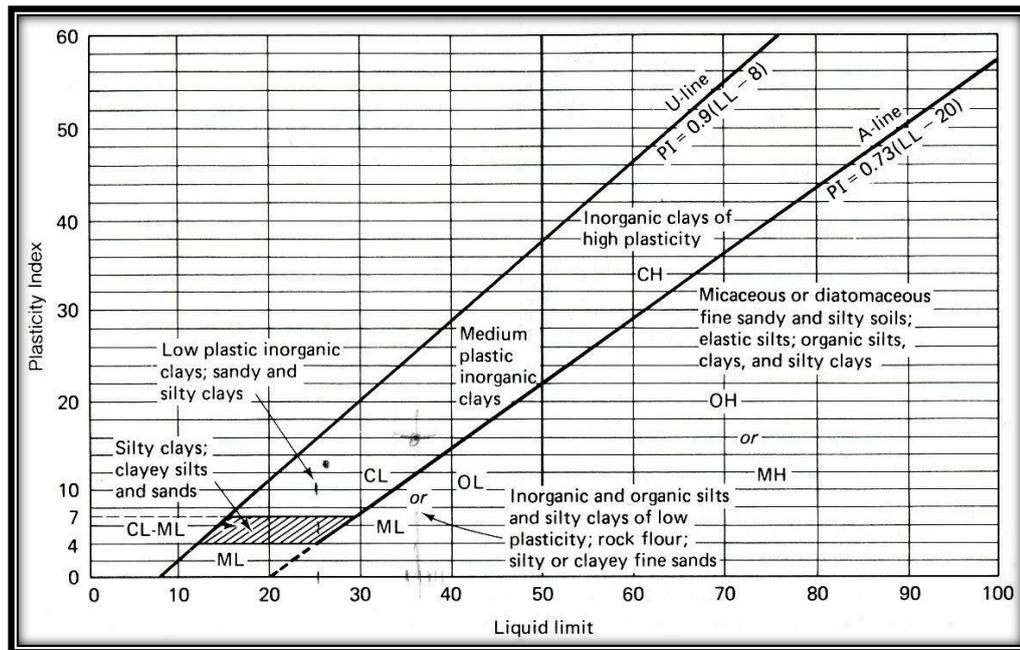
lempung halus (*LL*) dan indeks plastisitas (*IP*) bagian tanah yang lolos ayakan No. 200 untuk tanah dimana 5% atau lebih lolos ayakan No. 200



Divisi		Simbol Kelompok	Nama Jenis	Kriteria Klasifikasi	
<i>Lebih dari 90% butiran tak tertahan No. 200</i> Kerikil 50% atau lebih dari fraksi kasar tertahan saringan no. 4 (4,75 mm)	Kerikil bersih (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, sedikit atau tidak mengandung butiran halus.		
	Kerikil banyak kandungan butiran halus	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$  Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $PI > 7$  Bila batas Atterberg berada di daerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol	
		GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung		
	Pasir lebih dari 50% fraksi kasar lolos saringan no. 4 (4,75 mm)	Pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus.	SW	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 60$ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3  Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW	
			SP		Pasir gradasi buruk, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus.
		Pasir bersih kandungan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$  Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $PI > 7$  Bila batas Atterberg berada di daerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol
			SC	Pasir berlanau, campuran pasir-lempung	
<i>Tanah berbutir halus</i> 50% atau lebih lolos saringan no. 200 (0,075 mm)	Lanau dan lempung batas cair 50% atau kurang	ML	Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung	<p>Diagram plastisitas: Untuk mengklasifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan tanah berbutir kasar. Batas atterberg yang termasuk dalam daerah yang arsir berarti batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol.</p> <p>Batas Cair LL (%) Garis A: <math>PI = 0,73 (LL - 20)</math></p>	
		CL	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus ('clean clays')		
	Lanau dan lempung batas cair > 50%	OL	Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah		
		MH	Lanau tak organik atau pasir halus diatomae, lanau elastis.		
		CH	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk ('fat clays')		
		OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi		
	Tanah dengan organik tinggi		Gambut ('peat'), dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi		Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat ASTM Designation D-2488

Gambar 2.1 Sistem Klasifikasi Tanah USCS





**Gambar 2.2** Diagram Plastisitas (ASTM)

**Tabel 2.1** Sistem Klasifikasi Tanah USCS

Jenis Tanah	Prefiks	Sub Kelompok	Sufiks
Kerikil	G	Gradasi baik	W
		Gradasi buruk	P
Pasir	S	Berlanau	M
		Berlempung	C
Lanau	M		
Lempung	C	LL < 50%	L
Organik	O	LL > 50%	H
Gambut	Pt		

(Sumber : Bowles, 1989)

2. Sistem klasifikasi AASHTO (*American Association Of State Highway and Transporting Official*)

Sistem ini membedakan tanah dalam 8 (Delapan) kelompok yang diberi nama sampai A-8. A-8 adalah kelompok tanah organik yang bersifat tidak sebagai bahan lapisan struktur jalan raya, maka pada revisi terakhir oleh (Sukirman, 1992).



- Analisis ukuran butiran.
- Batas cair dan batas plastis dan IP yang dihitung.
- Batas susut.
- Ekivalen kelembaban lapangan, kadar lembab maksimum dimana satu tetes air yang dijatuhkan pada suatu permukaan yang kecil tidak segera diserap oleh permukaan tanah itu.
- Ekivalen kelembaban sentrifugal, sebuah percobaan untuk mengukur kapasitas tanah dalam menahan air.

**Tabel 2.2** Klasifikasi Tanah untuk Tanah Dasar Jalan Raya, *AASHTO*

Klasifikasi Umum	Bahan-Bahan Berbutir (35% atau kurang lolos No.200)						
	A-1		A-3	A-2			
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
% Lolos Analisis							
Saringan							
No.10	≤ 50						
No. 40	≤ 30	≤ 50	≤ 51				
No. 200	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35
Karakteristik fraksi							
Lolos							
No.40							
Batas Cair				≤ 40	≤ 41	≤ 40	≤ 41
Indeks Plastisitas	≤ 6		N.P	≤ 10	≤ 10	≤ 11	≤ 10
Indeks Kelompok	0		0	0		≤ 4	
Jenis-jenis bahan pendukung utama	Fragmen batu pasir dan kerikil		Pasir halus	Kerikil dan pasir berlanau atau Berlempung			
Tingkatan umum tanah dasar	<b>Sangat Baik Sampai Baik</b>						

(Hardiyatmo, 2010)



**Tabel 2.3** Klasifikasi Tanah Sistem *AASHTO*

Klasifikasi Umum	Tanah Granular	Tanah Mengandung Lanau-Lempung				
Kelompok	A-2	A-4	A-5	A-6	A-7	
	A-2-7				A-7-5b	A-7-5c
	Persen Lolos Saringan					
No. 10						
No. 20						
No. 200	35 max	36	36	36 min	36	36 min
Batas Cair <sup>2</sup>	41 min	40	41	40 min	40	41 min
Indeks Plastisitas <sup>3</sup>	11 min	10 min	10	10 min	10	11 min
Fraksi Tanah	Kerikil, pasir		Lanau		Lempung	
Kondisi Kuat	Sangat Baik		Kurang baik hingga jelek			

(Sumber: Bowles, 1989)

## 2.2 Asbuton dan *Over boulder* Asbuton

Asbuton adalah aspal alam yang terdapat di pulau Buton, pada umumnya berbentuk padat yang terbentuk secara alami akibat proses geologi. Proses terbentuknya asbuton berasal dari minyak bumi yang terdorong muncul ke permukaan menyusup di antara batuan yang porous.

**Tabel 2.4.** Deposit Asphalt Buton

No	Blok	Area Penyebaran (M <sup>2</sup> )	Ketebalan (M)	Deposit (Ton)
1	Rongi	57.755.000	78	226.165.670
2	Kabungka	181.004.200	78	312.718.460
3	Lawele	130.906.500	78	99.786.080
4	Epe	1.720.000	78	2.011.157
5	Rota	4.530.000	78	19.596.780
	Madullah	620.000	78	2.682.120
	Jumlah	376.537.850		662.960.267



**Over boulder Asbuton** adalah Batu Kapur atau Batu Pasir yang diresapi aspal, dengan kadar bitumen rendah dengan sebaran deposit yang cukup besar pada masing-masing formasi. *Over boulder* Asbuton merupakan lapisan permukaan sebagai lapisan penutup yang penyebarannya sekitar 30% dari jumlah cadangan Asbuton yang ada di Pulau Buton. *Over boulder* merupakan material yang tidak terpakai lagi dipertambangan aspal Pulau Buton yang mana memiliki deposit yang cukup besar dimana didalam kandungannya masih mengandung bitumen dengan kadar rendah.



**Gambar 2.3.** *Over boulder* di pertambangan Asbuton

### 2.3 Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah disebut dengan perbaikan tanah dibidang rekayasa teknik sipil. Stabilisasi dapat dilaksanakan dengan menambah sesuatu bahan atau komposit tertentu untuk menambah kekuatan pada tanah. Tujuan dari stabilisasi tanah yaitu untuk meningkatkan kemampuan daya dukung tanah dalam menahan serta meningkatkan stabilitas tanah. Pada umumnya ada dua cara stabilisasi tanah, yaitu dengan cara mekanis dan cara kimiawi. Stabilisasi tanah secara mekanis bertujuan untuk mendapatkan tanah yang bergradasi baik sehingga dapat memenuhi spesifikasi yang diinginkan. Pada prinsipnya stabilisasi tanah secara

dengan penambahan kekuatan dan daya dukung terhadap tanah yang ada mengatur gradasi dari butir tanah yang bersangkutan dengan atkan kepadatannya. Menambah dan mencampur tanah yang ada (natural



soil) dengan jenis tanah yang lain sehingga mempunyai gradasi baru yang lebih baik. Yang perlu diperhatikan dalam stabilisasi tanah secara mekanis adalah gradasi butir tanah yang memiliki daya ikat (binder soil) dan kadar air. Menurut *Bowles* (1986) stabilisasi dapat berupa

- a) Meningkatkan kerapatan tanah
- b) Menambah material yang tidak aktif sehingga meningkatkan kohesidan/atau tahanan gesek yang timbul,
- c) Menambah material untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan fisik dari material tanah
- d) Menurunkan muka air tanah, dan
- e) Mengganti tanah yang buruk.

Pada pembangunan perkerasan jalan, tanah-tanah dasar dengan  $CBR < 2$  umumnya diperlukan stabilisasi.

Kondisi di lapangan, upaya perbaikan tanah untuk memenuhi spesifikasi desain dapat dilakukan ketika menemui tanah yang bermasalah. Upaya perbaikan tanah salah satunya dapat dilakukan dengan metode stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah bertujuan untuk meningkatkan kekuatan tanah dan meningkatkan ketahanan terhadap kadar air yang dikandungnya (Sherwood, 1993). Stabilisasi tanah diukur dari perubahan karakteristik teknis tanah antara lain kapasitas dukung, kompresibilitas, permeabilitas, kemudahan dikerjakan, potensi pengembangan dan sensitivitas terhadap perubahan kadar air (Hardiyatmo, 2010). Adapun metode-metode stabilisasi yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut :

### **2.3.1 Stabilisasi Mekanis**

Stabilisasi tanah dengan cara mekanis dapat didefinisikan sebagai upaya pengaturan gradasi tanah secara proporsional yang diikuti dengan proses pemadatan, untuk mendapatkan kepadatan maksimum. Pemadatan merupakan suatu usaha mempertinggi kerapatan tanah, dengan pemakaian energi mekanis untuk menghasilkan pemadatan partikel. Sebelum dilakukan pemadatan, tanah

lainnya dilakukan dengan pengeringan, penambahan air, agregat-agregat (ir) atau dengan bahan-bahan pencampur seperti semen, kapur, garam, bara, dan bahan tambahan lainnya.



Tujuan dari pemadatan tanah adalah untuk memperbaiki sifat-sifat mekanik massa tanah.

Beberapa keuntungan yang diperoleh dari pemadatan tanah adalah

- a. Berkurangnya penurunan permukaan tanah, yaitu gerakan vertikal di dalam massa tanah itu sendiri akibat berkurangnya angka pori.
- b. Bertambahnya kekuatan tanah.
- c. Berkurangnya penyusutan volume akibat berkurangnya kadar air dari nilai patokan pada saat pengeringan.

### 2.3.2 Stabilisasi Kimiawi

Dalam stabilisasi kimiawi terjadi reaksi antara bahan stabilisasi dengan tanah. Stabilisasi dilakukan dengan cara penambahan bahan stabilisasi yang dapat mengubah sifat kurang menguntungkan dari tanah. Bahan stabilisasi yang dapat digunakan di antaranya *semen portlandd*, kapur, abu batubara (*fly ash*), aspal, dan lain-lain. Metode ini biasanya digunakan pada tanah berbutir halus. Pemilihan jenis bahan tambah untuk stabilisasi dilakukan berdasarkan distribusi ukuran butir tanah.

Secara umum ada beberapa karakteristik utama tanah yang harus dipertimbangkan sehubungan dengan masalah stabilisasi tanah, yaitu: (Ingels dan Metcalf, 1972)

1. Stabilisasi Volume
2. Kekuatan
3. Permeabilitas
4. Durabilitas dan
5. Kompresibilitas

### 2.3.3 Stabiliasi Tanah-Semen

Istilah tanah-semen (*soil-cement*) menunjukkan suatu campuran dari tanah alami dengan *semen portland*. Istilah-istilah lain yang kadang dipakai, misalnya semen-merawat-semen pondasi (*cement-treated-base*), yaitu stabilisasi

yang dilakukan pada pondasibawah (*subbase*) atau tanah dasar (*subgrade*) dan tanah dasar mempunyai nilai CBR < 2.



Stabilisasi tanah dengan semen untuk aplikasi jalan raya umumnya digunakan untuk material lapis pondasi (*base*) atau lapis pondasi bawah (*subbase*). Semen yang dicampur dengan material bergradasi baik dapat mempunyai kuat tekan bebas sekitar 7000-14000kPa. Semen digunakan untuk mereduksi atau menghilangkan secara total plastisitas material granuler yang akan digunakan untuk lapis pondasi jalan sekaligus meningkatkan kekuatannya. Keuntungan dari pemakaian semen untuk stabilisasi yaitu semen memberikan ikatan yang lebih kuat diantara partikel-partikel tanah. Semua komponen kimia untuk berkembangnya ikatan kalsium silika dan aminium hidrat ada didalam semen, dan tidak ada kontribusi kimiawi yang dibutuhkan dari tanahnya. Oleh karena itu semen tidak bergantung pada mineralogy tanah yang distabilisasi (Rollings and Rollings, 1996).

Metode yang diberikan oleh Indiana Departement of Transportation (INDOT,2002) yaitu pemilihan bahan tambah yang cocok untuk tanah tertentu didasarkan pada batas Atterberg (PL, LL dan PI) dan gradasi butiran tanah. Untuk maksud stabilisasi tanah

1. Kapur, jika tanah memiliki  $PI > 10$  dan kadar lempung (0,002mm)  $> 10\%$
2. Semen, jika tanah mempunyai  $PI \leq 10$  dan persen lolos saringan no.200  $< 20\%$
3. Kapur, semen atau kombinasi dengan bau terbang, jika tanah  $< 10\%$  lolos saringan no.200 dan  $10 < PI < 20$ .

Kadar bahan tambah yang digunakan untuk stabilisasi

1. Kapur = 3% – 9%
2. Semen = 3% – 10%
3. Abu Terbang = 10% – 25%

Portlad Cement Association (1979) mensyaratkan tanah yang akan distabilisasi dengan semen sebaiknya tanah-tanah berpasir dan berkerikil dengan

1. 10 – 35% lolos saringan no.200 (0.0075mm)
2. 55% atau lebih, lolos saringan no.4

atau lebih, lolos saringan no.10

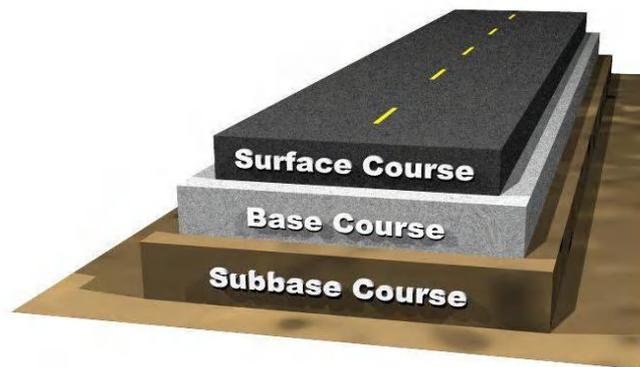
tidak ada material lebih besar dari 2” (50mm)



SNI 03-3438-1994 mensyaratkan tanah yang digunakan untuk stabilisasi semen adalah tanah laterit atau tanah lateritis, tanah kepasiran dan sirtu

## 2.4 Lapis Pondasi Perkerasan Jalan

Perkerasan Lentur Jalan Raya Perkerasan lentur (*flexible pavement*) menurut Departemen Pekerjaan Umum (1987) adalah perkerasan yang umumnya menggunakan bahan campuran beraspal sebagai lapis permukaan serta bahan berbutir sebagai lapisan dibawahnya. Perkerasan lentur jalan terdiri dari beberapa lapis yaitu lapis permukaan (*surface course*), lapis pondasi (*base course*), lapis pondasi bawah (*subbase course*) dan lapisan tanah dasar (*subgrade*).



**Gambar 2.4** Susunan Lapis Konstruksi Perkerasan

### 2.4.1 Lapis Permukaan (*surface course*)

Fungsi utama lapis permukaan perkerasan jalan adalah berfungsi sebagai:

- Struktural yaitu bagian yang secara langsung mendukung beban lalu lintas di atasnya (Bina Marga, 1990 dan Sukirman, 1992).
- Non struktural, yaitu bagian yang memberikan bentuk permukaan yang halus, rata, dan nyaman bagi para pemakai jalan (Witczak, 1975). Bahan lapis perkerasan berpengaruh terhadap umur perkerasan jalan, rapat air untuk melindungi lapisan dibawahnya dan merupakan lapisan aus. Bahan material yang digunakan relatif lebih tinggi dibandingkan lapis bawahnya.

### Lapis Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapis pondasi atas (*base course*) pada perkerasan lentur difungsikan sebagai lapisan penambah kapasitas daya dukung beban-beban yang terjadi



dengan tingkat kekakuannya, kekuatan serta ketahanan bahan yang cukup baik.

Fungsi utama dari lapis pondasi atas adalah :

- a. Mendukung kerja lapis permukaan sebagai penahan gaya geser dari beban roda, dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya
- b. Memperkuat konstruksi perkerasan, sebagai bantalan terhadap lapisan permukaan
- c. Sebagai lapis peresapan untuk lapisan pondasi bawah Berdasarkan peraturan dari Bina Marga penggunaan material untuk lapis pondasi atas harus memiliki nilai  $CBR \geq 50\%$  dan  $PI < 4\%$ .

### 2.4.3 Lapis Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

Lapis Pondasi Bawah (*Subbase Course*) Merupakan bagian dari perkerasan yang terletak antara tanah dasar dan lapis pondasi atas. Fungsi utama dari lapis pondasi bawah adalah :

- a. Untuk menyebarkan beban roda ke lapisan yang ada dibawahnya.
- b. Sebagai lapisan awal (lantai kerja) untuk melaksanakan pekerjaan perkerasan jalan misalnya pada penghamparan bahan lapis pondasi.
- c. Sebagai lapis peresapan air, nilai kepadatannya mencegah masuknya air dari tanah dasar ke lapisan pondasi.
- d. Untuk mencegah masuknya tanah dasar yang berkualitas rendah ke lapis pondasi atas.

**Tabel 2.5** Spesifikasi Lapis Pondasi Bawah Bina Marga

Sifat – sifat	Kelas B
Abrasi dari agregat kasar ( SNI 2147:2008)	0 – 40%
Indeks Plastisitas ( SNI 1996:2008)	0 - 10
Batas Cair (SNI 1967:2008)	0 – 35
Bagian Yang Lunak ( SNI 03-4141-1996)	0 – 5%
CBR ( SNI 03-1744-1998)	Min 60 %

Biasanya lapisan ini menggunakan lapisan pasir dan batu (sirtu) kelas A, B, atau tanah lempung kepasiran.



#### 2.4.4 Tanah Dasar (*Subgrade*)

Adalah lapisan tanah dasar dibawah perkerasan jalan, fungsinya untuk mendukung perkerasan jalan. *Subgrade* dapat berupa tanah asli setempat yang dipadatkan, tanah urugan badan jalan yang dipadatkan, tanah timbunan atau galian setempat. Fungsi tanah dasar sebagai bahan perkerasan adalah sebagai bahan yang mampu menahan beban lalu lintas dan untuk menghindari meresapnya air ke dalam lapisan perkerasan yang ada di atasnya.

#### 2.5 Pematatan

Untuk menentukan hubungan kadar air dan berat volume, dan untuk mengevaluasi tanah agar memenuhi persyaratan kepadatan maka umumnya dilakukan uji pematatan. ASTM D689 telah mengamati bahwa ada hubungan yang pasti antara kadar air dan berat volume kering tanah padat. Untuk berbagai jenis tanah pada umumnya, terdapat satu nilai kadar air optimum tertentu untuk mencapai berat volume kering maksimumnya.

Hubungan berat volume kering ( $\gamma_d$ ) dan hubungan berat volume kering ( $\gamma_{wet}$ ) dan hubungan berat volume kering ( $\gamma$ ), dinyatakan dalam persamaan:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_{wet}}{1 + \omega} \quad (2.1)$$

Berat volume kering setelah pematatan bergantung pada jenis tanah, kadar air, dan usaha yang diberikan oleh alat penumbuknya. Karakteristik kepadatan tanah dapat dinilai dari pengujian standar laboratorium yang disebut uji *Proctor*.

#### 2.6 Pengujian *California Bearing Ratio (CBR)*

*California Bearing Ratio (CBR)* adalah rasio dari gaya perlawanan penetrasi (*penetration resistance*) dari tanah terhadap penetrasi sebuah piston yang ditekan secara kontinu dengan gaya perlawanan penetrasi serupa pada contoh tanah standard berupa batu pecah di California. Rasio tersebut diambil pada penetrasi 2,5 dan 5,0 mm (0,1 dan 0,2 in) dengan ketentuan angka tertinggi

diizinkan. Gaya perlawanan penetrasi adalah gaya yang diperlukan untuk penetrasi konstan dari suatu piston ke dalam tanah.

Salah satu cara mendapatkan contoh tanahnya, *California Bearing Ratio (CBR)*



dapat dibagi atas :

a. *California Bearing Ratio (CBR) Lapangan*

CBR lapangan disebut juga *CBR inplac* atau *field inplac* dengan kegunaan sebagai berikut :

- Mendapatkan nilai CBR asli dilapangan sesuai dengan kondisi tanah pada saat itu. Umumnya digunakan untuk perencanaan tebal lapis perkerasan yang lapisan tanah dasarnya sudah tidak akan dipadatkan lagi
- Mengontrol apakah kepadatan yang diperoleh sudah sesuai dengan yang diinginkan. Pemeriksaan ini tidak umum digunakan, metode pemeriksaannya dengan meletakkan piston pada kedalaman dimana nilai CBR akan ditentukan lalu dilakukan penetrasi dengan menggunakan beban yang dilimpahkan melalui gardan truk.

b. *California Bearing Ratio (CBR) Rendaman*

CBR lapangan rendaman ini berfungsi untuk mendapatkan besarnya nilai CBR asli di lapangan pada keadaan jenuh air dan tanah mengalami pengembangan (*swelling*) yang maksimum. Hal ini sering digunakan untuk menentukan daya dukung tanah di daerah yang lapisan tanah dasarnya tidak akan dipadatkan lagi, terletak pada daerah yang badan jalannya sering terendam air pada musim penghujan dan kering pada musim kemarau. Sedangkan pemeriksaan dilakukan di musim kemarau. Pemeriksaan dilakukan dengan mengambil contoh tanah dalam tabung (*mold*) yang ditekan masuk kedalam tanah mencapai kedalaman yang diinginkan. Tabung berisi contoh tanah dikeluarkan dan direndam dalam airselama beberapa hari sambil diukur pengembangannya. Setelah pengembangan tidak terjadi lagi, barulah dilakukan pemeriksaan besarnya CBR.

c. *California Bearing Ratio (CBR) Laboratorium*

Tanah dasar pada konstruksi jalan baru dapat berupa tanah asli, tanah timbunan atau tanah galian yang dipadatkan sampai mencapai 95% kepadatan um. Dengan demikian daya dukung tanah dasar merupakan kemampuan tanah yang memikul beban setelah tanah itu dipadatkan. CBR ini disebut laboratorium, karena disiapkan di laboratorium. CBR laboratorium



dibedakan atas 2 macam, yaitu CBR laboratorium rendaman dan CBR laboratorium tanpa rendaman.

Manfaat dari pengujian CBR adalah untuk menentukan tebal perkerasan secara umum biasanya kekuatan tanah dasar dinyatakan dalam nilai CBR dimana nilai CBR adalah perbandingan kekuatan tanah dasar atau bahan lain yang dipakai untuk pembuatan perkerasan terhadap nilai CBR didapat dari percobaan baik, untuk contoh tanah asli (*undisturbed sample*) maupun contoh tanah yang dipadatkan (*compacted sample*). Kekuatan tanah dasar tentu banyak tergantung pada kadar airnya. Makin tinggi kadar airnya, makin kecil kekuatan CBR dari tanah tersebut.

Kekuatan tanah dasar tentu banyak tergantung pada kadar airnya. Makin tinggi kadar airnya, makin kecil kekuatan CBR dari tanah tersebut. Banyaknya penambahan air dapat dihitung dengan rumus:

$$6000 \times \left(1 - \frac{100+A}{100+B}\right) \quad (2.2)$$

Dimana:

A = Kadar air asli (%)

B = Kadar air optimum (%) [dari data kompaksi]

6000 = jumlah contoh sampel tanah (gram)

Walaupun demikian, hal itu tidak berarti bahwa sebaiknya tanah dasar di padatkan dengan kadar air rendah untuk mendapatkan nilai CBR yang tinggi, karena kadar air tidak konstan pada nilai rendah itu. Harga CBR dihitung pada harga penetrasi 0,1” dan 0,2” dengan persamaan rumus sebagai berikut :

$$CBR = \frac{\text{correctedload}}{\text{standarload}} \times 100\%$$

Jadi:

$$CBR_{0,1} = \frac{A}{3000} \times 100\%$$

$$CBR_{0,2} = \frac{B}{4500} \times 100\% \quad (2.3)$$

Dimana:

A dan B = beban-beban untuk penetrasi 0,1” dan 0,2” dalam satuan lbs.

