

# TESIS

**KARAKTERISTIK NILAI CBR PENETRASI DINAMIS  
BERDASARKAN PARAMETER DAYA DUKUNG SUBGRADE  
PADA JL. HERTASNING BARU KOTA MAKASSAR**

*THE CHARACTERISTICS OF DINAMIS CBR VALUE BASED ON THE  
PARAMETER OF SUBGRADE SUPPORT POWER ON NEW HERTASNING  
STREET OF MAKASSAR CITY*

**PAUL LEBANG**

**P2305203004**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
KONSENTRASI GEOTEKNIK  
PROGRAM PASCA SARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2007**

**KARAKTERISTIK NILAI CBR PENETRASI DINAMIS  
BERDASARKAN PARAMETER DAYA DUKUNG SUBGRADE  
PADA JL. HERTASNING BARU KOTA MAKASSAR**

**Tesis**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Magister**

**Program Studi**

**Teknik Sipil**

**Disusun dan Diajukan Oleh :**

**PAUL LEBANG**

**Kepada**

**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2007**

## **PERNYATAAN KEASLIAN TESIS**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : **PAUL LEBANG**

Nomor Mahasiswa : **P2305203004**

Program Studi : **Teknik Sipil**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Februari 2007

Yang Menyatakan

**PAUL LEBANG**

## **PRAKATA**

Alhamdulillah, segala dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. Karena dengan limpahan RahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini.

Penulisan ini dilatarbelakangi oleh pembangunan konstruksi jalan merupakan hal yang pokok untuk melaksanakan kegiatan antar moda terutama pembangunan konstruksi jalan pada jalan Hertasning Baru Kota Makassar yang merupakan jalan lingkar dalam kota dan dapat menghubungkan kota Makassar dengan Kabupaten Gowa.

Sejak awal sampai dengan berakhirnya penulisan tesis ini, penulis mengalami berbagai kendala, namun berkat bantuan serta dorongan dari berbagai pihak akhirnya tesis ini dapat diselesaikan. Melalui tulisan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Prof. Dr. Ir. H. Lawalenna Samang, M.S.,M.Eng. selaku ketua komisi penasehat dan Ir.Abdul Rahman Djamaluddin, M.T. selaku anggota komisi penasehat yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, dan masukan dari pembuatan proposal hingga selesainya tesis ini.
2. Prof. Dr. Ing. Herman Parung, M.Eng, selaku ketua program studi teknik sipil dan subprogram Geoteknik, Prof. Dr. Ir. H. Lawalenna Samang, M.S.,M.Eng, selaku ketua konsentrasi Geoteknik.

3. Ir. Iskandar Maricar, M.T, IR.Jusmin Muliadi, M.Si, dan Dr. rer.nat.Ir.A.m. Imran Oemar, selaku dosen penguji yang telah banyak memberikan kritikan dan masukan demi kesempurnaan tesis ini.
4. Ayahanda tercinta dan Ibunda tercinta yang telah banyak memberikan bantuan, dorongan, moral, semangat, dan doa demi keberhasilan dan kesuksesan penulis.
5. Kerabat dan teman-teman penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Sebagaimana layaknya sebuah karya manusia, tentu tesis ini masih banyak kekurangan baik tehnik penyajian, cakupan pembahasan maupun ketajaman analisis. Untuk itu saran dan kritik yang sifat positif sangat diharapkan demi kesempurnaan tesis ini.

Kepada pihak-pihak yang telah membantu baik langsung maupun tidak langsung penulis berdoa semoga segala jerih payah mereka bernilai ibadah dan mendapat imbalan pahala yang setimpal disisi Allah SWT. Amin.

Makassar, Februari 2007

Penulis  
**Paul Lebang**

## ABSTRAK

PAUL LEBANG. *Karakteristik Nilai CBR Dinamis Berdasarkan Parameter Daya Dukung Subgrade pada Jalan Hertasning Baru, Kota Makassar* (dibimbing oleh H. Lawlenna Samang dan Abd. RahmanDjamaluddin).

Penelitian ini bertujuan (1) menganalisis nilai CBR dinamis berdasarkan parameter daya dukung subgrade; (2) mendapatkan model hubungan CBR dinamis dengan parameter daya dukung subgrade.

Penelitian dilakukan di Jalan Hertasning Baru Kota Makassar yang panjangnya 1,8 Kilometer. Metode pengumpulan data yang digunakan adalah pengamatan sebanyak dua puluh kali. Data dianalisis dengan regresi linier berganda.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa  $Y = 5,604 + (-0,099)x_1 + 3,705x_2 + 0,077x_3 + (-0,415)x_4$  sehingga diperoleh nilai R square = 95,5 %. Artinya karakteristik nilai CBR dipengaruhi oleh parameter kadar air, berat volume, sudut geser dan kuat tekan 95,5 % dan sisanya 4,5 % dipengaruhi oleh parameter lain yang tidak dianalisis dalam tulisan ini. Dari analisis regresi linier berganda program SPSS diperoleh  $F = 80,503 > F \text{ kritis} = 4,65$ . Hal ini berarti bahwa semua variable X secara simultan mempengaruhi variable dependen (Y)

## ABSTRACT

PAUL LEBANG. *The Characteristics of Dinamis CBR Value Based on the Parameter of Subgrade Support Power on new Hertasning Street of Makassar City* (supervised by H. Lawalenna Samang and Abd. Rahman Djamaluddin)

This research aimed to (1) analyze the value of dynamic CBR based on Parameter subgrade support power; (2) obtain relation model of dynamic CBR based on parameter subgrade support power.

This research was carried out on New Hertasning Street of Makassar City having 1,8 Kilometers long. The data were obtained through observation carried out twenty times. They were then analyzed using multiple linear regression.

The results show Y is  $Y = 5,604 + (-0,099)x_1 + 3,705x_2 + 0,077x_3 + (-0,415)x_4$  so the value of R square is 95,5 %. This means that the characteristics of CBR value is influenced by the parameters of water content, volume weight, moving angle, and press power is 95,5 % While the rest, 4,5 %, is influenced by other parameters which are not examined in this research. Based on multiple linear regression using SPSS, it is indicated that F is 80,503 > F crisis is 4,65. This means that all variables X simultaneously have significant influence on the dependent variable (Y).

## DAFTAR ISI

	<i>Halaman</i>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TESIS</b> .....	iv
<b>PRAKATA</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Tujuan Penelitian .....	4
D. Manfaat Penelitian .....	5
E. Lingkup Penelitian.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Konsentrasi dan Klasifikasi Tanah .....	6
B. Konsepsi CBR Penetrasi Dinamik .....	16



C. Parameter-Fisis dan Teknis .....	10
D. Daya Dukung Tanah .....	21
E. Relevansi Penelitian Terdahulu .....	24
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
A. Deskripsi dan Lokasi Penelitian.....	29
B. Metode Sampel dan Pengujian.....	30
C. Elaborasi dan Analisis Data .....	31
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Karakteristik Tanah Dasar Subgrade .....	35
B. Interpretasi Nilai CBR – Penetrasi Dinamis .....	44
C. Hubungan CBR dengan Parameter Daya Dukung Tanah Subgrade.....	44
D. Model Regresi Linier Berganda CBR Vs Parameter Tanah Subgrade.....	54
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Kesimpulan.....	59
B. Saran .....	60

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

	<i>Halaman</i>
Tabel 01 Batas-batas Atterberg Berbagai Mineral Lempung .....	8
Tabel 02 Indeks Plastisitas dan Macam Tanah.....	9
Tabel 03 Klasifikasi Simbol Preliks dan Suliks.....	12
Tabel 04 Sistem Klasifikasi Tanah USCS.....	13
Tabel 05 Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO .....	15
Tabel 06 Analisis Menurut Darwis Panguriseng (2006) .....	25
Tabel 07 Hasil Analisis Menurut Darwis Panguriseng (2006) .....	26
Tabel 08 Nilai-Nilai Index Properties pada Pabrik Tekstil di Bale Endah.....	27
Tabel 09 Hasil pengujian CBR dinamik .....	37
Tabel 10 Hasil perhitungan kadar air.....	38
Tabel 11 Hasil perhitungan berat volume .....	39
Tabel 12 Hasil perhitungan sudut geser.....	40
Tabel 13 Hasil pengujian kuat tekan.....	41
Tabel 14 Rekapitulasi Hasil Penelitian.....	43
Tabel 15 Data hubungan CBR vs Kadar air .....	48
Tabel 16 Data hubungan CBR vs Berat Isi.....	49
Tabel 17 Data hubungan CBR vs Sudut Geser .....	50
Tabel 18 Data Hubungan CBR vs qu.....	51
Tabel 19 Tabel Factor Korelasi Langsung.....	53
Tabel 20 Hasil regresi linier berganda dengan program SPSS. Versi 12 .....	55

## DAFTAR GAMBAR

	<i>Halaman</i>
Gambar 01	Konsistensi Tanah Berdasarkan Batas-batas Atterberg..... 7
Gambar 02	Klasifikasi tanah berdasarkan tekstur oleh Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA) ..... 11
Gambar 03	Hubungan $w$ , $LL$ , $PL$ terhadap Kedalaman..... 27
Gambar 04	Kurva Hubungan CBR Vs Kadar Air ..... 44
Gambar 05	Kurva Hubungan Antara CBR Vs Berat Isi ..... 45
Gambar 06	Kurva Hubungan CBR dengan Sudut Geser ..... 46
Gambar 07	Kurva Hubungan Antara CBR dengan Kuat Tekan..... 47

## DAFTAR LAMPIRAN

	<i>Halaman</i>
Lampiran 01 Data Hasil Pengamatan Laboratorium di Lapangan.....	L-1
Lampiran 02 Gambar Situasi Jalan (Penempatan Titik) .....	L-2
Lampiran 03 Gambar Peta Lokasi .....	L-3
Lampiran 04 Dokumentasi Penelitian.....	L-4

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Pembangunan konstruksi jalan merupakan upaya untuk memenuhi kebutuhan masyarakat, dalam melaksanakan segala aktivitas. Masalah pembangunan jalan tersebut tidak dapat mengimbangi pertumbuhan penduduk dan peningkatan transportasi darat. Peningkatan penduduk dan transportasi yang ada di Kota Makassar.

Sejalan dengan upaya tersebut di atas, maka Kota Makassar sebagai sentral pendidikan dan kota metropolitan tidak terlepas dari padatnya berlalu lintas. Sehingga terus diadakan pembangunan ruas jalan dalam kota maupun jalan antar kota atau jalan propinsi.

Pada dasarnya pembangunan atau pelebaran jalan tersebut agar konstruksi tetap kokoh, tentu membutuhkan beberapa parameter subgrade untuk menghitung daya dukung subgrade. Pada umumnya, ruas jalan yang ada di Kota Makassar bisa ditinjau mengenai nilai CBR, pendekatannya dengan parameter subgrade. Akan tetapi, yang kami pilih adalah ruas jalan Hertasning Baru, Kota Makassar. Mengingat ruas jalan Hertasning Baru Kota Makassar merupakan jalan lingkaran dalam kota dan dapat juga menghubungkan Kota Makassar dengan Kabupaten Gowa.

Kondisi lapisan subgrade yang ada sangat tebal dan bervariasi mulai dari ketebalan 30 cm sampai 1 meter dalam kondisi padat. Sehingga ruas jalan Hertasning

Baru ini sangat menarik untuk dikaji perilaku lapisan subgrade setelah ada lapisan pondasi bawah (LPB), lapisan pondasi atas (LPA) dan beban roda yang bekerja di atasnya, dalam hal ini penulis ingin mengkaji lebih jauh perilaku subgrade atau aproksimasi CBR terhadap parameter-parameter subgrade.

Dengan adanya ruas jalan yang ada di Hertasning Baru Kota Makassar maka masyarakat yang ada di Kota Makassar dapat menempuh Kabupaten Gowa dengan waktu yang singkat, tidak lagi melalui jalan Sultan Alauddin, akan tetapi dapat melalui jalan Hertasning Baru tersebut. Begitu pula sebaliknya, masyarakat yang ada di Kabupaten Gowa untuk dapat masuk ke Kota Makassar, dapat ditempuh dengan waktu yang singkat dengan adanya jalan Hertasning Baru tersebut. Selain itu, masyarakat yang ada di beberapa perumahan yang ada di sekitar jalan Hertasning Baru dapat menempuh pusat pembelanjaan yang ada di Panakkukang dengan waktu yang relatif singkat.

Mengingat adanya beberapa hal di atas, maka penulis memilih jalan Hertasning Baru sebagai tempat penelitian. Penelitian ini dapat dilakukan pada semua ruas jalan yang ada di Kota Makassar, akan tetapi dengan keterbatasan waktu dan dana penelitian, maka penelitian ini hanya dapat dilakukan pada jalan Hertasning Baru Kota Makassar.

Daya dukung tanah biasanya disimbolkan nilai  $q_u$ . Untuk menghitung  $q_u$  tersebut diperlukan beberapa parameter tanah diantaranya nilai kerapatan tanah ( $\gamma$ ), nilai geser tanah ( $c$ ), nilai  $q_u$ , dan kadar air ( $w$ ).

Namun nilai-nilai diatas sangat dipengaruhi oleh beberapa factor misalnya jenis tanah, keadaan tanah. Nilai  $\phi$ ,  $c$ , dan  $w$  diindikasikan mempunyai aproksimasi atau pendekatan-pendekatan dengan nilai CBR suatu lapisan subgrade.

Dalam mendesain atau merencanakan suatu tebal perkerasan baik lapisan bawah maupun lapisan atas diperlukan data-data tanah misalnya CBR, sudut geser ( $\phi$ ),  $q_u$ , dan kadar air ( $w$ ).

CBR suatu tanah sangat berperan dalam menentukan suatu tebal lapisan perkerasan direncanakan lebih tipis karena dianggap CBR yang besar mampu menerima beban roda yang bekerja diatasnya, namun bila CBR tanah kecil pada umumnya lapisan tersebut akan mengalami penurunan sehingga tebal perkerasan perlu diperhitungkan yang akan terjadi.

Sudut geser suatu tanah adalah kemampuan suatu lapisan tanah untuk mengalami geser atau guling misalnya untuk tanah-tanah yang non kohesif atau tanah yang tidak mempunyai daya ikat digunakan pedoman menurut Terzaghi bahwa : jika sudut geser ( $\phi$ )  $< 28^\circ$  terjadi *local shear failure*. Jika sudut geser ( $\phi$ )  $> 38^\circ$  terjadi *general shear failure*.

Cohesi suatu tanah ( $c$ ) adalah kemampuan tanah untuk mengikat butirannya, jika cohesi besar berarti kemampuan untuk mengikat besar, sedangkan jika cohesi kecil tanah tersebut tidak mampu mengikat sesamanya, misalnya tanah berbutir kasar atau pasir yang butirannya sangat lepas.

Parameter daya dukung tanah diatas sangat berpengaruh dalam perencanaan suatu konstruksi baik pondasi dalam maupun pondasi dangkal misalnya pada pondasi konstruksi jalan.

### **B. Rumusan Masalah**

Dengan berdasar pada judul dan latar belakang masalah yang telah dikemukakan pada bagian terdahulu, maka kami memformulasikan rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik nilai CBR dinamik dengan parametrik daya dukung tanah misalnya nilai kadar air ( $w$ ), berat volume ( $\gamma$ ), sudut geser ( $\phi$ ), dan kuat tekan ( $q_u$ ).
2. Bagaimana model hubungan parameter daya dukung subgrade dengan nilai CBR.

### **C. Tujuan Penelitian**

Mengacu pada rumusan masalah yang telah dikemukakan diatas, maka penelitian ini secara umum bertujuan untuk mengkaji secara jelas aproksimasi atau pendekatan nilai CBR dinamik dengan parametrik daya dukung tanah. Dari hal diatas maka secara khusus tercapai dua hal pokok yakni :

- Mendapatkan dan menganalisis nilai CBR dinamis pada lapisan subgrade Jl. Hertasning Baru Kota Makassar.
- Mendapatkan model hubungan CBR dengan parameter. daya dukung subgrade.



#### **D. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian ini adalah :

- Untuk mengkaji pendekatan CBR dinamik dengan parameter daya dukung tanah.
- Sebagai bahan informasi bagi pihak pengelola konstruksi jalan.

#### **E. Lingkup Penelitian**

Secara umum pembahasan penelitian ini diarahkan bagaimana aproksimasi atau pendekatan nilai CBR penetrasi dinamik dengan parametrik daya dukung tanah.

Lingkup penelitian ini dibatasi pada lapisan subgrade yang berlokasi pada Jl. Hertasning Baru Kota Makassar.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini memaparkan tentang landasan teori yang terkait dengan penelitian diantaranya, yaitu teori yang berhubungan dengan CBR dan parametrik tanah, misalnya kadar air, berat volume, sudut geser, dan kohesi untuk menjadi suatu kerangka konseptual.

#### **A. Konsistensi dan Klasifikasi Tanah**

Dalam pandangan sipil tanah merupakan campuran dari partikel-partikel atau dari semua endapan alam kecuali dari batu tetap, baik berupa mineral dan bahan organik yang telah melapuk (partikel padat) dengan zat cair dan gas yang mengisi pori diantara partikel-partikel padat.

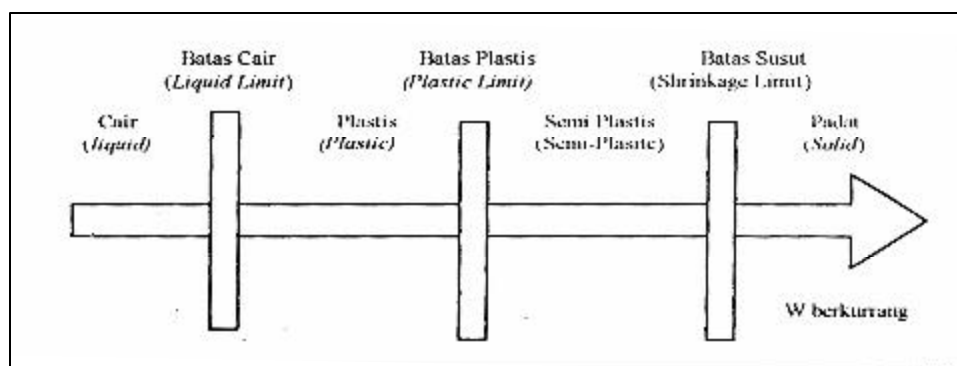
Tanah juga merupakan salah satu bahan konstruksi yang langsung tersedia di lapangan, dan apabila dapat digunakan akan ekonomis, misalnya sebagai timbunan untuk berbagai bangunan ringan sampai berat yang akan dibangun di atasnya. Akan tetapi, seperti bahan konstruksi lainnya, tanah juga harus dipakai setelah melalui proses pengendalian mutu. Apabila tanah ditimbun secara sembarangan, hasilnya akan merupakan timbunan dengan berat isi yang rendah dan penurunan tanah yang besar. Belum lagi jika kita menggunakan tanah dengan sifat pengembangan tinggi sebagai bahan timbunan, maka banyak faktor yang perlu kita perhitungkan untuk mendapatkan bahan timbunan yang baik untuk mendukung bangunan yang di atasnya.

Setiap perubahan sifat fisis tanah atau teknis tanah pada massa tanah akan membutuhkan penyelidikan atas alternatif seperti perbaikan sifat lapis tanah, relokasi tempat bangunan atau menggunakan lokasi alternatif. Pada masa sekarang ketersediaan lokasi bangunan di daerah perkotaan semakin sempit, sehingga perlu dipertimbangkan adanya lokasi-lokasi alternatif.

### a.1 Konsistensi Tanah

Partikel lempung berbentuk seperti lembaran yang mempunyai permukaan khusus. Karena itu tanah lempung mempunyai sifat sangat dipengaruhi gaya-gaya permukaan. Jika suatu tanah berbutir halus (lanau atau lempung) diberi air dan dibiarkan mengering maka tanah tersebut akan mengalami beberapa tahapan sebelum tanah tersebut menjadi (padat), seperti digambarkan di bawah ini:

Gambar 01. Konsistensi Tanah Berdasarkan Batas-batas Atterberg



Sumber : (L.D.Wesley, 1977, hal. 10)

Keadaan di atas dikembangkan oleh Atterberg, seorang ilmuwan Swedia, yang menjelaskan sifat konsistensi tanah berbutir halus pada kadar air yang bervariasi.

Batasan yang penting dari batas-batas Atterberg adalah batas cair dan batas plastik. Pengukuran batasan-batasan ini akan selalu dilakukan pada penyelidikan-penyelidikan tanah. Tetapi besaran-besaran ini bukan merupakan sifat-sifat fisika yang jelas sehingga dalam penentuannya dilakukan dengan cara empiris.

Batas cair adalah kadar air tanah pada batas keadaan cair dan keadaan plastik. Batas plastik didefinisikan sebagai batas antara keadaan plastik dan keadaan semi padat.

Harga-harga batas Atterberg untuk berbagai mineral lempung diberikan pada tabel 01

Tabel. 01. Batas-batas Atterberg Berbagai Mineral Lempung

Mineral	Batas Cair (%)	Batas Plastis (%)	Batas Susut (%)
Montmorillonite	100 - 900	50-100	8,5 - 15,0
Iliite	60 - 120	35-60	15,0 - 17,0
Kaolinite	30 - 110	25-40	25,0 - 29,0
Halloysite	35 - 55	30-45	
Chlorite	44 - 47	36-40	

Sumber : (Braja M.Das, 1993, hal47)

Di samping batasan-batasan diatas harga yang juga penting dari batas-batas Atterberg adalah indeks plastisitas yang didefinisikan sebagai selisih antara batas cair dan batas plastis.

$$PI = LL - PI$$

Nilai indeks plastistas untuk berbagai jenis tanah dapat dilihat pada tabel 02. dibawah ini :

Tabel. 02. Indeks Plastisitas dan Macam Tanali

PI (%)	Sifat	Macam Tanah	Kohesi
0	Nonplastis	Pasir	Nonkoliesif
< 7	Plastisitas Rendali	Lanau	Kohesif sebagian
7 - 17	Plastisitas sedang	Lempung berlanau	Kohesif
> 17	Plastisitas tinggi	Lempung	Kohesif

Sumber : (C.H.Harry. 1992. hal.34)

## a. 2 Klasifikasi tanah

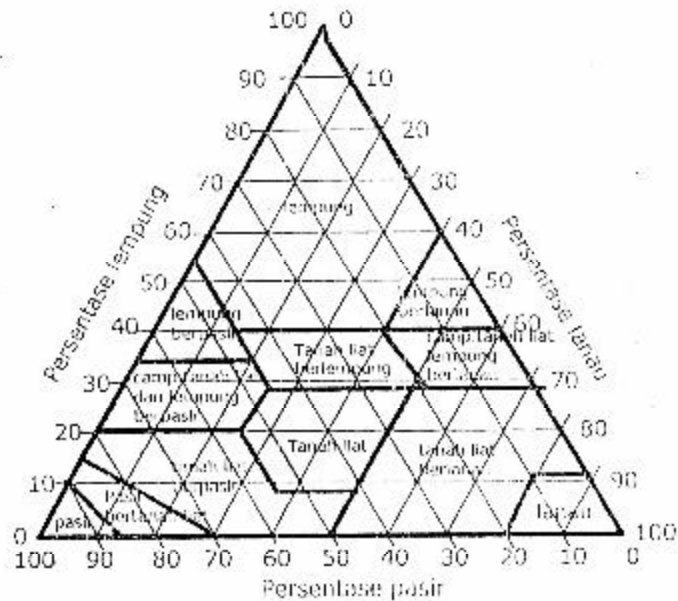
Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengelompokan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tetapi mempunyai sifat-sifat yang serupa kedalam kelompok-kelompok dan subkelompok-.subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistem klasifikasi memberikan suatu bahasan yang mudah untuk menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi tanpa penjelasan yang terinci.

Secara umum, tanah dapat diklasifikasikan sebagai tanah nonkohesif atau sebagai tanah berbutir kasar dan tanah berbutir halus. Namun klasifikasi ini terlalu umum sehingga memungkinkan terjadinya identifikasi

yang sama untuk tanah-tanah yang hampir sama sifatnya. Disamping itu, klasifikasi diatas tidak cukup lengkap untuk menentukan apakah tanah itu sesuai untuk bahan konstruksi atau tidak.

### **a.2.1 Sistem Klasifikasi Berdasarkan Tekstural**

Sistem klasifikasi ini hanya didasarkan pada tekstur dari tanah, hal ini karena ukuran partikel merupakan karakteristik tanah yang paling jelas. Dalam artian umum yang dimaksud dengan tekstur tanah adalah keadaan permukaan tanah yang bersangkutan atau penampilan visual suatu tanah berdasarkan komposisi kualitatif dari ukuran butiran tanah dalam suatu massa tertentu. Klasifikasi tanah berdasarkan tekstur tanah telah dikembangkan oleh Departemen Pertanian Amerika (USDA). Dalam metode klasifikasi tekstur ini, hanya tiga kisaran nilai ukuran butiran yang ditetapkan dan material yang lebih besar dari 2.0 mm ditiadakan. Sehingga prosentase partikel berukuran pasir, lanau dan lempung dapat disajikan dengan suatu grafik segitiga (gambar 02).



Gambar 2.2. Klasifikasi tanah berdasarkan tekstur oleh Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA) (Braja M. Das, 1993, Hal 65)

- Pasir : Butiran dengan diameter 2,0 – 0,075 mm
- Lanau : butiran dengan diameter 0,075 – 0,002 mm
- Lempung : Butiran dengan diameter < 0,002 mm

### a.2.2 Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan Pemakaian

Jumlah dan jenis dari mineral lempung sangat dipengaruhi oleh sifat fisis dari tanah, sedangkan sistem klasifikasi tekstur tidak cukup untuk dapat mewakili dari sifat-sifat tanah. Sehingga perlu adanya suatu sistem yang mempertimbangkan sifat plastisitas dari tanah, yang disebabkan karena adanya kandungan mineral lempung pada suatu jenis tanah.

Sistem klasifikasi tanah yang sering digunakan pada saat ini adalah Sistem Klasifikasi Tanah USCS dan Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO.

### a.2.3 Sistem Klasifikasi Tanah USCS (Unified Soil Classification System)

Kelompok-kelompok utama pada sistem ini diperlihatkan pada tabel berikut.

Tabel 03. Klasifikasi Simbol Preliks dan Suliks

Jenis Tanah	Prefiks	Sub Kelompok	Sufiks
Kerikil Pasir	G } N }	{ Gradasi Baik Gradasi Buruk Berlanau Berlempung	{ W P M C
	M } C }		
Lanau Lempung Organik Gambut	O } Pt }		{ L H

Sumber : (Joseph If. Bovvles dan Johan K I Hainin, 1991 Hal. 125)

Kerikil yang bergradasi baik adalah GW; pasir yang bergradasi buruk adalah SP; pasir yang bergradasi baik adalah SW; pasir berlanau adalah SM, lempung dengan batas 50% adalah CH, dan seterusnya.

Pada Tabel 03 Sistem Klasifikasi Tanah USCS mendefinisikan tanah sebagai berikut:

1. Berbutir kasar apabila lebih dari 50% tertahan pada saringan No. 200
2. Berbutir halus apabila lebih dari 50% lolos saringan No. 200

Tanah berbutir kasar dapat berupa salah satu di bawah ini:

1. Kerikil apabila lebih dari setengah fraksi kasar tertahan pada saringan No. 4
2. Pasir apabila lebih dari setengah fraksi kasar berada di antara ukuran saringan No. 4 dan No. 200.



Tabel 04. Sistem Klasifikasi Tanah USCS

Divisi Utama		Subdivisi		Kriteria Klasifikasi	
		Kerikil		Lempung	
Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	Kerikil 50% atau lebih dan fraksi kasar terahansaringan No 4 (4.75 mm)	GW	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir-kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus.	GP	Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir-kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus.
		GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil pasir-lanau		GC
Pasir bersih (sedikit atau tidak ada butiran halus)	Pasir lebih dari 50% fraksi kasar terahansaringan No 4 (4.75 mm)	SW	Pasir gradasi baik, pasir berkerikil; sedikit atau tidak mengandung butiran halus	SP	Pasir gradasi buruk, pasir berkerikil sedikit atau tidak mengandung butiran halus
		SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau		SC
Tanah berbutir kasar 50% butiran terahansaringan No 200 (0.075mm)	Tanah berbutir kasar 50% atau lebih lolos saringan No 200 (0.075 mm)	ML	Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung	CL	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus (lean clays)
		OL	Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah		MH
Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan No 200 (0.075 mm)	Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan No 200 (0.075 mm)	CH	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi lempung gemuk (fat clays)	OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi
		PT	Gambut (peat), dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi		

Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus, kurang dari 50% lolos saringan no 200 GM, GP, SW, SP Lebih dari 12% lolos saringan no 200 GM, GC, SM, SC, 5% - 12% lolos saringan no 200 Batas klasifikasi yang mempunyai simbol dobel

Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat ASTM Designation D-2-88

Sumber : Suyono Sudarsono dan Kazuto Nakasawa, 1983, hal. 3

#### **a.2.4 Sistem Klasifikasi AASHTO**

Sistem klasifikasi ini membagi tanah dalam 7 kelompok untuk tanah anorganik yaitu A-1 sampai A-7. Kelompok-kelompok ini kemudian dibagi lagi dalam 12 subkelompok. Tanah sangat organik yang ditentukan berdasarkan klasifikasi visual dimasukkan dalam kelompok A-8, namun tidak diperlihatkan.

Setiap tanah yang mengandung material berbutir halus diidentifikasi lebih lanjut dengan indeks kelompok. Semakin tinggi nilai indeks kelompok suatu tanah maka tanah tersebut semakin buruk.

$$GI = (F - 35) [0,2 + 0,005(LL - 40)] + 0,01 (F - 15) (PI - 10) \dots 2.1.$$

Dimana:

GI = Indeks kelompok

F = prosentase butiran yang lolos ayakan No. 200

LL = Limit liquid (batas cair)

PI = Indeks plastisitas

Tabel 05. Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO

Klasifikasi Umum	Bahan-bahan berbutir (35% atau kurang lolos No.200)						Bahan-bahan lanau-lempong (lebih dari 35% lolos No. 200)				
	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
Klasifikasi kelompok											
Analisis saringan Persen lolos											
No. 10	maks. 50										
No. 40	maks. 30	maks. 50	maks. 51								
No. 200	maks. 15	maks. 25	maks. 10	maks. 35	maks. 35	maks. 35	maks. 35	maks. 36	maks. 36	maks. 36	maks. 36
Karakteristik fraksi yang lolos No. 40											
Batas car											
Indeks plastis	maks. 6		N.P.	maks. 10	maks. 10	maks. 11	maks. 10	maks. 10	maks. 10	min. 11	min. 11
Indeks kelompok	0	0	0	0	0	maks. 41	maks. 41	maks. 8	maks. 12	maks. 16	maks. 20
Jenis-jenis bahan pendukung utama	Fragnen batu, kerikil dan pasir	Pasir halus	kerikil dan pasir berlanau atau berlempong					Tanah berlanau		Tanah berlempong	
Tingkatan umum sebagai tanah	sangat baik sampai baik										sedang sangat buruk

catatan : Kelompok A-7 dibagi atas A-7-5 dan A-7-6 bergantung pada batas plastisnya (PL)

Untuk PL > 30, klasifikasinya A-7-5

Untuk PL < 30, klasifikasinya A-7-6

N.P. = non plastic

## **B. Konsepsi CBR Penetrasi Dinamik**

Metode CBR mula-mula diciptakan oleh OJ. Porter kemudian dikembangkan oleh California State High Way Department. Tetapi kemudian dikembangkan dan dimodifikasi oleh persatuan insinyur-insinyur tentara Amerika Serikat (U.S. Army Corps of Engineers). Metode ini mengkombinasikan percobaan penetrasi di laboratorium atau di lapangan dengan rencana empiris (empirical design charts) untuk menentukan tebal lapisan perkerasan. Hal ini digunakan sebagai metode perencanaan perkerasan lentur (fleksibel Pavement) jalan raya dan lapangan terbang, tebal bagian perkerasan ditentukan dengan nilai CBR.

CBR merupakan suatu perbandingan antara beban percobaan (test load) dengan beban standar (standar load) dan dinyatakan dalam persentase. Lebih jelas dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$\text{CBR} = \frac{P_t}{P_s} \cdot 100 \% \dots\dots\dots \text{(Persamaan 1.1)}$$

Dalam hal ini :  $P_t$  = beban percobaan (lb)

$P_s$  = beban standar

### **Tujuan Diadakannya Percobaan CBR**

Tujuan dari percobaan dari CBR adalah untuk menentukan nilai CBR suatu contoh tanah, dimana nilai CBR adalah perbandingan antara kekuatan tanah yang bersangkutan dengan kekuatan bahan agregat yang dianggap standar. Beban

ini adalah beban standar yang diperoleh dari percobaan terhadap batuan pecah (standar material) yang dianggap mempunyai CBR 100 %.

Adapun jenis-jenis CBR adalah :

1. CBR Lapangan
2. CBR Lapangan Rendaman
3. CBR Laboratorium.

CBR lapangan adalah dengan cara langsung mengadakan pengetesan di lapangan tanpa menunggu data laboratorium, CBR lapangan ini masih ada beberapa macam misalnya CBR penetrasi dinamik atau sering disebut DCP (Dynamic Cone Penetrometer),. alat CBR yang sering digunakan akhir-akhir ini untuk menentukan nilai CBR suatu lapisan tanah adalah alat DCP dengan melihat alat tersebut mudah dilaksanakan dan biayanya relative rendah.

CBR lapangan rendaman adalah suatu cara untuk mendapatkan nilai CBR asli di lapangan pada keadaan jenuh air dan tanah mengalami pengembangan (Swell) yang maksimum. Hal ini sering digunakan untuk daya dukung tanah di daerah yang lapisan tanah dasarnya sudah tidak akan dipadatkan lagi, terletak di daerah yang badan jalannya sering terendam air pada musim penghujan dan kering pada musim kemarau sedangkan pemeriksaan dilakukan pada musim kemarau. Pemeriksaan dilakukan dengan pengambilan contoh tanah dalam tabung (mold) yang ditekan masuk kedalam tanah mencapai kedalaman yang diinginkan. Tabung berisi contoh tanah dikeluarkan dan direndam dalam air selama kurang

lebih satu hari sambil diukur pengembangannya. Setelah pengembangannya tidak terjadi lagi barulah diadakan pemeriksaan CBRnya.

CBR laboratorium tanah dasar atau subgrade pada konstruksi jalan baru dapat berupa tanah asli, tanah timbunan atau tanah galian yang sudah dipadatkan sampai mencapai kepadatan 95 % maximum. Dengan demikian daya dukung tanah dasar tersebut merupakan nilai kemampuan lapisan tanah memikul beban setelah tanah tersebut dipadatkan. Berarti nilai CBRnya adalah nilai CBR yang diperoleh dari contoh tanah yang dianggap mewakili tanah tersebut setelah dipadatkan. CBR ini disebut CBR laboratorium karena disiapkan laboratorium atau disebut juga CBR rencana titik.

CBR dapat dibedakan dua macam yaitu CBR dinamik atau yang bergerak dan CBR laboratorium. Pada penulisan ini kami Cuma memakai CBR dinamik pendekatannya dengan parametrik tanah yang lain. CBR dinamik dapat diukur dengan melihat nilai (n) atau jumlah tumbukan terhadap kedalaman yang ditinjau yang dapat diplot dalam grafik untuk memperoleh nilai CBR. Namun pada alat ini masih terdapat kekurangan dalam pelaksanaan yakni kita dapat mengukur nilai CBR maksimal 1 meter untuk ketelitian. Alat yang kami pakai adalah mengandalkan ujung konis kecil yang berupa kerucut dan ini cocok untuk tanah dasar saja karena bila diperuntukkan untuk material yang berbutir kasar tidak akurat karena ujung yang dapat tertahan pada butiran kasar (batuan).

Namun masih banyak lagi alat yang bias dipakai untuk menghitung daya dukung tanah. Jika mau melihat atau mempelajari daya dukung tanah yang

identik dengan uji DCP yakni pengujian SPT ini juga dapat menghasilkan jumlah pukulan ( $n$ ) terhadap kedalaman yang diuji. Dan masi banyak lagi pengujian untuk memperoleh nilai  $q_u$  atau daya dukung tanah misalnya pada alat penetrometer nilai  $q_u$  yang didapat berupa nilai hambatan konis dan jumlah hambatan yang dibaca pada monometer pada alat sondir.

CBR laboratorium umumnya dilakukan di Laboratorium dengan memadatkan tanah lebih awal atau melalui proses percobaan pemadatan kemudian kita dapat menguji di alat CBR Laboratorium dengan membaca nilai penetrasinya.

Dalam perencanaan tebal perkerasan perlu diperhatikan adalah jenis butiran tanah. Menurut Ilham dan Sultan 2005 menyatakan : semakin sedikit butiran halus yang dimiliki tanah maka nilai CBR tanah semakin besar dan semakin banyak butiran kasar yang dimiliki tanah maka nilai CBR tanah tersebut besar

### **C. Parameter Fisis dan Teknis**

Secara umum tanah terdiri dari tiga bagian, yaitu udara, air dan butiran yang terdapat dalam ruang antar butir-butir tersebut ruang ini disebut dengan pori (voids).

Konsep parameter fisis dan teknis tanah terdiri dari beberapa parameter. Parameter fisis adalah parameter tanah yang sifatnya sebagai pendukung pada parameter teknik.

Dalam penulisan ini dikaji beberapa parameter fisis antara lain : kadar air ( $W$ ), berat volume (?). Sedangkan parameter teknik yang dikaji dalam tulisan ini adalah : CBR dinamis, sudut geser dan nilai kuat tekan ( $q_u$ ).

Jika pori tanah cuma berisi dengan air maka tanah dikategorikan berada dalam kondisi jenuh air, namun jika pori cuma diisi dengan udara maka dikategorikan tanah kering. Adapun parameter-parameter yang kami tinjau dalam penulisan ini adalah : jika pori tanah diisi oleh air dan udara, maka tanah dikategorikan dalam kondisi normal atau tidak terganggu.

#### **Kadar Air.**

Kadar air ini adalah persentase air yang terdapat antar butir suatu contoh tanah dan dinyatakan dalam satuan persen. Menurut Ilham Halim dan Sultan 2005 semakin tinggi kadar air optimum maka nilai CBR semakin kecil dan begitu pula sebaliknya.



### **Berat Volume Tanah**

Berat volume atau nilai kerapatan adalah kemampuan tanah untuk merapat, sebelum padat tanah terlebih dahulu tanah merapat. Semakin besar kemampuan untuk merapat maka semakin besar pulalah kemampuannya mengalami kepadatan. Menurut Ilham Halim dan Sultan 2005 semakin besar nilai kerapatan kering maka tingkat kerapatan juga meningkat dan angka pori semakin mengecil.

### **Sudut geser dalam tanah**

Sudut geser adalah sudut yang terbentuk bila suatu contoh tanah sudah terjadi keruntuhan. Menurut Mail 2006 semakin kecil sudut geser suatu tanah maka tanah semakin lunak dan nilai CBR semakin kecil juga.

### **Nilai $q_u$ tanah**

Nilai  $q_u$  adalah tekanan maksimum yang dimiliki oleh tanah sebelum terjadi keruntuhan atau pergeseran pada tanah. Nilai  $q_u$  sudah diidentifikasi dengan nilai daya dukung.

## **D. Daya Dukung Tanah Dasar**

Untuk mendapatkan nilai daya dukung tanah yang akurat, harus menguji beberapa parameter tanah, karena tanah sangat banyak parameternya dan terkadang parameter - parameter tanah tidak sampai satu nilainya. Maka dalam penelitian untuk menentukan parameter diperlukan ketelitian.

Daya dukung tanah diidentifikasi sebagai kemampuan tanah untuk memikul atau menahan beban yang ada di atasnya, atau menahan berat sendiri dari tanah tersebut dan tidak terjadi penurunan.

Semua konstruksi yang direncanakan akan didukung oleh tanah, termasuk gedung-gedung, jembatan, bendungan, konstruksi jalan raya, dsb. Tanah selalu mempunyai peran penting pada suatu lokasi pekerjaan konstruksi. Tanah adalah pendukung suatu bangunan atau bahan konstruksi dari bangunan itu sendiri. Dan kadang sebagai sumber penyebab gaya luar dari bangunan. Sehingga tanah selalu berperan penting pada aspek pekerjaan sipil.

Tanah mampu mendukung beban dari setiap konstruksi tanpa mengalami :

1. Kegagalan geser
2. Mengalami penurunan.

Daya dukung izin tanah didefinisikan sebagai tekanan maksimum yang boleh bekerja pada tanah sehingga keruntuhan geser dan penurunan terjadi.

Daya dukung ultimate didefinisikan sebagai tekanan terkecil yang bekerja pada tanah yang dapat menyebabkan keruntuhan, geser dan penurunan pada tanah pendukung tempat di bawah atau di sekeliling konstruksi pondasi.

Tanah mempunyai sifat untuk meningkatkan kepadatan dan kekuatan geser apabila mendapat tekanan, misalnya tekanan roda yang bekerja di atasnya. Apabila beban yang bekerja pada tanah telah melampaui daya dukung batasnya,

tegangan geser yang ditimbulkan dalam tanah melampaui ketahanan geser tanah pondasi, maka berkaitan keruntuhan geser tanah tersebut.

Ada tiga macam kemungkinan pola keruntuhan kapasitas daya dukung tanah :

1. Keruntuhan Geser Umum
2. Keruntuhan Geser Ponds
3. Keruntuhan Geser Lokal

Pola keruntuhan kapasitas daya dukung tanah umumnya dihubungkan dengan kemampuan tanah untuk mampat, dimana pada tanah yang tidak mudah mampat, keruntuhan yang terjadi adalah keruntuhan umum.

Banyak metode yang digunakan untuk menentukan besarnya kapasitas daya dukung tanah pada pondasi dalam menerima beban yang bekerja. Salah satu metode adalah dengan Mekanika Tanah Klasik yang dikemukakan oleh Terzaghi (1943). Untuk menentukan daya dukung tanah menurut Terzaghi perlu diketahui parameter-parameter tanah antara lain :

1. Sudut geser ( $\phi$ )
2. Kohesi ( $c$ )
3. Berat Volume ( $\gamma$ ).

## E. Relevansi Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian mengenai tanah dan korelasinya dapat dikemukakan sebagai berikut :

### 1. Darwis Panguriseng (2006)

Judul : Korelasi Tahanan Konis ( $q_u$ ) dengan nilai N-SPT

Penelitian ini dilakukan pada lima lokasi di Kota Makassar. Dari lima lokasi yang ada dikelompokkan berdasarkan nilai-nilai plastis indeksnya pada masing-masing kedalaman yang diuji. Jadi analisis tidak didasarkan atas satu lokasi tapi berdasarkan PI tanah.

Analisis yang digunakan dalam tulisan ini juga mempergunakan analisis korelasi linear dan untuk menentukan faktor korelasi antara  $q_c$  dengan N-SPT digunakan formula sebagai berikut :

$$k = q_c / N \cdot SPT$$

yang mana :

$k$  = faktor korelasi

hasil penelitian menunjukkan bahwa :

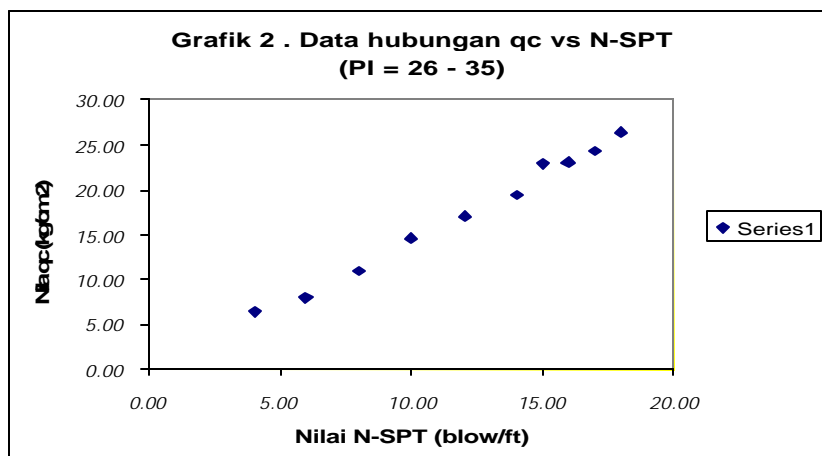
- a. Jenis tanah yang memberikan faktor korelasi antara parameter  $q_c$  dan N-SPT yang terkecil adalah jenis tanah non plastis dengan nilai indeks korelasi sebesar 1,40 ( $1,0 N - SPT = 1,4 \cdot q_c$ )
- b. Jenis tanah yang memberikan faktor korelasi antara parameter  $q_c$  dan N-SPT yang terbesar adalah jenis tanah yang memiliki plastis indeks antara 56 s/d 65 dengan nilai faktor korelasi sebesar 1,99 ( $1,0 N-SPT = 1,99 q_c$ ).

- c. Untuk tanah dengan nilai plastis indeks yang lebih besar dari 75 sudah memperlihatkan gejala umumnya nilai faktor korelasi antara  $q_c$  dengan faktor N-SPT.

Tabel 06 Analisis Menurut Darwis Panguriseng (2006)

No data	Nilai SPT (blow/feet)	Tek.Konus, $q_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	F.Korelasi Langsung
1	4.00	6.50	1.63
2	6.00	8.00	1.33
3	8.00	11.00	1.38
4	10.00	14.60	1.46
5	12.00	17.00	1.42
6	14.00	19.40	1.39
7	15.00	22.90	1.53
8	16.00	23.00	1.44
9	17.00	24.20	1.42
10	18.00	26.40	1.47
Faktor Korelasi rata-rata ( k )			<b>1.45</b>

Sumber : Darwis Panguriseng (2006)



Sumber : Darwis Panguriseng (2006)

Tabel 07 Hasil Analisis Menurut Darwis Panguriseng (2006)

No data	Jenis Tanah	k
1	Tanah non plastis	1.40
2	Tanah, PI = 26 s/d 35	1.50
3	Tanah PI = 36 s/d 45	1.55
4	Tanah PI = 46 s/d 55	1.70
5	Tanah PI = 56 s/d 65	1.99
6	Tanah PI = 66 s/d 75	1.80
7	Tanah, PI > 75	1.65

Sumber : Darwis Panguriseng (2006)

2. Budianto Widjaya dan Austria (2005)

Judul : Negative Friction Tiang Pancang Pada Tanah Lempung, Study Kasus Pabrik Tekstil Bale Endah

Penelitian ini mengkorelasikan antara qc terhadap c.

Didapat hasil :

$$c = 1/25 qc \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

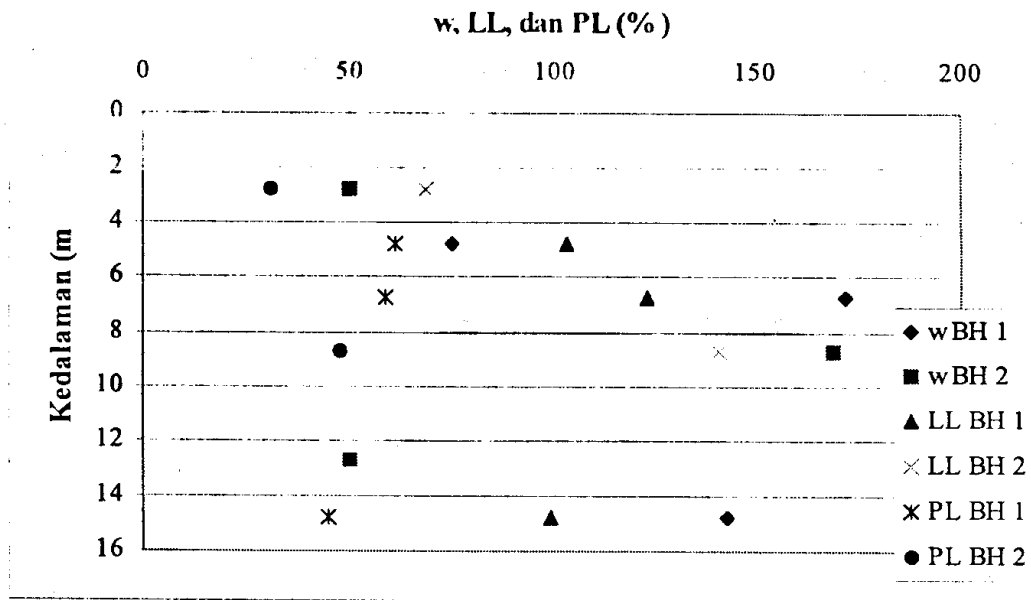
c = 1/? qc dengan nilai ? bervariasi antara 14 sampai 21.

Penelitian ini juga menggambarkan hubungan Berat Isi (?) terhadap kedalaman tanah, data terlampir pada tabel di bawah ini menunjukkan lapisan tanah yang ada cenderung berada pada kondisi sangat lunak sampai lunak.

Tabel 08 Nilai-Nilai Index Properties pada Pabrik Tekstil di Bale Endah

BH	Kedalaman M	m	$G_s$	$\rho$ t/m <sup>3</sup>	$\rho_d$ t/m <sup>3</sup>	e	$S_r$ %	w %	LL %	PL %	LI %	PI %	Jenis
1	4,5-5,0	4,75	2.48	1,50	0,86	1,90	98	75	103	61	33	42	MH
	6,5-7,0	6,75	2,38	1,21	0,45	4,73	94	172	123	59	177	64	MH
	14,5-,15,0	14,75	2,45	1,30	0,53	3,73	99	143	99	45	181	54	MH
2	2.5-3.0	2.75	2,62	1,67	1,11	1,34	95	50	69	31	50	38	CH
	8.5-9.0	8.75	2,38	1,22	0,45	4,90	93	169	141	48	130	93	CH
	12.5-13.0	12.75	2,66	1,69	1,13	1,36	98	50	-	-	-	-	NP

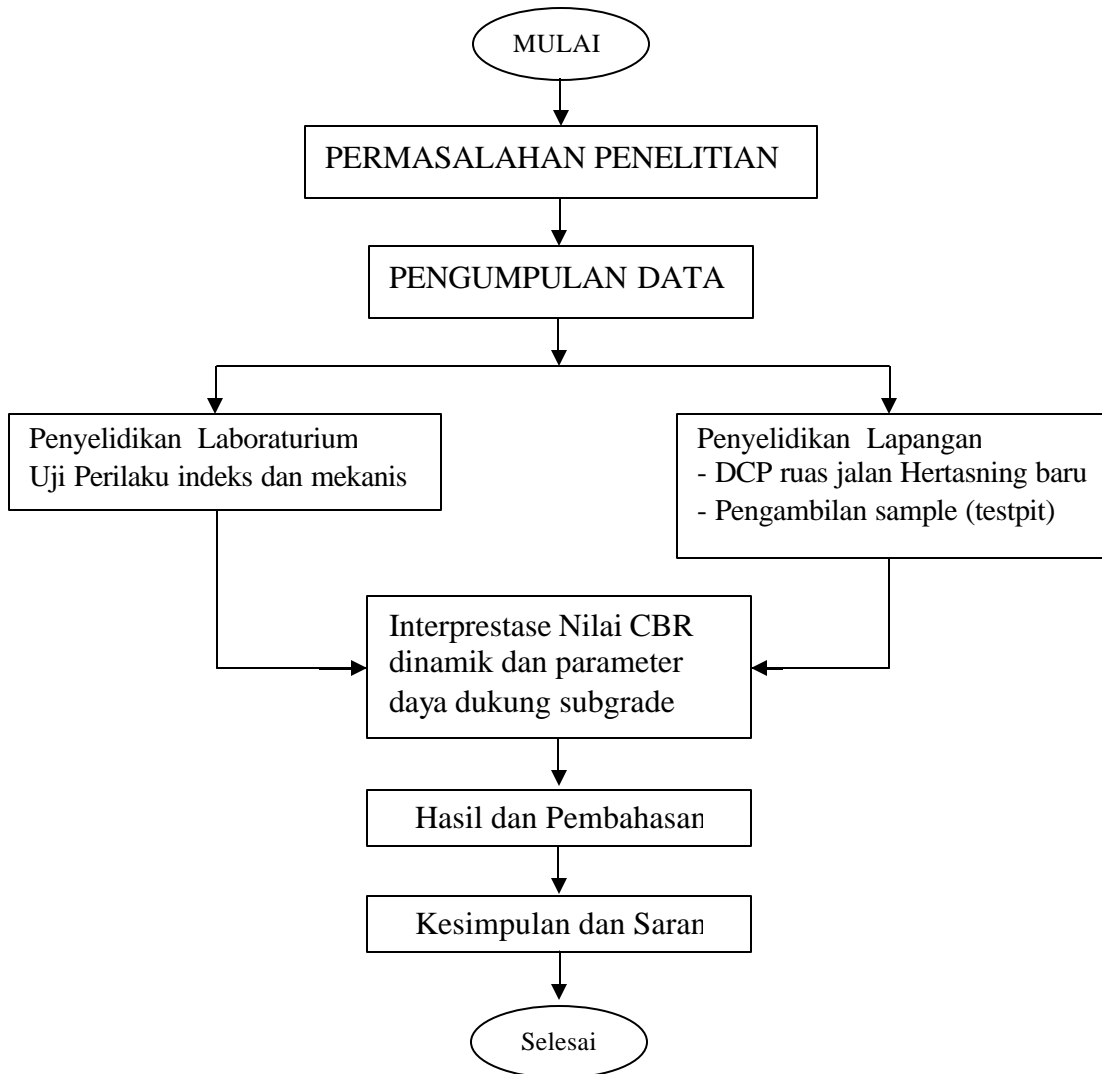
Sumber : Budianto Widjaya dan Austria Hal. 47 (2005)



Gambar 03. Hubungan w, LL, PL terhadap Kedalaman

Sumber : Budianto Widjaya dan Austria Hal. 47 (2005)

## KERANGKA PIKIR





## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Deskripsi dan Lokasi Penelitian**

##### **a.1 Deskripsi**

Penelitian ini merupakan penelitian langsung di Lapangan dan penelitian di Laboratorium, untuk memperoleh nilai-nilai parametric tanah dan study literature yang berhubungan dengan penelitian yang dapat disusun dalam satu konsep actual.

##### **a.2 Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di jalan Hertasning baru kota Makassar dan ditunjang dengan penelitian Laboratorium yang telah dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Sipil Universitas Hasanuddin.

Pelaksanaan pengujian dilaksanakan selama 1 bulan, pengujian CBR dinamis langsung diuji pada ruas jalan Hertasning Baru Kota Makassar. Sedangkan pengujian laboratorium dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Hasanuddin, yang bertujuan untuk mendapatkan parameter-parameter tanah yang akan dikaji dalam penulisan ini.

Penelitian ini dilakukan pada 20 titik sepanjang 1,8 km, untuk penentuan titik kami melihat langsung kondisi ruas jalan Hertasning Baru Kota Makassar yang mana pada ruas tersebut, kondisi tanah dasar adalah rawa-rawa dan tinggi timbunan subgrade sangat bervariasi sehingga dalam penentuan penempatan titik dilihat pada

susunan lapisan subgrade yang ada. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada lampiran (Peta Situasi Ruas Jalan Hertasning Baru Kota Makassar).

Situasi Pada Ruas Jalan Hertasning Baru Kota Makassar adalah merupakan salah satu jalan lingkar di Kota Makassar yang dapat menghubungkan akses ke kabupaten Gowa dan dapat menghubungkan akses dari Kota Makassar ke beberapa kompleks perumahan yang ada disekitar jalan Hertasning Baru Kota Makassar. Masyarakat yang ada di beberapa kompleks perumahan dapat mencapai beberapa pusat pembelanjaan yang ada di Kota Makassar, terutama pusat pembelanjaan yang ada di Panakkukang dengan melalui ruas jalan Hertasning Baru kota Makassar dapat dicapai dengan waktu yang singkat setelah ada jalan lingkar. Situasi dan letak jalan Hertasning Baru Kota Makassar dapat dilihat pada gambar terlampir (lampiran 1).

## **B. Metode Sampel dan Pengujian**

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data lapangan meliputi CBR Dinamik yang diuji dengan alat DCP dan data Laboratorium yakni parameter tanah diantaranya kadar air ( $w$ ), berat volume (?), sudut geser (?), dan kuat tekan ( $q_u$ ).

Cara pengambilan sample CBR langsung diuji di lapangan sedangkan parameter yang lain, diambil sample tanah kedalam tabung seakan-akan sama kondisi lapangan yaitu tanah diambil dalam keadaan tidak terganggu dengan cara tabung tersebut, bagian atas dan bawahnya dilapisi parapin untuk menjaga agar kadar air tersebut tidak berkurang.

### C. Elaborasi dan Analisis Data

Berdasarkan tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini, maka data-data yang diperoleh dari lapangan dan dari Laboratorium, maka data yang didapat diolah berdasarkan kebutuhan.

Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan teknik analisis deskriptis yang didukung oleh data kuantitatif dan disusun dalam suatu kerangka konseptual.

Analisis yang digunakan dalam penulisan ini adalah regresi linier sederhana yakni sebuah data di gunakan validasinya nilai yang diperoleh pada tabel dapat dicek ulang dengan menghitung r atau r hitung.

Bentuk umum persamaan regresi linier adalah :

Rumus 1 :  $y = a + b \cdot x$ ..... (Persamaan 1.2)

Dimana : y = Subyek dalam variabel yang diprevikasi

a = Konstanta (harga y = bila x = 0

b = angka arah atau koefisien regresi, yang menunjukkan angka peningkatan atau penurunan variabel dependen yang didasarkan pada hubungan nilai variabel independen. Bila b (+) maka naik, bila b (-) maka terjadi penurunan.

x = subjek variabel independen mempunyai nilai tertentu

Rumus 2 : nilai  $b = r \frac{S_y}{S_x}$  ..... (Persamaan 1.3)

Rumus 3 : nilai  $a = y - b \cdot x$ ..... (Persamaan 1.4)

Dimana :  $r$  = Koefisien korelasi antara variabel x dengan y

$S_y$  = Simpangan baku variabel y

$S_x$  = Simpangan baku variabel x

*Sumber : Pengantar Analisis Statistik Hal. 286*

Dari persamaan regresi sederhana di atas (persamaan 1.2), untuk menganalisis 4 parameter subgrade maka persamaan ini direduksi menjadi persamaan regresi berganda dengan rumus :

Rumus 4 :  $y = b_0 + b_1x_1 + b_1 + b_2x_2 + b_2 + b_3x_3 + b_3 + b_4x_4 \dots$  (Persamaan 1.5)

Dimana :  $y$  = subjek dalam variabel yang diprevikasi

$b$  = angka arah atau koefisien regresi

$x_1$  = parameter kadar air

$x_2$  = parameter berat volume

$x_3$  = parameter sudut geser

$x_4$  = parameter kuat tekan

*Sumber : Dasar-Dasar Statistika, Arif Tiro Hal. 301*

### **Analisis Regresi**

Setelah tahap pengukuran data selesai, data-data laboratorium dan data lapangan yang ada kemudian diolah berdasarkan kebutuhan, kemudian dianalisis dengan metode Regresi Linier yakni menghubungkan CBR dinamis dengan beberapa

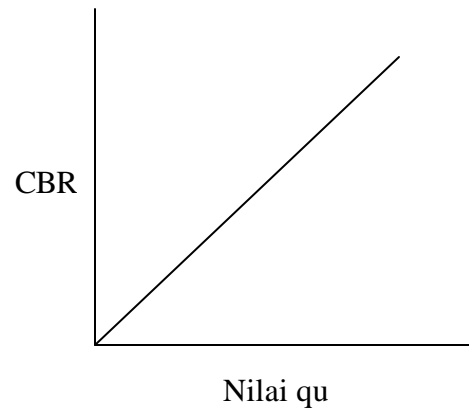
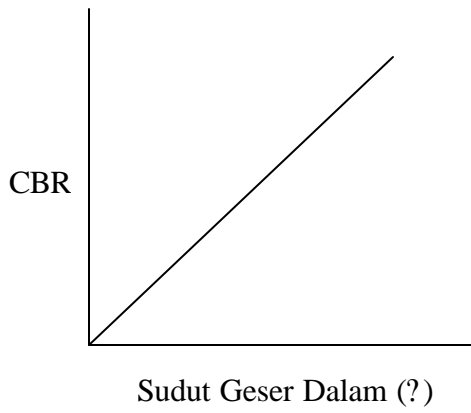
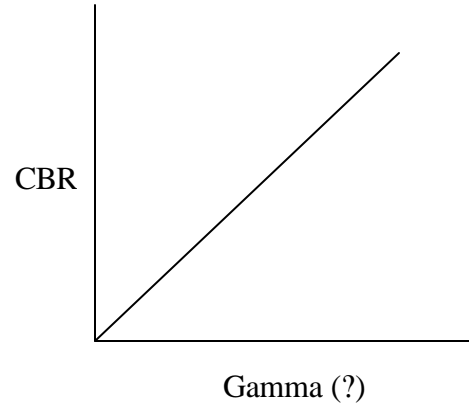
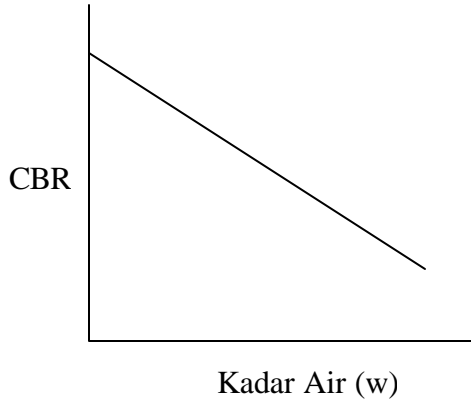
parameter tanah yang terjadi, bertujuan untuk mendapatkan hubungan antara CBR dengan parameter tanah tersebut.

Jadwal penelitian ini dilakukan pada bulan September sampai dengan bulan Oktober 2006, penyelidikan ini terbagi dua yaitu penyelidikan lapangan yang akan dilaksanakan langsung pada ruas jalan Hertasning Baru Kota Makassar dengan mempergunakan alat DCP untuk uji CBR dinamik. Penyelidikan Laboratorium yang rencananya akan dilaksanakan di laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Sipil Program S1 Universitas Hasanuddin Makassar, untuk menguji sifat-sifat fisis dan sifat mekanis dengan sasaran memperoleh parameter-parameter tanah yang akurat pendekatannya dengan CBR dinamik.

Dengan diperolehnya hasil uji CBR dengan alat DCP dan parameter tanah diantaranya kadar air ( $w$ ),  $\gamma$  ( $\gamma$ ), sudut geser dalam ( $\phi$ ) dan nilai  $q_u$ . Kemudian analisa grafik dengan regresi linier, adapun grafik yang akan kami analisa sebagai berikut :

1. Grafik hubungan CBR dengan kadar air ( $w$ )
2. Grafik hubungan CBR dengan  $\gamma$  ( $\gamma$ )
3. Grafik hubungan CBR dengan sudut geser dalam ( $\phi$ )
4. Grafik hubungan CBR dengan nilai  $q_u$ .

Contoh analisa grafik



*Sumber : Buku Pengantar Statistik*

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Karakteristik Tanah Dasar Subgrade**

Dengan melihat kondisi lokasi disekitar ruas jalan Hertasning Baru Kota Makassar pada umumnya rawa-rawa sehingga untuk perencanaan jalan diperlukan timbunan Subgrade yang cukup tebal dan ketebalan subgrade sangat bervariasi mengikuti dalamnya rawa-rawa tersebut mulai dari ketebalan 30 cm sampai dengan 200 cm kemudian setelah subgrade dipadatkan diikuti dengan lapisan sirtu yakni LPB dan LPA untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar typical contoh pada STA 0,00 – 0 + 725 gambar terlampir (lampiran 2).

Pada tabel 14 hasil rekapitulasi pengamatan diperoleh hasil uji batas-batas Atterberg Limit diperoleh  $W_L$  rata-rata = 41% dan Indeks Plastis (IP) rata-rata = 11% dan hasil uji analisa butir dengan nomor saringan 200 lebih dari 50%, maka hasil ini jika dimasukkan ke dalam tabel klasifikasi tanah AASHTO, maka tanah tersebut masuk dalam golongan tanah klasifikasi A6 yang digolongkan tanah lempung.

Jadi dengan diperolehnya jenis tanah tersebut, maka analisis yang digunakan dalam penulisan ini baru berlaku pada jenis tanah lempung, dan untuk jenis tanah yang lain belum dianalisis dalam tulisan ini. Dengan demikian jika

ingin mempergunakan rumus yang ada dalam analisis ini, perlu menganalisa jenis tanahnya terlebih dahulu.

Adapun hasil pengujian lapangan dan laboratorium diperoleh data sebagai berikut :

Dari hasil pengujian CBR Dinamik dengan mempergunakan alat DCP pada ruas jalan Hertasning baru kota Makassar diperoleh data CBR dapat dilihat pada tabel berikut :



Tabel 09. Hasil pengujian CBR dinamik :

TITIK	STA	CBR (%)
01	0+075	7.5
02	0+150	8.5
03	0+190	8.2
04	0+300	12
05	0+375	7
06	0+450	9
07	0+575	6.1
08	0+600	10
09	0+700	9.5
10	0+800	7.4
11	0+900	10.2
12	1+000	9.8
13	1+100	10
14	1+200	5.7
15	1+300	9.1
16	1+400	7.8
17	1+500	8.4
18	1+600	8
19	1+700	8.1
20	1+800	6.3

Sumber : Hasil olahan data

Berdasarkan hasil diatas terlihat bahwa nilai CBR dinamik yang diperoleh dari 20 titik pengamatan nilainya bervariasi mulai dari 5.75 sampai dengan 12. Ini menunjukkan bahwa nilai CBR yang diperoleh menunjukkan bahwa Subgrade tersebut dalam kondisi padat.

### Kadar air (*w*)

Dari hasil pengujian kadar air nilainya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 10. Hasil perhitungan kadar air.

TITIK	STA	<i>W</i> (%)
01	0+075	51.91
02	0+150	46.04
03	0+190	47.28
04	0+300	38.90
05	0+375	54.60
06	0+450	45.14
07	0+575	55.86
08	0+600	42.17
09	0+700	43.56
10	0+800	54.01
11	0+900	40.98
12	1+000	42.02
13	1+100	41.56
14	1+200	57.48
15	1+300	44.08
16	1+400	50.72
17	1+500	46.13
18	1+600	48.83
19	1+700	47.50
20	1+800	55.16

Sumber : Hasil olahan data

Berdasarkan hasil yang terlihat pada tabel bahwa nilai kadar air hasil uji Laboratorium bervariasi mulai dari 39.90 % sampai dengan 57.46 % ini

menunjukkan bahwa kondisi tanah pada ruas jalan Hertasing baru kota Makassar mulai dari STA 0+075 sampai dengan STA 1+800 berada dalam kondisi jenuh.

### Berat Volume

Hasil pengujian berat volume pada 20 titik dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 11 Hasil perhitungan berat volume.

TITIK	STA	$\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )
01	0+075	1.60
02	0+150	1.71
03	0+190	1.65
04	0+300	1.86
05	0+375	1.58
06	0+450	1.72
07	0+575	1.48
08	0+600	1.80
09	0+700	1.74
10	0+800	1.59
11	0+900	1.83
12	1+000	1.75
13	1+100	1.81
14	1+200	1.34
15	1+300	1.73
16	1+400	1.61
17	1+500	1.70
18	1+600	1.62
19	1+700	1.63
20	1+800	1.50

Sumber : Hasil olahan data

Berdasarkan hasil diatas terlihat nilai berat volume yang diperoleh bervariasi mulai dari 1.34 sampai dengan 1.86. ini menunjukkan bahwa nilai berat volume yang diperoleh dikategorikan tanah dalam kondisi padat.

### **Sudut Geser (?)**

Hasil pengujian sudut geser dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 12 Hasil perhitungan sudut geser :

TITIK	STA	$\phi^0$
01	0+075	15° 47'
02	0+150	25° 30'
03	0+190	22° 21'
04	0+300	41° 21'
05	0+375	14° 31'
06	0+450	26° 49'
07	0+575	11° 10'
08	0+600	36° 53'
09	0+700	31° 37'
10	0+800	15° 38'
11	0+900	40° 14'
12	1+000	33° 33'
13	1+100	39° 70'
14	1+200	10° 30'
15	1+300	30° 10'
16	1+400	16° 46'
17	1+500	23° 28'
18	1+600	20° 70'
19	1+700	21° 14'
20	1+800	13° 24'

Sumber : Hasil olahan data

Berdasarkan hasil pada tabel terlihat bahwa nilai sudut geser yang diperoleh data 20 titik sampel nilainya bervariasi mulai dari 10°30' sampai dengan 41°21'. Ini menunjukkan bahwa lapisan Subgrade yang diteliti mulai dari sampel yang berbutir halus sampai dengan berbutir agak kasar.

### **Kuat Tekan (qu)**

Hasil pengujian kuat tekan dapat dilihat pada tabel sebagai berikut.

Tabel 13. Hasil pengujian kuat tekan

TITIK	STA	qu (kg/cm <sup>2</sup> )
01	0+075	0.62
02	0+150	1.31
03	0+190	0.90
04	0+300	2.13
05	0+375	0.54
06	0+450	1.44
07	0+575	0.32
08	0+600	2.05
09	0+700	1.44
10	0+800	0.55
11	0+900	2.12
12	1+000	1.96
13	1+100	2.10
14	1+200	0.30
15	1+300	1.44
16	1+400	0.72
17	1+500	1.18
18	1+600	0.75
19	1+700	0.75
20	1+800	0.53

Sumber : Hasil olahan data

Berdasarkan hasil kuat tekan diatas nilainya bervariasi mulai dari 0.30 sampai dengan 2.13. ini menunjukkan bahwa nilai kuat tekan yang diperoleh masuk dalam kategori lempung padat.

Tabel 14 Rekapitulasi Hasil Penelitian

Titik	CBR (%)	Berat Volume (g) gr/cm <sup>3</sup>	Kadar Air (W) %	Kuat Tekan (qu) kg/cm <sup>2</sup>	Sudut Geser (f) °	% Lolos Saringan (%)	Liquid Limit (LL) (%)	Pi (%)	Gs
1	7,5	1,60	51,91	0,62	15,47	87,21	36,62	16,23	2,431
2	8,5	1,71	46,04	1,31	25,30	71,98	33,87	10,93	2,442
3	8,2	1,65	47,28	0,90	22,21	75,66	35,54	12,08	2,436
4	12	1,86	38,90	2,13	41,21	50,70	5,60	5,60	2,550
5	7	1,58	54,60	0,54	14,31	90,56	36,78	10,01	2,429
6	9	1,72	45,14	1,44	26,49	71,96	33,72	10,58	2,442
7	6,1	1,48	55,86	0,32	11,10	92,75	37,63	17,22	2,413
8	10	1,80	42,17	2,05	36,53	67,30	32,52	6,77	2,481
9	9,5	1,74	43,56	1,44	31,37	71,68	32,78	12,37	2,465
10	7,4	1,59	54,01	0,55	15,38	87,60	36,72	11,18	2,430
11	10,2	1,83	40,98	2,12	40,14	65,20	31,73	15,56	2,547
12	9,8	1,75	42,02	1,96	33,33	71,52	32,78	6,17	2,477
13	10	1,81	41,56	2,10	39,70	67,20	31,86	6,89	2,512
14	5,7	1,34	57,46	0,30	10,30	94,55	38,61	9,11	2,352
15	9,1	1,73	44,08	1,44	30,10	71,78	33,69	11,68	2,459
16	7,8	1,61	50,72	0,72	16,46	85,60	36,55	11,01	2,432
17	8,4	1,70	46,13	1,18	23,28	73,60	35,08	13,46	2,440
18	8	1,62	48,83	0,75	20,70	77,92	36,51	12,34	2,434
19	8,1	1,63	47,50	0,75	21,14	76,12	36,26	14,69	2,436
20	6,3	1,50	55,16	0,53	13,24	91,60	37,55	15,33	2,413
<b>Rata-Rata</b>	<b>8,4</b>	<b>1,66</b>	<b>47,70</b>	<b>1,16</b>	<b>24,39</b>	<b>77,12</b>	<b>33,62</b>	<b>11,46</b>	<b>2,451</b>

Sumber : Hasil Analisis

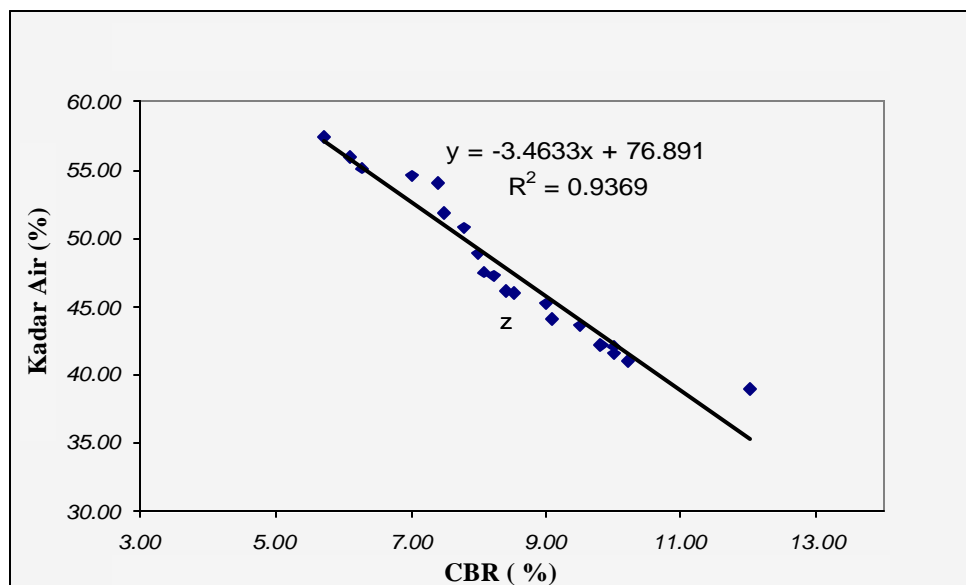
## B. Interpretasi Nilai CBR – Penetrasi Dinamis

Nilai CBR yang diperoleh pada ruas jalan Hertasning Baru Kota Makassar sangat bervariasi mulai dari 5% - 12%. Hal ini menggambarkan bahwa pada umumnya CBR subgrade pada ruas jalan Hertasning Baru Kota Makassar sudah sesuai dengan spesifikasi yang ada yakni 5% - 10% untuk subgrade. Dengan diperolehnya nilai CBR tersebut maka tujuannya adalah untuk menentukan tebal perkerasan yang ada di atasnya.

## C. Hubungan CBR dengan Parameter Daya Dukung Tanah Subgrade

Setelah diperoleh nilai CBR dinamis dan parameter-parameter subgrade kemudian diplot masuk ke dalam grafik regresi linier seperti yang tersaji di bawah ini :

### Grafik Hubungan CBR Vs Kadar Air

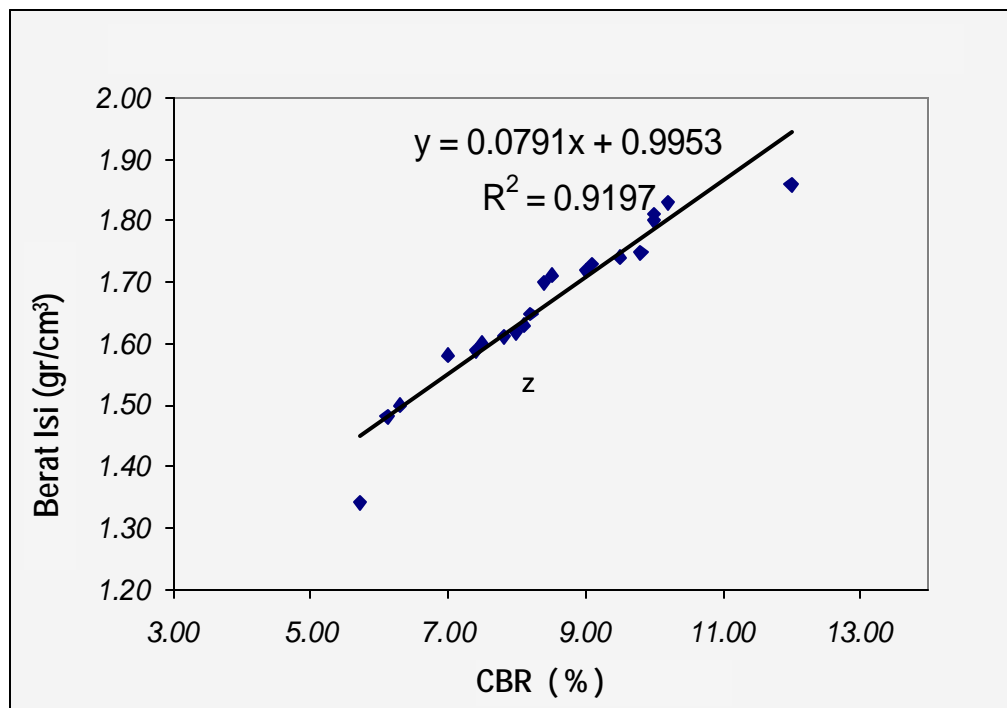


Gambar 04. Kurva Hubungan CBR Vs Kadar Air



Pada gambar 02 terlihat kurva hubungan kadar air dengan CBR menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar air maka nilai CBR semakin berkurang. Sehingga terbentuk grafik regresi linier berbanding terbalik.

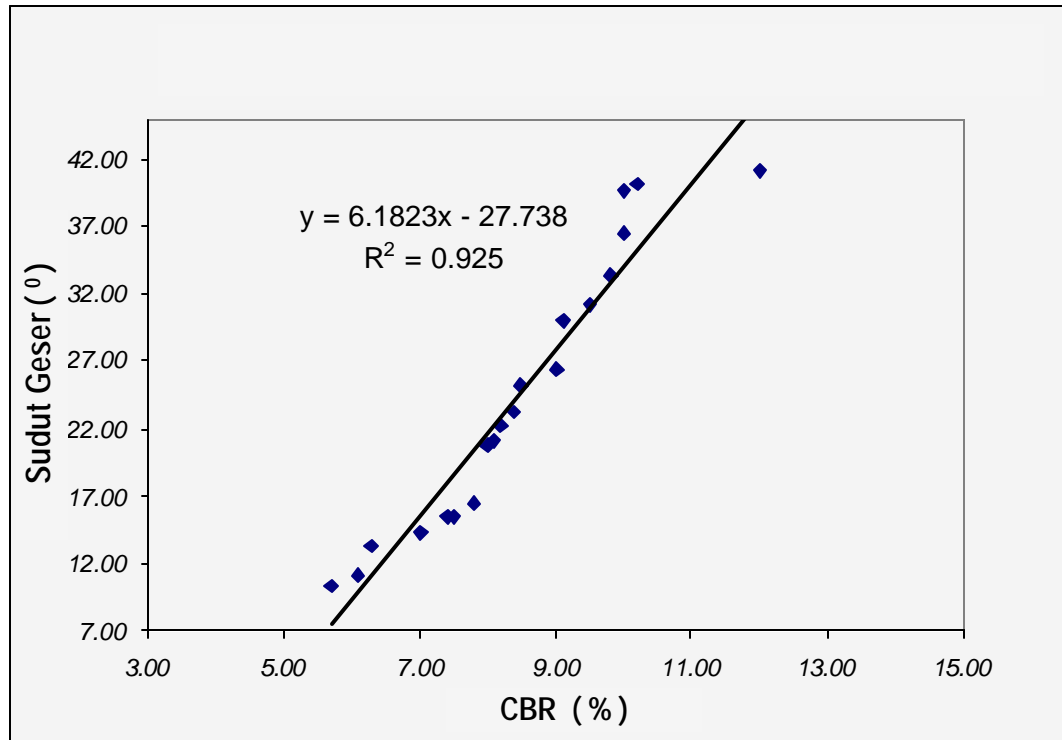
### Grafik Hubungan CBR Vs Berat Isi



Gambar 05. Kurva Hubungan Antara CBR Vs Berat Isi

Pada gambar 05 terlihat hubungan antara CBR Vs Berat Isi, membentuk grafik regresi linier berbanding lurus, semakin besar nilai berat isi maka nilai CBR semakin meningkat juga.

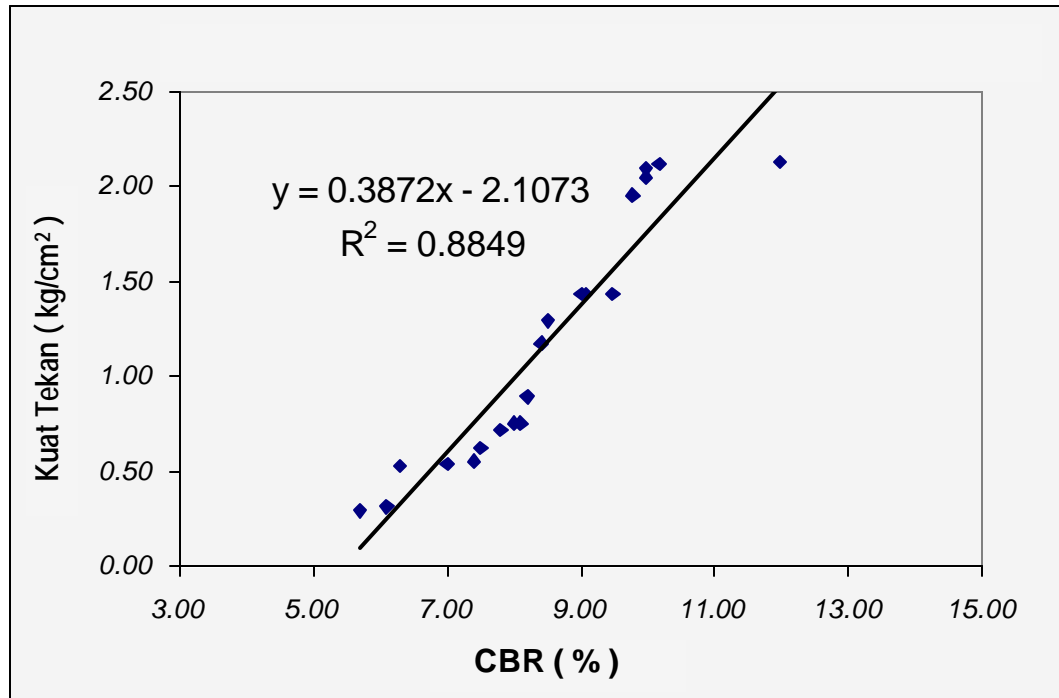
### Grafik hubungan CBR Vs Sudut Geser



Gambar 06. Kurva Hubungan CBR dengan Sudut Geser

Pada gambar 06 terlihat kurva hubungan CBR dengan sudut geser pada 20 titik membentuk kurva regresi linier berbanding lurus. Semakin tinggi nilai sudut geser maka nilai CBR semakin meningkat juga.

### Grafik Hubungan CBR Vs Kuat Tekan

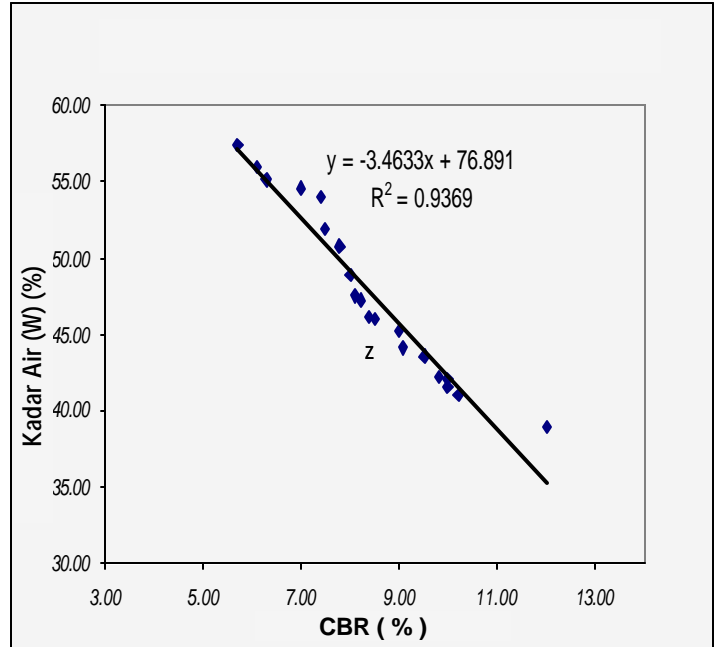


Gambar 07. Kurva Hubungan Antara CBR dengan Kuat Tekan

Pada gambar 07 terlihat kurva hubungan antara CBR dengan Kuat Tekan membentuk kurva regresi linier berbanding lurus. Semakin tinggi nilai kuat tekan maka nilai CBR semakin meningkat juga.

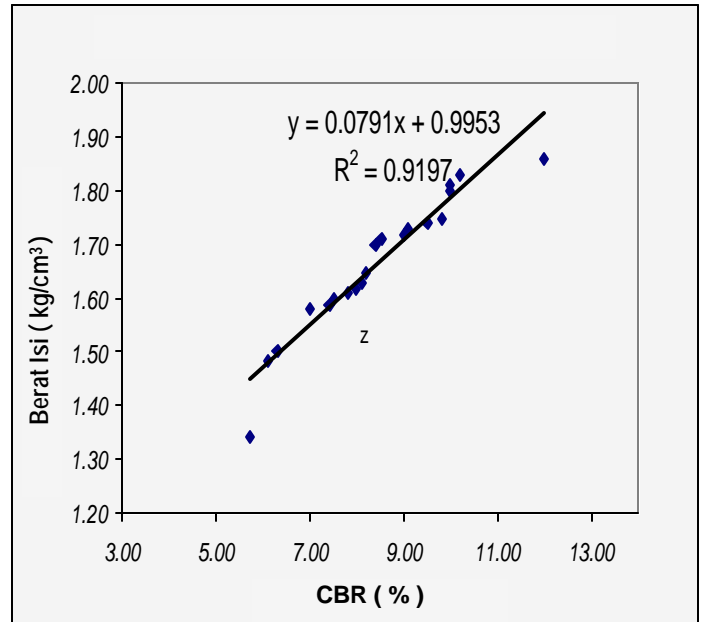
Tabel – 15 : Data hubungan CBR vs Kadar air

No. Titik	CBR (%)	W (%)	F.Korelasi Langsung
1	12.00	38.90	3.24
2	10.20	40.98	4.02
3	10.00	41.56	4.16
4	10.00	42.02	4.20
5	9.80	42.17	4.30
6	9.50	43.56	4.59
7	9.10	44.08	4.84
8	9.00	45.14	5.02
9	8.50	46.04	5.42
10	8.40	46.13	5.49
11	8.20	47.28	5.77
12	8.10	47.50	5.86
13	8.00	48.83	6.10
14	7.80	50.72	6.50
15	7.50	51.91	6.92
16	7.40	54.01	7.30
17	7.00	54.60	7.80
18	6.30	55.16	8.76
19	6.10	55.86	9.16
20	5.70	57.46	10.08
Faktor Korelasi rata-rata ( k )			<b>5.98</b>



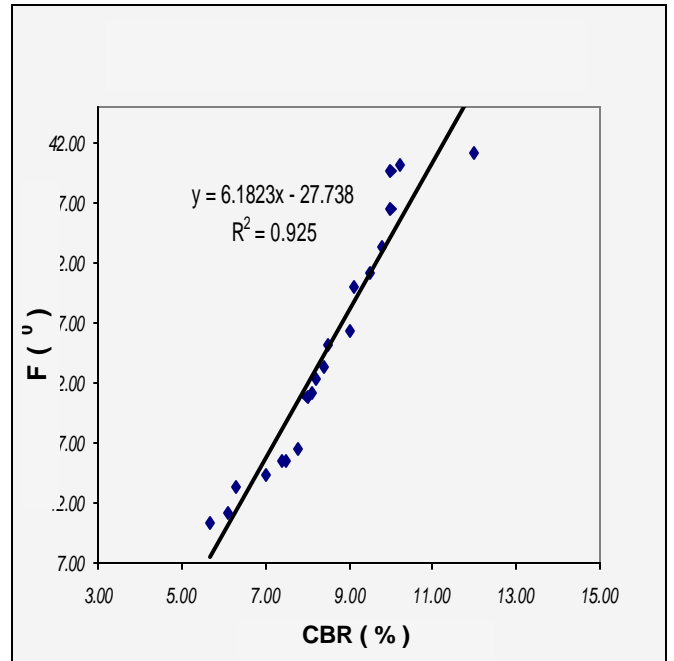
Tabel – 16 : Data hubungan CBR vs Berat Isi

No Titik	CBR (%)	?? (kg/cm <sup>3</sup> )	F.Korelasi Langsung
1	12.00	1.86	0.16
2	10.20	1.83	0.18
3	10.00	1.81	0.18
4	10.00	1.80	0.18
5	9.80	1.75	0.18
6	9.50	1.74	0.18
7	9.10	1.73	0.19
8	9.00	1.72	0.19
9	8.50	1.71	0.20
10	8.40	1.70	0.20
11	8.20	1.65	0.20
12	8.10	1.63	0.20
13	8.00	1.62	0.20
14	7.80	1.61	0.21
15	7.50	1.60	0.21
16	7.40	1.59	0.21
17	7.00	1.58	0.23
18	6.30	1.50	0.24
19	6.10	1.48	0.24
20	5.70	1.34	0.24
Faktor Korelasi rata-rata ( k )			<b>0.20</b>



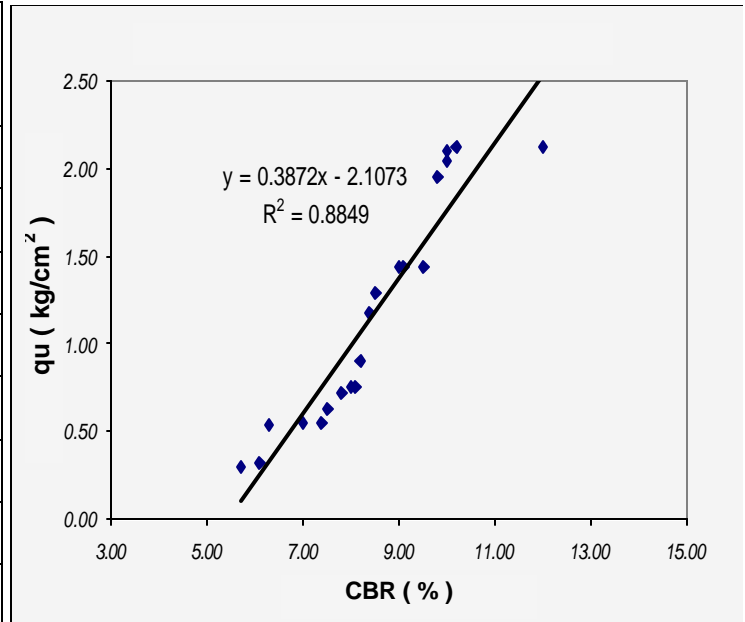
Tabel –17 : Data hubungan CBR vs Sudut Geser

No. Titik	CBR (%)	F (°)	F.Korelasi Langsung
1	12.00	41.21	3.43
2	10.20	40.14	3.94
3	10.00	39.70	3.97
4	10.00	36.53	3.65
5	9.80	33.33	3.40
6	9.50	31.17	3.28
7	9.10	30.10	3.31
8	9.00	26.49	2.94
9	8.50	25.30	2.98
10	8.40	23.28	2.77
11	8.20	22.21	2.71
12	8.10	21.14	2.61
13	8.00	20.70	2.59
14	7.80	16.46	2.11
15	7.50	15.47	2.06
16	7.40	15.38	2.08
17	7.00	14.31	2.04
18	6.30	13.24	2.10
19	6.10	11.10	1.82
20	5.70	10.30	1.81
Faktor Korelasi rata-rata ( k )			<b>2.78</b>



Tabel –18 : Data Hubungan CBR vs qu

No Titik	CBR (%)	qu (kg/cm <sup>2</sup> )	F.Korelasi Langsung
1	12.00	2.13	0.18
2	10.20	2.12	0.21
3	10.00	2.10	0.21
4	10.00	2.05	0.21
5	9.80	1.96	0.20
6	9.50	1.44	0.15
7	9.10	1.44	0.16
8	9.00	1.44	0.16
9	8.50	1.30	0.15
10	8.40	1.18	0.14
11	8.20	0.90	0.11
12	8.10	0.75	0.09
13	8.00	0.75	0.09
14	7.80	0.72	0.09
15	7.50	0.62	0.08
16	7.40	0.55	0.07
17	7.00	0.54	0.08
18	6.30	0.53	0.08
19	6.10	0.32	0.05
20	5.70	0.30	0.05
Faktor Korelasi rata-rata ( k )			<b>0.13</b>



Sehingga didapatkan bentuk umum persamaan regresinya adalah : (regresi sederhana)

$$b = \frac{n \cdot \sum X_i \cdot Y_i - \sum X_i \cdot \sum Y_i}{n \cdot \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} = \frac{3237.65}{934.84} = -3.4633$$

$$a = y_R - b \cdot x_R = 76.89125$$

$$x_R = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{168.60}{20} = 8.43$$

$$y_R = \frac{\sum Y_i}{n} = \frac{953.91}{20} = 47.70$$

Jadi bentuk persamaan regresinya adalah :

$$Y \equiv a + bX$$

$$y_t = 76.89125 + (-3.46332) X$$

Derajat kesesuaian hasil regresi ( r )

$$D^2 = \sum (y_i - y_R)^2$$

$$Dt^2 = \sum (y_i - y_t)^2$$

$$r = \sqrt{\frac{Dt^2 - D^2}{Dt^2}} = 0.968$$



Tabel – 19 : Tabel Factor Korelasi Langsung

No	Parameter	Pers. Regresi Sederhana	K	r hitung	r tabel
1	CBR vs Kadar air	$y = a + b \cdot x$	5.98	0.968	0.9369
2	CBR vs Berat isi	$y = a + b \cdot x$	0.20	0.959	0.9197
3	CBR vs Sudut geser (F)	$y = a + b \cdot x$	2.78	0.962	0.925
4	CBR vs $q_u$	$y = a + b \cdot x$	0.13	0.941	0.8849

Pada tabel 19 terlihat factor korelasi langsung yang terbesar adalah hubungan antara CBR vs kadar air yaitu 5.98 dan korelasi yang terkecil adalah korelasi langsung CBR vs kuat tekan = 0,13.

Berdasarkan analisa grafik didapatkan grafik yang berbentuk linier sehingga untuk memperoleh nilai korelasi antara variabel yang diuji (r), hasil dapat dilihat pada tabel terlampir. Jadi yang mempunyai aproksimasi atau pendekatan (r) terbesar adalah parameter kadar air terhadap CBR. Dari tabel 19 diperoleh r tabel lebih besar daripada r hitung sehingga hasil analisis dikategorikan signifikan.

Dalam analisis ini, dianalisis empat parameter tanah subgrade terhadap CBR maka persamaan regresi sederhana di atas direduksi ke persamaan regresi berganda.

#### **D. Model Regresi Linier Berganda CBR Vs Parameter Tanah Subgrade**

Dengan rumus :

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4.$$

Dimana :  $y$  = subjek dalam variabel yang diprevikasi

$b$  = angka arah atau koefisien regresi

$x_1$  = parameter kadar air

$x_2$  = parameter berat volume

$x_3$  = parameter sudut geser

$x_4$  = parameter kuat tekan

Sebelum melakukan pengolahan data, terlebih dahulu menentukan variabel terikat (Y) dan variabel bebas (X). Variabel terikat (Y) pada penelitian ini adalah CBR dinamis, sedangkan variabel bebas adalah parameter subgrade (X) adalah kadar air (X1), berat volume (X2), sudut geser (X3) dan kuat tekan (X4).

Setelah data-data yang ada terkumpul maka selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan menggunakan metode regresi linier berganda dengan bantuan program SPSS. Versi 12.

Tabel 20. Hasil regresi linier berganda dengan program SPSS. Versi 12

Coefficient<sup>a</sup>

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations		
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part
1	(Constant)	5,604	6,547		,856	,406			
	Kadar Air (X1)	-,099	,071	-,355	-1,405	,180	-,968	-,341	-,077
	Berat Volume (X2)	3,705	2,278	,310	1,627	,125	,957	,387	,089
	Sudut Geser (X3)	,077	,059	,495	1,306	,211	,962	,320	,071
	Kuat Tekan (X4)	-,415	,744	-,171	-,559	,585	,941	-,143	-,030

a. Dependent Variable: CBR (Y)

Sumber : Hasil olah data program SPSS versi 12

Berdasarkan analisis regresi linier berganda diperoleh Y sebagai berikut (data regresi linier berganda dapat dilihat pada lampiran 2.

$$Y = 5,604 - 0,99 X1 + 3,705 X2 + 0,077 X3 - 0,415 X4$$

Ini menunjukkan bahwa :

**B<sub>0</sub>** = 5,604 artinya setiap penambahan dari variabel bebas akan memberi pengaruh sebesar 5,604 sebagai nilai konstan untuk variabel terikat terhadap variabel bebas

**B<sub>1</sub>** = -0,099 artinya setiap penurunan kadar air 1 % akan memberi pengaruh sebesar 0,099 terhadap variabel terikat (CBR)

**B<sub>2</sub>** = 3,705 artinya setiap penambahan berat volume 1 % akan memberi pengaruh sebesar 3,705 terhadap CBR

B3 = 0,077 artinya setiap penambahan sudut geser 1 % akan memberi pengaruh sebesar 0,077 terhadap CBR.

B4 = - 0,415 artinya setiap pengurangan kuat tekan 1 % akan memberi pengaruh sebesar 0,415 terhadap CBR.

- **Koefisien korelasi berganda (R)**

Koefisien korelasi berganda (R) bernilai baik jika  $\pm 1$  berdasarkan hasil analisis regresi linier berganda (lampiran 2) diperoleh  $R = 0,977$ . Hal ini menunjukkan bahwa variabel bebas yang meliputi, kadar air (X1), berat volume (X2), sudut geser (X3), kuat tekan  $q_u$  (X4) memberikan pengaruh yang signifikan

- **Koefisien Determinasi (R Square)**

Koefisien determinasi R Square bernilai baik jika  $\pm$  bernilai 1. berdasarkan hasil analisis regresi linier berganda (Lampiran 3) diperoleh R Square = 0,955. Hal ini menunjukkan bahwa sumbangan ke 4 parameter variabel bebas (X) terhadap variabel terikat (Y) adalah sebesar 95,50 % sisanya 4,5 % dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak diperhitungkan dalam model ini.

- **Uji t (*t*-test)**

Tujuan dari pengujian ini terhadap variabel independen (koefisien regresi) adalah untuk menentukan apakah ada dan bagaimana bentuk pengaruh antara masing-masing variabel independen terhadap variabel dependen dengan cara

membandingkan nilai *t-stat* dengan nilai t-kritis. Penentuan nilai t-kritis terhadap koefisien regresi ditentukan dengan menggunakan tabel distribusi t dengan memperhatikan *level of significance* (?) dan *degree of freedom* ( $v$ ) =  $n - (k+1)$ , dimana  $n$  = *jumlah observasi* dan  $k$  = jumlah variabel bebas. Dari tabel distribusi t (lampiran 3), dengan nilai *level of significance* (?) = 0,05 = 5%, jumlah titik penelitian 20, maka nilai t-kritis =  $\pm 1,77$ .

Dengan memperhatikan nilai *t-stat* pada hasil analisis regresi berganda (lampiran 3) dapat disimpulkan bahwa variabel bebas yaitu parameter kadar air ( $x_1$ ), parameter berat volume ( $x_2$ ), parameter sudut geser ( $x_3$ ), parameter kuat tekan ( $x_4$ ). Hal ini berarti bahwa variabel bebas ( $x$ ) secara parsial tidak mempengaruhi nilai CBR dinamis, namun keberadaannya tetap diperhitungkan.

#### - Uji F (*F-test*)

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah semua variabel independen ( $X$ ) secara bersama-sama berpengaruh terhadap variabel dependen ( $Y$ ). Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan distribusi F dengan membandingkan antara nilai F-tabel dengan F-test hasil perhitungan. Penentuan nilai t-kritis terhadap koefisien regresi ditentukan dengan menggunakan tabel distribusi F dengan memperhatikan *level of significance* (?) dan *degree of freedom* ( $v$ ) =  $n - (k+1)$ , dimana  $n$  = *jumlah observasi* dan  $k$  = jumlah variabel bebas. Dari tabel distribusi F (lampiran 3), dengan nilai *level of significance* (?) =

0,05 = 5%. Nilai  $V = 20 - (4+1) = 15$ . Dalam distribusi F, nilai 15 terdapat antara 10 dan 20, sehingga diinterpolasi diperoleh nilai F kritis = 4,655 ( $80 > 4,855$ ). Hal ini berarti bahwa semua variabel x secara simultan signifikan mempengaruhi variabel dependen (Y).

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Kesimpulan**

1. Model yang cocok digunakan dalam menganalisis karakteristik CBR dinamis berdasarkan parameter kadar air, berat volume, sudut geser, dan kuat tekan adalah model regresi linier berganda, karena parameter yang dianalisis ada 4 variabel bebas terhadap variabel terikat atau variabel dependen.
2. Dari uji F diperoleh F hitung lebih besar dari F kritis. Hal ini berarti bahwa semua variabel bebas (x) secara simultan signifikan mempengaruhi variabel dependen (Y).
3. Dari persamaan regresi linier berganda diperoleh r Square 95,5%, ini menunjukkan bahwa naik turunnya variabel dependen dipengaruhi oleh variabel bebas (x) sebesar 95,50 % dan sisanya 4,5% dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak diperhitungkan dalam model ini.
4. Dengan menggunakan persamaan regresi linear didapatkan hasil bahwa terdapat hubungan yang positif antara semua variabel yang diuji yakni : kadar air (w) %, berat volume, sudut geser dan kuat tekan mempunyai hubungan peningkatan. Hal ini menggambarkan bahwa peningkatan nilai parameter daya dukung subgrade yakni kadar air, berat volume, sudut geser, dan kuat tekan akan mempengaruhi peningkatan nilai CBR.

## **B. Saran**

1. Perlunya dipergunakan beberapa metode untuk menganalisis agar nilai pendekatan ( $r$ ) antara parameter subgrade dengan CBR dapat akurat.
2. Perlu dianalisis pada jenis tanah yang berbeda agar parameter subgrade yang mempunyai nilai yang bervariasi.
3. Untuk melanjutkan penelitian ini disarankan menganalisis antara lain :
  - Membuat uji model atau variasi gradasi butiran.
  - Menganalisis Plastis Indeks ( $P_i$ ) terhadap CBR.
  - Penelitian diadakan pada beberapa lokasi dan jenis tanah yang berbeda.



## DAFTAR PUSTAKA

A. M. Britton dan M.J. Gunn. Critical State Soil Mechanics Via Finite Elements.

Amriansyah Nasution dan Hasballah Zakaria. Metode Numerik dalam Ilmu Rekayasa Sipil.

Braja M.Das. Principles of Geotechnical Engineering © 1985 pada PWS ; Ahli Bahasa Noor Endan Mochtar Indrasurya B. Mochtar, Surabaya; di cetak oleh PT Gelora Aksara Pratama, 1988; Penerbit Erlangga.

Citra dan Ratna © 2004. Besaran Nilai Penetrasi Terhadap Kepadatan Suatu Tanah Lempung.

David Munir Wood. Soil Behavior and Critical State soil Mechanics

G. Djadmiko Soedarno dan S.J. Edy Purnomo, Mekanika Tanah I dan II © Kanisius 1977; ISBN 979-497-385-8,ISBN 979-387-4

Ilham Andi dan Wati Kurnia © 2004. Pengaruh Perubahan Sifat Gradasi Terhadap Nilai Kepadatan Suatu Tanah.

Indrasurya B. Mochtar. Rekayasa Penanggulangan Masalah Pembangunan Pada Tanah-Tanah Yang Sulit.

Joseph E. Bowles. Physical and Geotechnical Properties Of Soil © 1984 pada  
Mc Graw-hill, Inc; Ahli Bahasa Johan Kelana Putra Hainim; Di Cetak oleh  
PT. Gelora Aksara Pratama, 1984; Penerbit Erlangga.

John Wiley and Sons. Soil Mechanics In Engineering Practice and Edition © 1967;  
Ahli Bahasa Bagus Wijaksono. Ir dan Benny Krisna R.

Kazuto Nakazawa, Soil Mechanics and Foundation Engineering © 2002; Ahli Bahasa  
Suyono Sasrodarsono, di cetak oleh PT. Pradaya Pramita.

Lars Forsbal, Vibratory Soil and Rock Fill Compaction © 1989 by Dynapac Maksin  
AB,Solna,Swedia; BA 382-T-I-89

L.D Wesley. Mekanika Tanah, © 1973; Penerbit Badan Pekerja Umum

Panguriseng Darwis, 2006. Korelasi Tekanan Konus (qc) Dengan Nilai N-SPT.

Ralpha B. Peck, Walter E. Hanson Thomas H. Thornburn Foundation Engineering ©  
1935 by John Wiley and Sons, Inc; All Rights reserved 879.49.09.96. ISBN  
979-420-397-1

Sherley L H. Geoteknik Tanah, © 1989; Penerbit Nova.

Sunggono KH Teknik Sipil, © 1985; Penerbit Nova.

S. Valliappan. Continuum Mechanics Fundamentals.

Sugiyono © 2003. Statistika Untuk Penelitian, Alfabeta; Bandung.

Sugiyono © 2002. Metode Penelitian Administrasi, Alfabeta Bandung.

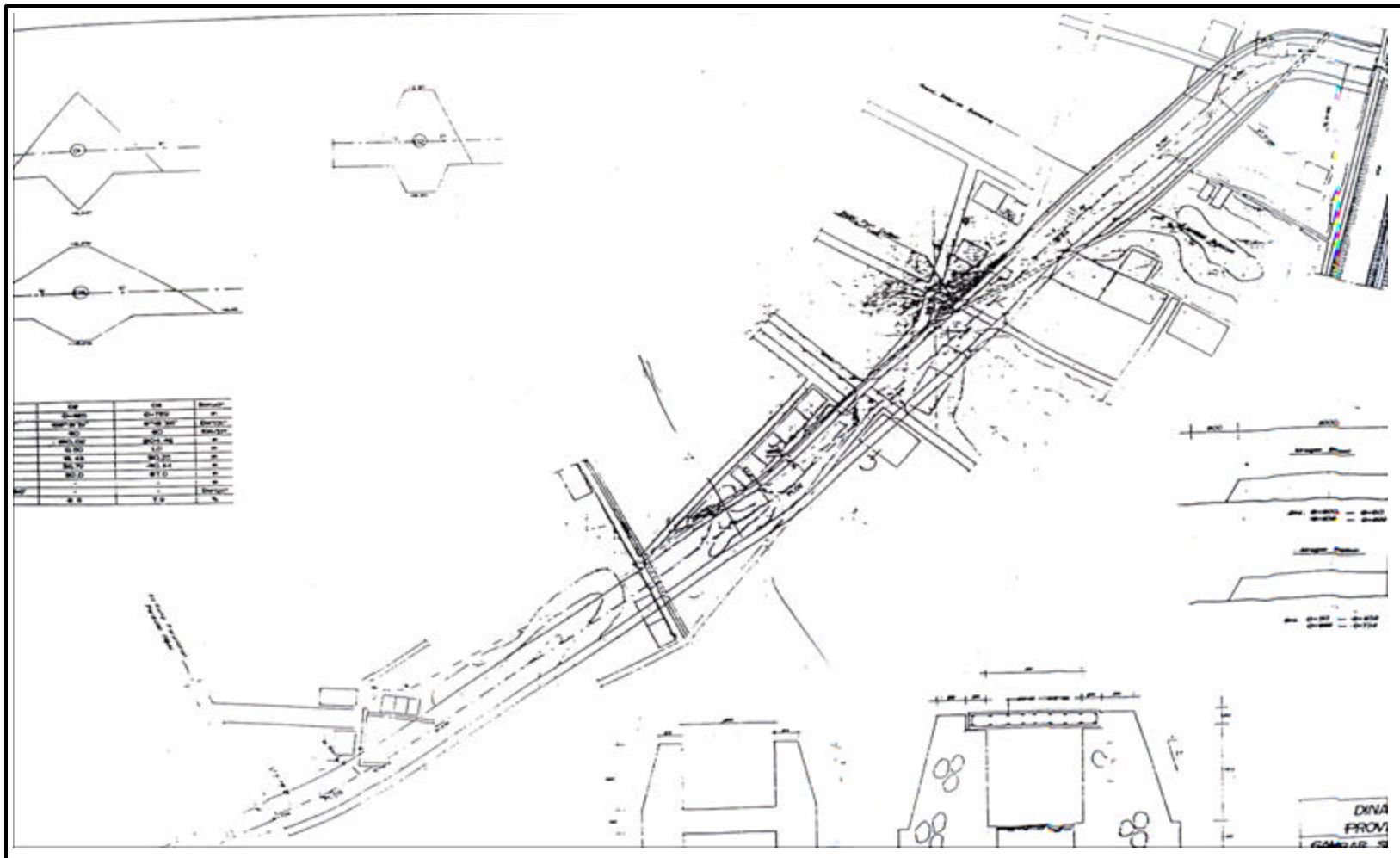
T. William Lambe. ROBERT v. Whitman. Soil Mechanics, SI Version.

Tiro Arif, 2000. Dasar-Dasar Statistika, State University of Makassar Press.

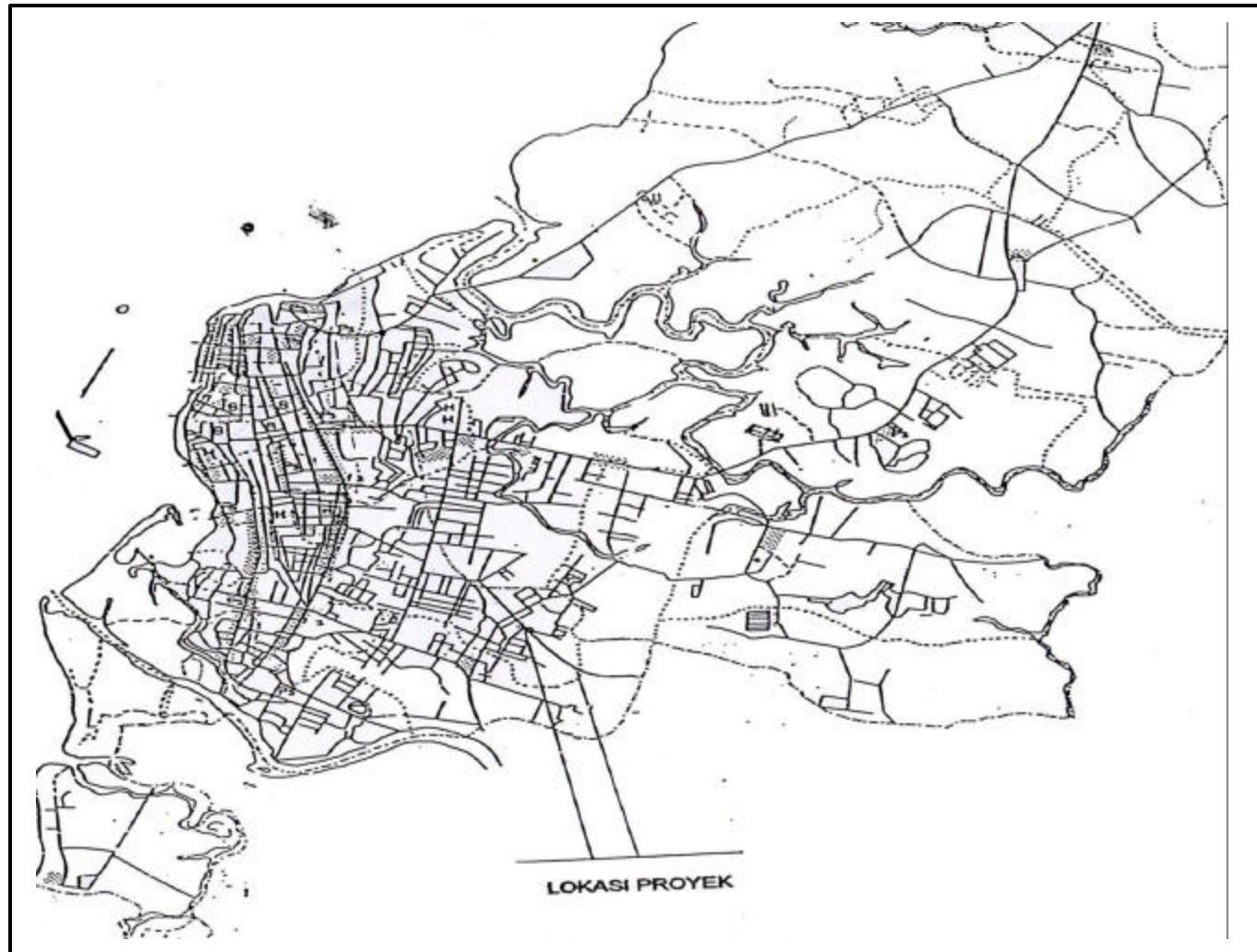
Yati Surahman dan Abdul Haris Rahman. © 2004. Pengaruh Nilai Kepadatan Terhadap Koefisien Rembes Suatu Tanah Lempung.

Yani Akhmad dan Ferly, 2000. Studi Karakteristik Tanah Lempung Dengan Stabilisasi Abu Sekam dan Kapur.

Lampiran 04 Gambar Situasi Jalan (Penempatan Titik)



Lampiran 05 Gambar Peta Lokasi



Lampiran 06 Dokumentasi Penelitian



## Lampiran 2 Hasil Perhitungan Regresi Linier Berganda Program SPSS Versi 12

### Regression

#### Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
CBR (Y)	8,4300	1,56847	20
Kadar Air (X1)	47,6955	5,61210	20
Berat Volume (X2)	1,6640	,13141	20
Sudut Geser (X3)	24,3880	10,08937	20
Kuat Tekan (X4)	1,1575	,64579	20

#### Correlations

		CBR (Y)	Kadar Air (X1)	Berat Volume (X2)	Sudut Geser (X3)	Kuat Tekan (X4)
Pearson Correlation	CBR (Y)	1,000	-,968	,957	,962	,941
	Kadar Air (X1)	-,968	1,000	-,956	-,967	-,949
	Berat Volume (X2)	,957	-,956	1,000	,941	,928
	Sudut Geser (X3)	,962	-,967	,941	1,000	,984
	Kuat Tekan (X4)	,941	-,949	,928	,984	1,000
Sig. (1-tailed)	CBR (Y)	.	,000	,000	,000	,000
	Kadar Air (X1)	,000	.	,000	,000	,000
	Berat Volume (X2)	,000	,000	.	,000	,000
	Sudut Geser (X3)	,000	,000	,000	.	,000
	Kuat Tekan (X4)	,000	,000	,000	,000	.
N	CBR (Y)	20	20	20	20	20
	Kadar Air (X1)	20	20	20	20	20
	Berat Volume (X2)	20	20	20	20	20
	Sudut Geser (X3)	20	20	20	20	20
	Kuat Tekan (X4)	20	20	20	20	20

#### Variables Entered/Removed<sup>a</sup>

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Kuat Tekan (X4), Berat Volume <sup>a</sup> (X2), Kadar Air (X1), Sudut Geser (X3)	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: CBR (Y)

Model Summary<sup>b</sup>

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	,977 <sup>a</sup>	,955	,944	,37242	,955	80,503	4	15	,000

a. Predictors: (Constant), Kuat Tekan (X4), Berat Volume (X2), Kadar Air (X1), Sudut Geser (X3)

b. Dependent Variable: CBR (Y)

ANOVA<sup>b</sup>

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	44,662	4	11,165	80,503	,000 <sup>a</sup>
	Residual	2,080	15	,139		
	Total	46,742	19			

a. Predictors: (Constant), Kuat Tekan (X4), Berat Volume (X2), Kadar Air (X1), Sudut Geser (X3)

b. Dependent Variable: CBR (Y)

Coefficients<sup>a</sup>

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations		
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part
1	(Constant)	5,604	6,547		,856	,406			
	Kadar Air (X1)	-,099	,071	-,355	-1,405	,180	-,968	-,341	-,077
	Berat Volume (X2)	3,705	2,278	,310	1,627	,125	,957	,387	,089
	Sudut Geser (X3)	,077	,059	,495	1,306	,211	,962	,320	,071
	Kuat Tekan (X4)	-,415	,744	-,171	-,559	,585	,941	-,143	-,030

a. Dependent Variable: CBR (Y)

Residuals Statistics<sup>a</sup>

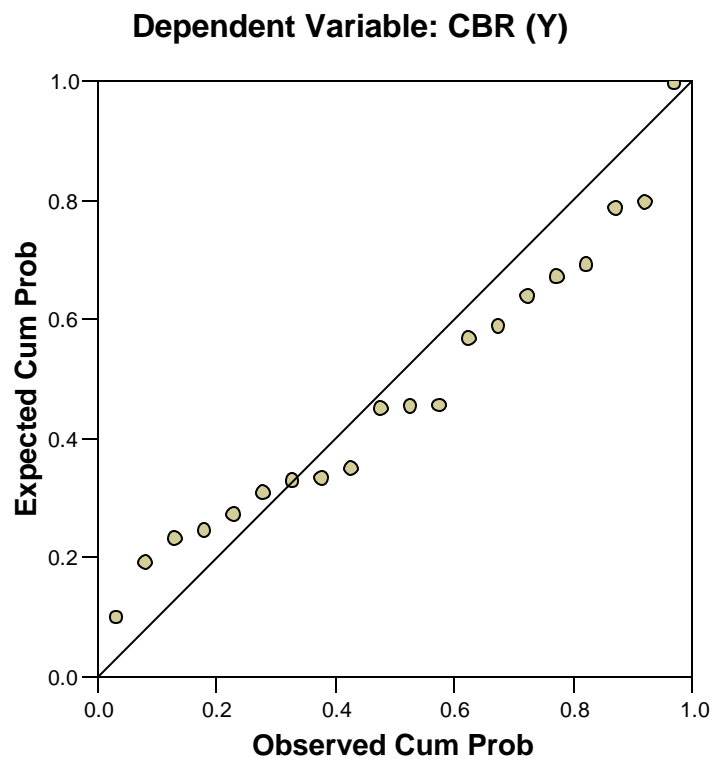
	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	5,5334	10,9186	8,4300	1,53317	20
Residual	-,47686	1,08140	,00000	,33090	20
Std. Predicted Value	-1,889	1,623	,000	1,000	20
Std. Residual	-1,280	2,904	,000	,889	20

a. Dependent Variable: CBR (Y)



# Charts

## Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



## LAMPIRAN 3

### TABEL DISTRIBUSI t DAN F

#### Tabel statistik ringkas

LUAS NORMAL (A-4)

<i>z</i>	Kum.	Pusat	Dua ujung	Ujung atas
1.000	.841	.683	.317	.159
1.500	.933	.866	.134	.067
1.645	.950	.900	.100	.050
1.960	.975	.950	.050	.025
2.326	.990	.980	.020	.010
2.576	.995	.990	.010	.005
3.09	.999	.998	.002	.001
3.29	.9995	.999	.001	.0005
3.72	.9999	.9998	.0002	.0001

DISTRIBUSI t (A-5)

<i>dk</i>	<i>t</i> <sub>.95</sub>	<i>t</i> <sub>.975</sub>	<i>t</i> <sub>.99</sub>	<i>t</i> <sub>.995</sub>
2	2.92	4.30	6.96	9.92
6	1.94	2.45	3.14	3.71
10	1.81	2.23	2.76	3.17
20	1.73	2.09	2.53	2.85
30	1.70	2.04	2.46	2.75
∞	1.65	1.96	2.33	2.58

*F*<sub>0,95</sub> (A-7)

<i>v</i> <sub>2</sub> \ <i>v</i> <sub>1</sub>	1	2	3	4	10	∞
2	18.5	19.0	19.2	19.2	19.4	19.5
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.06	3.67
10	4.96	4.10	3.71	3.48	2.98	2.54
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.35	1.84
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.16	1.62
60	4.00	3.15	2.76	2.53	1.99	1.39
∞	3.84	3.00	2.60	2.37	1.83	1.00

CHI KUADRAT (A-6a)

<i>dk</i>	<i>P</i> <sub>.95</sub>	<i>P</i> <sub>.97.5</sub>	<i>P</i> <sub>.99</sub>	<i>P</i> <sub>.99.5</sub>
1	3.84	5.02	6.63	7.88
2	5.99	7.38	9.21	10.6
3	7.81	9.35	11.3	12.8
4	9.49	11.1	13.3	14.9
5	11.1	12.8	15.1	16.8

*F*<sub>0,99</sub> (A-7)

<i>v</i> <sub>2</sub> \ <i>v</i> <sub>1</sub>	1	2	3	4	10	∞
2	38.5	39.0	39.2	39.2	39.4	39.5
6	13.7	10.9	9.78	9.15	7.87	6.88
10	10.0	7.56	6.66	5.99	4.85	3.91
20	8.10	5.85	4.94	4.43	3.37	2.42
30	7.56	5.39	4.51	4.03	2.98	2.01
60	7.08	4.98	4.13	3.65	2.63	1.60
∞	6.63	4.61	3.78	3.32	2.32	1.00

CHI KUADRAT/*dk* (A-6b)

<i>dk</i>	<i>P</i> <sub>0.5</sub>	<i>P</i> <sub>2.5</sub>	<i>P</i> <sub>97.5</sub>	<i>P</i> <sub>99.5</sub>
2	.005	.025	3.69	5.30
6	.113	.206	2.41	3.09
10	.216	.325	2.05	2.52
20	.372	.480	1.71	2.00
30	.460	.560	1.57	1.79
40	.518	.611	1.48	1.67
50	.560	.647	1.43	1.59
60	.582	.676	1.39	1.53
80	.640	.714	1.33	1.45
100	.673	.742	1.30	1.40
200	.761	.814	1.21	1.28

NILAI DARI  $\sqrt{p(1-p)/N}$

<i>p</i> \ <i>N</i>	10	20	40	60	100	200	500	1000	2000	4000
.05	.0693	.0487	.0345	.0281	.0218	.0154	.0097	.0066	.0040	.0024
.10	.0649	.0471	.0347	.0287	.0200	.0143	.0094	.0066	.0040	.0024
.20	.1265	.0894	.0632	.0516	.0400	.0283	.0179	.0126	.0080	.0053
.30	.1449	.1025	.0725	.0592	.0458	.0324	.0205	.0145	.0102	.0072
.50	.1581	.1118	.0791	.0645	.0500	.0354	.0224	.0158	.0112	.0079

KUADRAT (A-32)

<i>N</i>	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
0.0	.00	.01	.04	.09	.16	.25	.36	.49	.64	.81
1.0	1.00	1.21	1.44	1.69	1.96	2.25	2.56	2.89	3.24	3.61
2.0	4.00	4.41	4.84	5.29	5.76	6.25	6.76	7.29	7.84	8.41
3.0	9.00	9.61	10.24	10.89	11.56	12.25	12.96	13.69	14.44	15.21
4.0	16.00	16.81	17.64	18.49	19.36	20.25	21.16	22.09	23.04	24.01
5.0	25.00	26.01	27.04	28.09	29.16	30.25	31.36	32.49	33.64	34.81
6.0	36.00	37.21	38.44	39.69	40.96	42.25	43.56	44.89	46.24	47.61
7.0	49.00	50.41	51.84	53.29	54.76	56.25	57.76	59.29	60.84	62.41
8.0	64.00	65.61	67.24	68.89	70.56	72.25	73.96	75.69	77.44	79.21
9.0	81.00	82.81	84.64	86.49	88.36	90.25	92.16	94.09	96.04	98.01