

**KINERJA BAHAN STABILISASI GYPSUM  
TERHADAP KUAT TEKAN HANCUR  
PADA TANAH DASAR UNTUK JALAN*****PERFORMANCE OF GYPSUM  
AS A STABILITATION MATERIAL TO COMPRESSION STRENGTH  
OF A SUBGRADE FOR ROAD*****Dandung Novianto**Staff pengajar, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang  
*d.novianto@gmail.com***Sugeng Riyanto**Staff pengajar, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang  
*gusriyan74@yahoo.com***Medi Efendi**Staff pengajar, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang  
*medipolinema@gmail.com***INTISARI**

Tanah lempung memiliki daya dukung yang rendah, oleh karena itu diperlukan stabilisasi terhadap tanah tersebut untuk meningkatkan daya dukungnya. Pada penelitian ini digunakan serbuk *gypsum* sebagai bahan stabilisasi yang biasa digunakan untuk meningkatkan daya dukung tanah tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan sifat fisik tanah sebelum dan setelah ditambahkan serbuk *gypsum* pada tanah, pengaruh penambahan serbuk *gypsum* pada uji batas cair (LL) dan batas plastis (PL), dan menentukan persentasi optimum dari serbuk *gypsum* sebagai bahan stabilisasi.

Pada penelitian ini tanah yang digunakan adalah tanah lempung yang dicampurkan atau distabilisasi dengan limbah serbuk *gypsum*. Persentase *gypsum* yang digunakan adalah 10%, 15%, 20% dari tanah lempung kemudian dilakukan pengujian pada umur campuran yaitu 0 hari, 7 hari dan 14 hari. Pengujian yang dilakukan meliputi uji kadar air, uji berat volume tanah, uji berat jenis tanah, analisa butiran tanah, uji batas cair dan plastis, dan uji kuat tekan tanah.

Hasil dari penelitian ini adalah berdasarkan uji batas cair dan batas plastis dengan bertambahnya persentasi serbuk *gypsum* maka pada campuran akan menurunkan kadar air tanah yang distabilisasi. Nilai kuat tekan tanah meningkat pada penambahan serbuk *gypsum* 10%, 15%, dan 20%.

**Kata kunci:** Stabilisasi, lempung, *gypsum*, daya dukung tanah, kuat tekan

**ABSTRACT**

*Clay soil has a low bearing capacity, it is necessary to stabilization that soil to increase the bearing capacity of the clay soil. This study using waste gypsum powder to replace a stabilizing agent which is usually used in the process of increasing the bearing capacity of the soil. The aim of this study was to determine the physical properties of the soil before and after mixed gypsum powder, the effect of the addition of gypsum powder to test liquid limit (LL) and plastic limit (PL), and the optimum percentage of gypsum powder to soil that has been mixed.*

*In this study the stabilizing agent used in the form of waste gypsum powder and clay (native). The amount of gypsum powder percentage is 10%, 15%, and 20% mixed native soil and a variety of testing with time 0 days, 7 days and 14 days.*

*In this research, conducted several tests to determine the index properties of soil among others testing water content ( $w$ ), heavy soil content ( $\gamma$ ), specific gravity ( $SG$ ), analysis of soil particle, liquid limit ( $LL$ ), plastic limit ( $PL$ ) and compressive strength of soil. The result of this reasearch are from the  $LL$  and  $PL$  test, increasing the percentage of powder gypsum in the mixed will reduce the water content of the soil. Compressive strength of a soil increased after mixed by 10%, 15% and 20% powder gypsum.*

**Keywords:** *Stabilization, Clay, Gypsum, Compressive Strength, Bearing Capacity*

## PENDAHULUAN

Tanah merupakan material yang sangat berpengaruh dalam suatu pekerjaan struktur atau konstruksi, baik itu konstruksi bangunan maupun konstruksi jalan. Tanah disetiap daerah sangatlah berbeda, tergantung kondisi cuaca dan kandungan air yang terdapat dalam tanah. Tanah lempung merupakan tanah yang banyak dijumpai di Indonesia, masalah bangunan teknik sipil yang dibangun diatas tanah lempung mencakup dua masalah pokok yaitu masalah daya dukung yang rendah dan penurunan tanah yang besar. Umumnya tanah lempung mempunyai sifat kembang susut yang tinggi, pada musim kemarau terjadi penyusutan yang tinggi dan pada musim hujan terjadi pengembangan yang tinggi.

Johnson dan Silberg menyatakan bahwa pada umumnya semakin banyak butiran kasar dalam tanah, daya dukungnya semakin meningkat dan sifat mengembang semakin rendah (Krebs, 1971). Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk memperbaiki kondisi tanah sebelum dilakukan proses konstruksi. Stabilisasi tanah adalah cara yang dilakukan untuk memperbaiki tanah yang bermasalah agar tanah memenuhi syarat sesuai dengan fungsinya.

Dunia semakin berkembang diikuti dengan perkembangan Ilmu Pengetahuan. Hal ini dapat di buktikan dengan berbagai macam teknologi yang tercipta dan juga bermacam-macam metode dalam memecahkan sebuah masalah yang terjadi di bidang apapun itu. Dalam hal ini khususnya dalam bidang Sipil. Masalah yang sering terjadi apabila harus membangun konstruksi sipil diatas tanah lempung adalah kemampuan mendukung

beban (daya dukung) yang rendah dan kemampuan mampatan yang tinggi. Untuk menanggulangi masalah tersebut, metode yang umum digunakan adalah pemakaian pondasi dalam apabila bentuk konstruksinya berupa gedung, dan perbaikan tanah dasar bila konstruksinya berupa jalan.

Perbaikan tanah ditujukan untuk meningkatkan kemampuan tanah untuk menahan beban dan juga mengurangi kemampuan tanah tersebut untuk mampat. Metode perbaikan tanah yang banyak dikenal dapat dikelompokkan menjadi 2 yaitu perbaikan dengan cara mekanis dan cara stabilisasi. Metode perbaikan tanah dengan cara mekanis telah banyak dikembangkan, beberapa diantaranya adalah dengan pemberian beban awal (*Preloading*) dan pemasangan cerucuk (*Micropile*), *stone coloum*, atau *Geotextile*. Semua metode tersebut telah lama dikembangkan dan hasilnya sangat berguna dalam dunia Sipil. Untuk metode Stabilisasi yang sudah dikembangkan untuk tanah lempung adalah metode stabilisasi kimia dengan kapur atau semen.

Stabilisasi tanah dengan menggunakan semen dikenal dengan istilah *Cement-Treated-Ground*. Semen yang dicampurkan pada lempung ini berfungsi untuk mengisi pori-pori tanah dan menyerap air yang ada didalamnya, semen tersebut kemudian mengikat butiran lempung dan mengeras sehingga menghasilkan struktur butiran yang lebih stabil. Stabilitas dengan menggunakan semen sering kali diterapkan hanya saja harga semen yang terlalu mahal sehingga kalau terpaksa harus dipakai maka lapisan lempung yang distabilisasi sangat tipis,

akibatnya keadaan seperti ini kurang memberikan hasil yang memuaskan karena lapisan yang tipis tersebut tidak mampu untuk meneruskan beban yang dipikulnya kelapisan tanah lunak dibawahnya secara merata.

Dalam penelitian kali ini digunakanlah limbah gypsum dengan tujuan untuk menggantikan semen dalam proses stabilisasi tanah lempung. Kenapa harus menggunakan limbah gypsum, agar dapat memanfaatkan limbah tersebut digunakan untuk hal yang lebih bermanfaat dan juga dengan biaya yang jauh lebih murah akan dapat menghasilkan sesuatu yang bermanfaat dan berguna dalam pekerjaan konstruksi Sipil.

## LANDASAN TEORI

### a. Stabilitas Tanah

Stabilitas tanah adalah perubahan atau perawatan terhadap satu atau beberapa properti tanah untuk meningkatkan kondisi material tanah/butiran tanah, dan pertama dikembangkan di jaman Romawi. Jaman dahulu, bangsa Romawi menyadari bahwa kondisi jalan yang buruk mempersulit mereka untuk memindahkan pasukan dan barang-barang melewati jalan antara desa dan kota.

Hal tersebut memaksa mereka untuk menemukan cara baru memperbaiki jalan. Mereka melakukannya dengan mencampurkan tanah yang lemah dengan zat stabilitas seperti lumutan batu kapur atau kalsium, Itulah metode kimia stabilitas tanah pertama yang dilahirkan.

Dalam beberapa tahun terakhir, ada beberapa terobosan baru dalam perkembangan metode *stabilizer* tanah menggunakan bentuk cair. Untuk menghemat ongkos transportasi dan kemudahan penerapannya, para peneliti telah berusaha untuk mengembangkan stabilizer tanah berbahan dasar cair.

### b. Pengertian Stabilitas Tanah

Dalam pengertian luas, yang dimaksud stabilitas tanah adalah pencampuran tanah dengan bahan tertentu guna memperbaiki sifat-sifat teknis tanah atau dapat pula stabilitas tanah adalah usaha untuk merubah

atau memperbaiki sifat-sifat teknis tanah agar memenuhi syarat teknis tersebut.

Proses stabilisasi tanah meliputi pencampuran tanah dengan tanah lain untuk memperoleh gradasi yang diinginkan atau pencampuran tanah dengan bahan tambah buatan pabrik. Sehingga sifat-sifat teknis tanah menjadi lebih baik. Guna merubah sifat-sifat teknis tanah seperti kapistas dukung, kompresibilitas, permeabilitas, kemudahan dikerjakan, potensi pengembangan, dan sensitifitas terhadap perubahan kadar air maka dapat dilakukan dengan cara penanganan dari yang paling mudah, seperti pemadatan sampai teknik yang lebih mahal, seperti mencampur tanah dengan semen, kapur, abu terbang, injeksi semen (*grouting*), pemanasan, dan lain-lain. Hal-hal yang perlu dipertimbangkan bila tanah ditempat tidak memenuhi syarat untuk pembangunan struktur, adalah sebagai berikut :

1. Membongkar material di lokasi dan menggantikannya dengan material yang sesuai.
2. Merubah atau memperbaiki sifat-sifat tanah di tempat sehingga material tersebut memenuhi syarat.

### c. Tipe-tipe Stabilitas

Umumnya stabilisasi tanah dibagi menjadi 2 (dua), yaitu :

#### 1. Stabilitas Mekanis

Stabilisasi mekanis dilakukan dengan cara mencampur atau mengaduk dua macam tanah atau lebih yang bergradasi berbeda untuk memperoleh material yang memenuhi syarat kekuatan tertentu. Pencampurannya dapat dilakukan baik dilokasi proyek, di pabrik maupun di tempat pengambilan bahan timbunan (*Borrow Material*). Material yang telah dicampur ini kemudian dihamparkan dan dipadatkan di lokasi proyek. Macam-macam tanah dan metode stabilisasi tanah ditampilkan pada Tabel 1.

#### 2. Stabilitas Dengan Bahan Tambah

Bahan tambah adalah bahan hasil olahan pabrik yang bila ditambahkan ke dalam tanah dengan perbandingan yang tepat akan memperbaiki sifat-sifat teknis tanah seperti kekuatan, tekstur, kemudahan pengerjaan, dan plastisitas. Contoh bahan tambah antara lain adalah kapur, semen portland, abu terbang, aspal bitumen, dan lain-lain.

**Tabel 1.** Macam tanah dan metode stabilisasi yang cocok untuk stabilitas dan keawetan tanah dasar (subgrade) menurut Johnson (1965)

Item	Macam tanah	Metode stabilisasi
Perbaiki stabilitas	Granuler kasar	Pemadatan, tanah-aspal, tanah-semen, <i>cement-treated base</i> , semen modifikasi tanah, stabilisasi mekanis. Tanah-kapur atau kapur memodifikasi tanah, jika tanah mengandung bahan reaktif.
	Granuler halus	Pemadatan, tanah-aspal, tanah-semen, semen memodifikasi tanah, stabilisasi mekanis, tanah-kapur atau kapur memodifikasi tanah jika tanah mengandung bahan halus yang reaktif, atau jika ditambahkan <i>pozzolan</i> (misal abu terbang).
Untuk tanah berlanau dan berlempung. Termasuk reduksi <i>resilient</i> tanah elastis pada tanah antara lanau dan lempung (juga tanah <i>micaceous</i> ). Pencegahan erosi tanah dasar, semua tipe tanah terkait masalah <i>pumping</i> (pemompaan) pada perkerasan beton.	Tanah sangat berlanau	Pemadatan, tanah-semen, semen memodifikasi tanah, stabilisasi mekanis dengan atau tanpa semen, tanah-kapur jika reaksinya seperti yang dikehendaki.
	Tanah berlempung plastisitas rendah. Lempung plastisitas tinggi.	Pemadatan, tanah-kapur, dan kapur memodifikasi tanah atau kombinasi semen dan kapur. Pembungkus aspal.
Kontrol perubahan volume (termasuk kembang-susut; juga pemadatan akibat beban lalu lintas)	Tanah-tanah berlempung plastisitas rendah	Mengontrol kadar air dan kepadatan agar menghasilkan sedikit perubahan volume dari kondisi awal sampai akhir masa layanan. Dengan menggunakan tanah-semen, semen memodifikasi tanah, tanah-kapur, kapur memodifikasi tanah, atau campuran yang melibatkan keduanya. Perantara penahan air, jika efektif.
	Lempung plastisitas tinggi	Mengontrol kadar air dan kepadatan dalam porsi lebih rendah dari tanah-dasar ditambah tanah-kapur atau kapur-modifikasi tanah dengan tebal secukupnya; perlindungan dengan selimut aspal secukupnya.

Stabilitas dengan bahan tambah atau biasa disebut dengan stabilitas kimiawi bertujuan untuk memperbaiki sifat-sifat teknis tanah dengan cara mencampur tanah dengan menggunakan bahan tambah dengan perbandingan tertentu. Perbandingan campuran bergantung pada kualitas campuran yang diinginkan. Namun bila stabilisasi dimaksudkan untuk merubah tanah agar mempunyai kekuatan tinggi maka diperlukan bahan tambah yang lebih banyak. Material yang telah dicampur dengan bahan tambah ini harus dihamparkan dan dipadatkan dengan baik.

**d. Gypsum**

Kata “*gypsum*” berasal dari kata kerja dalam bahasa Yunani, yang artinya memasak. Disebut memasak karena di daerah

Montmartre, Paris pada beberapa abad yang lalu orang-orangnya membakar gypsum untuk berbagai keperluan, dan material tersebut kemudian disebut dengan plaster dari Paris. Karena gypsum merupakan mineral yang tidak larut dalam air dalam waktu yang lama, sehingga gypsum jarang ditemui dalam bentuk butiran atau pasir. Contoh *gypsum* ditampilkan dalam Gambar 1.

Gypsum adalah salah satu contoh mineral dengan kadar kalsium yang mendominasi pada mineralnya. Gypsum yang paling umum ditemukan adalah jenis hidrat kalsium sulfat dengan rumus kimia  $CaSO_4 \cdot 2 H_2O$ . Gypsum adalah salah satu dari beberapa mineral yang teruapkan. Contoh lain dari mineral-mineral tersebut adalah karbonat,

borat, nitrat, dan sulfat. Mineral-mineral ini diendapkan di laut, danau, gua dan di lapisan garam karena konsentrasi ion-ion oleh penguapan. Ketika air panas atau air memiliki kadar garam yang tinggi, gypsum berubah menjadi basanit ( $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) atau juga menjadi anhidrit ( $\text{CaSO}_4$ ).



**Gambar 1.** Gypsum

**e. Kuat Tekan Hancur (*Unconfined test*)**

Prinsip dasar dari percobaan ini adalah pemberian beban vertikal yang dinaikkan secara bertahap terhadap benda uji berbentuk silinder yang didirikan bebas, sampai terjadi keruntuhan. Pembacaan beban dilakukan pada interval regangan aksial tetap tertentu, yang dapat dicapai dengan cara mempertahankan kecepatan pembebanan dengan besaran tertentu pula selama pengujian berlangsung (*Strain Control*).

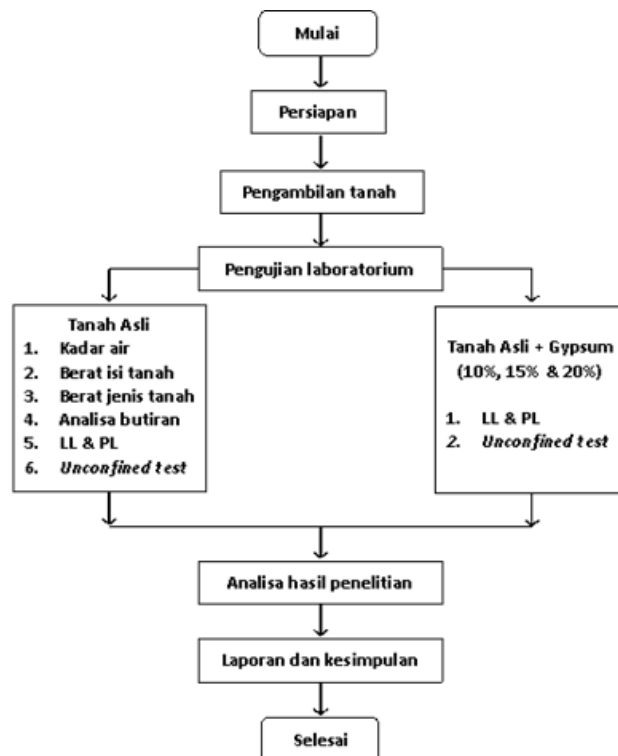
Oleh karena beban yang diberikan hanya dalam arah vertikal saja, maka percobaan ini dikenal pula sebagai percobaan tekan satu arah (*Uniaxial test*). Metoda pengujian ini meliputi penentuan nilai kuat tekan hancur (*Unconfined compressive strength*) -  $q_u$  untuk tanah kohesif dari benda uji asli (*undisturbed*) maupun buatan (*Remoulded or Recomacted Samples*).

**METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini bersifat eksperimental di laboratorium yang dengan melakukan serangkaian kegiatan melalui beberapa tahap pelaksanaan sebagai berikut :

1. Sampel tanah yang digunakan adalah tanah yang terganggu (*Disturbed*) dan tanah tidak terganggu (*Undisturbed*).
2. Mencari parameter fisik dan mekanis tanah.
3. Melakukan pencampuran tanah lempung dengan Limbah Gypsum.

Melakukan analisa data laboratorium dari pengujian kuat tekan hancur (*Unconfined test*) apa pengaruh penambahan gypsum terhadap tanah asli untuk kondisi sebelum dan sesudah di stabilisasi. Bagan alir penelitian akan ditampilkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Bagan alir penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dengan melakukan prosedur yang telah tertulis dalam Metodologi Penelitian, maka akan diperoleh data yang digunakan untuk menghitung dan mengolah hasil pengujian. Adapun data yang diperoleh dari masing-masing pengujian adalah sebagai berikut:

**a. Pengujian Kadar Air ( $w$ )**

Hasil pengujian kadar air ditampilkan pada Tabel 2. Pada Tabel 2 didapat hasil

pengujian kadar air tanah ( $w$ ) sebesar 32,76%. Dengan kandungan air seperti demikian menunjukkan bahwa tanah tersebut adalah tanah lempung plastisitas tinggi.

**b. Pengujian Berat isi Tanah ( $\gamma$ )**

Hasil pengujian berat isi tanah ditampilkan dalam Tabel 3. Pada Tabel 3 didapat hasil pengujian berat isi tanah basah ( $\gamma$ ) sebesar 1,92 gr/cm<sup>3</sup>.

**Tabel 2.** Hasil Pengujian Kadar air ( $w$ )

PENENTUAN KADAR AIR (ASTM D 2216-80)							
Titik							
Kedalaman (m)		0,50			1,00		
No cawan		1A			1B		
Berat cawan [W <sub>3</sub> ] (gram)		9,49	9,28	8,52	9,37	9,64	9,47
Berat cawan + tanah basah [W <sub>1</sub> ] (gram)		16,56	17,11	14,79	14,52	13,65	13,93
Berat cawan + tanah kering [W <sub>2</sub> ] (gram)		14,76	15,15	13,24	13,29	12,86	12,65
Berat air [W <sub>w</sub> = W <sub>1</sub> - W <sub>2</sub> ] (gram)		1,80	1,96	1,55	1,23	0,79	1,28
Berat tanah kering [W <sub>s</sub> = W <sub>2</sub> - W <sub>3</sub> ] (gram)		5,27	5,87	4,72	3,92	3,22	3,18
Kadar air ( $w$ ) [ $w = W_w + W_s \times 100\%$ ] (%)		34,16	33,39	32,84	31,38	24,53	40,25
		33,46			32,05		
<b>Kadar air rata-rata (<math>w_{avg}</math>) (%)</b>		<b>32,76</b>					

**Tabel 3.** Hasil Pengujian Berat isi tanah

BERAT ISI TANAH ( ASTM D 2937 - 83 )							
Titik							
Kedalaman (m)		0,50			1,00		
No cetakan		1A			1B		
Berat cetakan + tanah basah [W <sub>2</sub> ] (gram)		84,73	85,42	89,75	71,64	71,64	72,11
Berat cetakan [W <sub>1</sub> ] (gram)		37,69	38,54	39,66	39,66	39,66	39,66
Berat tanah basah [W <sub>t</sub> ] (gram)		47,04	46,88	50,09	31,98	31,98	32,45
Diameter cetakan [D] (cm)		3,67	3,68	3,70	3,70	3,70	3,70
Tinggi cetakan [t] (cm)		2,42	2,42	2,55	1,50	1,50	1,50
Volume cetakan [ $V = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot t$ ] (cm <sup>3</sup> )		25,55	25,67	27,34	16,08	16,08	16,08
Berat isi tanah basah [ $\gamma = W_t / V$ ] (gr/cm <sup>3</sup> )		1,84	1,83	1,83	1,99	1,99	2,02
		1,83			2,00		
<b>Berat isi tanah basah rata-rata (gr/cm<sup>3</sup>)</b>		<b>1,92</b>					

**c. Pengujian Berat Jenis Tanah ( $G_s$ )**

Hasil pengujian berat jenis tanah ditampilkan pada Tabel 4. Pada Tabel 4 didapat hasil pengujian berat jenis tanah ( $G_s$ ) sebesar 2,51.

**d. Pengujian Berat isi Tanah ( $\gamma$ )**

Dari hasil pengujian batas cair ( $LL$ ) dan batas plastis ( $PL$ ) baik Tanah Asli maupun Tanah Asli + serbuk Gypsum 10%, 15%, dan 20% dapat dilihat pada Tabel 5.



**Tabel 4.** Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah (Gs)

BERAT JENIS TANAH (ASTM D 854-83)							
Titik		0,50			1,00		
Kedalaman (m)		1A	1B	1C	1D	1E	1F
No. Piknometer							
Berat Piknometer (W1) (gram)		33,57	35,36	26,63	26,93	20,57	30,66
Berat Piknometer + Tanah kering (W2) (gram)		43,57	45,36	36,63	36,97	30,62	40,68
Berat Tanah Kering (Wt= W2-W1) (gram)		10,00	10,00	10,00	10,04	10,05	10,02
Berat Piknometer + Tanah Kering + Air (W3) (gram)		93,55	95,14	86,27	86,34	75,27	86,74
Berat Piknometer + Air (W4) (gram)		89,50	87,67	80,48	80,57	69,52	80,97
Temperatur (C°)		25	25	25	25	25	25
Faktor Koreksi Temperatur (K)		1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Berat Piknometer + Air terkoreksi (W5)		89,50	87,67	80,48	80,57	69,52	80,97
Berat Jenis Tanah (W2-W1)/[(W5-W1)-(W3-W2)]		1,68	3,95	2,38	2,35	2,34	2,36
		2,67			2,35		
<b>Berat Jenis Tanah (Gs) rata-rata</b>		<b>2,51</b>					

**Tabel 5.** Hasil Pengujian LL dan PL

No	Uraian	LL (%)	PL (%)	IP (%)
1.	Tanah asli	62,25	24,40	37,85
2.	Tanah asli + 10 % gypsum	54,18	22,91	31,27
3.	Tanah asli + 15 % gypsum	52,03	18,73	33,30
4.	Tanah asli + 20 % gypsum	50,02	21,42	28,60

Berdasarkan data pada Tabel 5 dapat disimpulkan bahwa semakin besar prosentase serbuk gypsum yang ditambahkan, maka akan mengurangi kadar air dalam tanah tersebut, sehingga nilai batas cair (LL), batas plastis (PL), serta indeks plastisitas (IP) mengalami penurunan.

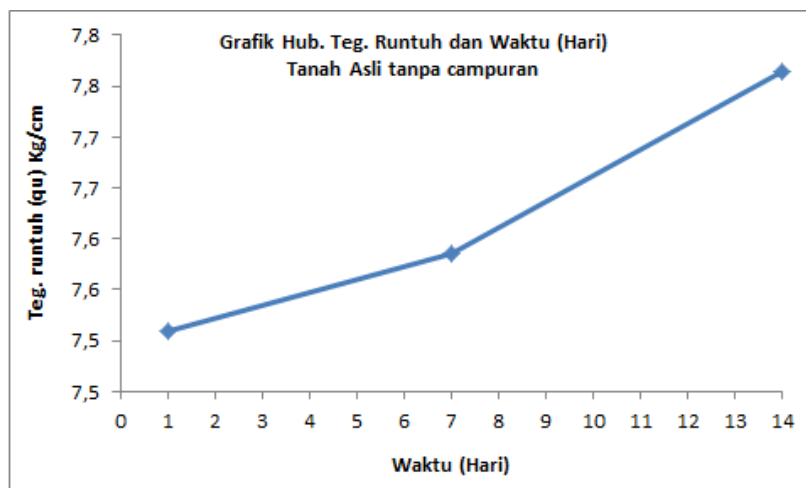
**e. Pengujian Kuat Tekan Bebas (Unconfined test)**

Dari hasil pengujian didapat bahwa terjadi kenaikan nilai rata-rata ( $q_u$ ). Nilai rata rata

( $q_u$ ) dengan variasi waktu pengujian adalah sebagai berikut :

- a) Pengujian terhadap sampel tanah asli  
 Nilai rata-rata tegangan runtuh ( $q_u$ ) umur 1 hari = 7,51 kg/cm<sup>2</sup>  
 Nilai rata-rata tegangan runtuh ( $q_u$ ) umur 7 hari = 7,59 kg/cm<sup>2</sup>  
 Nilai rata-rata tegangan runtuh ( $q_u$ ) umur 14 hari = 7,76 kg/cm<sup>2</sup>

Hubungan antara tegangan runtuh ( $q_u$ ) dan waktu (hari) tanah asli dapat dilihat dalam **Gambar 3.**



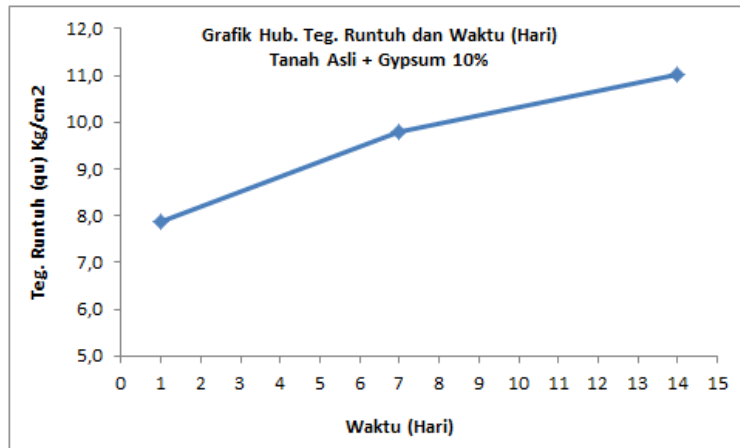
**Gambar 3.** Grafik Hubungan antara Teg.Runtuh dan Waktu (Hari) tanah asli





b) Pengujian tanah asli + serbuk gypsum 10 %  
 Nilai rata-rata tegangan runtuh ( $q_u$ ) umur 1 hari = 7,88 kg/cm<sup>2</sup>  
 Nilai rata-rata tegangan runtuh ( $q_u$ ) umur 7 hari = 9,78 kg/cm<sup>2</sup>

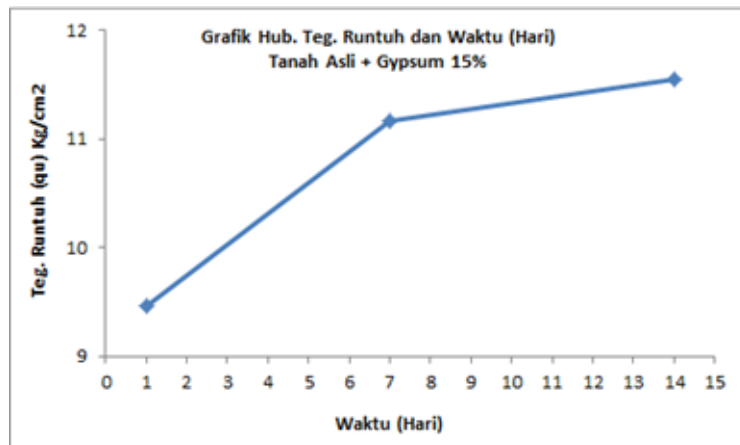
Nilai rata-rata tegangan runtuh ( $q_u$ ) umur 14 hari = 11,01 kg/cm<sup>2</sup>  
 Hubungan antara tegangan runtuh ( $q_u$ ) dan waktu (hari) tanah asli + gypsum 10 % dapat dilihat dalam **Gambar 4**.



**Gambar 4.** Grafik Hubungan antara Tegangan Runtuh ( $q_u$ ) dan Waktu (Hari) tanah asli + Gypsum 10%

c) Pengujian tanah asli + serbuk gypsum 15 %  
 Nilai rata-rata tegangan runtuh ( $q_u$ ) umur 1 hari = 9,47 kg/cm<sup>2</sup>  
 Nilai rata-rata tegangan runtuh ( $q_u$ ) umur 7 hari = 11,16 kg/cm<sup>2</sup>

Nilai rata-rata tegangan runtuh ( $q_u$ ) umur 14 hari = 11,55 kg/cm<sup>2</sup>  
 Hubungan antara tegangan runtuh ( $q_u$ ) dan waktu (hari) tanah asli + gypsum 15 % dapat dilihat dalam **Gambar 5**.



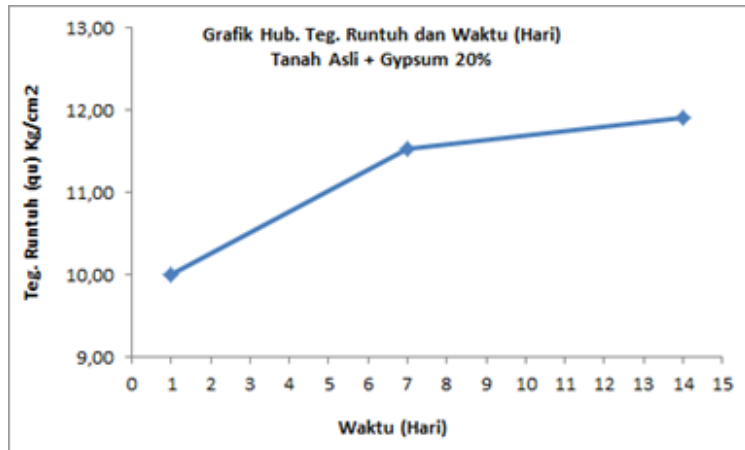
**Gambar 5.** Grafik Hubungan antara Tegangan Runtuh ( $q_u$ ) dan Waktu (Hari) tanah asli + Gypsum 15%

d) Pengujian tanah asli + serbuk gypsum 20 %  
 Nilai rata-rata tegangan runtuh ( $q_u$ ) umur 1 hari = 10,0 kg/cm<sup>2</sup>  
 Nilai rata-rata tegangan runtuh ( $q_u$ ) umur 7 hari = 11,53 kg/cm<sup>2</sup>  
 Nilai rata-rata tegangan runtuh ( $q_u$ ) umur 14 hari = 11,92 kg/cm<sup>2</sup>

Hubungan antara tegangan runtuh ( $q_u$ ) dan waktu (hari) tanah asli + gypsum 20 % dapat dilihat dalam **Gambar 6**.

e) Hasil pengujian kuat tekan bebas gabungan  
 Hasil pengujian kuat tekan bebas gabungan ditampilkan dalam Tabel 6 dan Gambar 7.

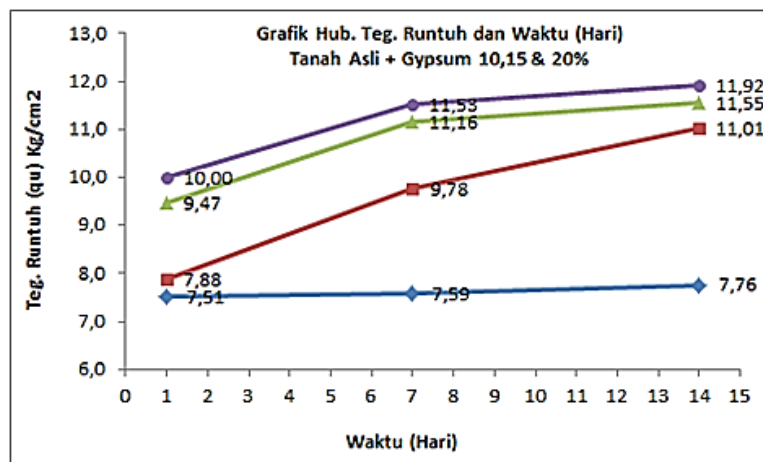




**Gambar 6.** Grafik Hubungan antara Tegangan Runtuh ( $q_u$ ) dan Waktu (Hari) tanah asli + Gypsum 20%

**Tabel 6.** Hasil Pengujian gabungan

No	Uraian	1 hari	7 hari	14 hari
		(Kg/cm <sup>2</sup> )		
1.	Tanah asli	7,51	7,59	7,76
2.	Tanah asli + 10 % gypsum	7,88	9,78	11,01
3.	Tanah asli + 15 % gypsum	9,47	11,16	11,55
4.	Tanah asli + 20 % gypsum	10,0	11,53	11,92



**Gambar 7.** Grafik Hubungan antara Tegangan Runtuh ( $q_u$ ) dan Waktu (Hari) tanah asli + variasi gypsum

**KESIMPULAN**

Dari beberapa pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan :

- a. Pengujian sifat fisik tanah didapatkan hasil sebagai berikut :
  - Nilai kadar air ( $w$ ) pada tanah asli sebesar 32,76 %
  - Berat isi pada tanah ( $\gamma$ ) sebesar 1,92 gr/cm<sup>3</sup>
  - Berat jenis pada tanah ( $G_s$ ) sebesar 2,51

- Dari pengujian Analisa Ayak dan Hydrometer diketahui bahwa tanah yang digunakan tergolong tanah Lempung (*Clay*).
- b. Berdasarkan data dari hasil pengujian batas cair dan batas plastis, dapat disimpulkan bahwa semakin besar prosentase serbuk gypsum yang ditambahkan pada sampel tanah, maka akan mengurangi kadar air tanah tersebut dibandingkan dengan tanah asli, sehingga

nilai batas cair (*LL*), batas plastis (*PL*), serta indeks plastisitas (*IP*) mengalami penurunan juga.

- c. Berdasarkan data dari hasil pengujian kuat tekan bebas dapat disimpulkan bahwa dengan bertambahnya prosentase serbuk gypsum dan dengan bertambahnya waktu (hari) pada sampel tanah, maka akan terlihat kecenderungan meningkatnya nilai tegangan runtuh (*qu*) pada sampel tanah tersebut dibandingkan dengan sampel tanah asli tanpa dicampur serbuk gypsum.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Balkema, A.A. 1988. Penetration Testing, volume 1. Rotterdam, Netherlands
- Chen, F.H, 1975. *Foundation on Expansive Soil*. New York Elsevier Science Publishing Company
- Das, B.M, 1985. *Priciples of Geotechnical Engineering*, Boston; PWS Publisher
- Hardiyanto, H. C., 2002. Mekanika Tanah I, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Hardiyatmo Christady Hary, 1994. Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan, Indonesia.
- M Das, Braja.1993. *Mekanika Tanah Jilid I*. Jakarta: Erlangga. Bab I Tanah dan Batuan 17 – 24.
- Wesly, L.D., 1997; *Mekanika Tanah*, Cetakan ke IV. Jakarta Selatan.