

BAB V

ANALISIS PARAMETER KUAT GESER TANAH

Pada bab ini diuraikan hasil pengujian penggunaan limbah kapur karbid sebagai bahan stabilisasi tanah lempung. Hasil pengujian ini digunakan untuk melakukan analisis perubahan kuat geser. Data hasil pengujian dan perhitungan laboratorium disajikan secara lengkap pada bagian lampiran laporan ini.

5.1 Sifat-sifat Fisik Tanah

5.1.1 Hasil Pengujian Analisa Saringan

Hasil pengujian Analisa Saringan (Lampiran 2.1 - Lampiran 2.2), didapatkan

data :

Kerikil	: 0 %
Pasir	: 11,63 %
Lanau	: 25,20 %
Lempung	: 63,27 %
Lolos saringan no. 200	: 88,37 %

5.2 Sifat-sifat Mekanik Tanah

5.2.1 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Kadar Air

Hasil pengujian ini (Lampiran 1.1 – Lampiran 1.3), untuk tanah lempung *undisturbed* didapatkan data kadar air tanah (w) sebesar 40,98% dan berat jenis tanah

(Gs) sebesar 2,576. Sedangkan untuk tanah lempung *disturbed* didapatkan data kadar air tanah (w) sebesar 38,92% dan berat jenis tanah (Gs) sebesar 2,527 dan untuk kapur karbid data kadar air (w) sebesar 12,33 % dan berat jenis tanah (Gs) sebesar 1,251.

5.2.2 Hasil Pengujian Batas-batas Konsistensi

Hasil pengujian batas-batas konsistensi (Lampiran 4.1 dan Lampiran 4.7) pada tanah lempung *disturbed*, didapatkan data :

Batas cair (LL) : 53,89 %

Batas plastis (PL) : 33,51 %

Batas susut (SL) : 5,851 %

Berat Jenis (Gs) : 2,512

Indeks plastisitas (IP) : 20,38 %

5.2.3 Hasil Pengujian Kepadatan

Hasil pengujian proktor standar (Lampiran 3.1) pada tanah lempung *disturbed*, didapatkan data :

Berat volume kering maksimum (γ_d) : 1.298 gr/cm³

Kadar air optimum (w) : 30.91 %

5.2.4 Hasil Pengujian Kapasitas Dukung

Pengujian kuat tekan bebas pada tanah *disturbed* dilakukan dengan jumlah sampel benda uji sebanyak 3 buah. Pembuatan sampel benda uji dilakukan dengan menggunakan cetakan dengan kadar air sampel benda uji berdasarkan hasil pengujian proktor standar pada tanah *disturbed*, yaitu sebesar 30,91 %. Hasil



pengujian kuat tekan bebas (Lampiran 5.1 – Lampiran 5.6) pada tanah lempung *disturbed* didapatkan data yang dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil pengujian kuat tekan bebas pada tanah lempung *disturbed*

Nilai	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
Kuat tekan bebas, q_u (kg/cm ²)	1,69	1,63	1,65
Sudut pecah, α (°)	51	52	52
Sudut geser dalam, ϕ (°)	12	14	14
Kohesi, c (kg/cm ²)	0,685	0,640	0,647

5.3 Sifat-sifat Fisik Tanah Dicampur dengan Bahan Kapur Karbid

5.3.1 Hasil Pengujian Analisa Saringan

Hasil pengujian Analisa Saringan (Lampiran 2.1 - Lampiran 2.12) didapatkan data seperti pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Hasil pengujian analisa saringan

Prosentase (%)	Kadar Campuran					
	0 %	3 %	6 %	9 %	12 %	15 %
Kerikil	0	0	0	0	0	0
Pasir	11,63	47,80	53,37	55,13	56,77	58,07
Lanau	25,10	30,01	25,17	23,40	23,62	22,32
Lempung	63,27	22,19	21,47	21,47	19,62	19,62
Lolos saringan no. 200	88,37	52,2	46,63	44,87	43,23	41,93

5.4 Sifat-sifat Mekanik Tanah Dicampur dengan Bahan Kapur Karbid

5.4.1 Hasil Pengujian Batas-batas Konsistensi

Hasil pengujian batas-batas konsistensi (Lampiran 4.1 - Lampiran 4.8) pada tanah dicampur dengan bahan kapur karbid didapatkan data yang dapat dilihat pada Tabel 5.3 .

Tabel 5.3 Hasil pengujian batas-batas konsistensi tanah dicampur kapur karbid

No	Kadar kapur karbid	Gs	LL (%)	PL (%)	IP (%)	SL (%)
1	0 %	2,758	53,89	33,51	20,38	20,66
2	3 %	2,698	52,80	42,06	10,75	33,178
3	6 %	2,688	51,55	43,51	8,04	41,404
4	9 %	2,602	48,76	44,74	4,02	43,44
5	12 %	2,589	47,50	44,97	2,52	44,88
6	15 %	2,466	47,39	45,26	2,13	45,05

Keterangan : Gs = berat jenis, LL = batas cair, PL = batas plastis, IP = indeks plastis, SL = batas susut

5.4.2 Hasil Pengujian Kepadatan

Hasil pengujian Proktor Standar (Lampiran 3.1 – Lampiran 3.6) pada tanah dicampur dengan kapur karbid didapatkan data yang dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Data kadar air optimum pada tabel 5.4 ini digunakan sebagai pedoman pencampuran untuk membuat sampel benda uji pada pengujian kuat tekan bebas dan pengujian triaksial tipe *unconsolidated undrained* (UU).

Tabel 5.4 Hasil pengujian kepadatan tanah dicampur kapur karbid

No	Kadar kapur karbid	MDD (berat volume kering maksimum, gr/cm ³)	OMC (kadar air optimum, %)
1	0 %	1,298	30,91
2	3 %	1,293	32,13
3	6 %	1,287	33,26
4	9 %	1,269	34,31
5	12 %	1,265	34,85
6	15 %	1,259	34,93

5.4.3 Hasil Pengujian Kapasitas Dukung

Pengujian kuat tekan bebas pada sampel benda uji tanah campuran dilakukan dengan jumlah sampel benda uji masing-masing sebanyak 3 buah. Pembuatan sampel benda uji dilakukan dengan menggunakan cetakan dengan kadar air sampel benda uji berdasarkan hasil pengujian proktor standar seperti yang terlihat pada Tabel 5.4.

Hasil pengujian kuat tekan bebas (Lampiran 5.1 – Lampiran 5.21) pada tanah yang dicampur dengan kapur karbid didapatkan data yang dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Pada Tabel 5.5 terlihat bahwa nilai kuat tekan bebas (q_u) terbesar terjadi pada campuran dengan prosentase 12 %, yaitu sebesar 1,96 kg/cm². Data ini akan digunakan pada pengujian triaksial tipe *unconsolidated undrained* dengan waktu pemeraman (*curing time*) 0 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari.

Tabel 5.5 Hasil pengujian kuat tekan bebas tanah dicampur kapur karbid

No	Kadar kapur karbid	q_u (kg/cm ²)			α (°)			ϕ (°)			e (kg/cm ²)		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	0 %	1,69	1,63	1,65	51	52	52	12	14	14	0,685	0,64	0,647
2	3 %	1,84	1,85	1,51	62	63	60	34	36	30	0,48	0,38	0,43
3	6 %	1,88	1,85	1,82	54	52,5	56	18	15	22	0,68	0,71	0,61
4	9 %	1,91	1,90	1,92	54	59	57	18	28	24	0,69	0,57	0,62
5	12 %	1,96	1,95	1,95	57	58,5	58,5	24	27	27	0,63	0,59	0,59
6	15 %	1,63	1,43	1,43	58	57,5	56	26	25	22	0,51	0,45	0,48

5.4.4 Hasil Pengujian Kuat Geser Tanah

Pengujian triaksial tipe *unconsolidated undrained* pada sampel benda uji tanah campuran dengan jumlah sampel benda uji sebanyak 3 buah, yaitu untuk tegangan sel (σ_3) 0,5 kg/cm², tegangan sel (σ_3) 1 kg/cm², dan tegangan sel (σ_3) 2 kg/cm².

Pengujian triaksial tipe *unconsolidated undrained* dilakukan pada campuran kadar kapur karbid optimum dengan nilai q_u maksimum seperti terlihat pada Tabel 5.5, yaitu kadar kapur karbid 12 %, dan dengan waktu pemeraman 0 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari.

Pembuatan sampel benda uji menggunakan cetakan dengan kadar air sampel benda uji berdasarkan hasil pengujian proktor standar seperti yang terlihat pada Tabel 5.4 Hasil pengujian triaksial tipe *unconsolidated undrained* dengan waktu pemeraman 0 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari (Lampiran 6.1 – Lampiran 6.20) dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Hasil pengujian triaksial tipe UU tanah dicampur kapur karbid

No	Curing time	ϕ ($^{\circ}$)	c (kg/cm ²)
1	0 hari	28,5	0,59
2	7 hari	40,75	0,69
3	14 hari	40,82	0,74
4	21 hari	44,65	0,76
5	28 hari	46,18	0,97

5.5 Kadar Kapur karbid Optimum dan Curing Time

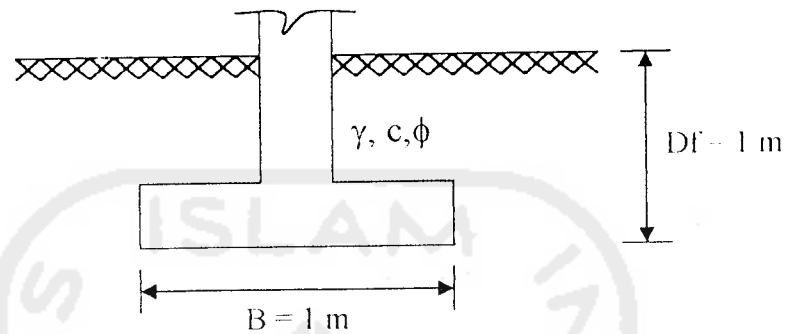
Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan bebas pada tanah yang dicampur dengan kapur karbid pada Tabel 5.4, diperoleh nilai q_u maksimum terjadi pada campuran dengan kadar kapur karbid 12 %, yaitu sebesar 1,96 kg/cm².

Pengujian dengan *curing time* dilakukan pada campuran tanah lempung dan kapur karbid dengan kadar kapur karbid 12 %. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian Triaksial tipe *unconsolidated undrained* dengan *curing time* 0 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 5.6.

5.6 Analisis Kuat Dukung Tanah Dengan Campuran Kapur Karbid

Analisis kuat dukung tanah dengan campuran kapur karbid dilakukan pada kadar campuran optimum dengan *curing time* 0 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari. Analisis dilakukan dengan formula Terzaghi dengan asumsi tipe keruntuhan *general shear failure* pada pondasi dangkal yang berbentuk pondasi telapak bujur

sangkar. Kedalaman pondasi (D_f) 1 meter, dan lebar pondasi (B) 1 meter seperti terlihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Detail pondasi dangkal

Untuk menentukan kuat dukung tanah dengan formula Terzaghi perlu diketahui parameter-parameter tanah seperti sudut gesek dalam tanah (ϕ), kohesi tanah (c), dan berat volume tanah (γ). Data-data ini dapat dilihat pada Tabel 5.7 di bawah ini.

Tabel 5.7 Nilai-nilai parameter tanah

No	Curing time	ϕ ($^{\circ}$)	c (kg/cm^2)	γ_b (gr/cm^3)
1	0 hari	28,5	0,59	1,88
2	7 hari	40,75	0,69	1,85
3	14 hari	40,82	0,74	1,84
4	21 hari	44,65	0,76	1,69
5	28 hari	46,18	0,97	1,67

Perhitungan kuat dukung tanah dilakukan dengan menggunakan formula Terzaghi. Formula Terzaghi untuk pondasi berbentuk bujur sangkar pada kondisi keruntuhan geser umum (*general shear failure*):

$$q_u = 1,3 c N_c + \gamma D_f N_q + 0,4 \gamma B N_\gamma$$

Keterangan :

- c kohesi tanah pada alas pondasi
 D_f = kedalaman pondasi
 γ = berat volume tanah pada alas pondasi dan di atas pondasi
 B = lebar pondasi
 N_c, N_q, N_γ = faktor daya dukung tanah pada alas pondasi

Nilai-nilai N_c, N_q, N_γ dapat di tentukan berdasarkan nilai faktor kuat dukung tanah Terzaghi yang diberikan Terzaghi untuk kondisi keruntuhan geser umum (*general shear failure*) pada Tabel 3.5. Nilai-nilai N_c, N_q, N_γ dengan menggunakan data-data sudut geser dalam (φ) pada Tabel 5.6 dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Nilai-nilai N_c, N_q, N_γ

No	Curing time	φ (°)	N _c	N _q	N _γ
1	0 hari	28,5	33,57	19,56	16,7
2	7 hari	40,75	107,19	95,1	129,96
3	14 hari	40,82	108,26	96,38	132,72
4	21 hari	44,65	166,93	166,86	203,38
5	28 hari	46,18	206,12	218,37	487,32

Hasil perhitungan kuat dukung tanah dengan menggunakan data-data pada Tabel 5.7 dan Tabel 5.8 dapat dilihat pada Tabel 5.9.



Tabel 5.9 Nilai kuat dukung tanah dengan formula Terzaghi

No	Curing time	c (kg/cm ²)	γ_b (gr/cm ³)	ϕ (°)	N _c	N _q	N _{γ}	D _f (m)	B (m)	q _u (1,3 c N _c + γ D _f N _q + 0,4 γ B N _{γ}) (kg/cm ²)
1	0 hari	0,59	1,88	28,5	33,57	19,56	16,7	1	1	75,079
2	7 hari	0,69	1,85	40,75	107,19	95,1	129,96	1	1	368,25
3	14 hari	0,74	1,84	40,82	108,26	96,38	132,72	1	1	379,16
4	21 hari	0,76	1,69	44,65	166,93	166,86	203,38	1	1	584,405
5	28 hari	0,97	1,67	46,18	206,12	218,37	487,32	1	1	950,12