



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 5 No. 1 (2026) pp: 10176-10204

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

Pengaruh Penambahan Semen Terhadap Kuat Geser Tanah Berpasir (Studi Kasus :Seguring Bentiring)

Frandeka¹, Elsa Rati Hariza² Sazuatmo³

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Prof.Dr Hazairin,SH Bengkulu

Prandekaprandeka5092@gmail.com¹, elsaratihariza@gmail.com² sazuatmo68@gmail.com³

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan semen terhadap kuat geser tanah berpasir yang berasal dari daerah Seguring Bentiring. Tanah berpasir secara umum memiliki kohesi yang rendah dan daya dukung yang terbatas, sehingga kurang ideal digunakan sebagai lapisan dasar konstruksi tanpa adanya perbaikan. Oleh karena itu, diperlukan upaya stabilisasi untuk meningkatkan sifat fisik dan mekanis tanah tersebut agar lebih memenuhi persyaratan teknis dalam bidang geoteknik. Salah satu metode stabilisasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah penambahan semen Portland (OPC) dengan variasi kadar sebesar 0%, 3%, 6%, dan 9% terhadap berat kering tanah. Pengujian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH Bengkulu dengan menggunakan tiga sampel tanah yang diuji melalui serangkaian pengujian laboratorium, meliputi kadar air, berat jenis, analisis saringan, batas konsistensi, serta uji triaksial Unconsolidated Undrained (UU) untuk mengetahui parameter kuat geser tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan semen memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kuat geser tanah berpasir. Nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam mengalami peningkatan seiring bertambahnya kadar semen. Kadar semen sebesar 9% menunjukkan hasil yang paling optimal dalam meningkatkan parameter kuat geser tanah. Hal ini disebabkan oleh proses sementasi yang memperkuat ikatan antar butiran tanah sehingga meningkatkan kestabilan struktur tanah. Dengan demikian, metode stabilisasi menggunakan semen terbukti efektif dalam memperbaiki karakteristik tanah berpasir dan sangat direkomendasikan untuk diaplikasikan pada pekerjaan konstruksi, khususnya pada perencanaan pondasi dan perkerasan jalan di daerah dengan kondisi tanah serupa.

Kata Kunci: Tanah berpasir, Semen, Kuat Geser, Stabilisasi Tanah, Uji Triaksial

1. Latar Belakang

Tanah merupakan salah satu elemen utama dalam konstruksi, baik sebagai material maupun sebagai media pendukung suatu struktur. Karakteristik tanah yang baik sangat penting untuk menjamin stabilitas dan daya dukung bangunan. Namun, tidak semua jenis tanah memiliki sifat yang ideal untuk menopang beban struktur secara optimal. Salah satu jenis tanah yang sering dijumpai dalam proyek konstruksi adalah tanah berpasir. Tanah berpasir umumnya memiliki butiran kasar dengan tingkat kohesi yang rendah, sehingga sulit untuk mempertahankan bentuknya di bawah beban eksternal. Hal ini dapat menyebabkan masalah kestabilan, terutama dalam pembangunan pondasi, perkerasan jalan, dan tanggul.

Kuat geser merupakan salah satu parameter penting dalam menentukan kestabilan tanah terhadap beban geser yang terjadi akibat gaya eksternal. Tanah berpasir yang tidak diperkuat cenderung memiliki kuat geser yang rendah, terutama dalam kondisi kering, karena tidak memiliki daya ikat yang cukup antar partikelnya. Ketika tanah ini menerima beban, gaya geser yang terjadi dapat menyebabkan perpindahan butiran pasir, yang pada akhirnya berujung pada deformasi atau bahkan kegagalan struktur di atasnya. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode untuk meningkatkan kuat geser tanah berpasir agar lebih stabil dan mampu menopang beban dengan baik.

Salah satu metode yang sering digunakan untuk meningkatkan sifat mekanis tanah adalah stabilisasi dengan bahan tambahan, seperti semen. Semen memiliki sifat sebagai bahan pengikat yang dapat meningkatkan kohesi antar partikel tanah dan membentuk struktur yang lebih padat serta lebih tahan terhadap perubahan kondisi lingkungan. Ketika semen ditambahkan ke dalam tanah berpasir dan bereaksi dengan air, terjadi proses hidrasi yang menghasilkan senyawa kalsium silikat hidrat (CSH) dan kalsium aluminat hidrat (CAH), yang memperkuat ikatan antar butiran pasir. Dengan demikian, penambahan semen dapat meningkatkan kuat geser tanah, membuatnya lebih stabil, serta mengurangi risiko deformasi akibat beban eksternal.

Berbagai penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa peningkatan kadar semen dalam campuran tanah berpasir berbanding lurus dengan peningkatan kuat geser tanah. Namun, efektivitas stabilisasi ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti persentase semen yang digunakan, kadar air dalam campuran, lama waktu perawatan (curing), serta karakteristik asli tanah berpasir yang distabilisasi. Oleh karena itu, penting untuk melakukan analisis yang lebih mendalam mengenai sejauh mana penambahan semen dapat meningkatkan kuat geser tanah berpasir dan bagaimana pengaruh berbagai faktor tersebut terhadap hasil akhir stabilisasi.

Dalam praktik teknik sipil, pemahaman mengenai pengaruh penambahan semen terhadap kuat geser tanah berpasir sangat berguna dalam berbagai aplikasi, seperti perancangan pondasi dangkal, perbaikan tanah dasar pada konstruksi jalan, serta stabilisasi lereng dan tanggul. Dengan memanfaatkan teknik stabilisasi ini, diharapkan konstruksi yang didirikan di atas tanah berpasir dapat memiliki stabilitas yang lebih baik dan umur layanan yang lebih panjang. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi secara komprehensif pengaruh penambahan semen terhadap kuat geser tanah berpasir, sehingga dapat memberikan rekomendasi teknis yang lebih akurat dalam penerapan stabilisasi tanah di bidang konstruksi. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam menentukan metode perbaikan tanah yang tepat, efisien, dan sesuai dengan kebutuhan di lapangan

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Transportasi Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH Bengkulu. Seluruh rangkaian kegiatan penelitian, mulai dari pembuatan benda uji, proses perawatan, hingga pengujian material dilakukan di laboratorium tersebut. Pemilihan lokasi penelitian didasarkan pada ketersediaan fasilitas dan peralatan laboratorium yang memadai serta sesuai dengan standar pengujian material perkerasan jalan. Secara geografis, lokasi pelaksanaan penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1 yang merupakan peta lokasi laboratorium Fakultas Teknik Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH Bengkulu berdasarkan citra Google Maps tahun 2024.

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di dua lokasi yaitu di seguring bentiring sebagai tempat pengambilan sampel tanah Berpasir dan di Lab Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH, sebagai tempat uji tanah, dapat dilihat dari gambar 3.1 dan 3.2 pada bawah ini.

Bagan Alir Penelitian

Tahapan-tahapan yang akan dilakukan pada penelitian Pengaruh Penambahan semen terhadap kuat geser tanah berpasir dapat dilihat pada diagram alir di bawah ini :

Dari diagram alir diatas maka didapatkan tahapan-tahapan penelitian sebagai berikut :

Pada tahap awal yaitu tahap dimana pengajuan judul skripsi, dimana pada tahap ini peneliti mulai mencari literature dan lokasi yang sesuai dengan judul yang nantinya akan diteliti.

Pada tahap ke dua peneliti melakukan identifikasi tanah dan semen sampel dan pengaruh.

Tahap ketiga yaitu persiapan pengujian dan pelaksanaan pengujian yang dilakukan di laboratorium Teknik Sipil Universitas Prof. Dr Hazairin, S.H Bengkulu. Adapun Pengujian yang dilakukan pada penelitian Pengaruh penambahan semen terhadap kuat geser tanah berpasir adalah sebagai berikut :

Pengujian Properties Tanah

Uji kadar air,

Uji berat jenis, dan

Uji berat volume.

Pengujian Analisis Granuler

Uji analisis saringan,

Pengujian batas-batas konsistensi

Uji batas cair,

Uji batas plastis, dan

Uji batas susut.

f. Pengujian Triaksial UU (Triaxial Unconsolidated Undrained).

Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data yaitu :

Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan langsung di lapangan oleh peneliti. Data primer yang digunakan pada penelitian ini yaitu, dengan melakukan survey lapangan dan pengambilan sampel.

Data Sekunder

Data sekunder adalah berbagai informasi yang telah ada sebelumnya dan dikumpulkan oleh peneliti dengan tujuan untuk melengkapi kebutuhan data penelitian. Data sekunder didapatkan dari instansi-instansi terkait atau dari sumber-sumber data yang dapat dipertanggung jawabkan kebenarannya.

Metode Penulisan Laporan

Dalam metode penyusunan laporan Tugas Akhir ini ada satu metode pengumpulan data yang akan digunakan yaitu Studi Kepustakaan dan data lapangan, yaitu Teknik pengumpulan data dengan menggunakan buku, literatur, sumber, Lab dan lapangan yang berhubungan dengan judul penulisan Tugas Akhir.

Studi Literatur

Studi literatur merupakan tahap awal dalam penulisan, yang dilakukan dengan pengumpulan literatur-literatur yang berhubungan dengan dasar teori atau topik mengenai penelitian ini, yaitu Pengaruh penambahan semen terhadap kuat geser tanah berpasir

3.5.1 Pemeriksaan Kadar Air

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menentukan kadar air material tanah. Kadar air didefinisikan sebagai perbandingan massa air bebas dengan massa tanah kering. Salah satu prosedur dalam pemeriksaan kadar air ialah menimbang sampel di dalam container yang sudah dioven selama 24 jam.

3.5.2 Pengujian Berat Jenis Tanah

Untuk menguji berat jenis tanah (specific gravity tanah), ada beberapa metode yang dapat digunakan. Salah satu metode yang paling umum adalah menggunakan metode pyrikometer.

Persiapan Sampel Tanah

Ambil sampel tanah yang cukup untuk pengujian.

Jika tanah mengandung kadar air yang tinggi, keringkan tanah di oven pada suhu 105°C-110°C hingga beratnya konstan.

Menimbang Sampel Tanah

Timbang sampel tanah kering dengan akurat menggunakan timbangan analitik. Catat berat sampel tanah

Mengisi Pyknometer dengan Air

Isi pyknometer dengan air hingga mencapai garis batas volume yang telah ditentukan, dan pastikan tidak ada gelembung udara di dalamnya.

Timbang pyknometer yang sudah terisi air

Memasukkan Sampel Tanah ke Pyknometer

Masukkan sampel tanah yang sudah dikeringkan ke dalam pyknometer yang berisi air.

Tutup rapat pyknometer dan pastikan tidak ada udara yang terperangkap di dalamnya.

Timbang pyknometer yang berisi sampel tanah dan air

3.5.1 Uji Triaksial (triaxial test)

Triaksial dilakukan untuk mengetahui parameter kuat geser tanah. Pengujian ini digunakan untuk menguji tanah berbutir halus dilapangan, karena pnegujian dilakukan dengan cepat sehingga lapisan tanah belum sempat terkonsolidasi. Pada pelaksanaan pengujian, benda uji yang umumnya berupa berbutir halus awalnya dibebani dengan penerapan tekanan sel. Setelah itu diberi beban normal, melalui penerapan tegangan deviator ($\Delta\sigma$) sampai mencapai keruntuhan. Pada penerapan tegangan deviator selama penggeseran, air tidak diizinkan keluar dari benda uji. Jadi selama pengujian berlangsung katup drainase tertutup. Akibat air yang tidak mengalir keluar, beban

normal tidak ditransfer ke butiran tanahnya. Keadaan tanpa drainase ini menyebabkan adanya kelebihan tekanan pori dengan tidak ada tahanan geser hasil perlawanan butiran (Hardiyanto, 2010).

Untuk mendapatkan parameter kuat geser tanah pada pengujian ini dilakukan jenis pengujian yaitu, tak terkonsolidasi-tak terdrainasi (Unconsolidated-Undrained). Terdapat dua acara untuk mendapatkan nilai parameter kuat geser tanah pada uji triaksial, yaitu dengan lingkaran Mohr dan regresi linier. Pada lingkaran Mohr untuk mendapatkan sudut geser dalam (ϕ) dan nilai kohesi (c) dilakukan pada sampel tanah benda uji tanah campuran dengan 3 buah sampel

Metode Analisis

Berdasarkan hasil laboratorium yang didapatkan data nantinya akan diolah dengan menggunakan ms. Excel, sehingga akan dikeluarkan output berupa tabel dan grafik pada setiap sampel yang diuji. Berdasarkan data yang didapatkan nantinya akan mencari nilai kestabilan Kohesi'nya.

3. Hasil dan Diskusi

1.1 4.1 Pengambilan sampel

Pengambilan sampel dilakukan untuk mendapatkan sampel tanah pada lokasi penelitian. Pengambilan sampel dilakukan dengan cara membersihkan dan meratakan permukaan tanah lalu dilakukan pengalihan menggunakan *hand bor* lalu sampel dimasukkan kedalam plastik sebagai wadah penampung sampel dan dimasukkan kedalam tabung tak terganggu.

1.2 Data Tanah

Data tanah didapatkan dari hasil pengujian di laboratorium terhadap sampel tanah yang sudah di ambil pada lokasi Seguring. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan di laboratorium didapatkan hasil uji tanah sebagai berikut

1.2.1 Kadar Air

pengujian kadar air (w) dilakukan untuk mengetahui kadar air yang terdapat pada saat kondisi dilapangan. Kadar air adalah nilai perbandingan antara berat air (W_w) dengan berat kering tanah (W_s). Berikut merupakan hasil pengujian kadar air yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut.

Table 4. 1 Pengujian kadar air undisturb titik 1

1	No Cawan Timbang	Rumus	I	II
2	Berat Cawan Kosong	W_1 gram	0,00	0,00
3	Berat Cawan + Tanah Basah	W_2 gram	21,50	25,00
4	Berat Cawan + Tanah Kering	W_3 gram	14,50	15,00
5	Berat Air	$(W_2 - W_3)$ gram	7,00	10,00
6	Berat Tanah Kering	$(W_3 - W_1)$ gram	14,50	15,00
7	Kadar Air		0,48	0,67
8	Kadar Air Rata-rata (%)		0,575	

Sumber: Hasil Analisis 2025

Table 4. 2 Pengujian kadar air Disturb titik1

1	No Cawan Timbang	Rumus	I	II
2	Berat Cawan Kosong	W_1 gram	0,00	0,00
3	Berat Cawan + Tanah Basah	W_2 gram	25,50	20,50
4	Berat Cawan + Tanah Kering	W_3 gram	18,50	11,50
5	Berat Air	$(W_2 - W_3)$ gram	7,00	9,00
6	Berat Tanah Kering	$(W_3 - W_1)$ gram	18,50	11,50
7	Kadar Air, w (%)		0,38	0,78

8	Kadar Air Rata-rata (%)		0,580
---	---------------------------	--	-------

Sumber: Hasil Analisis 2025

Table 4. 3 Pengujian kadar air undisturb titik 2

1	No Cawan Timbang	Rumus	I	II
2	Berat Cawan Kosong	W_1 gram	0,00	0,00
3	Berat Cawan + Tanah Basah	W_2 gram	37,50	43,00
4	Berat Cawan + Tanah Kering	W_3 gram	27,00	31,00
5	Berat Air	$(W_2 - W_3)$ gram	10,50	12,00
6	Berat Tanah Kering	$(W_3 - W_1)$ gram	27,00	31,00
7	Kadar Air		0,39	0,39
8	Kadar Air Rata-rata (%)		0,388	

Sumber: Hasil Analisis 2025

Table 4. 4 Pengujian kadar air Disturb titik2

1	No Cawan Timbang	Rumus	I	II
2	Berat Cawan Kosong	W_1 gram	0,00	0,00
3	Berat Cawan + Tanah Basah	W_2 gram	18,50	19,50
4	Berat Cawan + Tanah Kering	W_3 gram	15,50	14,50
5	Berat Air	$(W_2 - W_3)$ gram	3,00	5,00
6	Berat Tanah Kering	$(W_3 - W_1)$ gram	15,50	14,50
7	Kadar Air, w (%)		0,19	0,34
8	Kadar Air Rata-rata (%)		0,269	

Sumber: Hasil Analisis 2025

Table 4. 5 Pengujian kadar air undisturb titik 3

1	No Cawan Timbang	Rumus	I	II
2	Berat Cawan Kosong	W_1 gram	0,00	0,00
3	Berat Cawan + Tanah Basah	W_2 gram	22,50	25,00
4	Berat Cawan + Tanah Kering	W_3 gram	16,00	18,00
5	Berat Air	$(W_2 - W_3)$ gram	6,50	7,00
6	Berat Tanah Kering	$(W_3 - W_1)$ gram	16,00	18,00
7	Kadar Air		0,41	0,39
8	Kadar Air Rata-rata (%)		0,398	

Sumber: Hasil Analisis 2025

Table 4. 6 Pengujian kadar air Disturb titik3

1	No Cawan Timbang	Rumus	I	II
2	Berat Cawan Kosong	W_1 gram	0,00	0,00
3	Berat Cawan + Tanah Basah	W_2 gram	20,50	23,50
4	Berat Cawan + Tanah Kering	W_3 gram	15,00	16,50
5	Berat Air	$(W_2 - W_3)$ gram	5,50	7,00
6	Berat Tanah Kering	$(W_3 - W_1)$ gram	15,00	16,50
7	Kadar Air, w (%)		0,37	0,42
8	Kadar Air Rata-rata (%)		0,395	

Sumber: Hasil Analisis 2025

Dari pengujian Kadar air yang dilakukan didapatkan nilai kadar air rata-rata yaitu sebesar

undisturb titik I. 0,575 .titik II,0,338 dan titik III 0,398
Disturb titik I. 0.580 titik II 0,269 titik III 0,395

1.2.2 Berat Jenis

Berat jenis merupakan perbandingan antara berat volume padat pada (γ_s) dengan berat volume air (γ_w) terhadap volume yang masih sama pada suhu tertentu. Berikut hasil dari penelitian berat jenis tanah yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.7 berikut ini

Table 4. 7 Pengujian berat jenis Distrub titik I

1	Jenis Tanah	Rumus	Kasar	Halus
2	Piknometer No.		P1	P2
3	Berat Piknometer kosong	W_1 gram	109,00	109,00
4	Berat Piknometer + Tanah Kering	W_2 gram	122,00	124,00
5	Berat Piknometer + Tanah + Air	W_3 gram	163,50	165,00
6	Berat Piknometer + Air	W_4 gram	157,50	157,50
7	Temperatur $t^\circ C$		26,00	26,00
8	$A = W_2 - W_1$		13,00	15,00
9	$B = W_3 - W_4$		6,00	7,50
10	$C = A - B$		7,00	7,50
11	Berat Jenis $G_1 = A / C$		1,857	2,000
12	Rata-rata G_1		1,929	
13	G untuk $27,5^\circ$		1,929	

Sumber: Hasil Analisis 2025

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan berat jenis rata-rata G_1 tanah sampel satu pada suhu $25,00^\circ$ sebesar $1,929g/cm^3$

Table 4. 8 Pengujian berat jenis Distrub titik II

1	Jenis Tanah	Rumus	Kasar	Halus
2	Piknometer No.		P1	P2
3	Berat Piknometer kosong	W_1 gram	109,00	109,00
4	Berat Piknometer + Tanah Kering	W_2 gram	122,50	124,00
5	Berat Piknometer + Tanah + Air	W_3 gram	163,00	164,00
6	Berat Piknometer + Air	W_4 gram	157,50	157,50
7	Temperatur $t^\circ C$		26,00	26,00
8	$A = W_2 - W_1$		13,50	15,00
9	$B = W_3 - W_4$		5,50	6,50
10	$C = A - B$		8,00	11,00
11	Berat Jenis $G_1 = A / C$		1,688	4,000
12	Rata-rata G_1		2,844	
13	G untuk $27,5^\circ$		2,844	

Sumber: Hasil Analisis 2025

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan berat jenis rata-rata G_1 tanah sampel dua pada suhu $25,00^\circ$ sebesar $2,844g/cm^3$

Table 4. 9 Pengujian berat jenis Distrub titik III

1	Jenis Tanah	Rumus	Kasar	Halus
2	Piknometer No.		P1	P2
3	Berat Piknometer kosong	W_1 gram	109,00	109,00
4	Berat Piknometer + Tanah Kering	W_2 gram	122,50	123,50
5	Berat Piknometer + Tanah + Air	W_3 gram	163,00	164,50
6	Berat Piknometer + Air	W_4 gram	157,50	157,50
7	Temperatur t° C		26,00	26,00
8	$A = W_2 - W_1$		13,50	14,50
9	$B = W_3 - W_4$		5,50	7,00
10	$C = A - B$		8,00	7,50
11	Berat Jenis $G_1 = A / C$		1,688	1,933
12	Rata-rata G_1		1,810	
13	G untuk 27,5°		1,810	

Sumber: Hasil Analisis 2025

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan berat jenis rata-rata G_1 tanah sampel tiga pada suhu 25,00° sebesar 1,810 g/cm³

1.2.3 Pengujian Batas Batas Konsistensi

Pengujian batas-batas konsistensi dilakukan untuk mengetahui kadar air dalam sampel tanah yang menyebabkan adanya batas-batas peralihan dari padat, semi padat, plastis, dan cair. Berikut merupakan hasil pengujian batas cair dan batas plastis pada Tabel Berikut

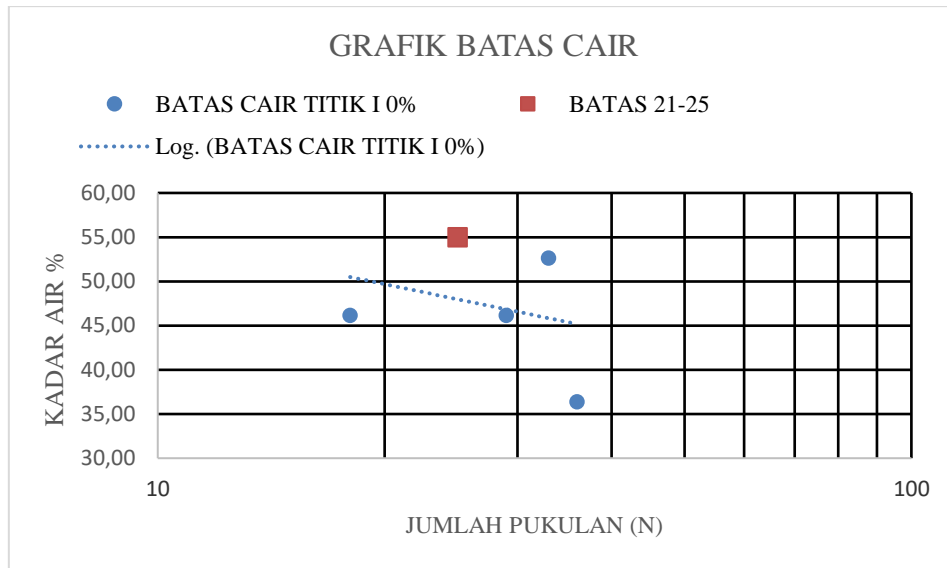
1. Batas Cair Sempel tanah di uji menggunakan alat *Casagrande*, dengan sempel tanah dimasukan kedalam alat *Casagrande* memberi alur ditengah tengah sempel sampai terbelah dan menghitung jumlah pukulan yang ditentukan sampai ada sempel tanah dalam benda uji yang menyatu, kemudian dapatlah hasil

Table 4. 10 Hasil uji batas cair titik I Campuran 0% semen

1	Percobaan No.		1	2	3	4	5
2	Interval Jumlah Pukulan		15-20	21-25	26-30	31-35	36-40
3	Jumlah Pukulan		18	25	29	33	36
4	No. Cawan Timbang		1	1	1	1	1
5	Berat Cawan Kosong	W_1 gram	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
6	Berat Cawan + Tanah Basah	W_2 gram	23,00	19,50	23,00	18,50	19,00
7	Berat Cawan + Tanah Kering	W_3 gram	17,00	14,00	17,00	13,50	15,00
8	Berat Air	$A = (W_2 - W_3)$ gram	6,00	5,50	6,00	5,00	4,00
9	Berat Tanah Kering	$B = (W_3 - W_1)$ gram	13,00	10,00	13,00	9,50	11,00
10	Kadar Air, w (%)		0,46	0,55	0,46	0,53	0,36
11	Kadar Air Rata - rata (%)		0,46	0,55	0,46	0,53	0,36
12	Batas Cair (%)		46,15	55,00	46,15	52,63	36,36
13	Flow Index (%)		47,00				

Sumber: Hasil Analisis 2025

Dari pengujian yang telah dilakukan pada tanah titik satu + 0% penambahan semen didapatkan nilai *flow index* sebesar 47,00%. Yang menghasikan grafik seperti gambar di bawah ini



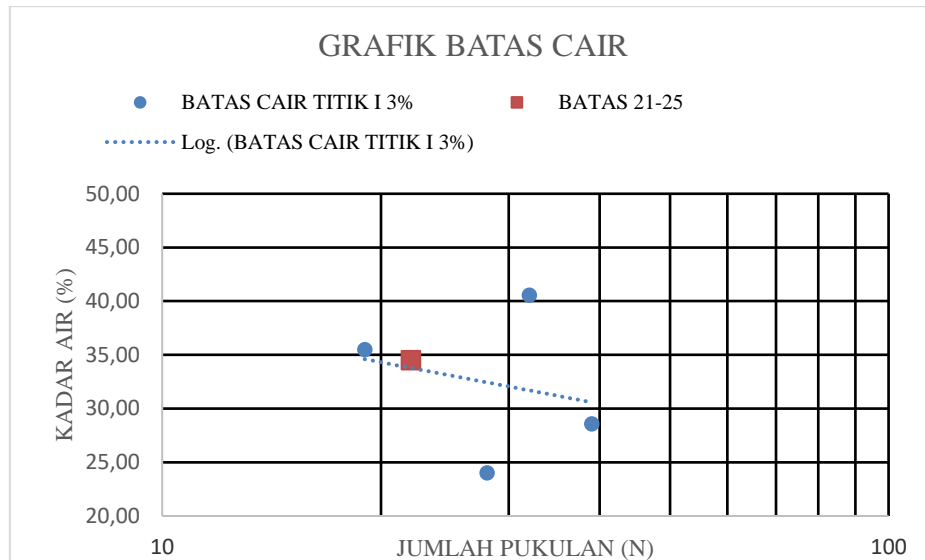
Gambar 4. 1 Grafik Batas Cair titik I Campuran 0% Semen
 Sumber: Hasil Analisis 2025

Table 4. 11 Hasil uji batas cair titik I Campuran 3% semen

1	Percobaan No.		1	2	3	4	5
2	Interval Jumlah Pukulan		15-20	21-25	26-30	31-35	36-40
3	Jumlah Pukulan		19	22	28	32	39
4	No. Cawan Timbang		1	1	1	1	1
5	Berat Cawan Kosong	W_1 gram	4,00	4,50	2,50	2,00	2,50
6	Berat Cawan + Tanah Basah	W_2 gram	25,00	31,40	18,00	27,30	20,50
7	Berat Cawan + Tanah Kering	W_3 gram	19,50	24,50	15,00	20,00	16,50
8	Berat Air	$A = (W_2 - W_3)$ gram	5,50	6,90	3,00	7,30	4,00
9	Berat Tanah Kering	$B = (W_3 - W_1)$ gram	15,50	20,00	12,50	18,00	14,00
10	Kadar Air, w (%)		0,35	0,35	0,24	0,41	0,29
11	Kadar Air Rata - rata (%)		0,35	0,35	0,24	0,41	0,29
12	Batas Cair (%)		35,48	34,50	24,00	40,56	28,57
13	Flow Index (%)		34,10				

Sumber: Hasil Analisis 2025

Dari pengujian yang telah dilakukan pada tanah titik satu + 3% penambahan semen didapatkan nilai *flow index* sebesar 34,10%. Yang menghasilkan grafik seperti gambar di bawah ini



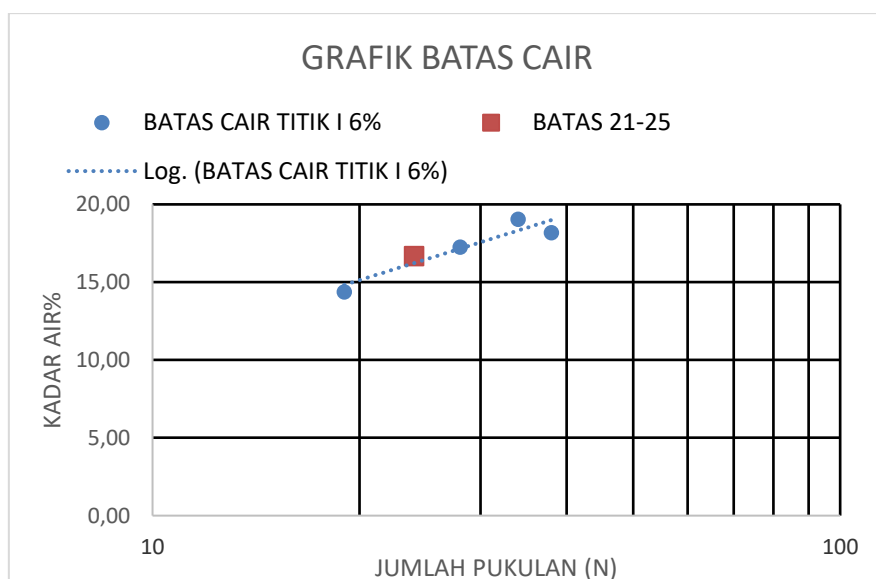
Gambar 4. 2 Grafik Batas Cair titik I Campuran 3% Semen
 Sumber: Hasil Analisis 2025

Table 4. 12 Hasil uji batas cair titik I Campuran 6% semen

1	Percobaan No.	Rumus perhitungan	1	2	3	4	5
2	Interval Jumlah Pukulan		15-20	21-25	26-30	31-35	36-40
3	Jumlah Pukulan		19	24	28	34	38
4	No. Cawan Timbang		1	1	1	1	1
5	Berat Cawan Kosong	W_1 gram	2,50	4,00	4,00	2,50	2,50
6	Berat Cawan + Tanah Basah	W_2 gram	20,80	14,50	21,00	15,00	15,50
7	Berat Cawan + Tanah Kering	W_3 gram	18,50	13,00	18,50	13,00	13,50
8	Berat Air	$A = (W_2 - W_3)$ gram	2,30	1,50	2,50	2,00	2,00
9	Berat Tanah Kering	$B = (W_3 - W_1)$ gram	16,00	9,00	14,50	10,50	11,00
10	Kadar Air, w (%)		0,14	0,17	0,17	0,19	0,18
11	Kadar Air Rata - rata (%)		0,14	0,17	0,17	0,19	0,18
12	Batas Cair (%)		14,38	16,67	17,24	19,05	18,18
13	Flow Index (%)		16,00				

Sumber: Hasil Analisis 2025

Dari pengujian yang telah dilakukan pada tanah titik satu + 6% penambahan semen didapatkan nilai *flow index* sebesar 16,00%. Yang menghasilkan grafik seperti gambar di bawah ini



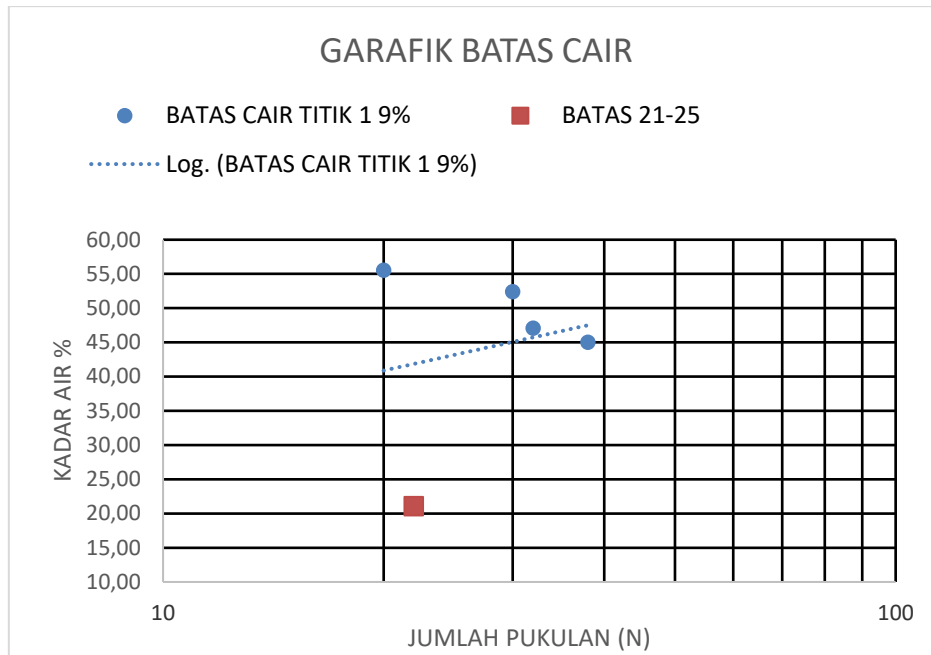
Gambar 4. 3 Grafik Batas Cair titik I Campuran 6% Semen
 Sumber: Hasil Analisis 2025

Table 4. 13 Hasil uji batas cair titik I Campuran 9% semen

1	Percobaan No.		1	2	3	4	5
2	Interval Jumlah Pukulan		15-20	21-25	26-30	31-35	36-40
3	Jumlah Pukulan		20	22	30	32	38
4	No. Cawan Timbang		1	1	1	1	1
5	Berat Cawan Kosong	W_1 gram	2,50	2,50	4,00	4,00	4,00
6	Berat Cawan + Tanah Basah	W_2 gram	16,50	14,00	20,00	16,50	18,50
7	Berat Cawan + Tanah Kering	W_3 gram	11,50	12,00	14,50	12,50	14,00
8	Berat Air	$A = (W_2 - W_3)$ gram	5,00	2,00	5,50	4,00	4,50
9	Berat Tanah Kering	$B = (W_3 - W_1)$ gram	9,00	9,50	10,50	8,50	10,00
10	Kadar Air, w (%)		0,56	0,21	0,52	0,47	0,45
11	Kadar Air Rata - rata (%)		0,56	0,21	0,52	0,47	0,45
12	Batas Cair (%)		55,56	21,05	52,38	47,06	45,00
13	Flow Index (%)		43,00				

Sumber: Hasil Analisis 2025

Dari pengujian yang telah dilakukan pada tanah titik satu + 9% penambahan semen didapatkan nilai *flow index* sebesar 43,00%. Yang menghasilkan grafik seperti gambar di bawah ini



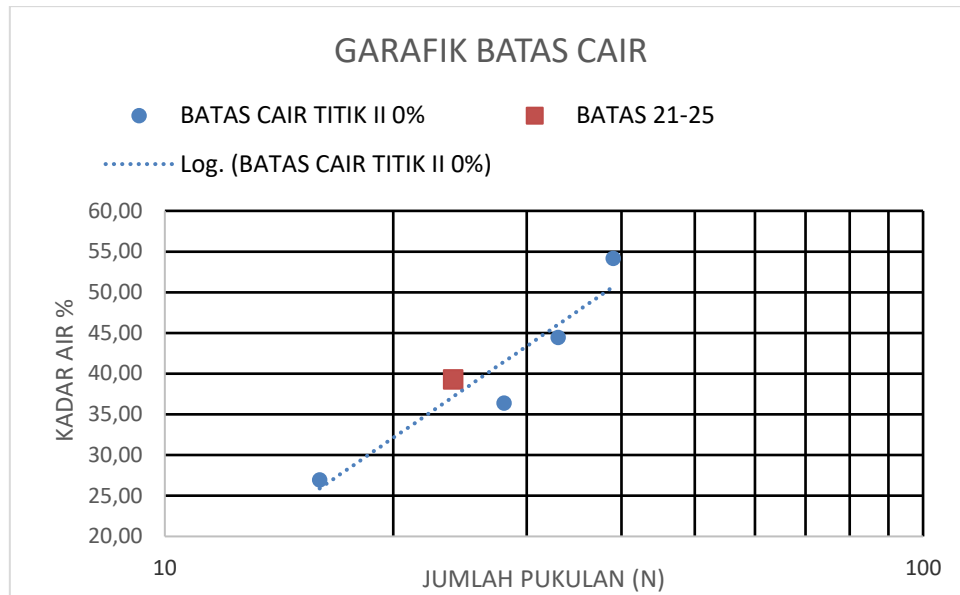
Gambar 4. 4 Grafik Batas Cair titik I Campuran 9% Semen
 Sumber: Hasil Analisis 2025

Table 4. 14 Hasil uji batas cair titik II Campuran 0% semen

1	Percobaan No.		1	2	3	4	5
2	Interval Jumlah Pukulan		15-20	21-25	26-30	31-35	36-40
3	Jumlah Pukulan		16	24	28	33	39
4	No. Cawan Timbang		1	1	1	1	1
5	Berat Cawan Kosong	W_1 gram	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
6	Berat Cawan + Tanah Basah	W_2 gram	20,50	23,50	19,00	17,00	22,50
7	Berat Cawan + Tanah Kering	W_3 gram	17,00	18,00	15,00	13,00	16,00
8	Berat Air	$A = (W_2 - W_3)$ gram	3,50	5,50	4,00	4,00	6,50
9	Berat Tanah Kering	$B = (W_3 - W_1)$ gram	13,00	14,00	11,00	9,00	12,00
10	Kadar Air, w (%)		0,27	0,39	0,36	0,44	0,54
11	Kadar Air Rata - rata (%)		0,27	0,39	0,36	0,44	0,54
12	Batas Cair (%)		26,92	39,29	36,36	44,44	54,17
13	Flow Index (%)		38,00				

Sumber: Hasil Analisis 2025

Dari pengujian yang telah dilakukan pada tanah titik dua + 0% penambahan semen didapatkan nilai *flow index* sebesar 38,00%. Yang menghasilkan grafik seperti gambar di bawah ini



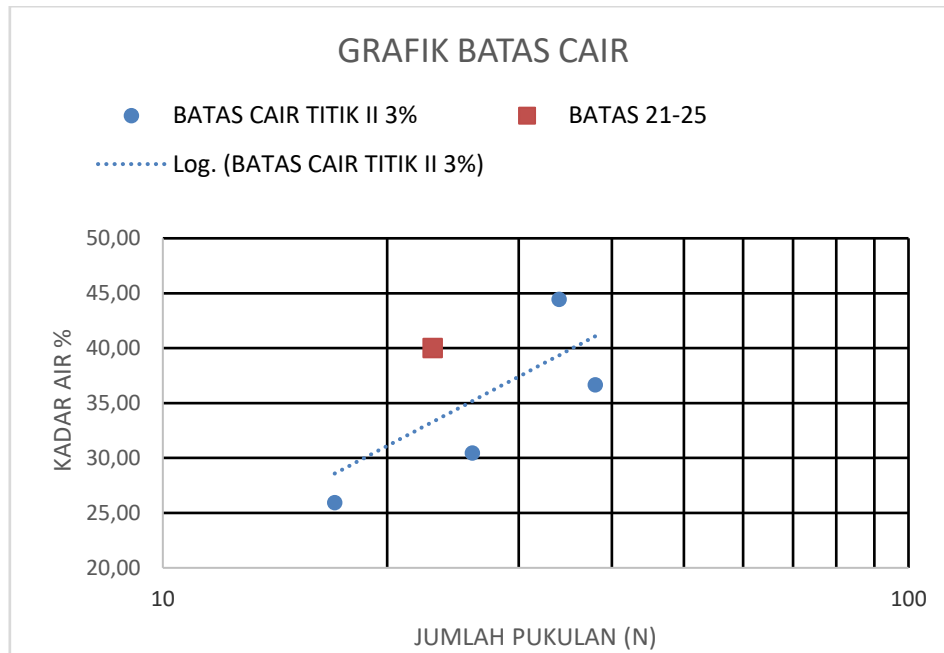
Gambar 4. 5 Grafik Batas Cair titik II Campuran 0% Semen
 Sumber: Hasil Analisis 2025

Table 4. 15 Hasil uji batas cair titik II Campuran 3% semen

1	Percobaan No.		1	2	3	4	5
2	Interval Jumlah Pukulan		15-20	21-25	26-30	31-35	36-40
3	Jumlah Pukulan		17	23	26	34	38
4	No. Cawan Timbang		1	1	1	1	1
5	Berat Cawan Kosong	W_1 gram	4,00	2,50	4,00	4,00	2,50
6	Berat Cawan + Tanah Basah	W_2 gram	21,00	23,50	19,00	17,00	23,00
7	Berat Cawan + Tanah Kering	W_3 gram	17,50	17,50	15,50	13,00	17,50
8	Berat Air	$A = (W_2 - W_3)$ gram	3,50	6,00	3,50	4,00	5,50
9	Berat Tanah Kering	$B = (W_3 - W_1)$ gram	13,50	15,00	11,50	9,00	15,00
10	Kadar Air, w (%)		0,26	0,40	0,30	0,44	0,37
11	Kadar Air Rata - rata (%)		0,26	0,40	0,30	0,44	0,37
12	Batas Cair (%)		25,93	40,00	30,43	44,44	36,67
13	Flow Index (%)		39,00				

Sumber: Hasil Analisis 2025

Dari pengujian yang telah dilakukan pada tanah titik dua + 3% penambahan semen didapatkan nilai *flow index* sebesar 39,00%. Yang menghasilkan grafik seperti gambar di bawah ini



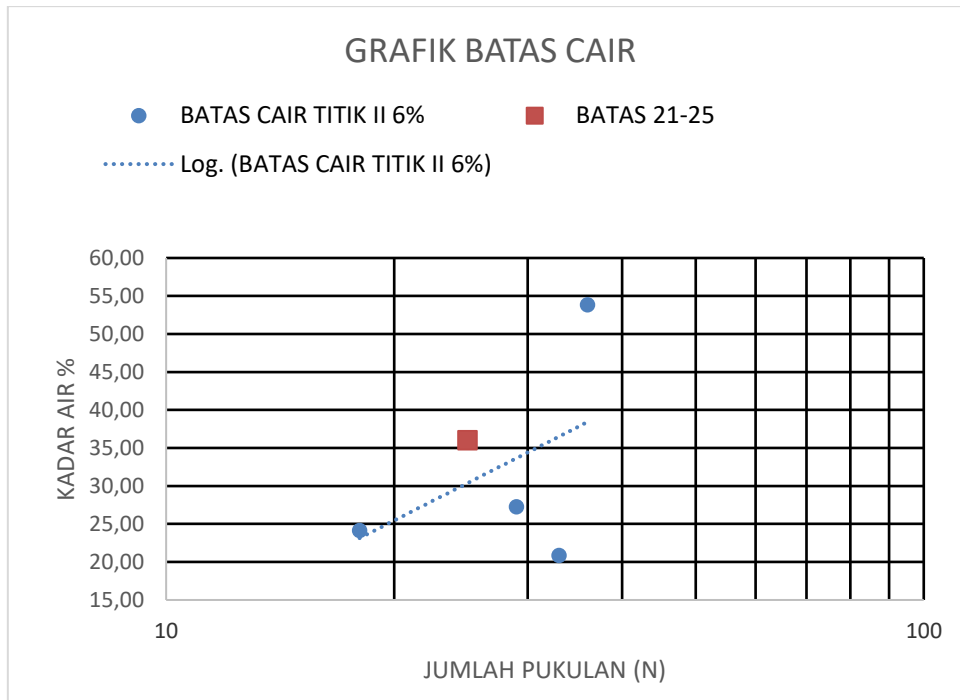
Gambar 4. 6 Grafik Batas Cair titik II Campuran 3% Semen
 Sumber: Hasil Analisis 2025

Table 4. 16 Hasil uji batas cair titik II Campuran 6% semen

1	Percobaan No.		1	2	3	4	5
2	Interval Jumlah Pukulan		15-20	21-25	26-30	31-35	36-40
3	Jumlah Pukulan		18	25	29	33	36
4	No. Cawan Timbang		1	1	1	1	1
5	Berat Cawan Kosong	W_1 gram	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
6	Berat Cawan + Tanah Basah	W_2 gram	22,00	21,00	18,00	18,50	24,00
7	Berat Cawan + Tanah Kering	W_3 gram	18,50	16,50	15,00	16,00	17,00
8	Berat Air	$A = (W_2 - W_3)$ gram	3,50	4,50	3,00	2,50	7,00
9	Berat Tanah Kering	$B = (W_3 - W_1)$ gram	14,50	12,50	11,00	12,00	13,00
10	Kadar Air, w (%)		0,24	0,36	0,27	0,21	0,54
11	Kadar Air Rata - rata (%)		0,24	0,36	0,27	0,21	0,54
12	Batas Cair (%)		24,14	36,00	27,27	20,83	53,85
13	Flow Index (%)		30,00				

Sumber: Hasil Analisis 2025

Dari pengujian yang telah dilakukan pada tanah titik dua + 6% penambahan semen didapatkan nilai *flow index* sebesar 30,00%. Yang menghasilkan grafik seperti gambar di bawah ini



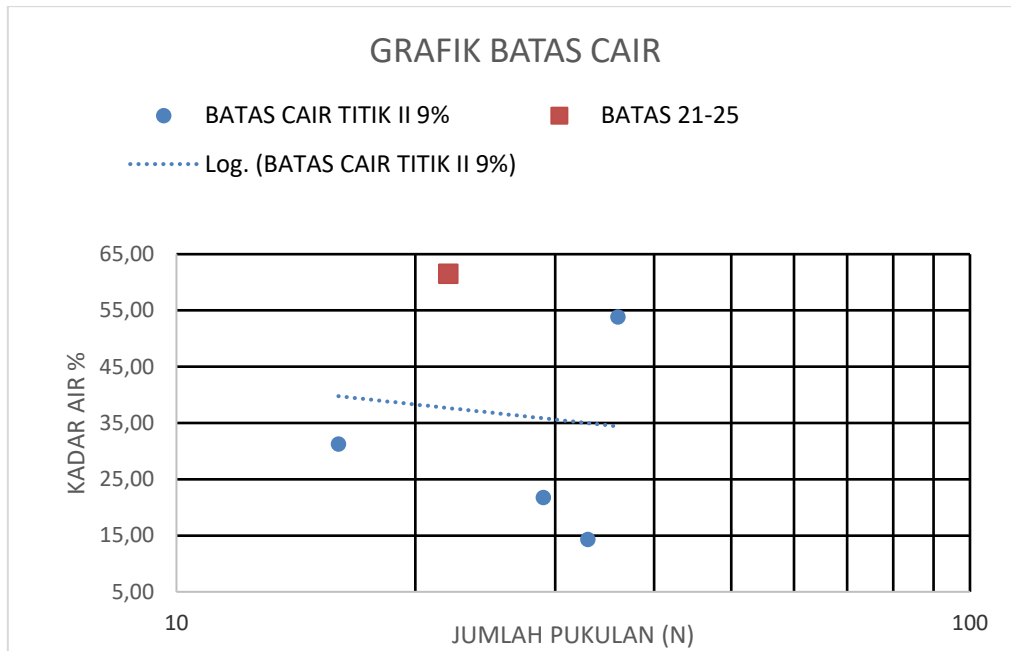
Gambar 4. 7 Grafik Batas Cair titik II Campuran 6% Semen
 Sumber: Hasil Analisis 2025

Table 4. 17 Hasil uji batas cair titik II Campuran 9% semen

1	Percobaan No.		1	2	3	4	5
2	Interval Jumlah Pukulan		15-20	21-25	26-30	31-35	36-40
3	Jumlah Pukulan		16	22	29	33	36
4	No. Cawan Timbang		1	1	1	1	1
5	Berat Cawan Kosong	W_1 gram	2,50	4,00	4,00	2,50	4,00
6	Berat Cawan + Tanah Basah	W_2 gram	23,50	25,00	18,00	18,50	24,00
7	Berat Cawan + Tanah Kering	W_3 gram	18,50	17,00	15,50	16,50	17,00
8	Berat Air	$A = (W_2 - W_3)$ gram	5,00	8,00	2,50	2,00	7,00
9	Berat Tanah Kering	$B = (W_3 - W_1)$ gram	16,00	13,00	11,50	14,00	13,00
10	Kadar Air, w (%)		0,31	0,62	0,22	0,14	0,54
11	Kadar Air Rata - rata (%)		0,31	0,62	0,22	0,14	0,54
12	Batas Cair (%)		31,25	61,54	21,74	14,29	53,85
13	Flow Index (%)		36,00				

Sumber: Hasil Analisis 2025

Dari pengujian yang telah dilakukan pada tanah titik dua + 9% penambahan semen didapatkan nilai *flow index* sebesar 36,00%. Yang menghasilkan grafik seperti gambar di bawah ini



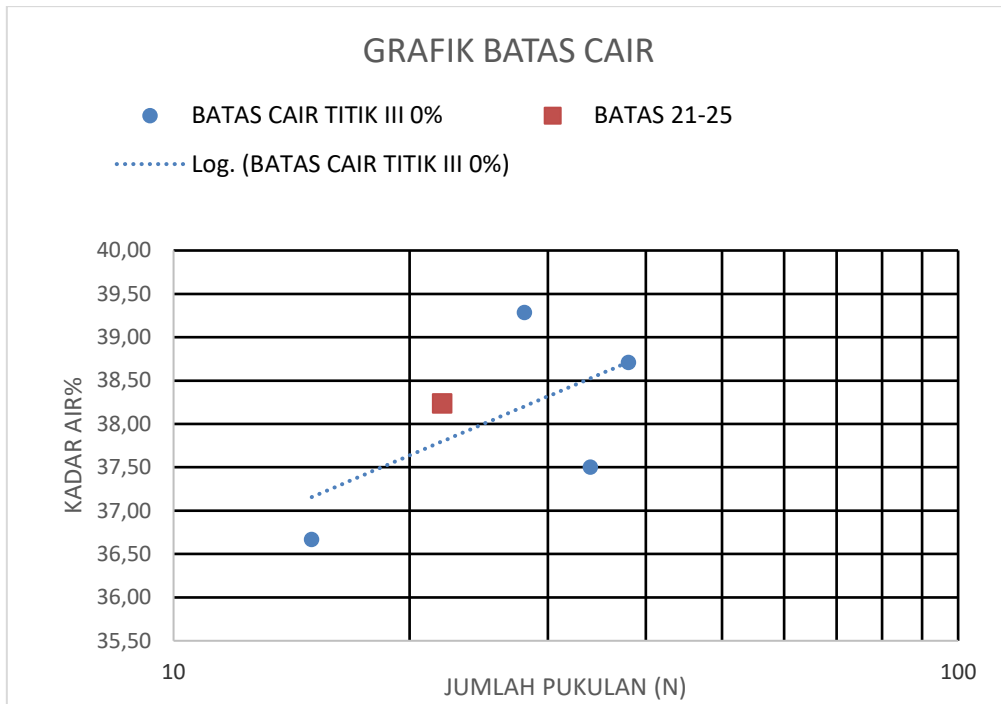
Gambar 4. 8 Grafik Batas Cair titik II Campuran 9% Semen
 Sumber: Hasil Analisis 2025

Table 4. 18 Hasil uji batas cair titik III Campuran 0% semen

1	Percobaan No.		1	2	3	4	5
2	Interval Jumlah Pukulan		15-20	21-25	26-30	31-35	36-40
3	Jumlah Pukulan		15	22	28	34	38
4	No. Cawan Timbang		1	1	1	1	1
5	Berat Cawan Kosong	W_1 gram	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Berat Cawan + Tanah Basah	W_2 gram	20,50	23,50	19,50	16,50	21,50
7	Berat Cawan + Tanah Kering	W_3 gram	15,00	17,00	14,00	12,00	15,50
8	Berat Air	$A = (W_2 - W_3)$ gram	5,50	6,50	5,50	4,50	6,00
9	Berat Tanah Kering	$B = (W_3 - W_1)$ gram	15,00	17,00	14,00	12,00	15,50
10	Kadar Air, w (%)		0,37	0,38	0,39	0,38	0,39
11	Kadar Air Rata - rata (%)		0,37	0,38	0,39	0,38	0,39
12	Batas Cair (%)		36,67	38,24	39,29	37,50	38,71
13	Flow Index (%)		37,50				

Sumber: Hasil Analisis 2025

Dari pengujian yang telah dilakukan pada tanah titik tiga + 0% penambahan semen didapatkan nilai *flow index* sebesar 37,50%. Yang menghasilkan grafik seperti gambar di bawah ini



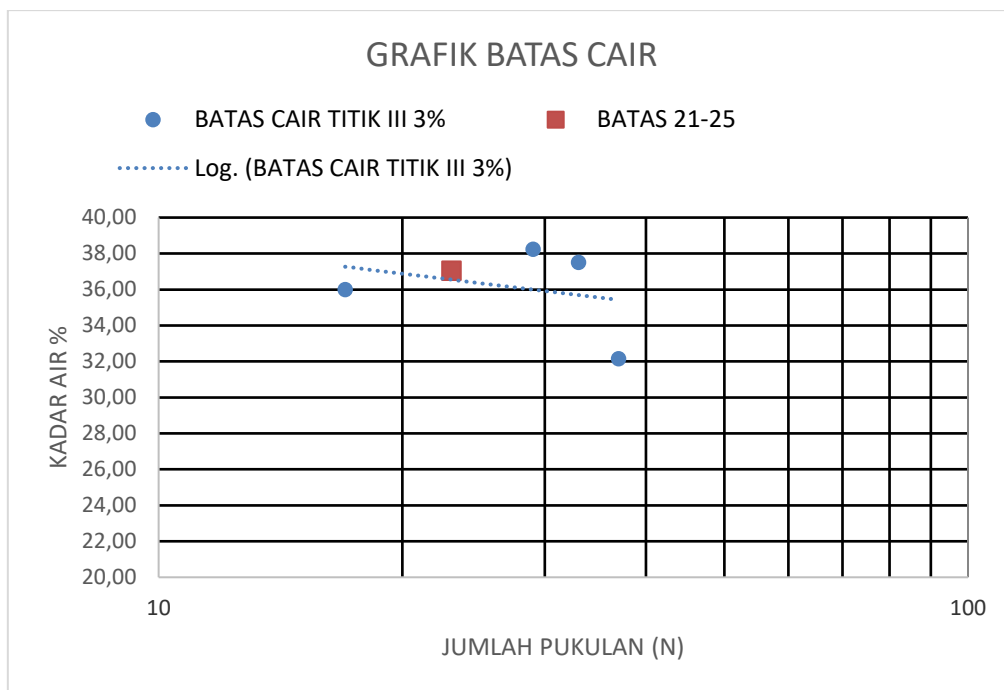
Gambar 4. 9 Grafik Batas Cair titik III Campuran 0% Semen
 Sumber: Hasil Analisis 2025

Table 4. 19 Hasil uji batas cair titik III Campuran 3% semen

1	Percobaan No.		1	2	3	4	5
2	Interval Jumlah Pukulan		15-20	21-25	26-30	31-35	36-40
3	Jumlah Pukulan		17	23	29	33	37
4	No. Cawan Timbang		1	1	1	1	1
5	Berat Cawan Kosong	W_1 gram	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Berat Cawan + Tanah Basah	W_2 gram	17,00	18,50	23,50	16,50	18,50
7	Berat Cawan + Tanah Kering	W_3 gram	12,50	13,50	17,00	12,00	14,00
8	Berat Air	$A = (W_2 - W_3)$ gram	4,50	5,00	6,50	4,50	4,50
9	Berat Tanah Kering	$B = (W_3 - W_1)$ gram	12,50	13,50	17,00	12,00	14,00
10	Kadar Air, w (%)		0,36	0,37	0,38	0,38	0,32
11	Kadar Air Rata - rata (%)		0,36	0,37	0,38	0,38	0,32
12	Batas Cair (%)		36,00	37,04	38,24	37,50	32,14
13	Flow Index (%)		36,20				

Sumber: Hasil Analisis 2025

Dari pengujian yang telah dilakukan pada tanah titik tiga+ 3% penambahan semen didapatkan nilai *flow index* sebesar 32,20%. Yang menghasilkan grafik seperti gambar di bawah ini



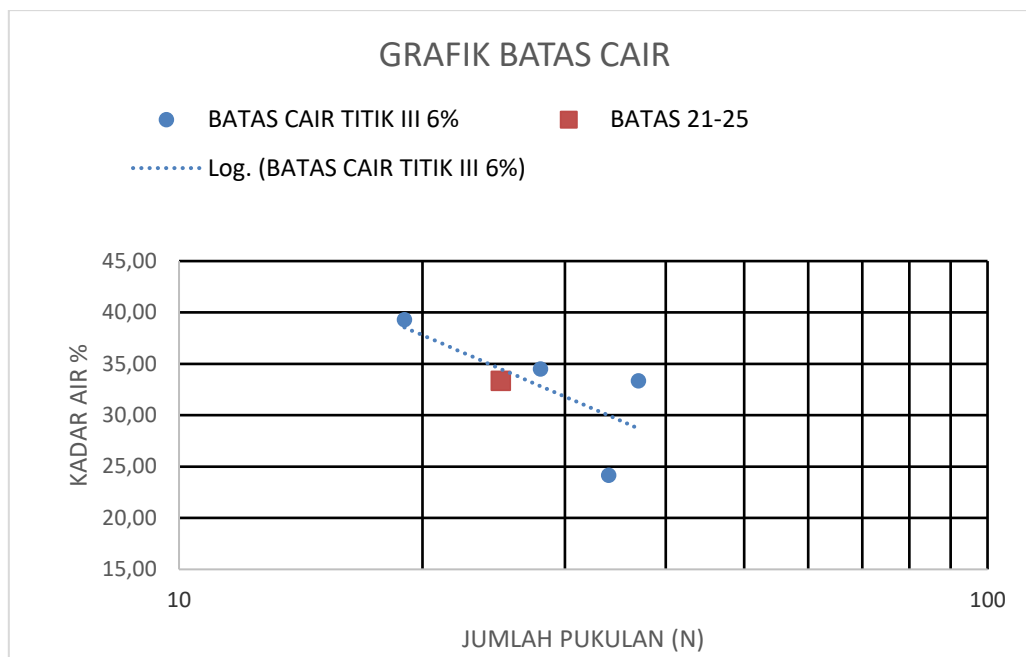
Gambar 4. 10 Grafik Batas Cair titik III Campuran 3% Semen
 Sumber: Hasil Analisis 2025

Table 4. 20 Hasil uji batas cair titik III Campuran 6% semen

1	Percobaan No.		1	2	3	4	5
2	Interval Jumlah Pukulan		15-20	21-25	26-30	31-35	36-40
3	Jumlah Pukulan		19	25	28	34	37
4	No. Cawan Timbang		1	1	1	1	1
5	Berat Cawan Kosong	W_1 gram	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Berat Cawan + Tanah Basah	W_2 gram	19,50	18,00	19,50	18,00	14,00
7	Berat Cawan + Tanah Kering	W_3 gram	14,00	13,50	14,50	14,50	10,50
8	Berat Air	$A = (W_2 - W_3)$ gram	5,50	4,50	5,00	3,50	3,50
9	Berat Tanah Kering	$B = (W_3 - W_1)$ gram	14,00	13,50	14,50	14,50	10,50
10	Kadar Air, w (%)		0,39	0,33	0,34	0,24	0,33
11	Kadar Air Rata - rata (%)		0,39	0,33	0,34	0,24	0,33
12	Batas Cair (%)		39,29	33,33	34,48	24,14	33,33
13	Flow Index (%)		34,80				

Sumber: Hasil Analisis 2025

Dari pengujian yang telah dilakukan pada tanah titik tiga + 6% penambahan semen didapatkan nilai *flow index* sebesar 34,80%. Yang menghasilkan grafik seperti gambar di bawah ini



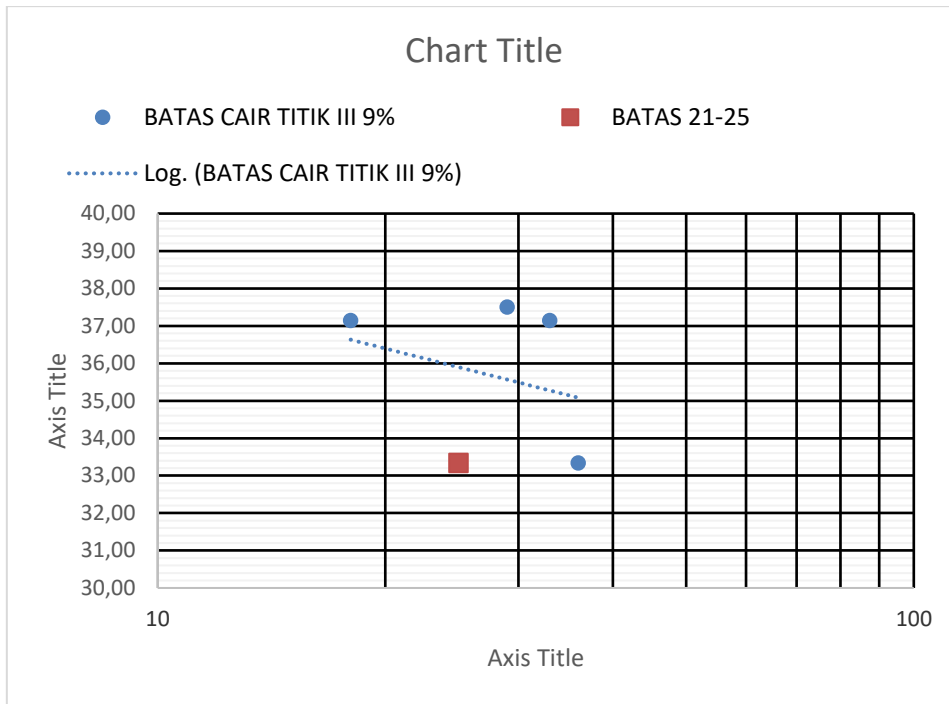
Gambar 4. 11 Grafik Batas Cair titik III Campuran 6% Semen
 Sumber: Hasil Analisis 2025

Table 4. 21 Hasil uji batas cair titik III Campuran 9% semen

1	Percobaan No.		1	2	3	4	5
2	Interval Jumlah Pukulan		15-20	21-25	26-30	31-35	36-40
3	Jumlah Pukulan		18	25	29	33	36
4	No. Cawan Timbang		1	1	1	1	1
5	Berat Cawan Kosong	W_1 gram	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Berat Cawan + Tanah Basah	W_2 gram	24,00	22,00	16,50	24,00	20,00
7	Berat Cawan + Tanah Kering	W_3 gram	17,50	16,50	12,00	17,50	15,00
8	Berat Air	$A = (W_2 - W_3)$ gram	6,50	5,50	4,50	6,50	5,00
9	Berat Tanah Kering	$B = (W_3 - W_1)$ gram	17,50	16,50	12,00	17,50	15,00
10	Kadar Air, w (%)		0,37	0,33	0,38	0,37	0,33
11	Kadar Air Rata - rata (%)		0,37	0,33	0,38	0,37	0,33
12	Batas Cair (%)		37,14	33,33	37,50	37,14	33,33
13	Flow Index (%)		36,00				

Sumber: Hasil Analisis 2025

Dari pengujian yang telah dilakukan pada tanah titik tiga + 9% penambahan semen didapatkan nilai *flow index* sebesar 36,00%. Yang menghasilkan grafik seperti gambar di bawah ini



Gambar 4. 12 Grafik Batas Cair titik III Campuran 9% Semen
 Sumber: Hasil Analisis 2025

2. Batas Plastis Batas plastis merupakan suatu keadaan antara plastis dan semi plastis dimana tanah akan retak-retak apabila tanah tersebut digulung seperti lidi dengan ukuran ± 3 mm. Batas plastis merupakan batas terendah dari keplastisan suatu tanah. Cara pengujian batas plastis sangat sederhana, yaitu dengan cara menggulung masa tanah berukuran elipsoida dengan telapak tangan di atas kaca datar. Berikut hasil pengujian batas plastis yang telah dilakukan pengujian di tiga titik lokasi tanah.

Table 4. 22 Batas Plastis titik I 0% Campuran semen

1	No. cawan timbang		1
2	Berat cawan kosong	W_1 gram	4,00
3	Berat cawan + tanah basah	W_2 gram	21,00
4	Berat cawan + tanah kering	W_3 gram	16,50
5	Berat air	$A = W_2 - W_3$	4,50
6	Berat tanah kering	$B = W_3 - W_1$	12,50
7	Kadar air	$w = (A/B) * 100\%$	0,360
8	Batas Plastis : 18,00 %		

Ikhtisar

Batas Cair..... : LL = 55,00%
Batas Plastis : BP = 18,00%
Indeks plastisitas : IP = 37,00%

Sumber: Hasil Analisis 2025

Dari pengujian tanah asli titik satu + 0% penambahan semen, didapatkan nilai batas plastis sebesar 18,00%.

Table 4. 23 Batas Plastis titik I 3% Campuran semen

1	No. cawan timbang		1
2	Berat cawan kosong	W_1 gram	8,40
3	Berat cawan + tanah basah	W_2 gram	34,00
4	Berat cawan + tanah kering	W_3 gram	29,00
5	Berat air	$A = W_2 - W_3$	5,00
6	Berat tanah kering	$B = W_3 - W_1$	20,60
7	Kadar air	$w = (A/B)*100\%$	0,243
8	Batas Plastis : 12,1 %		

Ikhtisar

∴
Batas Cair : LL = 34,50%
Batas Plastis : BP = 12,1%
Indeks plastisitas : IP = 22,4%

Sumber: Hasil Analisis 2025

Dari pengujian tanah asli titik satu + 3% penambahan semen, didapatkan nilai batas plastis sebesar 12,1%.

Table 4. 24 Batas Plastis titik I 6% Campuran semen

1	No. cawan timbang		2
2	Berat cawan kosong	W_1 gram	3,50
3	Berat cawan + tanah basah	W_2 gram	21,50
4	Berat cawan + tanah kering	W_3 gram	16,50
5	Berat air	$A = W_2 - W_3$	5,00
6	Berat tanah kering	$B = W_3 - W_1$	13,00
7	Kadar air	$w = (A/B)*100\%$	0,385
8	Batas Plastis : 19,2%		

Ikhtisar

∴
Batas Cair : LL = 16,67
Batas Plastis : BP = 19,2
Indeks plastisitas : IP = -2,53

Sumber: Hasil Analisis 2025

Dari pengujian tanah asli titik satu + 6% penambahan semen, didapatkan nilai batas plastis sebesar 19,2%.

Table 4. 25 Batas Plastis titik I 9% Campuran semen

1	No. cawan timbang		2
2	Berat cawan kosong	W_1 gram	3,50
3	Berat cawan + tanah basah	W_2 gram	20,50

4	Berat cawan + tanah kering	W_3 gram	15,50
5	Berat air	$A = W_2 - W_3$	5,00
6	Berat tanah kering	$B = W_3 - W_1$	12,00
7	Kadar air	$w = (A/B)*100\%$	0,417
8	Batas Plastis : 20,8%		

<u>Ikhtisar</u>	
:	
Batas Cair	: LL = 21,05
Batas Plastis	: BP = 20,8%
Indeks plastisitas	: IP = 0,25

Sumber: Hasil Analisis 2025

Dari pengujian tanah asli titik satu + 9% penambahan semen, didapatkan nilai batas plastis sebesar 20,8%.

Table 4. 26 Batas Plastis titik II 0% Campuran semen

1	No. cawan timbang		1
2	Berat cawan kosong	W_1 gram	0,00
3	Berat cawan + tanah basah	W_2 gram	19,00
4	Berat cawan + tanah kering	W_3 gram	13,00
5	Berat air	$A = W_2 - W_3$	6,00
6	Berat tanah kering	$B = W_3 - W_1$	13,00
7	Kadar air	$w = (A/B)*100\%$	0,462
8	Batas Plastis : 23,07 %		

<u>Ikhtisar</u>	
:	
Batas Cair	: LL = 39,29
Batas Plastis	: BP = 23,07%
Indeks plastisitas	: IP = 16,22

Sumber: Hasil Analisis 2025

Dari pengujian tanah asli titik dua + 0% penambahan semen, didapatkan nilai batas plastis sebesar 23,07%.

Table 4. 27 Batas Plastis titik II 3% Campuran semen

1	No. cawan timbang		1
2	Berat cawan kosong	W_1 gram	0,00
3	Berat cawan + tanah basah	W_2 gram	20,50
4	Berat cawan + tanah kering	W_3 gram	17,00
5	Berat air	$A = W_2 - W_3$	3,50
6	Berat tanah kering	$B = W_3 - W_1$	17,00
7	Kadar air	$w = (A/B)*100\%$	0,206
8	Batas Plastis : 10,2 %		

<u>Ikhtisar</u>	
:	
Batas Cair	: LL = 40,00%
Batas Plastis	: BP = 10,2%
Indeks plastisitas	: IP = 29,8%

Sumber: Hasil Analisis 2025

Dari pengujian tanah asli titik dua + 3% penambahan semen, didapatkan nilai batas plastis sebesar 10,2%.

Table 4. 28 Batas Plastis titik II 6% Campuran semen

1	No. cawan timbang		1
2	Berat cawan kosong	W_1 gram	0,00
3	Berat cawan + tanah basah	W_2 gram	25,50
4	Berat cawan + tanah kering	W_3 gram	20,00
5	Berat air	$A = W_2 - W_3$	5,50
6	Berat tanah kering	$B = W_3 - W_1$	20,00
7	Kadar air	$w = (A/B)*100\%$	0,275
8	Batas Plastis : 13,75 %		

Ikhtisar

∴

Batas Cair : LL = 36,00%

Batas Plastis : BP = 13,75%

Indeks plastisitas : IP = 22,25

Sumber: Hasil Analisis 2025

Dari pengujian tanah asli titik dua + 6% penambahan semen, didapatkan nilai batas plastis sebesar 13,75%

Table 4. 29 Batas Plastis titik II 9% Campuran semen

1	No. cawan timbang		1
2	Berat cawan kosong	W_1 gram	0,00
3	Berat cawan + tanah basah	W_2 gram	23,50
4	Berat cawan + tanah kering	W_3 gram	19,50
5	Berat air	$A = W_2 - W_3$	4,00
6	Berat tanah kering	$B = W_3 - W_1$	19,50
7	Kadar air	$w = (A/B)*100\%$	0,205
8	Batas Plastis : 10,2 %		

Ikhtisar

∴

Batas Cair : LL = 61,54

Batas Plastis : BP = 10,2

Indeks plastisitas : IP = 51,34

Sumber: Hasil Analisis 2025

Dari pengujian tanah asli titik dua + 9% penambahan semen, didapatkan nilai batas plastis sebesar 10,2%

Table 4. 30 Batas Plastis titik III 0% Campuran semen

1	No. cawan timbang		1
2	Berat cawan kosong	W_1 gram	0,00
3	Berat cawan + tanah basah	W_2 gram	17,00
4	Berat cawan + tanah kering	W_3 gram	12,50
5	Berat air	$A = W_2 - W_3$	4,50
6	Berat tanah kering	$B = W_3 - W_1$	12,50
7	Kadar air	$w = (A/B)*100\%$	0,360

8	Batas Plastis : 18,00%
---	------------------------

<u>Ikhtisar</u>
∴
Batas Cair : LL = 38,24
Batas Plastis : BP = 18,00
Indeks plastisitas : IP = 20,24

Sumber: Hasil Analisis 2025

Dari pengujian tanah asli titik TIGA + 0% penambahan semen, didapatkan nilai batas plastis sebesar 18,00%

Table 4. 31 Batas Plastis titik III 3% Campuran semen

1	No. cawan timbang		1
2	Berat cawan kosong	W_1 gram	0,00
3	Berat cawan + tanah basah	W_2 gram	20,00
4	Berat cawan + tanah kering	W_3 gram	15,00
5	Berat air	$A = W_2 - W_3$	5,00
6	Berat tanah kering	$B = W_3 - W_1$	15,00
7	Kadar air	$w = (A/B) * 100\%$	0,333
8	Batas Plastis : 16,66 %		

<u>Ikhtisar</u>
∴
Batas Cair : LL = 37,04%
Batas Plastis : BP = 16,66%
Indeks plastisitas : IP = 20,38%

Sumber: Hasil Analisis 2025

Dari pengujian tanah asli titik TIGA + 3% penambahan semen, didapatkan nilai batas plastis sebesar 16,66%

Table 4. 32 Batas Plastis titik III 6% Campuran semen

1	No. cawan timbang		1
2	Berat cawan kosong	W_1 gram	0,00
3	Berat cawan + tanah basah	W_2 gram	25,50
4	Berat cawan + tanah kering	W_3 gram	19,50
5	Berat air	$A = W_2 - W_3$	6,00
6	Berat tanah kering	$B = W_3 - W_1$	19,50
7	Kadar air	$w = (A/B) * 100\%$	0,308
8	Batas Plastis : 15,38 %		

<u>Ikhtisar</u>
∴
Batas Cair : LL = 33,33
Batas Plastis : BP = 15,38
Indeks plastisitas : IP = 17,95

Sumber: Hasil Analisis 2025

Dari pengujian tanah asli titik TIGA + 3% penambahan semen, didapatkan nilai batas plastis sebesar 15,38%

Table 4. 33 Batas Plastis titik III 9% Campuran semen

1	No. cawan timbang		1	2
2	Berat cawan kosong	W ₁ gram		0,00
3	Berat cawan + tanah basah	W ₂ gram		24,00
4	Berat cawan + tanah kering	W ₃ gram		17,50
5	Berat air	A = W ₂ - W ₃		6,50
6	Berat tanah kering	B = W ₃ - W ₁		17,50
7	Kadar air	w = (A/B)*100%		0,371
8	Batas Plastis : 18,57%			

Ikhtisar	
∴	
Batas Cair	: LL = 33,33%
Batas Plastis	: BP = 18,57%
Indeks plastisitas	: IP = 14,76

Sumber: Hasil Analisis 2025

Dari pengujian tanah asli titik TIGA + 3% penambahan semen, didapatkan nilai batas plastis sebesar 18,57%

1.2.4 Pengujian Analisis Saringan

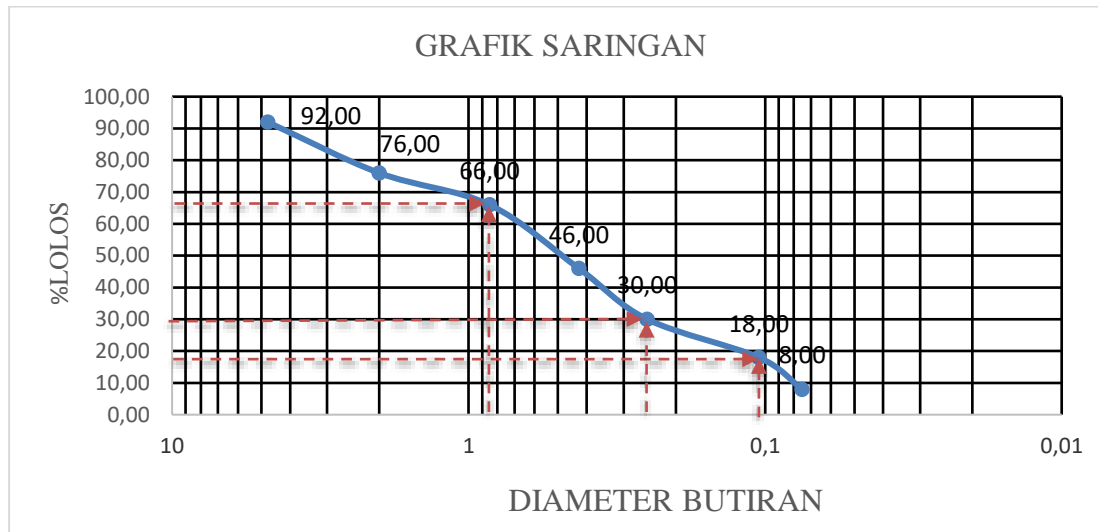
Pengujian analisis saringan dilakukan untuk mengetahui pendistribusian ukuran butiran tanah secara kuantitatif, yaitu dengan menentukan persentase masing-masing fraksi ukuran butiran yang tertahan pada setiap ayakan. Distribusi ukuran butiran tanah ini sangat penting karena dapat menjadi acuan dalam pengelompokan jenis tanah yang diuji, apakah tergolong sebagai kerikil, pasir, lanau, atau lempung. Dengan mengetahui distribusi ukuran butiran, maka dapat ditentukan karakteristik fisik tanah, seperti permeabilitas Berikut merupakan hasil dari pengujian analisis saringan yang telah dilakukan

Table 4. 34 Pengujian analisis saringan titik satu

Saringan	Ukuran butir	Berat tertahan saringan		Berat lewat saringan		Persen lewat saringan
		gram		gram		$\frac{c}{W} \times 100\%$
	mm					%
# 200	0,075	b7 =	50,000	c7 =	450,00	8,00
# 140	0,105	b6 =	60,000	c6 =	440,00	18,00
# 60	0,25	b5 =	80,000	c5 =	420,00	30,00
# 40	0,425	b4 =	100,000	c4 =	400,00	46,00
# 20	0,85	b3 =	50,000	c3 =	450,00	66,00
# 10	2	b2 =	80,000	c2 =	420,00	76,00
# 4	4,76	b1 =	40,000	c1 =	460,000	92,00
Berat butiran lebih kecil 0.075 mm (B2)		40,000				
Jumlah (W)		500,000				

NO	DIAMETER	%
# 4	4,76	92,00
# 10	2	76,00
# 20	0,85	66,00
# 40	0,425	46,00
# 60	0,25	30,00
# 140	0,105	18,00
# 200	0,075	8,00

Sumber: Hasil Analisis 2025



Gambar 4. 13 Grafik Analisis Saringan titik satu
 Sumber: Hasil Analisis 2025

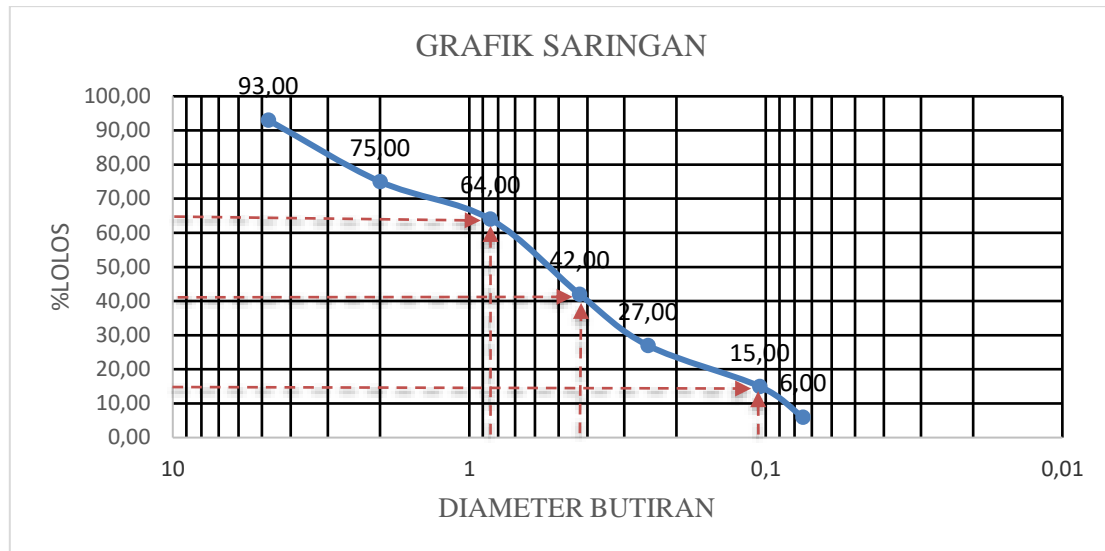
Dari hasil pengujian analisis saringan di sampel tanah asli titik satu Ditemukan hasil nilai D10: 0,2% D30: 0,25% dan D60: 0,85% . dan untuk nilai Cc: 0,05 nilai Cu: 4,25

Table 4. 35 Pengujian analisis saringan titik dua

Saringan	Ukuran butir mm	Berat tertahan		Berat lewat saringan		Persen lewat saringan %
		gram	gram	gram	gram	
# 200	0,075	b7=	45,00	c7 =	455,00	6,00
# 140	0,105	b6 =	60,00	c6 =	440,00	15,00
# 60	0,25	b5 =	75,00	c5 =	425,00	27,00
# 40	0,425	b4 =	110,00	c4 =	390,00	42,00
# 20	0,85	b3 =	55,00	c3 =	445,00	64,00
# 10	2	b2 =	90,00	c2 =	410,00	75,00
# 4	4,76	b1 =	35,00	c1 =	465,000	93,00
Berat butiran lebih kecil 0.075 mm (B2)			30,000			
Jumlah (W)			500,000			

NO	DIAMETER	%
# 4	4,76	93,00
# 10	2	75,00
# 20	0,85	64,00
# 40	0,425	42,00
# 60	0,25	27,00
# 140	0,105	15,00
# 200	0,075	6,00

Sumber: Hasil Analisis 2025



Gambar 4. 14 Grafik Analisis Saringan titik dua
 Sumber: Hasil Analisis 2025

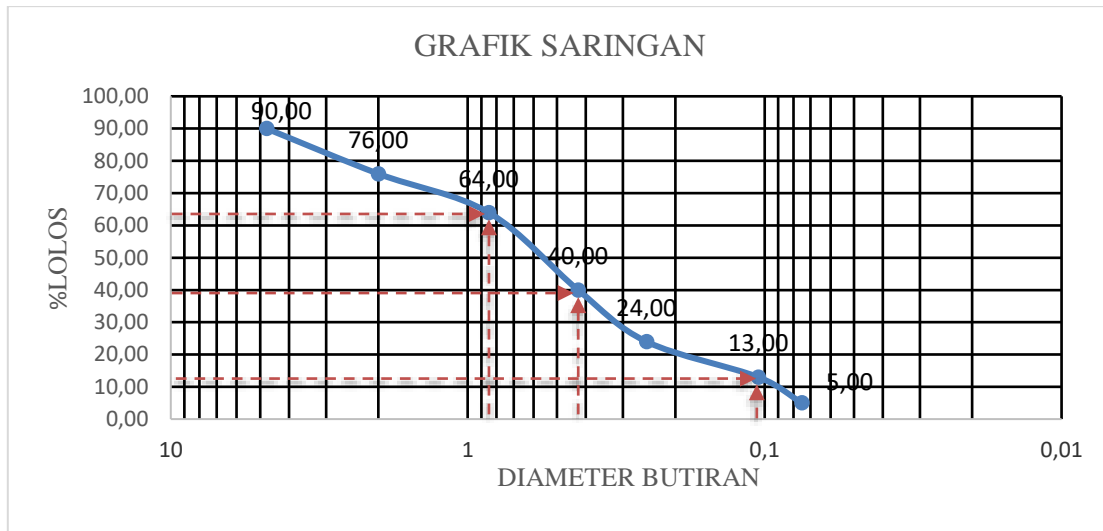
Dari hasil pengujian analisis saringan di sampel tanah asli titik tiga Ditemukan hasil nilai D10: 0,3% D30: 0,42% dan D60: 0,85%. dan untuk nilai Cc: 0,14 nilai Cu: 2,83

Table 4. 36 Pengujian analisis saringan titik tiga

Saringan	Ukuran butir	Berat tertahan		Berat lewat saringan		Persen lewat saringan
	mm	gram		gram		%
# 200	0,075	b7 =	40,00	c7 =	460,00	5,00
# 140	0,105	b6 =	55,00	c6 =	445,00	13,00
# 60	0,25	b5 =	80,00	c5 =	420,00	24,00
# 40	0,425	b4 =	120,00	c4 =	380,00	40,00
# 20	0,85	b3 =	60,00	c3 =	440,00	64,00
# 10	2	b2 =	70,00	c2 =	430,00	76,00
# 4	4,76	b1 =	50,00	c1 =	450,000	90,00
Berat butiran lebih kecil 0.075 mm (B2)			25,000			
Jumlah (W)			500,000			

NO	DIAMETER	%
# 4	4,76	90,00
# 10	2	76,00
# 20	0,85	64,00
# 40	0,425	40,00
# 60	0,25	24,00
# 140	0,105	13,00
# 200	0,075	5,00

Sumber: Hasil Analisis 2025



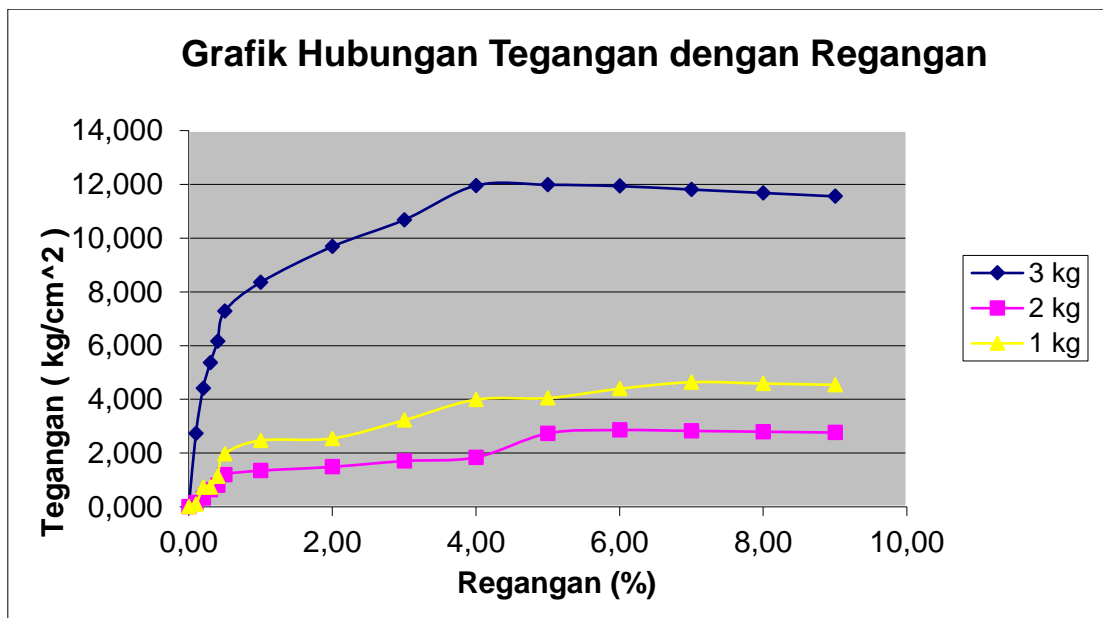
Gambar 4. 15 Grafik Analisis Saringan titik tiga
 Sumber: Hasil Analisis 2025

Dari hasil pengujian analisis saringan di sampel tanah asli titik tiga Ditemukan hasil nilai D10: 0,2% D30: 0,42% dan D60: 0,85%. dan untuk nilai Cc: 0,09 nilai Cu: 4,25

1.2.5 Pengujian Triaksial UU (Triaxial Unconsolidated Undrained).

Pengujian Triaksial UU dilakukan untuk mengetahui parameter kuat geser tanah yaitu nilai kohesi (c) dan nilai sudut geser dalam (ϕ). Pada penelitian ini dilakukan pengujian Triaksial UU pada tanah asli yang ditambah dengan bahan Semen 0%, 3%, 6%, 9% Sebagai berikut:

Pengujian Triaksial UU Tanah Asli titik satu + 0% penambahan semen Berdasarkan pengujian Triaksial UU yang telah dilakukan dapat digambarkan grafik tegangan-regangan yang dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 4. 16 Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Pengujian Triaksial UU Tanah Asli Titik satu + 0% penambahan semen
 Sumber: Hasil Analisis 2025

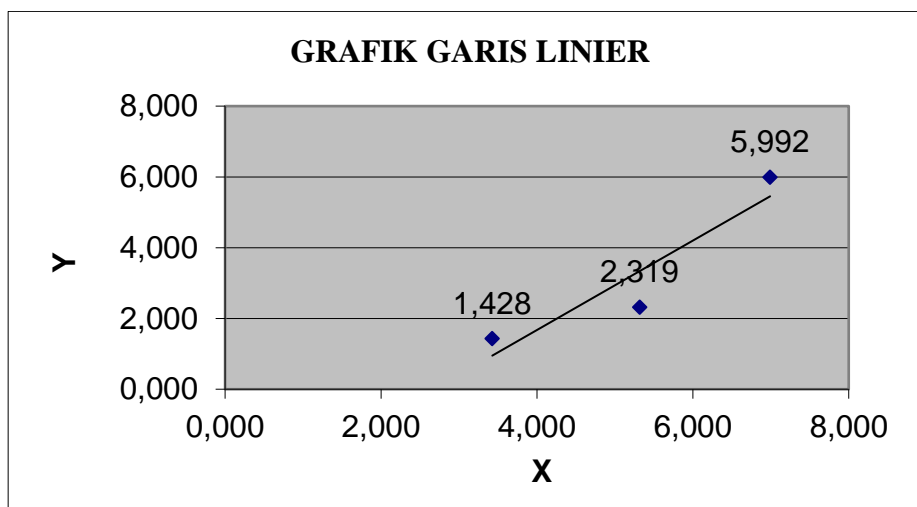
Berdasarkan grafik hubungan tegangan regangan tanah asli titik satu + 0% penambahan semen hasil nilai tegangan utama dan tegangan deviator dapat dilihat pada Tabel berikut

Table 4. 37 Nilai tegangan utama dan tegangan deviator titik satu 0% semen

Benda uji	s_3 (kg/cm ²)	Ds	$s_1 = Ds + s_3$	X $1/2(s_3+s_1)$	Y $1/2(s_1-s_3)$
I	1	11,984	12,984	6,992	5,992
II	2	2,856	4,856	3,428	1,428
III	3	4,638	7,638	5,319	2,319

Sumber: Hasil Analisis 2025

Setelah mendapat nilai dari tabel diatas, maka dihasilkan grafik garis linier yang dapat menentukan nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ) yang diuji. garis linier yang dihasilkan pada sampel satu tanah asli + 0% semen dapat dilihat pada Gambar berikut



Gambar 4. 17 Grafik garis linier titik satu 0% semen
 Sumber: Hasil Analisis 2025

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium terhadap tanah berpasir dari lokasi Seguring Bentiring yang telah distabilisasi dengan variasi kadar semen, serta berdasarkan analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut: Penambahan semen pada tanah berpasir terbukti secara nyata meningkatkan nilai kuat geser tanah. Melalui uji triaxial unconsolidated undrained (UU), diketahui bahwa setiap penambahan kadar semen menghasilkan nilai parameter geser yang lebih tinggi dibandingkan dengan sampel tanah tanpa penambahan semen (0%). Peningkatan kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ) merupakan indikator utama keberhasilan stabilisasi. Pada kadar semen 0%, nilai kohesi dan sudut geser relatif rendah karena tanah pasir memiliki sifat non-kohesif. Namun setelah penambahan semen, terjadi pembentukan ikatan kimia yang lebih kuat antar butiran tanah, terutama pada kadar semen 6% dan 9%, yang memberikan hasil peningkatan signifikan terhadap stabilitas tanah. Kadar semen optimal dalam penelitian ini adalah pada penambahan 9%, di mana didapatkan nilai kuat geser yang paling tinggi. Kadar ini memberikan hasil maksimal terhadap peningkatan nilai kohesi dan sudut geser dalam, sehingga cocok untuk dijadikan acuan dalam stabilisasi tanah berpasir di

lapangan. Karakteristik tanah berubah setelah distabilisasi, di mana tanah yang semula bersifat lepas dan tidak memiliki daya ikat yang cukup, menjadi lebih padat, kohesif, dan memiliki ketahanan lebih terhadap deformasi akibat pembebanan. Ini membuktikan bahwa semen mampu meningkatkan kekuatan dan kestabilan tanah pasir secara signifikan.

Referensi

- 1 Consoli, N. C., Vendruscolo, M. A., & Fonini, A. (2007). Strength Properties of Sandy Soil–Cement Admixtures. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 133(2), 197-205.
- 2 Clough, G. W., & Duncan, J. M. (1971). Finite Element Analyses of Laterally Loaded Piles in Sand. *Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division*, 97(5), 773-791.
- 3 Horpibulsuk, S., Rachan, R., & Chinkulkijniwat, A. (2010). Strength Development in Cement Stabilized Low Plasticity and Coarse-Grained Soils: Laboratory and Field Study. *Soils and Foundations*, 50(4), 527-541.
- 4 Consoli, N. C., Heineck, K. S., & Coop, M. R. (2007). Shear Strength Behavior of Sand–Cement Mixtures. *Geotechnical and Geological Engineering*, 25(1), 121-136.
- 5 Mitchell, J. K., & Hooper, D. R. (1961). Influence of Time on Strength and Deformation of Soil–Cement Mixtures. *Highway Research Board Bulletin*, 292, 1-20.
- 6 Uddin, K., Balasubramaniam, A. S., & Tatsuoka, F. (1997). The Role of Cohesion and Cementation in the Mechanical Behavior of Unsaturated Soils. *Geotechnical Testing Journal*, 20(2), 195-210.
- 7 Sharma, R. S., & Sivakumar, V. (2003). Influence of Cement Addition on the Strength and Stiffness of Sands. *Geotechnical and Geological Engineering*, 21(4), 303-324.
- 8 Kumar, A., & Sharma, R. (2004). Effect of Cementation on Strength Characteristics of Sands. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 130(6), 657-663.
- 9 Al-Aghbari, M. Y., Mohamedzein, Y. E. A., & Taha, R. (2009). Stabilization of Dune Sand for Road Subgrade by Using Cement, Lime, and Fly Ash. *Construction and Building Materials*, 23(2), 234-242.
- 10 Schnaid, F., Consoli, N. C., & Saldanha, R. B. (2001). The Strength of Cemented Sand in Triaxial Compression. *Geotechnique*, 51(8), 703-709.
- 11 Basha, E. A., Hashim, R., Mahmud, H. B., & Muntohar, A. S. (2005). Stabilization of Residual Soils with Rice Husk Ash and Cement. *Construction and Building Materials*, 19(6), 448-453.
- 12 Bowles, J. E. (1996). *Foundation analysis and design* (5th ed.). McGraw-Hill.
- 13 Das, B. M. (2010). *Principles of geotechnical engineering* (7th ed.). Cengage Learning.
- 14 Indrawan, I. G. B., & Tjandra, D. (2017). Pengaruh penambahan semen terhadap kuat geser tanah pasir menggunakan uji geser langsung. *Jurnal Teknik Sipil Indonesia*, 8(2), 45-52.
- 15 Karol, R. H. (2003). *Chemical grouting and soil stabilization* (3rd ed.). CRC Press.
- 16 Kusumawardhani, F., & Satyana, A. (2020). Stabilisasi tanah pasir dengan semen Portland untuk meningkatkan parameter kuat geser. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Lingkungan*, 11(1), 25-30.
- 17 Prakoso, W. A., & Setiawan, T. (2018). Studi laboratorium stabilisasi tanah berpasir dengan semen terhadap parameter geser tanah. *Media Teknik Sipil*, 13(3), 78-85.
- 18 Santoso, H., & Rachman, M. A. (2019). Evaluasi karakteristik kuat geser tanah pasir yang dicampur semen melalui pengujian triaksial. *Jurnal Ilmu Teknik Tanah*, 6(1), 33-41.