

OPTIMALISASI KARAKTERISTIK TANAH SEDIMEN BENDUNGAN LEIS RANDUDONGKAL-PEMALANG AKIBAT VARIASI PENAMBAHAN CAMPURAN ASPAL EMULSI DAN *FLY ASH*

Lutfian Dikma Arianto

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang
lutfiandikma@gmail.com

Abdul Ghofur

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang
ghofurhillman@gmail.com

Slamet Budirahardjo, S.T., M.T

Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang
slametbudiaharjo@upgris.ac.id

Ibnu Toto Husodo, S.T., M.T.

Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang
ibnutotohusodo@upgris.ac.id

Abstrak

Tanah memiliki sifat fisik dan teknis atau yang bisa disebut dengan *physical properties* dan *engineering properties*. Kondisi dan karakteristik tanah pada setiap daerah memiliki sifat yang berbeda, seperti halnya dengan tanah sedimen bendungan Leis Randudongkal kabupaten Pemalang yang bersifat problematik memiliki daya dukung tanah yang kurang baik. Penelitian yang dilakukan terhadap tanah sedimen bendungan Leis Randudongkal kabupaten Pemalang ini yaitu memvariasikan campuran tanah sedimen dengan campuran bahan aditif yang berupa aspal emulsi dan *fly ash* batubara. Persentase pencampuran bahan aditif sebesar 0%, 5%, 10% dan 15% dengan dua perbandingan bahan aditif yaitu (75% aspal emulsi + 25% *fly ash*) dengan perbandingan (25% aspal emulsi + 75% *fly ash*) dengan pengujian *physical properties* dan *engineering properties*. Dari pengujian yang dilakukan menunjukkan persentase penambahan bahan aditif yang menunjukkan karakteristik tanah meningkat yaitu sebagai berikut; pengujian berat jenis dengan persentase penambahan bahan aditif sebesar 15% dengan perbandingan (25% aspal emulsi + 75% *fly ash*), pengujian *Atterberg limit* dengan meninjau indeks plastisitas terjadi pada persentase penambahan bahan aditif sebesar 5% dengan perbandingan persentase (75% aspal emulsi + 25% *fly ash*), pengujian pematangan tanah dengan menggunakan persentase *fly ash* yang lebih besar dikarenakan dengan persentase *fly ash* yang lebih besar menunjukkan nilai kadar air optimum yang tidak terlalu besar, kemudian pengujian pengembangan tanah (*swelling*) menggunakan penambahan persentase bahan aditif sebesar 10% dengan persentase perbandingan (25% aspal emulsi + 75% *fly ash*), pada pengujian CBR menggunakan persentase penambahan bahan aditif sebesar 10% dengan persentase perbandingan (25% aspal emulsi + 75% *fly ash*).

Kata kunci: Tanah, Optimalisasi Tanah, CBR, *Swelling*

Abstract

Soil has physical and technical properties or what can be called physical properties and engineering properties. Soil conditions and characteristics in each area have different properties, as is the case with the problematic sedimentary soil of the Leis Randudongkal dam, Pemalang district, which has poor soil bearing capacity. The research conducted on the sediment soil of the Leis Randudongkal dam, Pemalang district, varied the mixture of sedimentary soil with a mixture of additives in the form of emulsified asphalt and fly ash. The percentage of mixing of additives is 0%, 5%, 10% and 15% with two ratios of additives, namely (75% emulsified asphalt + 25% fly ash) with a ratio of (25% emulsified asphalt + 75% fly ash) with physical properties and engineering properties. From the tests carried out, it shows the percentage of addition of additives that show increased soil characteristics, namely as follows; Specific gravity testing with the percentage of adding additives is 15% in a ratio (25% asphalt emulsion + 75% fly ash), Atterberg limit by reviewing the plasticity index occurs at the percentage addition of additives by 5% with a percentage ratio (75% emulsified asphalt + 25% fly ash), soil compaction testing using a due to a larger fly ash showing the optimum water content value that is not too large, then testing the soil development (swelling) using the addition of an additive percentage of 10% with a percentage ratio (25% emulsified asphalt + 75% fly ash), in the CBR test the percentage of additives added is 10% with a percentage ratio (25% emulsified asphalt + 75% fly ash).

Keywords: Soil, Soil Optimization, CBR, *Swelling*

I. PENDAHULUAN

. Optimalisasi tanah sedimen perlu dilakukan untuk mendapatkan sifat tanah yang direncanakan dan mempunyai daya dukung tanah baik, sehingga tanah yang telah dioptimalisasi dengan pencampuran terhadap aspal emulsi dan *fly ash* batubara mendapatkan nilai yang sesuai. Dalam pengujian ini dilakukan uji kuat tekan bebas atau CBR (*california bearing ratio*) dimana dalam pengujian ini untuk mengevaluasi kekuatan tekanan bebas dari campuran tersebut. Sedangkan untuk pengujian *swelling* atau pengembangan tanah dilakukan untuk mengetahui potensi pengembangan, tekanan pengembangan, dan presentase pengembangan yang terjadi terhadap tanah tersebut.

II. METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Desain penelitian merupakan rangkaian prosedur dan metode yang akan dilakukan dalam suatu penelitian, desain penelitian berisi tentang alur dari awal dimulainya penelitian, proses penelitian dan menganalisa hasil dari penelitian, desain penelitian dilakukan agar penelitian lebih sistematis sehingga dalam menganalisis dan menentukan fokus penelitian menjadi lebih efektif dan efisien. Dalam melakukan penelitian karakteristik optimalisasi tanah sedimen bendungan leis randudongkal-pemalang akibat variasi penambahan campuran aspal emulsi dan *fly ash* dilakukan desain penelitian agar dalam melaksanakan penelitian dapat dipahami alur yang akan dilaksanakan, seperti proses-proses

serta metode-metode dalam pelaksanaan penelitian dapat dilaksanakan dan dipahami dengan mudah serta penelitian dapat berjalan dengan lancar.

B. Lokasi dan Sampel

Sampel tanah sedimen di ambil di bendungan sungai desa Kejene, kecamatan Randudongkal, kabupaten Pemalang, Jawa Tengah, pengambilan sampel *fly ash* berada di PT Cahyo Setyo Wijaya Jabung, Kab. Malang, Jawa Timur, pengambilan aspal emulsi CRS-1 di AMP PT. Adhi Karya, Tugurejo, Kec. Tugu, Kota Semarang, Jawa Tengah, 50182.



Lokasi Sampel Tanah Sedimen



Lokasi Sampel Aspal Emulsi



Lokasi Sampel Fly Ash

Dalam pengujian tanah sedimen yang divariasikan dengan mencampurkan aspal

emulsi CRS-1 dengan *fly ash*, setiap item pengujian serta penambahan aspal emulsi dan *fly ash* dengan presentase 0%, 5%, 10%, 15% kemudian dilakukann dua perbandingan persentase bahan aditif yaitu perbandingan 25% dan 75%, artinya 75% aspal emulsi + 25% *fly ash* dan sebaliknya 25% aspal emulsi + 75% *fly ash*.

C. Teknik Pengumpulan Data

Dalam melakukan pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan data sekunder. Data sekunder merupakan data tanah asli yang digunakan pada saat melakukan penelitian yang diperoleh dari pengujian pencampuran tanah sedimen dengan aspal emulsi dan *fly ash* batubara, dan data ini diperoleh dari pengujian :

- a. Nilai kadar air
- b. Nilai berat jenis
- c. Nilai batas cair (*liquid limit*)
- d. Nilai batas plastis (*plastis limit*)
- e. Analisa ayakan
- f. *Proctor modified*
- g. Pengembangan (*swelling*)
- h. CBR (*California Bearing Ratio*)

D. Teknik Analisis Data

Dalam melakukan analisa data perlu dilakukan pengujian terhadap campuran tanah sedimen dengan aspal emulsi dan *fly ash*, dengan melakukan pengujian campuran tanah sedimen dengan aspal emulsi dan *fly ash* dengan variasi persentase 0%, 5%, 10%, 15%, dengan perbandingan persentase 75% aspal emulsi+25% *fly ash* dengan perbandinan 25% aspal emulsi + 75% *fly ash*

dan masa pemeliharaan selama satu hari maka akan didapatkan hasil pengujian sesuai yang diharapkan.

III. ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Data hasil penelitian yang telah dilakukan kemudian di analisa dan dibahas sesuai dengan perbandingan bahan aditif yang telah ditentukan yaitu (75% aspal emulsi + 25% *fly ash*) dengan (25% aspal emulsi + 75% *fly ash*) selanjutnya akan disimpulkan berdasarkan hasil penelitian terhadap tanah sedimen asli terhadap variasi campuran bahan aditif aspal emulsi CRS-1 dan *Fly ash* batubara. Dalam pembahasan hasil pengujian ini akan dikategorikan menjadi dua, yaitu hasil pembahasan tanah sedimen asli dan hasil pembahasan tanah sedimen dengan campuran bahan aditif.

A. Pembahasan Pengujian Tanah Sedimen Asli

Hasil dari pengujian tanah sedimen asli akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk mengetahui karakteristiknya. Hasil pengujian tanah sedimen asli akan dikategorikan menjadi dua, yaitu pengujian *physical propperties* dan *engineering proppeeties*. Berikut pembahasan pengujian tanah sedimen asli:

1. *Physical properties*

tanah sedimen asli didapatkan data berikut : *Physical properties* atau bisa disebut dengan sifat fisik merupakan suatu upaya pengujian yang dilakukan untuk mengetahui identitas atau karakteristik tanah yang diuji. Dari hasil pengujian *physical propperties*

a) Pengujian Kadar Air

Tabel Hasil pengujian kadar air tanah sedimen asli

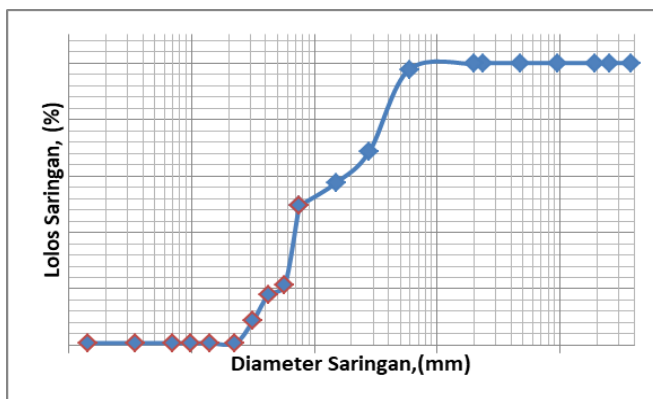
No	Keterangan	Sampel Pengujian		
		1	2	3
1	Berat Cawan (gr)	6,7	6	6
2	Berat Tanah Basah + Cawan (gr)	26,6	26,4	26,2
3	Berat Tanah Kering + Cawan (gr)	24,5	24,4	24
4	Berat Air (gr)	2,1	2	2,2
5	Berat Tanah Kering (gr)	17,8	18,4	18
6	Kadar Air (%)	11,80	10,87	12,22
7	Rata-rata (%)	11,6		

Dari tabel Pengujian kadar air tanah sedimen asli didapatkan nilai kadar air pada pengujian 1 sebesar 11,8%, pengujian 2 sebesar 10,87%, dan pada pengujian 3 sebesar 12,22% dan rata-rata pengujian kadar air tanah sedimen asli sebesar 11,6%.

b) Pengujian Analisa Butiran

Pengujian analisa saringan dan hidrometer menunjukkan kandungan *Gravel* 0,3%, *Sand* 0,21%, *Silt* 48,72% , dan *Clay* 0,77%. Maka dapat disimpulkan bahwa jenis tanah sedimen bendungan Leis Randungkal kabupaten Pemalang merupakan tanah pasir berlanau dengan sedikit kerikil dan lempung.

Dari pengujian analisa saringan diperoleh grafik sebagai berikut :



c) Pengujian Berat Jenis (Gs)

Tabel Hasil pengujian berat jenis tanah sedime asli

Pengujian Berat Jenis Tanah	1	2	3
Berat Piknometer Kosong (gr)	74,2	73,6	75,3
Berat Piknometer+Aquades	176,5	170,8	176,5
Berat Piknometer+Sampel	98,8	98,6	100,1
Berat Piknometer+Sampel+Aquades	191,3	185,8	191,5
Temperatur 1 (t1) (°C)	27	27	27
Faktor Koreksi Suhu	1,00349	1,00349	1,00349
Temperatur 2 (t2) (°C)	29	28	28
Faktor Koreksi Suhu	1,00400	1,00374	1,00374
Berat Jenis Butiran Tanah (gs)	2,51	2,50	2,53
Rata-rata Berat Jenis Butiran Tanah (gs)	2,51		

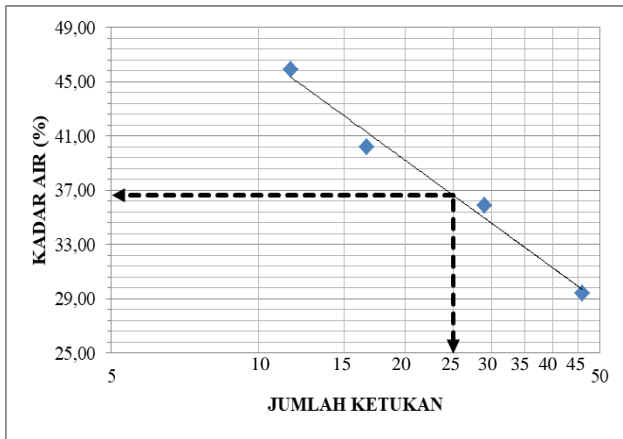
Dari pengujian berat jenis tanah asli maka didapatkan hasil berat jenis tanah asli sebesar 2,51.

d) Pengujian Atteberg Limit

Dari pengujian *atteberg limit* tanah asli maka diperoleh nilai batas cair sebesar 36,7%, Batas Plastis 24,12%, dan Indeks Plastisitas sebesar 12,58%. Pengujian batas plastis dan batas cair akan disajikan dalam tabel dan grafik berikut ini:

PENGUJIAN TANAH ASLI						
Pengujian Tanah Asli	Batas Cair				Batas Plastis	
	1	2	3	4	5	6
No Pengujian	1	2	3	4	5	6
Jumlah Ketukan	12	17	29	46		
Berat Cawan Kosong (gr)	6,4	6,1	6,5	6,43	6,2	6
Berat Cawan + Tanah Basah (gr)	31,2	27,1	26,9	26,1	11,8	13,6
Berat Cawan + Tanah Kering (gr)	23,4	21,1	21,6	21,6	10,7	12,17
Berat Air (gr)	7,77	6,03	5,37	4,50	1,1	1,4
Berat Tanah Kering (gr)	17	15	15,03	15,17	4,5	6,17
Kadar Air (%)	45,87	40,17	35,85	29,41	25,0	23,23
					24,12	

Dari tabel hasil pengujian *atteberg limit* diatas maka diperoleh grafik pengujian *atteberg limit* sebagai berikut :

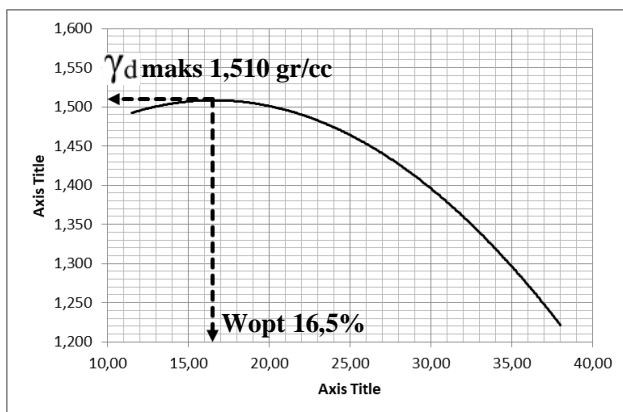


2. Engineering Properties

Pengujian *engineering properties* adalah suatu upaya yang dilakukan untuk mengetahui sifat - sifat mekanis tanah yang berhubungan dengan kondisi tanah seperti kekuatan, pemampatan, kecenderungan untuk mengembang dan permeabilitas. Berikut pembahasan hasil pengujian :

a) Pemadatan Tanah (*Proctor Modified*)

Dari pengujian pemadatan tanah / *proctor modified* tanah asli maka menunjukkan grafik dengan nilai kadar air optimum sebesar 16,5% dan berat isi tanah kering maksimal sebesar 1,510 Gr/cc. Berikut grafiknya:

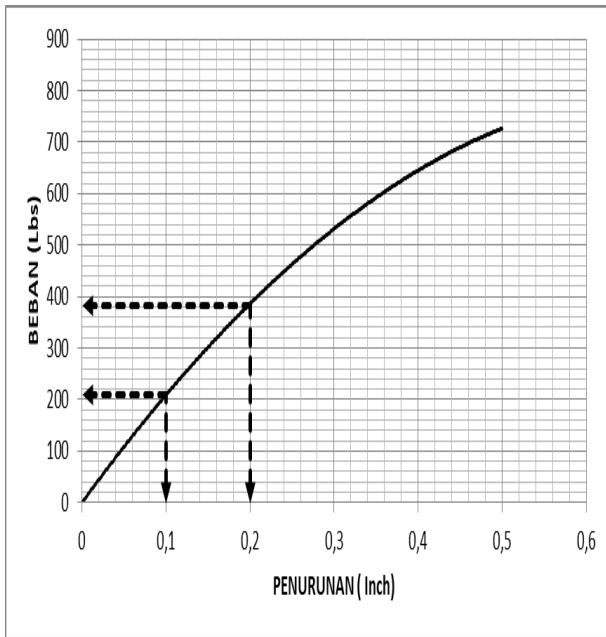


b) California Bearing Ratio (CBR)

PENGUJIAN TANAH ASLI			
DATA DAN PERHITUNGAN CBR			
Kalibrasi Profing Ring (33,2 Lbf/div)		Lbs	
Waktu (Menit)	Penurunan (Inch)	Bacaan Arloji	Beban (lbs)
0	0	0	0
0,25	0,0125	2	66,4
0,5	0,025	3	99,6
1	0,05	5	166
1,5	0,075	6,5	215,8
2	0,1	7	232,4
3	0,15	9,5	315,4
4	0,2	11	365,2
6	0,3	14,5	481,4
8	0,4	18,5	614,2
10	0,5	23	763,6

Kadar Air	Sebelum	Sesudah	Berat Isi Tanah	
Berat Cawan (gr)	6,2	6,0	Berat Cetakan (gr)	16.155
Berat Tanah Basah + Cawan (gr)	26,4	24,55	Berat Tanah + Cetakan (gr)	19.763
Berat Tanah Kering + Cawan (gr)	24,15	21,6	Berat Tanah Basah (gr)	3.608
Berat Air (gr)	2,25	2,95	Isi Cetakan (cc)	2.349,5
Berat Tanah Kering (gr)	17,95	15,65	Berat Isi Tanah Basah (gr)	1,534
Kadar Air (gr)	12,57	18,86	Berat Isi Tanah Kering (gr)	1,344

Dari data pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) tanah sedimen asli maka dapat diperoleh grafik sebagai berikut :



Nilai CBR 0,1'' =

$$\frac{\text{Beban } 0,1''}{3000} * 100\% = \frac{210}{3000} * 100\% = 7\%$$

Nilai CBR 0,2'' =

$$\frac{\text{Beban } 0,2''}{4500} * 100\% = \frac{385}{4500} * 100\% = 8,55\%$$

c) Pengembangan Tanah (Swelling)

Pengujian pengembangan tanah (*Swelling*) merupakan pengujian yang bertujuan untuk mengetahui pengembangan bebas tanah yang dilakukan melalui pengamatan selama empat hari dalam keadaan tanah direndam didalam air selama periode waktu setiap 24 jam sekali dilakukan pembacaan dial. Rumus pengembangan tanah sebagai berikut :

$$\frac{(h_o + \Delta h) - h_o}{H} * 100\%$$

h_o / s_o = Angka baca dial sebelum direndam
 $\Delta h / s_i$ = Angka baca dial setelah direndam
 H = Tinggi sampel

Swelling Tanah Asli				
Hari	1	2	3	4
Jam	14.00 WIB	14.00 WIB	14.00 WIB	14.00 WIB
Pembacaan	92	145	244	355
Perubahan	92	53	100	112

Keterangan :

Bacaan awal dial : 0

Tinggi Sampel : 126,2 mm

$$\begin{aligned} \text{Nilai swelling} &= \frac{(h_o + \Delta h) - h_o}{H} * 100\% \\ &= \frac{355 * 0,01}{126,2} * 100\% \\ &= 2,81\% \end{aligned}$$

Nilai pengembangan tanah sedimen asli sebesar 2,81% .

B. Pembahasan Hasil Pengujian Tanah dengan Campuran Bahan Aditif

Hasil pengujian tanah sedimen dengan campuran bahan aditif akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Dalam proses penelitian persentase campuran bahan aditif sebesar 0%, 5%, 20% dan 15% dengan perbandingan tanah asli dengan (75% Aspal Emulsi + 25% *Fly Ash*) dan (25% Aspal Emulsi + 75% *Fly Ash*). Pengujian dikategorikan menjadi dua yaitu pengujian *physical propperties* dan *engineering propperties*. Dalam pembahasan ini akan dijelaskan melalui tren grafik perbandingan pada setiap persentase campuran, kemudian disimpulkan mengenai karakteristik tanah setelah dicampur bahan aditif akan meningkat atau menurun pada setiap penambahan persentase. Berikut pembahasan hasil pengujian tanah sedimen dengan campuran bahan aditif :

1. Physical Propperties

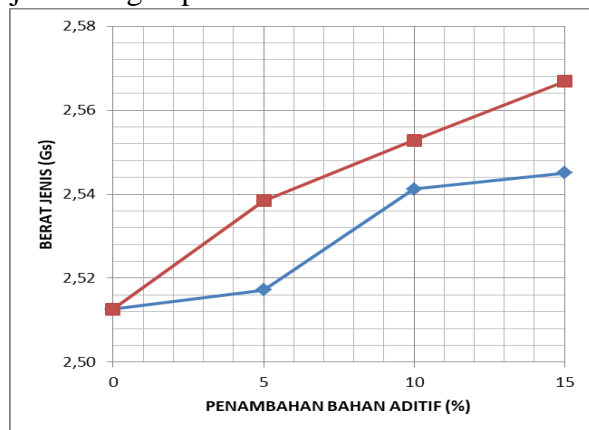
Pada kondisi tanah yang sudah dicampurkan dengan bahan aditif maka pengujian yang dilakukan dalam *physical proppertesi* yaitu hanya menguji berat jenis

tanah dan *atteberg limit*. Kemudian dari hasil pengujian ini maka akan dibandingkan dengan sesuai dengan persentase penambahan bahan aditif pada 5%, 10%, dan 15%. Berikut pembahasan hasil pengujian *physical propperties*:

a) Berat Jenis

Berikut perbandingan karakteristik tanah pada pengujian berat jenis setelah ditambahkan campuran bahan aditif sebesar 5%, 10%, dan 15%:

Grafik perbandingan hasil pengujian berat jenis dengan penambahan bahan aditif.



Keterangan:

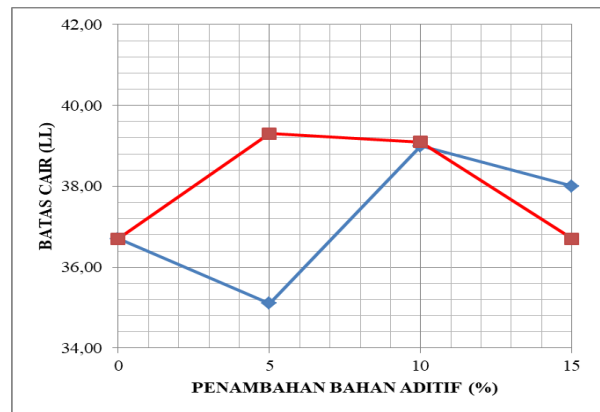
- ◆ = 75% Aspal Emulsi + 25% Fly Ash
- = 25% Aspal Emulsi + 75% Fly Ash

Pengujian berat jenis tanah dengan dua perbandingan pada setiap penambahan persentase bahan aditif nilai berat jenis tanah pada perbandingan (25% Aspal Emulsi + 75% *Fly Ash*) memiliki berat jenis yang lebih tinggi dibandingkan dengan perbandingan (75% Aspal Emulsi + 25% *Fly Ash*).

b) *Atteberg Limit*

Berikut akan dijelaskan perbandingan karakteristik tanah pada pengujian *atteberg limit* setelah ditambahkan campuran bahan aditif sebesar 5%, 10%, dan 15% :

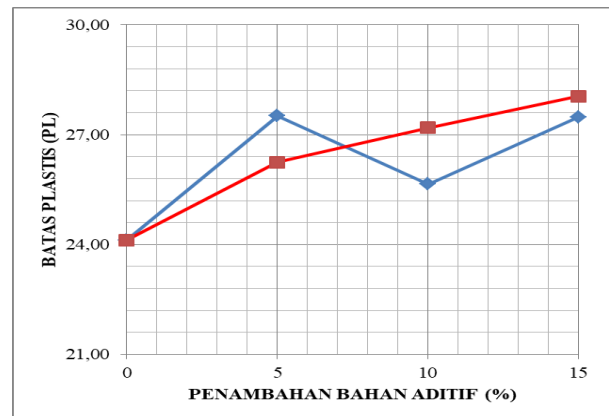
Grafik perbandingan hasil pengujian batas cair (*liquid limit*).



Keterangan:

- ◆ = 75% Aspal Emulsi + 25% *Fly Ash*
- = 25% Aspal Emulsi + 75% *Fly Ash*

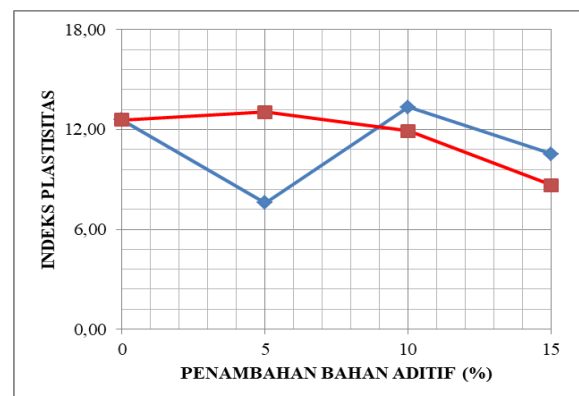
Grafik perbandingan hasil pengujian batas plastis



Keterangan:

- ◆ = 75% Aspal Emulsi + 25% *Fly Ash*
- = 25% Aspal Emulsi + 75% *Fly Ash*

Grafik perbandingan hasil pengujian Indeks Plastisitas



- ◆ = 75% Aspal Emulsi + 25% *Fly Ash*
- = 25% Aspal Emulsi + 75% *Fly Ash*

Berdasarkan tren grafik pengujian *atteberg limit* diatas maka diketahui untuk nilai batas cair tertinggi terjadi pada persentase 5% pada perbandingan persentase 25% aspal emulsi + 75% *fly ash*. Kemudian untuk nilai batas plastis tertinggi terjadi pada persentase 15% pada perbandingan 25% aspal emulsi + 75% *fly ash*. Dan untuk nilai indeks plastisitas tertinggi berada dipersentase 10% pada perbandingan 75% aspal emulsi + 25% *fly ash*.

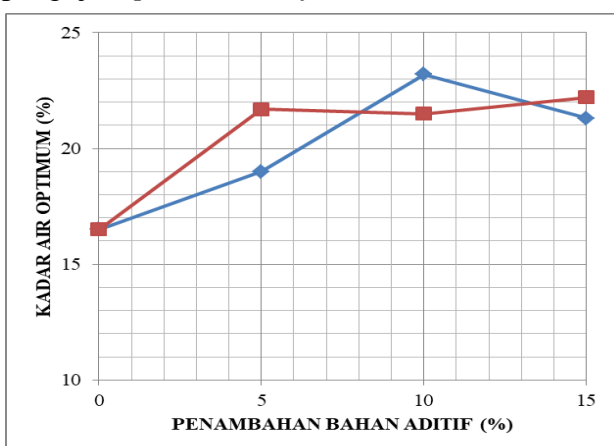
2.Engineering Propperties

Pengujian *engineering propperties* adalah suatu upaya yang dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat mekanis tanah yang berhubungan dengan kondisi tanah seperti kekuatan, pemampatan, kecenderungan untuk mengembangkan permeabilitas, berikut pembahasan hasil pengujian :

a) Pemadatan Tanah (*Proctor Modified*)

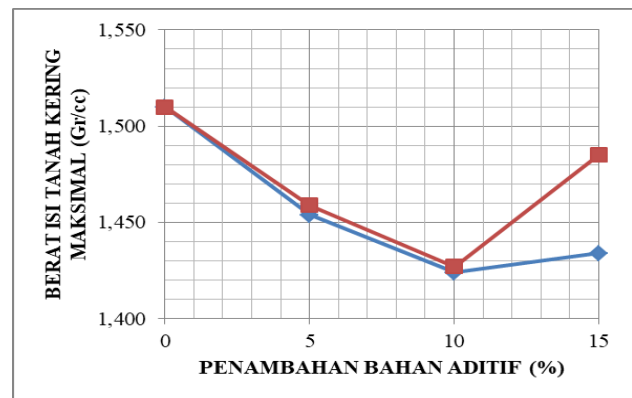
Berikut akan dijelaskan perbandingan karakteristik tanah pada pengujian pemadatan tanah (*Proctor Modified*) setelah ditambahkan campuran bahan aditif sebesar 5%, 10%, dan 15% :

Grafik perbandingan kadar air optimum pengujian *proctor modified*



Keterangan:

- ◆ = 75% Aspal Emulsi + 25% Fly Ash
- = 25% Aspal Emulsi + 75% Fly Ash



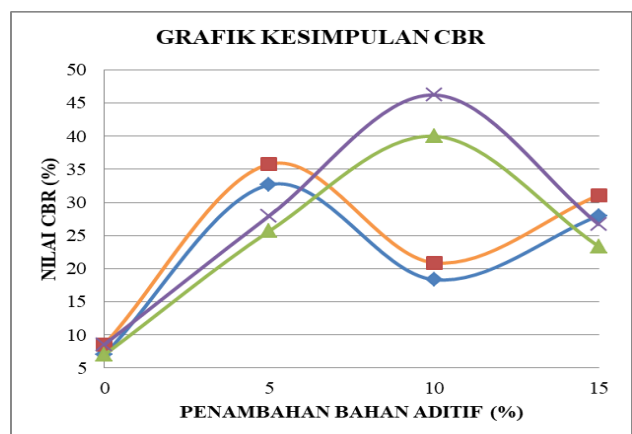
Keterangan:

- ◆ = 75% Aspal Emulsi + 25% Fly Ash
- = 25% Aspal Emulsi + 75% Fly Ash

Berdasarkan tren grafik kadar air optimum pengujian *proctor modified* diatas maka diketahui untuk nilai tertingginya terjadi pada persentase penambahan bahan aditif 10% pada perbandingan 75% aspal emulsi + 25% *fly ash*. Kemudian nilai tertinggi pengujian *proctor modified* pada berat isi tanah kering maksimal terjadi pada tanah asli.

b) California Bearing Ratio (CBR)

Pengujian *california bearing ratio* (CBR) menggunakan model CBR rendaman, dilakukan setelah pengujian *swelling*. Berikut tren grafik pengujian CBR rendaman :



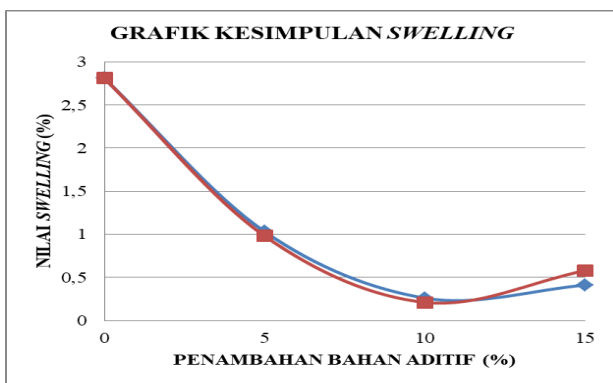
Keterangan :

- ◆ = CBR 0,1'' (75%AE + 25%FA)

- = CBR 0,2''(75% AE + 25%FA)
- ▲ = CBR 0,1''(25%AE + 75%FA)
- ✕ = CBR 0,2''(25%AE + 75%FA)

Dari grafik diatas maka dapat disimpulkan nilai CBR terbesar terjadi pada persentase penambahan bahan aditif sebesar 10% dengan perbandingan persentase 25% aspal emulsi + 75% fly ash. Pada nilai beban CBR 0,1 sebesar 40% dan nilai beban CBR 0,2'' sebesar 46,22%.

c) Swelling (Pengembangan Tanah)



Dari grafik diatas maka dapat disimpulkan :

Pengembangan tanah sedimen yang tertinggi terjadi pada persentase penambahan bahan aditif 10% pada perbandingan persentase 25% aspal emulsi + 75% fly ash.

IV. KESIMPULAN

Tanah asli pasir berlanau, Kadar air 11,6%, berat jenis 2,51, IP 24,12%, Proctor modified γ_d maks 1,510 gr/cc, Wopt 16,5%, Swelling 2,81%, CBR 0,1'' = 7%, 0,2'' = 8,56%.

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa optimalisasi tanah sedimen dengan menggunakan aspal emulsi dan fly ash. Dapat mengubah sifat fisik dan sifat mekanik tanah tersebut. Dengan menggunakan metode optimalisasi sifat tanah ini menunjukkan tren peningkatan. Optimalisasi dengan menggunakan aspal emulsi dan fly ash dapat

menurunkan indeks plastisitas tanah. Penurunan indeks plastisitas ini terjadi karena terjadi peningkatan ikatan antara tanah dengan aspal sehingga batas plastisitas dan daya lekat tanah meningkat. Selain itu terjadi pula peningkatan berat volume tanah kering dan daya dukung tanah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis ucapkan kepada Dosen pembimbing 1 Slamet Budirahardjo, S.T., M.T. Dosen pembimbing 2 Ibnu Toto Husodo, S.T., M.T. Kepala AMP Adhikarya Bapak Hartono, A.Md yang telah memberikan izin kepada peneliti untuk memperoleh aspal emulsi tipe CRS-1 untuk kebutuhan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri Yan Sunanto, d. (2015). Karakteristik Campuran Aspal Emulsi Dingin Tanpa. *The 18th FSTPT International Symposium, Lampung University, August 22-24, 2015*, 2-10.
- Apriyanti, R. H. (2016). Studi Karakteristik Sedimen Dan Laju Sedimentasi. *Jurnal Fropil Vol 4 Nomor 2 Juli-Des 2016*, 15, 165-174.
- Bowles, J. E. (1984). Sifat-sifat fisis dan geoteknis tanah. *Jakarta: Erlangga*.
- Bowles, J. E. (1993). Sifat-sifat fisis dan geoteknis tanah (Mekanika Tanah). *Terjemahan Hainim. J.K, Jakarta: Erlangga*.
- Budirahardjo, S. (t.thn.). *Petunjuk Praktikum Uji Tanah, Teknik sipil Universitas PGRI Semarang*.
- Das, B. M. (1988). *Mekanika Tanah Jilid I*. Jakarta: Erlangga.
- Das, B. M. (1991). *Mekanika Tanah, Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis jilid I*. Jakarta: Erlangga.
- Destari, M. (2019). Perubahan Nilai California Bearing Ratio. *Skripsi*.

- Gracia Mizuno Elisa Sompie, d. (2018). Analisis Stabilitas Tanah Dengan Model Material Mohr. *Jurnal Sipil Statik Vol.6 No.10 Oktober 2018 (783-792) ISSN: 2337-6732, 783-792.*
- Hambali, Y. A. (2014). Pemanfaatan Fly Ash Untuk Peningkatan Nilai Cbr. *Vol 2 Nomor 2. Juli-Desember 2014, 2, 151-162.*
- M. Tumpu, D. (2019). Stabilitas Dan Flow Campuran Aspal Emulsi Yang. *Prosiding Konferensi Nasional Pascasarjana Teknik Sipil (KNPTS) X 2019, 217-225.*
- Muhammad Ernadi Ramadhan, D. (2020). Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Semen Dan Aspal. *Teknisia, Volume XXV, No 1, Mei 2020, 21, 1-10.*
- Nadhirah Al Ansar, D. (2014). Studi Analisis Sedimentasi Di Sungai Pute Rammang-Rammang Kawasan. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika. Jilid 10, Nomor 3, Desember 2014, 301-307.*
- Rantung, M. M. (2013). Analisis Erosi Dan Sedimentasi Lahan. *Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.5, April 2013 (309-317) ISSN: 2337-6732, 1, 309-317.*
- Sudarmadji, P. N. (t.thn.). Studi Karakteristik Sedimen Dasar Dan Tanah Pertanian DI.
- Suharta, N. (2007). Sifat dan Karakteristik Tanah dari Batuan Sedimen Masam di Provinsi Kalimantan Barat. *SSN 1410 – 7244 Jurnal Tanah Dan Iklim No. 25/2007, 11-26.*
- Syahril, d. (2011). Pengaruh Stabilisasi Aspal Emulsi. *Jurnal Transportasi Vol. 11 No. 1 April 2011: 11-18, 11, 11-18.*
- Surta Ria N. Panjaitan, d. (2014). Pengaruh Pemadatan Terhadap Nilai Cbr Tanah. *Al Ulum Seri Sainstek, Volume II Nomor 1, Tahun 2014, 31-39.*