



JURNAL SIPIL SAINS TERAPAN

1. **PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH BAN BEKAS TERHADAP PARAMETER MARSHALL BETON ASPAL AC-BC**
(Fadhilatul Aula, Miswar, Ibrahim)
2. **EVALUASI ANGGARAN BIAYA DAN METODE PELAKSANAAN JALAN TINGKEM BARO-KUALA CEURAPE KABUPATEN BIREUEN**
(Fatina Arwa, Munardy, Ismail)
3. **KARAKTERISTIK TANAH EKSPANSIF YANG DISTABILISASIKAN DENGAN BAHAN TAMBAH GEOPOLIMER METAKAOLIN**
(Geubrina Rayyan Putri, Andrian Kaifan, Hanif)
4. **PENGARUH PENGGUNAAN NILAI FINE MODULUS AGREGAT HALUS DAN VOLUME FOAM TERHADAP KUAT TEKAN BETON RINGAN**
(Ghaitsa Zahira Sabila, Syamsul Bahri, Khairul Miswar)
5. **KARAKTERISTIK PENGGUNAAN ABU SEKAM PADI (ASP) SEBAGAI FILLER PADA CAMPURAN LASTON ASPHALT CONCRETE BINDER COURSE (AC-BC)**
(Miftahul Jannah, Sulaiman Ar, Teuku Riyadhshyah)
6. **ANALISIS KETERLAMBATAN PROYEK PENINGKATAN STRUKTUR JALAN BINTANG HU-BUKET HAGU SEKSI I LHOKSUKON (METODE FAULT TREE ANALYSIS)**
(Muhammad Rafli Zulmy, Zulfikar A Makam, Abdul Muhyi)
7. **ANALISIS KERUSAKAN JALAN DAN PENANGANAN DENGAN METODE BINA MARGA (STUDI KASUS: JALAN SIMPANG KKA STA 42+000 S/D 44+000)**
(Muhammad Sandi Syahputra, Gustina Fitri, Abdullah Irwansyah)
8. **STUDI STABILISASI URUGAN PILIHAN MENGGUNAKAN FLY ASH UNTUK LAPIS PONDASI JALAN**
(Putri Balqis, Mulizar, Fauzi A Gani)
9. **RENCANA ANGGARAN BIAYA DAN METODE PELAKSANAAN PADA PROYEK PENINGKATAN JALAN SDN PANGGOI-PAYA BILI KOTA LHOKSEUMAWA**
(Suheimi, Bakhtiar A, Iponsyahputra bin Amiruddin)
10. **PENGARUH PENAMBAHAN POFA DENGAN TANAH LEMPUNG UNTUK MENINGKATKAN DAYA DUKUNG TANAH BERDASARKAN NILAI CALIFORNIA BEARING RATIO**
(Yulia Zahara, Gusrizal, Muhammad Reza)

JURNAL SIPIL SAINS TERAPAN

Jurnal Hasil Skripsi Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

Penasehat

Direktur Politeknik Negeri Lhokseumawe

Penanggung Jawab

Kepala Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Politeknik Negeri Lhokseumawe

Ketua Redaksi

Muhammad Reza, M.Eng.

Sekretaris Redaksi

Erna Yusnianti, S.Si., M.Si.

Dewan Editor:

Dr. Ir. Mochammad Afifuddin, M.Eng.	(Universitas Syiah Kuala)
Dr. Ir. Samsul Bahri, M.Si.	(Politeknik Negeri Lhokseumawe)
Ir. Munardy, M.T.	(Politeknik Negeri Lhokseumawe)
Muliadi, S.T., M.T.	(Universitas Negeri Malikussaleh)
Syarwan, S.T., M.T.	(Politeknik Negeri Lhokseumawe)
Yulius Rief Alkhaly, S.T., M.Eng.	(Universitas Negeri Malikussaleh)

Penyunting Pelaksana

Dr. Ibrahim, S.T., M.T.

Pelaksana Tata Usaha

Hasanuddin, A.Md.

Penerbit

Politeknik Negeri Lhokseumawe

Alamat:

Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jl. Banda Aceh–Medan Km 280,3 Buketrata
Lhokseumawe 24301 P.O. Box 90
Website: sipil.pnl.ac.id, email: pjj@pnl.ac.id

JURNAL SIPIL SAINS TERAPAN

Jurnal Hasil Skripsi Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

DAFTAR ISI

Dewan Redaksi.....	i
Daftar Isi	ii
Pengantar Redaksi	iii
1. PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH BAN BEKAS TERHADAP PARAMETER MARSHALL BETON ASPAL AC-BC (Fadhilatul Aula, Miswar, Ibrahim)	1-8
2. EVALUASI ANGGARAN BIAYA DAN METODE PELAKSANAAN JALAN TINGKEM BARO-KUALA CEURAPE KABUPATEN BIREUEN (Fatina Arwa, Munardy, Ismail)	9-15
3. KARAKTERISTIK TANAH EKSPANSIF YANG DISTABILISASIKAN DENGAN BAHAN TAMBAH GEOPOLIMER METAKAOLIN (Geubrina Rayyan Putri, Andrian Kaifan, Hanif).....	16-21
4. PENGARUH PENGGUNAAN NILAI FINE MODULUS AGREGAT HALUS DAN VOLUME FOAM TERHADAP KUAT TEKAN BETON RINGAN (Ghaisa Zahira Sabila, Syamsul Bahri, Khairul Miswar).....	22-27
5. KARAKTERISTIK PENGGUNAAN ABU SEKAM PADI (ASP) SEBAGAI FILLER PADA CAMPURAN LASTON ASPHALT CONCRETE BINDER COURSE (AC-BC) (Miftahul Jannah, Sulaiman Ar, Teuku Riyadhshyah).....	28-34
6. ANALISIS KETERLAMBATAN PROYEK PENINGKATAN STRUKTUR JALAN BINTANG HUBUKET HAGU SEKSI I LHOKSUKON (METODE FAULT TREE ANALYSIS) (Muhammad Rafli Zulmy, Zulfikar A Makam, Abdul Muhyi).....	35-42
7. ANALISIS KERUSAKAN JALAN DAN PENANGANAN DENGAN METODE BINA MARGA (STUDI KASUS: JALAN SIMPANG KKA STA 42+000 S/D 44+000) (Muhammad Sandi Syahputra, Gustina Fitri, Abdullah Irwansyah).....	43-50
8. STUDI STABILISASI URUGAN PILIHAN MENGGUNAKAN FLY ASH UNTUK LAPIS PONDASI JALAN (Putri Balqis, Mulizar, Fauzi A Gani).....	51-56
9. RENCANA ANGGARAN BIAYA DAN METODE PELAKSANAAN PADA PROYEK PENINGKATAN JALAN SDN PANGGOI-PAYA BILI KOTA LHOKSEUMAWE (Suheimi, Bakhtiar A, Iponsyahputra bin Amiruddin).....	57-60
10. PENGARUH PENAMBAHAN POFA DENGAN TANAH LEMPUNG UNTUK MENINGKATKAN DAYA DUKUNG TANAH BERDASARKAN NILAI CALIFORNIA BEARING RATIO (Yulia Zahara, Gusrizal, Muhammad Reza).....	61-67
Petunjuk Penulisan Artikel Ilmiah	68

JURNAL SIPIL SAINS TERAPAN

Jurnal Hasil Skripsi Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

PENGANTAR REDAKSI

Assalamualaikum wr wb.

Puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Jurnal Sipil Sains Terapan Volume 07 Nomor 02 Edisi September 2024 dapat diterbitkan. Jurnal Sipil Sains Terapan ini merupakan jurnal hasil Skripsi dari Mahasiswa Program Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe.

Jurnal Sipil Sains Terapan ini terbit secara berkala dengan frekuensi terbitan sebanyak 2 (dua) kali dalam setahun. Pada Volume 07 Nomor 02 Edisi September 2024 ini terdapat 10 (sepuluh) artikel. Artikel-artikel yang tergabung di dalam Jurnal Sipil Sains Terapan ini meninjau dari sisi teknik maupun manajemen dalam perencanaan jalan dan jembatan.

Redaksi mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam penerbitan Jurnal Sipil Sains Terapan ini. Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan terhadap Jurnal Sipil Sains Terapan pada edisi-edisi yang berikutnya untuk memperkaya keilmuan terkait perencanaan jalan dan jembatan.

Redaksi

PENGARUH PENAMBAHAN POFA DENGAN TANAH LEMPUNG UNTUK MENINGKATKAN DAYA DUKUNG TANAH BERDASARKAN NILAI CALIFORNIA BEARING RATIO

Yulia Zahara¹, Gusrizal², Muhammad Reza³

- ¹ Mahasiswa, Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, email: yuliazahara02@gmail.com
² Dosen, Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, email: gusrizalsipil60@pnl.ac.id
³ Dosen, Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, email: muhammadreza@pnl.ac.id

ABSTRAK

Tanah berperan sangat penting dalam sebuah konstruksi. Tanah yang memiliki nilai daya dukung yang kurang stabil akan mempengaruhi pada suatu konstruksi seperti tanah lempung. Salah satu usaha yang untuk meningkatkan daya dukung tanah adalah dengan cara dilakukan pencampuran POFA dengan variasi 0%, 4%, 8%, dan 16%. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian sifat fisis dan sifat mekanis yaitu pemadatan standar dan CBR laboratorium dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh tanah asli dengan campuran variasi POFA terhadap nilai CBR tanah lempung. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tanah diklasifikasikan dengan sistem AASHTO termasuk pada kelompok tanah A-7-6, hal ini dibuktikan dari hasil penelitian bahwa nilai untuk lolos ayakan no 200 didapatkan nilai 65,85%, nilai batas cair (LL) didapat 41,50% dan nilai Indeks Plastisitas (PI) didapat 15,45%. Penambahan POFA terhadap tanah lempung dapat meningkatkan nilai CBR Laboratorium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan dan penurunan nilai CBR terhadap variasi campuran POFA. Nilai CBR tanah asli 6,8%, pada variasi POFA 4% terjadi peningkatan menjadi 9,9%, pada variasi POFA 8% terjadi peningkatan menjadi 10,7%, pada variasi POFA 12% terjadi penurunan menjadi 7,7% dan pada variasi POFA 16% terjadi penurunan kembali menjadi 6,5%.

Kata kunci: Tanah lempung, POFA, CBR

I. PENDAHULUAN

Tanah berperan sangat penting dalam sebuah konstruksi, yaitu konstruksi jalan, jembatan, bangunan dan konstruksi-konstruksi lainnya. Tanah yang memiliki nilai daya dukung yang kurang stabil akan mempengaruhi pada suatu konstruksi. Salah satu tanah yang mempunyai sifat kohesif dan plastis, seperti tanah lempung. Tanah lempung merupakan salah satu agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai luas. Oleh karena itu, diperlukan stabilisasi tanah sebagai cara untuk memperbaiki sifat-sifat fisis tanah sebagai daya dukung. Salah satu cara ukur daya dukung tanah diantaranya dengan menggunakan nilai dari *California Bearing Ratio* (CBR). Dari permasalahan di atas, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sifat dan klasifikasi tanah asli serta pengaruh penggunaan limbah POFA pada campuran tanah lempung dengan persentase diatas terhadap nilai CBR dan Penambahan limbah POFA sebagai bahan campuran diharapkan dapat meningkatkan stabilitas dan daya dukung tanah.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh campuran POFA terhadap tanah asli untuk nilai CBR pada tanah lempung dengan variasi campuran 0%, 4%, 8%, 12%, dan 16% untuk meningkatkan nilai daya dukung tanah, sehingga tanah tersebut dapat digunakan sebagai tanah dasar pada jalan serta dapat mengurangi limbah pada pemanfaatan POFA sebagai bahan stabilisasi.

A. Tanah Lempung

Menurut Das (1995) tanah lempung didefinisikan sebagai golongan partikel yang berukuran kurang dari 0,002 mm (2 mikron). Akan tetapi, partikel berukuran antara 0,002 mm sampai 0,005 mm juga masih digolongkan sebagai partikel lempung. Dalam hal ini, tanah diklasifikasikan sebagai lempung (hanya berdasarkan pada ukurannya saja), belum tentu tanah dengan ukuran partikel lempung tersebut juga mengandung mineral-mineral lempung (*clay minerals*). Mineral lempung merupakan hasil dari pelapukan tanah akibat reaksi kimia yang akan menghasilkan susunan kelompok partikel dengan diameter ukuran butiran lebih kecil dari 0,002 mm.

B. Pengujian Sifat Fisis Tanah

Tanah yang terdiri dari dua atau tiga bagian. Dalam tanah yang kering, hanya terdiri dari dua bagian yaitu butir-butir tanah dan pori-pori udara. Dalam tanah yang jenuh juga terdapat dua bagian, yaitu bagian padat atau butiran dan air pori. Dalam keadaan tidak jenuh, tanah terdiri dari tiga bagian yaitu bagian padat (butiran), pori-pori udara, dan air pori.

1. Pengujian kadar air

Kadar air (w), didefinisikan sebagai perbandingan antara berat air (W_w) dengan berat tanah kering (W_s) dalam tanah tersebut, dinyatakan dalam persen.

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

2. Pengujian berat volume

Berat volume basah (γ_b) adalah perbandingan antara butiran tanah termasuk air dan udara (W) dengan volume total tanah (V).

$$\gamma_b = \frac{W}{V} \dots\dots\dots (2)$$

Berat volume kering (γ_d) adalah perbandingan antara berat butiran (W_s) dengan volume total tanah (V).

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V} \dots\dots\dots (3)$$

3. Pengujian berat jenis

Berat jenis (Specific Gravity, G_s) didefinisikan sebagai perbandingan berat volume butiran padat (γ_s) dengan berat volume air (γ_w) pada suhu tertentu.

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \dots\dots\dots (4)$$

4. Pengujian Atterberg Limit

Indeks Plastisitas (PI) adalah selisih antara batas cair dan batas plastis yang dinyatakan dalam bentuk persen, dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$PI = LL - PL \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

PI = Indeks Plastisitas

LL = Nilai Batas Cair

PL = Nilai Batas Plastis

C. Pengujian Sifat Mekanis Tanah

1. Pengujian Pemadatan Standar

Proctor (1933) dalam hardiyatmo telah mengamati bahwa ada hubungan yang pasti antara kadar air dan berat volume kering tanah padat. Untuk berbagai jenis tanah pada

umumnya, terdapat satu nilai kadar air optimum tertentu untuk mencapai berat volume kering maksimumnya. Derajat kepadatan tanah diukur dari berat volume keringnya, hubungan berat volume kering (γ_d), berat volume basah (γ_b) dan kadar air (w) dinyatakan dalam persamaan:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1+w} \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

γ_d = Berat volume kering (gr/cm³)

γ_b = Berat volume basah (gr/cm³)

w = Kadar air

Untuk setiap percobaan, berat volume tanah basah (γ_b) dari tanah yang dipadatkan tersebut dapat dihitung:

$$\gamma_b = \frac{W}{V} \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan:

W = Berat tanah yang dipadatkan dalam cetakan

V = Volume cetakan

Kurva rongga udara zero air void line (ZAV) dapat ditentukan menggunakan persamaan:

$$\gamma_{ZAV} = \frac{G_s \gamma_w}{1+e} \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan:

ZAV = Berat volume pada kondisi zero air void line

W = Berat volume air

e = Angka pori

G_s = Berat specific butiran pada tanah

2. Pengujian CBR Laboratorium

Menurut (Sukirman, 1999) daya dukung tanah dasar (subgrade) dinyatakan dengan nilai CBR (california bearing ratio). CBR untuk pertama kalinya diperkenalkan oleh california division of highways pada tahun 1928. Sedangkan metode CBR ini dipopulerkan oleh O. J. Porter. CBR adalah perbandingan antara beban yang dibutuhkan untuk penetrasi contoh tanah sebesar 0,1”/0,2” dengan beban yang ditahan batu pecah standar pada penetrasi 0,1”/0,2”.

II. METODOLOGI

Penelitian ini di dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe. Sampel tanah diambil ini dari Desa Cot Rambat Kecamatan Gandapura Kabupaten Bireuen. Pada lokasi ini dinyatakan tanah lempung dikarenakan tanah di Desa ini bersifat plastis pada kondisi kadar air sedang dan bersifat kering dan keras pada kondisi kadar air yang rendah. Untuk bahan tambah campuran POFA yang digunakan berasal dari limbah pabrik PT. Syaukath Sejahtera yang berlokasi di Desa Cot Jabet Kecamatan Gandapura Kabupaten Bireuen. Pada penelitian dilakukan penambahan campuran dengan variasi 0%, 4%, 8%, 12% dan 16%. Untuk lebih jelas gambaran penelitian dapat dilihat pada gambar 1.

Metode pencampuran tanah dengan POFA yaitu dilakukan dengan cara setiap variasi campuran 0%, 4%, 8%, 12%, dan 16% untuk dapat menentukan banyaknya POFA pada sebuah sampel adalah masing – masing persentase POFA dikalikan dengan berat sampel tanah.

Selanjutnya dilakukan proses pencampuran sampel tanah dan POFA serta air dengan kadar tertentu. Pada proses ini tidak dilakukan cara khusus, hanya dilakukan pencampuran tanah dan POFA di dalam talam aduk hingga merata kemudian tambahkan air, selanjutnya dimasukkan kedalam plastik untuk terjadi menyerapan air pada sampel.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Tanah Asli

Berikut merupakan hasil pengujian sifat fisis tanah asli antara lain:

Tabel 1. Hasil pengujian sifat fisis tanah

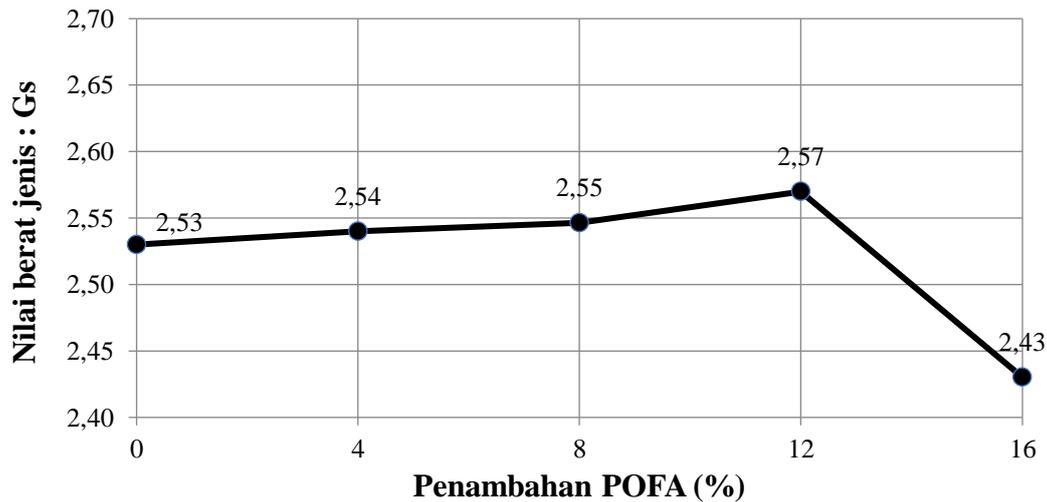
No	Uraian Pengujian	Satuan	Nilai Parameter
1	Kadar air tanah asli	%	11,26
2	Berat isi/ density (γ)	gr/cm ³	1,82
3	Klasifikasi tanah berdasarkan sistem ASSHTO		A-7-6
4	Berat Spesifik (Gs)	-	2,53
5	Analisa Saringan (Persen Lolos)		
	No. 4	%	100,00
	No. 10	%	99,60
	No. 20	%	98,50
	No. 40	%	95,85
	No. 100	%	79,66
	No. 200	%	65,85
6	Batas-batas Atterberg		
	Batas Cair (LL)	%	41,84
	Batas Plastis (PL)	%	26,06
	Indeks Plastisitas (PI)	%	15,79
7	Uji Proctor Standar		
	$\gamma_{d\text{maksimum}}$	gr/cm	1,46
	W_{optimum}	%	24,10
8	CBR Laboratorium		
	CBR_{unsoaked}	%	6,8

Sistem klasifikasi tanah berdasarkan *American Association of State Highway and Transportation Officials Classification* (AASHTO) digunakan sebagai penentuan kualitas tanah guna perencanaan timbunan jalan, *subbase* dan *subgrade*. Pada sistem ini, tanah diklasifikasikan ke dalam tujuh kelompok besar, yaitu A-1 sampai dengan A-7.

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan kelompok klasifikasi tanah A-7-6. Hal ini dibuktikan bahwa untuk lolos ayakan no 200 didapatkan nilai 65,85% dengan syarat yaitu min 36%, nilai batas cair (LL) didapat 41,84% dengan syarat standarnya yaitu min 41 dan nilai Indeks Plastisitas (PI) didapat 15,79% dengan syarat standarnya yaitu min 11, artinya nilai tersebut masuk standar dan ketentuannya.

B. Pengujian Berat Jenis

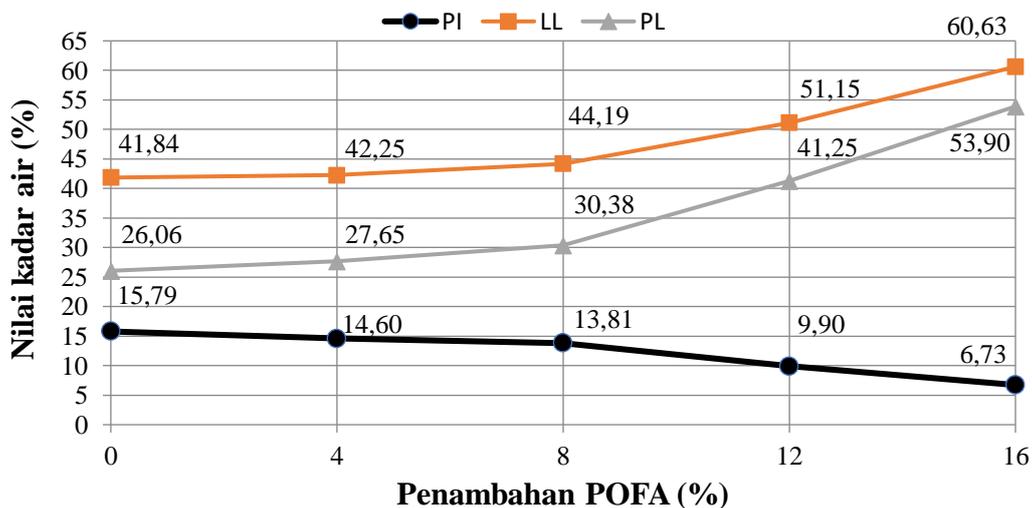
Pada Gambar 1 ditunjukkan bahwa titik optimum berat jenis pada variasi POFA 12% dan terjadi penurunan nilai berat jenis pada variasi POFA 16%. Hal ini membuktikan bahwa pada penambahan POFA dengan komposisi campuran 0%, 4%, 8%, 12% dan 16% dapat mempengaruhi nilai berat jenis tanah.



Gambar 1. Hubungan antara nilai berat jenis terhadap persentase POFA

C. Pengujian Atterberg Limit

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai batas cair pada tanah asli 41,84% terjadi peningkatan pada pencampuran POFA 4% menjadi 42,25% dan terjadi peningkatan nilai batas cair sampai pencampuran POFA 16%. Pada pencampuran POFA 8% menjadi 44,19%, pada pencampuran POFA 12% menjadi 51,15% dan pada pencampuran POFA 16% menjadi 60,63%.



Gambar 2. Hubungan batas-batas Atterberg terhadap persentase POFA

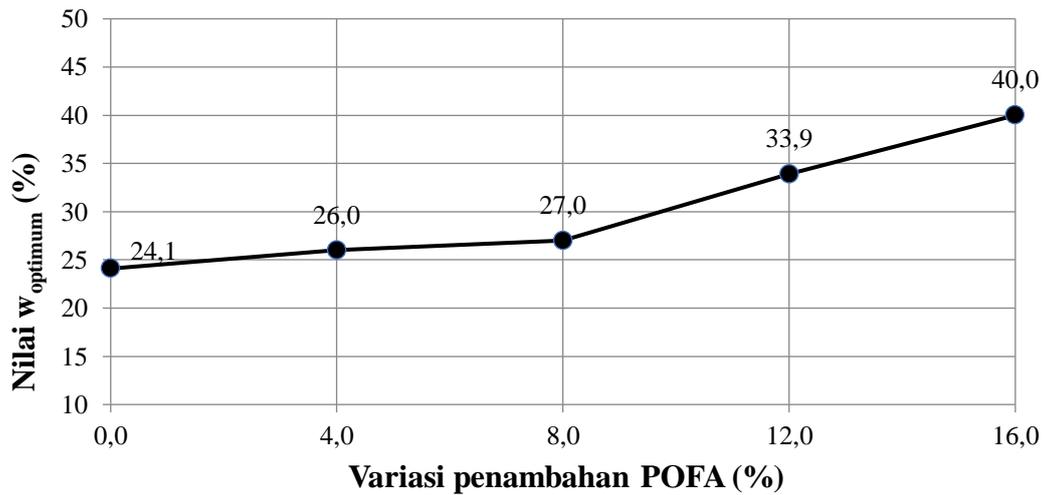
Nilai batas plastis pada tanah asli 26,06% terjadi peningkatan pada pencampuran POFA 4% menjadi 27,65% dan terjadi peningkatan batas plastis sampai pencampuran POFA 16%. Pada pencampuran POFA 8% menjadi 30,38%, pada pencampuran POFA 12% menjadi 41,25% dan pada pencampuran POFA 16% menjadi 53,90%.

Sedangkan untuk nilai Indeks Plastisitas (PI) pada tanah asli 15,79% terjadi penurunan pada pencampuran POFA 4% menjadi 14,60% dan terjadi penurunan nilai Indeks Plastisitas (PI) sampai pencampuran POFA 16%. Pada pencampuran POFA 8% menjadi 13,81%, pada pencampuran POFA 12% menjadi 9,90% dan pada pencampuran POFA 16% menjadi 6,73%.

Dari hasil penelitian tersebut maka dapat dinyatakan bahwa semakin besar kadar POFA maka semakin kecil Indeks Plastisitasnya. Kondisi ini dapat diartikan dengan penambahan POFA akan menjadikan tanah lempung menjadi lebih stabil.

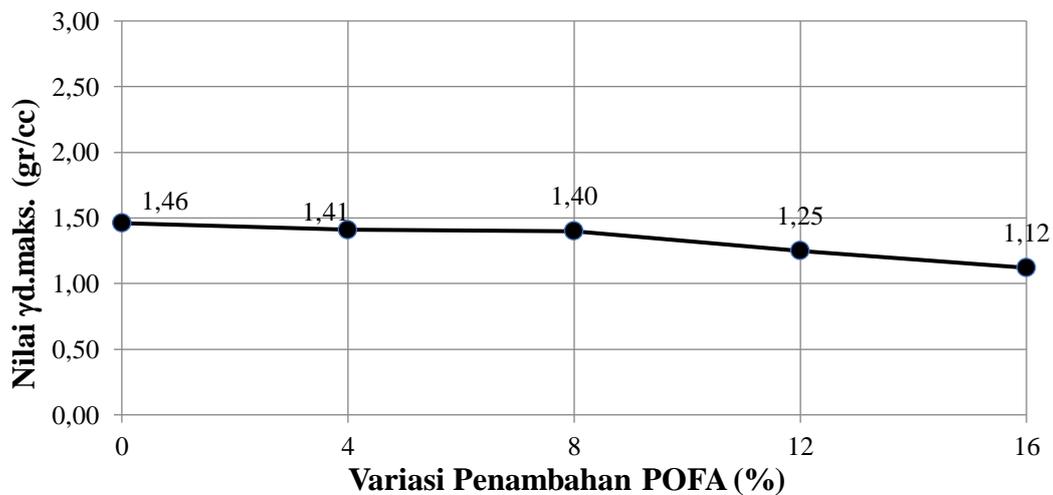
D. Pengujian Pemadatan Standar

Berikut adalah hasil pengujian pemadatan standar yaitu:



Gambar 3. Hubungan nilai $w_{optimum}$ terhadap penambahan POFA

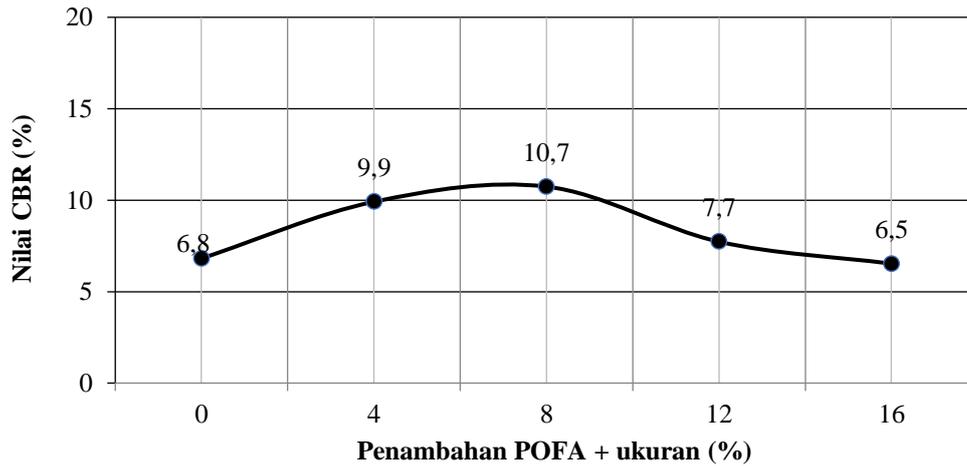
Dengan bertambahnya komposisi campuran POFA, maka kadar air optimum mengalami peningkatan disebabkan oleh bahan tambah tersebut bersifat menyerap air yang lebih tinggi dan berat isi kering maksimum mengalami penurunan. Pada komposisi POFA 0%, kadar air optimum didapat 24,1% dan berat isi kering maksimum 1,46 gr/cc. Pada komposisi POFA 4%, kadar air optimum didapat 26,0% dan berat isi kering maksimum 1,41 gr/cc. Pada komposisi POFA 8%, kadar air optimum didapat 27,0% dan berat isi kering maksimum 1,40 gr/cc. Pada komposisi POFA 12%, kadar air optimum didapat 33,9% dan berat isi kering maksimum 1,25 gr/cc. Pada komposisi POFA 16%, kadar air optimum didapat 40,0% dan berat isi kering maksimum 1,12 gr/cc. Hal ini menunjukkan bahwa γ_d mengalami penurunan untuk setiap penambahan POFA, dapat dilihat pada gambar 4. berikut



Gambar 4. Hubungan nilai $\gamma_{d.maks}$ terhadap penambahan POFA

E. Hasil Pengujian CBR Laboratorium

Dari hasil uji CBR Laboratorium. Diperoleh nilai CBR Laboratorium seperti pada grafik berikut:



Gambar 5. Nilai CBR terhadap persentase POFA

Pengujian nilai CBR Laboratorium dengan persentase campuran POFA, hasil uji CBR Laboratorium terhadap persentase POFA dengan komposisi masing-masing campuran 0%, 4%, 8%, 12% dan 16% mengalami perubahan meningkatnya nilai CBR *unsoaked*. Dari nilai CBR tanah asli *unsoaked* 6,8% meningkat menjadi 9,9% pada persentase campuran POFA 4%. Pada persentase campuran POFA 8% masih terjadi peningkatan nilai CBR menjadi 10,7%. Pada persentase campuran POFA 12% mengalami penurunan nilai CBR menjadi 7,7% dan pada persentase campuran POFA 16% tetap mengalami penurunan nilai CBR menjadi 6,5%. Hal ini disebabkan oleh bahan *pozzolanic* yang menyatu dengan tanah lempung sehingga dapat meningkatkan nilai CBR tanah. Optimalisasi campuran POFA yang cukup baik pada persentase campuran POFA 8%.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan, maka dapat di tarik kesimpulan yaitu setelah dilakukan pengujian tanah asli dari Desa Cot Rambat Kecamatan Gandapura Kabupaten Bireuen didapat nilai CBR tanah asli *unsoaked* 6,8%. Berdasarkan dari hasil penelitian ini membuktikan bahwa variasi terbaik pada campuran variasi POFA 8% dapat meningkatkan nilai CBR tanah asli menjadi 10,7% dan pada campuran variasi POFA 12% nilai CBR menjadi 6,5% guna mengurangi limbah untuk keselamatan lingkungan serta dapat digunakan pada timbunan pilihan untuk konstruksi jalan.

DAFTAR PUSTAKA

- Das, B. M. (1995). Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik. Penerbit Erlangga, 1–300.
- Hardiyatmo, H. C., Teknik, J., Universitas, S., Mada, G., Sipil, T., Teknik, F., & Gadjah, U. (1992). *Mekanika-Tanah-I-Hary-Christady-Hardiyatmopdf_Compress*.
- Sukirman, S. (1999). TI I/ ,1. *Perkerasan Jalan Lentur*, 1–129