



JURNAL SIPIL SAINS TERAPAN

1. **PENGARUH FILLER ABU CANGKANG KOPI PADA CAMPURAN ASPAL POROUS DAN ASPAL POLYMER SEBAGAI BAHAN PENGIKAT**
(Ahmad Daudy, Sulaiman AR, Khairul Miswar)
2. **PENGARUH SUBSTITUSI LIMBAH PLASTIK STYROFOAM TERHADAP PARAMETER MARSHALL DAN DURABILITAS BETON ASPAL AC-WC**
(Elsa Fahira, Syarwan, Teuku Riyadsyah)
3. **ANALISIS TINGKAT KERUSAKAN PERKERASAN LENTUR DAN ESTIMASI BIAYA PERBAIKAN (STUDI KASUS JALAN GAMPONG AREE-REUBEE KECAMATAN DELIMA KABUPATEN PIDIE)**
(Farhan Muzhaffar, Miswar, Mirza Fahmi)
4. **STUDI KAPASITAS PARKIR PADA RUMAH SAKIT UMUM DEARAH DR. FAUZIAH BIREUEN KABUPATEN BIREUEN**
(Ghulam Ali Sauki, Gustina Fitri, Kurniati)
5. **STUDI PERHITUNGAN ANGGARAN PELAKSANAAN DAN METODE PELAKSANAAN PENINGKATAN JALAN KAMPUNG ATU LINTANG-ARUL TUPIS KABUPATEN ACEH TENGAH**
(Ichsan Febrianda, Ismail, Fauzi A Gani)
6. **RENCANA ANGGARAN BIAYA PEKERJAAN DAN METODE PELAKSANAAN PADA PROYEK PELEBARAN JALAN BIREUEN-TAKENGON**
(Lukmanul Hakim, Chairil Anwar, Faisal Rizal)
7. **ANALISIS PENJADWALAN PROYEK DENGAN PRECEDENCE DIAGRAM METHOD (PDM) MENGGUNAKAN MICROSOFT PROJECT**
(Muhammad Ichwanul Khairi, Zulfikar Makam, Abdul Muhyi)
8. **PENERAPAN K3 PADA PEKERJAAN ABUTMEN JEMBATAN ALUE SEUMAKEUM KEC. MUARA DUA KOTA LHOKEUMAWE**
(Muhammad Zamzami, Aiyub, Irham)
9. **KAJIAN PENINGKATAN KUALITAS URUGAN PILIHAN UNTUK SUB BASE PERKERASAN JALAN MENGGUNAKAN FLY ASH DAN SEMEN**
(Putri Ariza, Mulizar, Muhammad Reza)
10. **PENGARUH VARIASI JUMLAH TUMBUKAN PEMADATAN LASTON AC-BC PADA SUHU 80° TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL**
(Zaki Nur, Gusrizal, Rizal Syahyadi)

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)
Dr. Ir. Yuhanis Yunus, M.T.	(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

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 FILLER ABU CANGKANG KOPI PADA CAMPURAN ASPAL POROUS DAN ASPAL POLYMER SEBAGAI BAHAN PENGIKAT (Ahmad Daudy, Sulaiman AR, Khairul Miswar)	1-6
2. PENGARUH SUBSTITUSI LIMBAH PLASTIK STYROFOAM TERHADAP PARAMETER MARSHALL DAN DURABILITAS BETON ASPAL AC-WC (Elsa Fahira, Syarwan, Teuku Riyadsyah)	7-14
3. ANALISIS TINGKAT KERUSAKAN PERKERASAN LENTUR DAN ESTIMASI BIAYA PERBAIKAN (STUDI KASUS JALAN GAMPONG AREE-REUBEE KECAMATAN DELIMA KABUPATEN PIDIE) (Farhan Muzhaffar, Miswar, Mirza Fahmi).....	15-20
4. STUDI KAPASITAS PARKIR PADA RUMAH SAKIT UMUM DEARAH DR. FAUZIAH BIREUEN KABUPATEN BIREUEN (Ghulam Ali Sauki, Gustina Fitri, Kurniati).....	21-27
5. STUDI PERHITUNGAN ANGGARAN PELAKSANAAN DAN METODE PELAKSANAAN PENINGKATAN JALAN KAMPUNG ATU LINTANG-ARUL TUPIS KABUPATEN ACEH TENGAH (Ichsan Febrianda, Ismail, Fauzi A Gani)	28-32
6. RENCANA ANGGARAN BIAYA PEKERJAAN DAN METODE PELAKSANAAN PADA PROYEK PELEBARAN JALAN BIREUEN-TAKENGON (Lukmanul Hakim, Chairil Anwar, Faisal Rizal).....	33-41
7. ANALISIS PENJADWALAN PROYEK DENGAN PRECEDENCE DIAGRAM METHOD (PDM) MENGGUNAKAN MICROSOFT PROJECT (Muhammad Ichwanul Khairi, Zulfikar Makam, Abdul Muhyi)	42-45
8. PENERAPAN K3 PADA PEKERJAAN ABUTMEN JEMBATAN ALUE SEUMAKEUM KEC. MUARA DUA KOTA LHOKSEUMAWE (Muhammad Zamzami, Aiyub, Irham)	46-51
9. KAJIAN PENINGKATAN KUALITAS URUGAN PILIHAN UNTUK SUB BASE PERKERASAN JALAN MENGGUNAKAN FLY ASH DAN SEMEN (Putri Ariza, Mulizar, Muhammad Reza).....	52-59
10. PENGARUH VARIASI JUMLAH TUMBUKAN PEMADATAN LASTON AC-BC PADA SUHU 80° TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL (Zaki Nur, Gusrizal, Rizal Syahyadi).....	60-67
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 06 Nomor 01 Edisi Maret 2023 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 06 Nomor 01 Edisi Maret 2023 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

KAJIAN PENINGKATAN KUALITAS URUGAN PILIHAN UNTUK SUB-BASE PERKERASAN JALAN MENGGUNAKAN FLY ASH DAN SEMEN

Putri Ariza¹, Mulizar², Muhammad Reza³

¹ Mahasiswa, Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, email: putriariza34@gmail.com

² Dosen, Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, email: mulizar@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

Subbase adalah lapisan perkerasan jalan yang terletak diatas tanah dasar, yang berperan untuk menyebarkan beban secara merata diatas tanah dasar. Salah satu material yang digunakan untuk lapisan *subbase* yaitu urugan pilihan. Urugan pilihan yang digunakan pada lapisan *subbase* perlu adanya peningkatan kualitasnya dengan cara mencampurkan *fly ash* dan semen sebagai bahan stabilisasi, dengan semen 10% dan variasi penambahan *fly ash* 5%, 10% dan 15% kemudian dilakukan pengujian sifat fisis dan mekanis dengan metode ASTM dan SNI. Dalam penelitian ini tanah diklasifikasikan dengan metode AASHTO dengan PI 5,86% dan LL 37,88% maka tanah tersebut termasuk kelompok A-1-a. Penambahan *fly ash* dan semen pada urugan pilihan juga dapat meningkatkan nilai CBR. Hasil penelitian menunjukkan terjadi peningkatan nilai CBR seiring penambahan variasinya. Nilai CBR tanah asli *unsoaked* 7,5% meningkat menjadi 25,8%, pada pencampuran *fly ash* 5% dan semen 10%, demikian pula pada pencampuran persentase *fly ash* 10% dan semen 10% terjadi peningkatan nilai CBR *unsoaked* yaitu 29,9%, serta pada pencampuran persentase *fly ash* 15% dan semen 10% nilai CBR *unsoaked* terus meningkat menjadi 35,4%.

Kata Kunci : Subbase, Urugan Pilihan, Fly Ash, Semen, CBR, Stabilisasi.

I. PENDAHULUAN

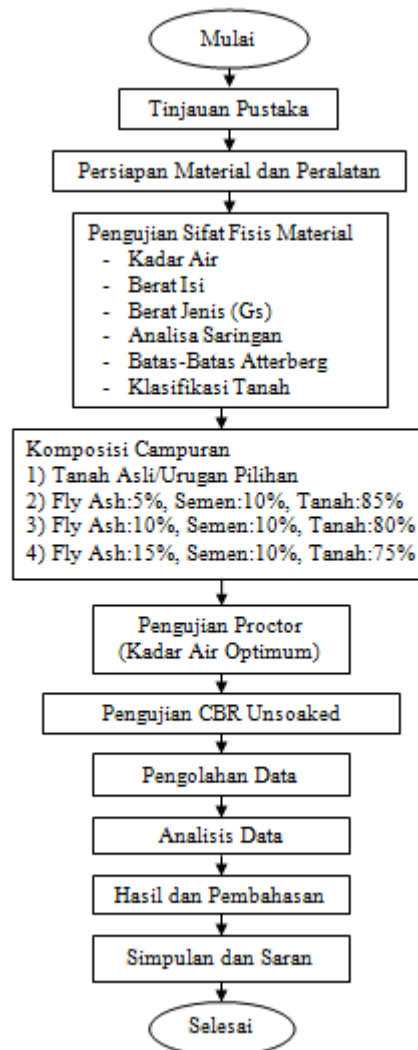
Subbase adalah lapisan perkerasan jalan yang terletak diatas tanah dasar. *Subbase* merupakan lapisan penahan beban utama perkerasan yang berperan untuk menyebarkan beban secara merata diatas tanah dasar. Kualitas *subbase* sangat penting untuk masa manfaat jalan dan dapat bertahan lebih lama dari umur permukaan. Material *subbase* selain dari agregat berbutir juga bisa diperoleh dari stabilisasi tanah dengan bahan stabilisasi seperti semen, kapur, *fly ash* dan bahan aditif lain. Stabilisasi ini dimaksudkan untuk meningkatkan kualitas material sehingga memenuhi syarat untuk digunakan sebagai *subbase*. Khusus untuk stabilisasi menggunakan *fly ash*, selain untuk meningkatkan stabilitas tanah penggunaan *fly ash* juga bisa digunakan sebagai bahan aditif yang merupakan upaya untuk memanfaatkan sisa pembakaran batu bara dalam konstruksi jalan.

Berdasarkan hal tersebut diatas maka dilakukan stabilisasi tanah urugan menggunakan *fly ash* dan semen sebagai bahan aditif guna meningkatkan kekuatan *subbase* sehingga akan mengurangi kegagalan konstruksi jalan raya. *Fly ash* yang digunakan berasal dari PLTU Pangkalan Susu yang merupakan salah satu industri listrik Indonesia yang menghasilkan limbah *fly ash* 1 ton setiap harinya. Adapun semen yang digunakan sebagai bahan stabilisasi adalah semen Portland tipe I sesuai SNI 03-3438-1994.

II. METODOLOGI

Kegiatan penelitian ini meliputi studi pustaka dan percobaan langsung di laboratorium. Studi pustaka digunakan dari awal penelitian hingga analisis dan penarikan kesimpulan. Sedangkan percobaan langsung di laboratorium meliputi pengujian sifat fisis

urugan pilihan, pencampuran urugan pilihan dengan *fly ash* dan semen, proses pemadatan serta uji CBR. Tahapan penelitian ini diperlihatkan pada bagan alir berikut.



Gambar 1. Bagan Alir

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian yang diperoleh adalah sifat fisis dan mekanis pada tanah asli dan tanah yang telah distabilisasikan seperti yang terlihat pada Tabel 1 dan Tabel 2 berikut.

Tabel 1. Hasil Rekap Pengujian Sifat Mekanis Tanah Asli dan Campuran

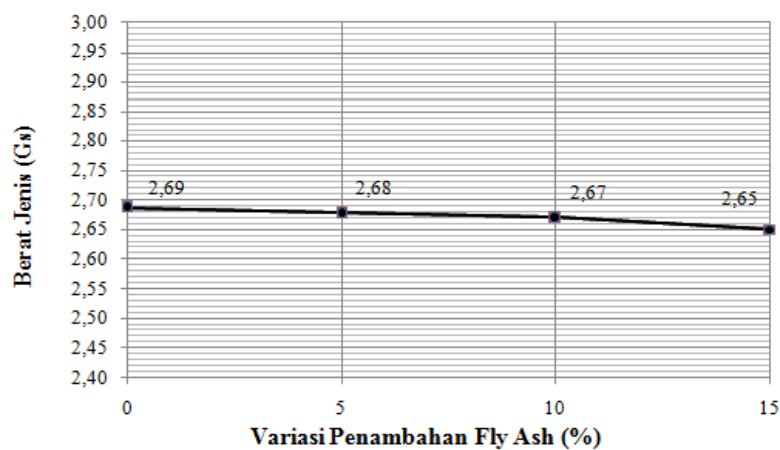
No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian				
		Satuan	Tanah Asli	Tanah+ FA 5%+ PC 10%	Tanah+ FA 10%+ PC 10%	Tanah+ FA 15%+ PC 10%
1	Pemadatan Standar (Proctor)					
	1. Kadar Air Optimum	%	1,71	1,73	1,75	1,77
	2. Berat Kering Maksimum	%	16,05	15,90	15,70	15,60
2	Uji CBR					
	Tanpa Rendaman (Unsoaked)	%	7,50	25,80	29,90	35,40

Tabel 2. Hasil Rekap Pengujian Sifat Fisis Tanah Asli dan Campuran

No	Jenis Pengujian	Satuan	Tanah Asli	Hasil Pengujian			
				Tanah+ FA 5%+ PC 10%	Tanah+ FA 10%+ PC 10%	Tanah+ FA 15%+ PC 10%	
1	Kadar Air	%	13,4				
2	Berat Isi	gr/cm ³	1,46				
3	Berat Jenis (Gs)	Kn/m ³	2,69	2,68	2,67	2,65	
4	Analisa Saringan (Persen Lolos)	4"	%	100	-	-	-
		3"	%	100	-	-	-
		2 1/2"	%	100	-	-	-
		2"	%	100	-	-	-
		1 1/2"	%	100	-	-	-
		1"	%	96,15	-	-	-
		3/4"	%	91,09	-	-	-
		3/8"	%	68,11	-	-	-
		No. 4	%	48,38	-	-	-
		No. 10	%	15,71	-	-	-
		No. 40	%	9,34	-	-	-
		No. 100	%	8,07	-	-	-
No. 200	%	6,68	-	-	-		
5	Atterberg Limit						
	1. Batas Cair (LL)	%	37,88	31,80	30,00	28,10	
	2. Batas Plastis (PL)	%	32,02	0,00	0,00	0,00	
	3. Indeks Plastisitas (PI)	%	5,86	31,80	30,00	28,10	
6	Klasifikasi tanah berdasarkan sistem AASHTO	-	A-1-a	-	-	-	

A. Pengujian Berat Jenis Gs

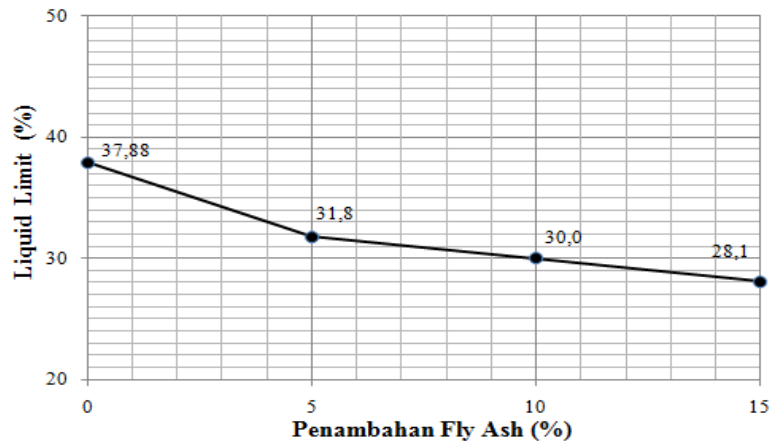
Pada penambahan *fly ash* dan semen menyebabkan berat jenis (*Specific Gravity*) urugan pilihan menurun akibat berat tanah asli berkurang dengan adanya penambahan *fly ash* dan semen terjadi pengikatan yang sangat rapat antara tanah dan bahan tambah tersebut. Seperti yang terlihat pada Gambar 2, yang pada awalnya nilai berat jenis tanah asli adalah 2,69 setelah ditambahkan *fly ash* 15% dan semen 10% berat jenis tanah menjadi 2,65 dengan perbedaan 0,04 % dari berat jenis tanah asli. Hal ini menyebabkan penambahan *fly ash* dan semen mempengaruhi berat jenis pada urugan pilihan.



Gambar 2. Grafik Pengujian Berat Jenis

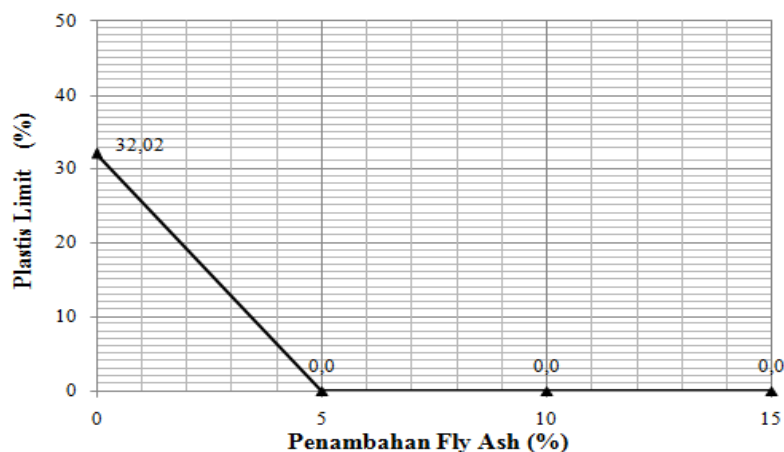
B. Pengujian Batas-Batas Atterberg

Pada pengujian batas-batas Atterberg, tanah yang telah distabilisasikan menggunakan *fly ash* dan semen mengalami penurunan nilai batas cair (LL) dari 37,88% pada tanah asli menjadi 28,10% pada persentase campuran *fly ash* 15% dan semen 10%. Sedangkan nilai batas plastis (PL) untuk tanah asli diperoleh sebesar 32,02% dan untuk nilai PL pada persentase campuran *fly ash* 5%, 10%, 15% dan semen 10% tanah yang telah distabilisasikan tersebut dinyatakan non plastis (NP). Serta untuk nilai indeks plastisitas (PI) diperoleh sebesar 5,86% pada tanah asli.



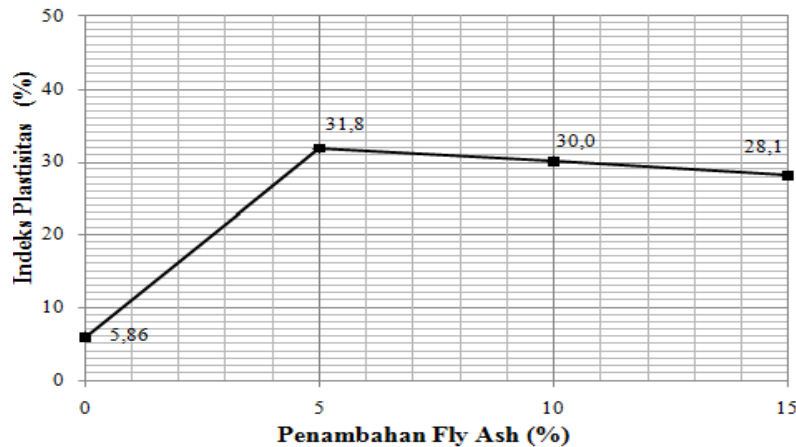
Gambar 3. Grafik Pengujian Batas Cair

Pada Gambar 3. diatas, pengujian batas cair mengalami penurunan dimana nilai LL pada pengujian tanah asli diperoleh 37,88%, pada pencampuran *fly ash* 5% dan semen 10% nilai LL menurun menjadi 31,80%, begitu pula pada pencampuran *fly ash* 10% dan semen 10% nilai LL semakin menurun menjadi 30% serta pada pencampuran *fly ash* 15% dan semen 10% nilai LL menjadi 28,10%.



Gambar 4. Grafik Pengujian Batas Plastis

Pada Gambar 4. diatas, pengujian batas plastis (PL) tanah asli memperoleh hasil sebesar 32,02%, sedangkan pada pada pencampuran *fly ash* 5%, 10% dan 15% serta semen 15%, tanah dinyatakan non plastis dikarenakan pada saat pengujian tanah langsung mengalami keretakan dan tidak bisa untuk diuji.

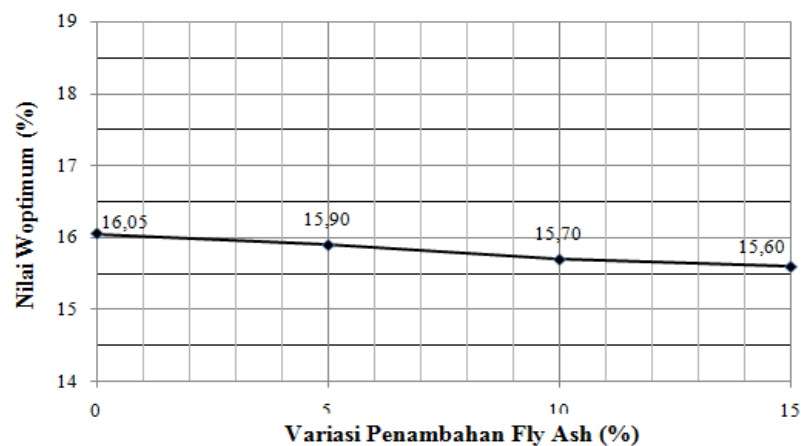


Gambar 5. Grafik Indeks Plastisitas

Pada Gambar 5. diatas memperlihatkan nilai dari indeks plastisitas (PI) dimana nilai tersebut diperoleh dari hasil pengurangan antara batas cair dan batas plastis. Pada pengujian tanah asli nilai PI didapat 5,86% sedangkan untuk nilai PI pada pencampuran *fly ash* 5%, 10%, dan 15% serta semen 10%. Nilai PI sama dengan nilai batas cair (LL).

C. Pematatan Standar

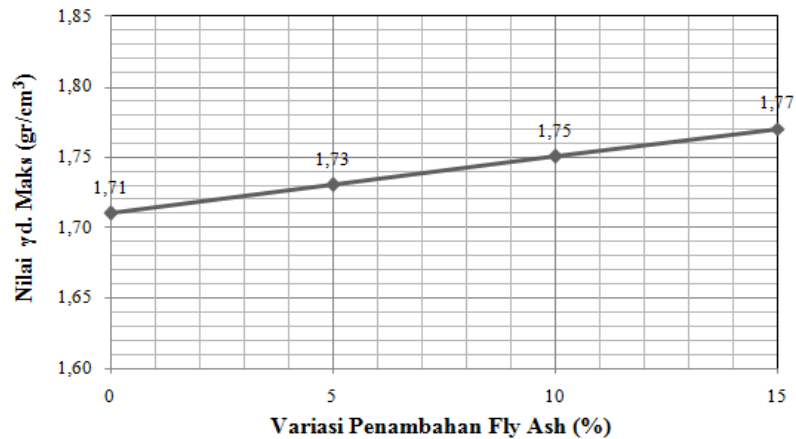
Pada pengujian pematatan standar menunjukkan semakin besar penambahan *fly ash* dan semen maka semakin menurunnya kadar air optimum dan meningkatnya nilai kerapatan kering, untuk kadar air optimum yang mempunyai nilai tanah asli 16,05% setelah pencampuran persentase *fly ash* 5% dan semen 10% terjadi penurunan kadar air menjadi 15,90%, seterusnya pada pencampuran persentase *fly ash* 10% dan semen 10% kadar air menjadi 15,70%, dan pada pencampuran *fly ash* 15% dan semen 10% kadar air optimum menjadi 15,60%. Penurunan dari nilai kadar air optimum ini disebabkan karena tanah yang tercampur *fly ash* dan semen, air porinya lebih mudah terperas keluar rongga pori saat proses pematatan jika dibandingkan dengan tanah asli. Hal ini dikarenakan ikatan antara anion partikel tanah dengan kation air terhalang dengan keberadaan *fly ash* dan semen yang menyelimuti butiran tanah. Terperasnya sebagian air pori meninggalkan rongga pori menyebabkan pori mengecil karena rongga pori yang tadinya diisi oleh air sekarang sudah diisi oleh butiran tanah, akibatnya tanah semakin padat dengan sendirinya.



Gambar 6. Grafik Kadar Air Optimum

Pada kerapatan kering yang mempunyai nilai kerapatan kering tanah asli yaitu 1,71 gr/cm³ setelah pencampuran *fly ash* dengan persentase campuran 5% dan semen dengan

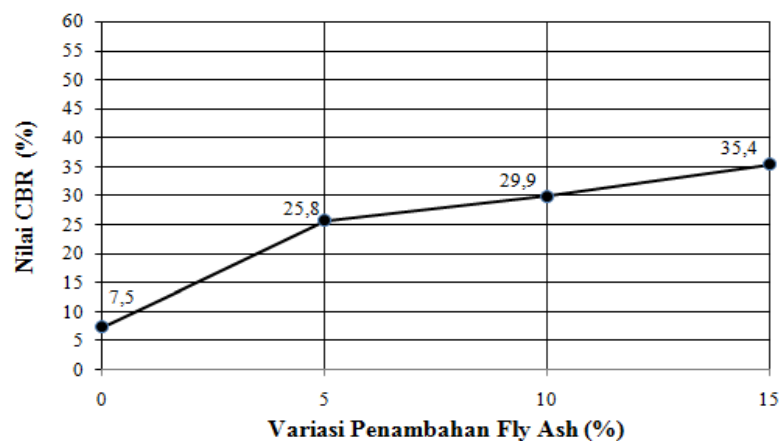
persentase 10% terjadi peningkatan menjadi $1,73 \text{ gr/cm}^3$, pada persentase campuran *fly ash* 10% dan semen dengan persentase 10% menjadi $1,75 \text{ gr/cm}^3$, dan pada persentase 15% dan 10% menjadi $1,77 \text{ gr/cm}^3$, hal ini disebabkan oleh partikel-partikel *fly ash* dan semen yang mengisi rongga di antara butiran tanah menambah berat volume campuran. Demikian juga pada kadar air optimum seiring makin bertambahnya persentase campuran maka kadar air optimum nya semakin menurun.



Gambar 7. Grafik Kerapatan Kering

D. Pengujian CBR Laboratorium

Hasil pengujian CBR Laboratorium terhadap persentase *fly ash* 0%, 5%, 10% sampai 15% dengan masing-masing persentase semen 10% meningkatkan nilai CBR unsoaked. Dari nilai CBR tanah asli unsoaked 7,5% meningkat menjadi 25,8%, pada pencampuran persentase *fly ash* 5% dan semen 10%, demikian juga pada pencampuran persentase *fly ash* 10% dan semen 10% nilai CBR unsoaked meningkat menjadi 29,9%, dan pada pencampuran persentase *fly ash* 15% dan semen 10% meningkat menjadi 35,4%. Hal ini disebabkan oleh reaksi bahan silika oksida (SiO_2) yang menyatu dengan urugan pilihan sehingga menguatkan nilai CBR. Optimalisasi campuran *fly ash* dan semen yang cukup baik adalah pada persentase campuran *fly ash* 15% dan semen 10%.



Gambar 8. Grafik Pengujian CBR

Pada Gambar 8. memperlihatkan bahwa pencampuran *fly ash* dan semen dapat meningkatkan nilai CBR secara signifikan, dan memungkinkan nilai CBR akan terus meningkat jika persen pencampuran *fly ash* dan semen ditambahkan.

IV. SIMPULAN

Penggunaan *fly ash* dan semen sebagai bahan stabilisasi urugan pilihan mengalami penurunan nilai berat jenis tanah asli yaitu dari 2,69 menjadi 2,65 pada komposisi *fly ash* 15% dan semen 10%. Batas-batas Atterberg juga mengalami penurunan yaitu LL, dimana nilai LL tanah asli 37,90%, bila dicampur dengan komposisi *fly ash* 15% dan semen 10% maka nilai LL menjadi 28,1%. Nilai PI tanah asli yaitu 5,86%, setelah dicampurkan dengan *fly ash* dan semen maka tanahnya menjadi non plastis. Pada uji pemadatan standar Wopt pada tanah asli yaitu 16,05% dan γ_d maks 1,71 gr/cc. Bila distabilisasikan menggunakan *fly ash* dan semen Wopt menurun menjadi 15,60% dan γ_d maks meningkat menjadi 1,77 gr/cc pada komposisi campuran *fly ash* dan semen 10%. Penggunaan *fly ash* dan semen untuk stabilisasi tanah menyebabkan peningkatan CBR tanpa rendaman (*Unsoaked*) seiring dengan meningkatnya kadar air *fly ash* yaitu nilai CBR *Unsoaked* tanah asli 7,5%, dengan campuran *fly ash* 15% dan semen 10% nilai CBR *Unsoaked* terjadi kenaikan sebesar 35,4%. Penggunaan *fly ash* dan semen sebagai bahan stabilisasi pada urugan pilihan dapat digunakan sebagai *subbase* perkerasan jalan dikarenakan memenuhi persyaratan dimana nilai CBR pada *subbase* yang digunakan minimum 20%.

DAFTAR PUSTAKA

- American Coal Ash Assosiation, (2003), Fly Ash Fact For Highway Engineers, FHWA IF 03 19, Federal Higway Administration US Departemen of Transportation, Washington DC.*
- Ariyanto, A. S (2017) Pengaruh Durabilitas Terhadap Stabilisasi Sub Base Jalan Dengan Fly Ash Dari PLTU Asam-Asam Kalimantan Selatan. *Jurnal Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang.*
- AASHTO T 99. *Standar Proctor.*
- ASTM C136-95a, Metode Pengujian Tentang Analisa Saringan.
- ASTM D2216-92, Metode Pengujian Tentang Kadar Air Tanah.
- ASTM D127-188, Metode Pengujian Tentang Berat Jenis Tanah.
- ASTM D4318-95, Metode Pengujian Tentang Atterberg Limit.
- Badan Standarisasi Nasional, (1989). SNI.03-1744-1989: Metode Pengujian CBR Laboratorium. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, (1990). SNI.03-1964-1990: Metode Pengujian Berat Isi Tanah. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, (1994). SNI 03-3438-1994: Cara Pembuatan Rencana Stabilisasi Tanah Dengan Semen Portland Untuk Jalan. Jakarta.
- Braja M. Das, (1995). *Mekanika Tanah Jilid I Cetakan Keempat, Penerbit Erlangga, Jakarta.*
- Bowles, J.E., (1989). *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah, Terjemahan : JK. Hainim, Erlangga : Jakarta.*
- Direktorat Jenderal Bina Marga, (1990). *Petunjuk Pelaksanaan Perkerasan Lentur. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga.*
- Fauzi, A., dkk. (2021). Pengaruh Penggunaan Fly Ash PLTU Pangkalan Susu Terhadap Kuat Tekan Mortar Geopolimer. *Jurnal Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe.*
- Gaol, B. J (2019) Pemanfaatan Limbah Fly Ash Pada Subgrade Lapisan Perkerasan Jalan Dengan Tambahan Semen. *Skripsi. Universitas Sumatera Utara.*
- Hardiyatmo, (1992). *Mekanika Tanah I, Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Umum.*
- Hardiyatmo, Harry Christady, (2015). *Perencanaan Perkerasan Jalan & Penyelidikan Tanah, UGM Press: Yogyakarta.*
- Hatmoko, J. T & Suryadharma, H. (2020). *Teknologi Perbaikan Tanah, Penerbit Andi, Yogyakarta.*

- Indrianti T. S. (2019) Kajian Pengaruh Pemanfaatan Limbah Fly Ash Dan Bottom Ash Pada Konstruksi Lapisan Base Perkerasan Jalan. Jurnal Teknik Sipil Universitas Riau.
- Sukirman, S. 1992. Perkerasan Lentur Jalan Raya. Nova: Bandung.
- Yoder, E.J & Witzak, M.W., (1975). *Principles of Pavement Design*, 2nd Edition, New York: John Wiley & Sons, inc.