LIMBAH BATUBARA SEBAGAI BAHAN CAMPURAN PERBAIKAN LAPISAN TANAH DASAR DI KALIMANTAN SELATAN

Yasruddin[1], Utami Sylvia Lestari[1*], dan Akhmad Rifqy[1]

[1]*Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat*
[*]*Corespondent author: utami.s.lestari@ulm.ac.id*

ABSTRACT

The coal waste that is generated from the steam power plant (PLTU) process can cause environmental pollution. The coal waste is then investigated to be used as a mixture to stabilize the subgrade of road construction for the South Kalimantan area. The purpose of this study was to determine the characteristic value of each combination of fly ash, bottom ash, and cement as a mixture of subgrade layer. The 5 combinations of fly ash, bottom ash, cement, and soil were used as a mixture of subgrade layer. This research used an experimental method through laboratory testing which included the Atterberg limit testing, specific gravity, sieve analysis, compaction and california bearing ratio. Furthermore, it was obtained the composition of fly ash, bottom ash, cement and soil that can be used for common and selected embankments in highway construction for soft soils in South Kalimantan.

Keywords: *coal waste, subgrade, selected embankment, common embankment*.

PENDAHULUAN

Permasalahan pada banyaknya limbah abu batubara di Kalimantan Selatan perlu mendapatkan perhatian yang maksimal supaya tidak menyebabkan gangguan lingkungan. Oleh sebab itu diperlukan penelitian untuk memanfaatkan limbah abu batubara sebagai bahan stabilisasi tanah dasar untuk konstruksi jalan raya yang diharapkan dapat memanfaatkan limbah abu batubara dalam jumlah yang relatif cukup besar.

Tujuan penelitian yang dilakukan adalah untuk mengetahui komposisi campuran penggunaan limbah abu (fly ash dan bottom ash), semen dan tanah sebagai perbaikan daya dukung (*subgrade preparation*) dengan katagori timbunan biasa atau timbunan pilihan pada kondisi pondasi jalan raya tanah lunak di Kalimantan Selatan.

Penelitian tentang limbah batubara (flu ash dan bottom ash) sebagai material fungsional untuk konstruksi sudah banyak dilakukan. Mardiono (2016) mengolah limbah batubara untuk dijadikan sebagai bahan campuran beton. Penelitian lainnya juga dilakukan Yasruddin (2019), yang meneliti tentang campuran 3 komponen yaitu fly ash, bottom ash dan semen sebagai bahan campuran tanah dasar untuk menggantikan tanah asli. Penelitian yang dilakukan ini merupakan lanjutan dari penelitian sebelumnya dengan perbedaan yaitu menambahkan komponen bahan tanah lokal (setempat) dalam komposisi campuran. Campuran yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas 4 komponen yaitu fly ash, bottom ash, semen dan tanah sebagai bahan perbaikan campuran lapisan tanah dasar pada konstruksi jalan raya.

METODE PENELITIAN

Komposisi benda uji terdiri atas campuran fly ash, bottom ash, semen dan tanah pada setiap pengujian. Satu komposisi benda uji dibuat sebanyak 5 buah untuk lima macam pengujian yang dilakukan. Adapun komposisi campuran dan jumlah sampel penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Benda uji kemudian diuji dengan 5 jenis pengujian yaitu pengujian *atterberg limit, spesific gravity,* analisa saringan, kompaksi dan *california bearing ratio* (CBR). Dari hasil pengujian akan dapat dilihat apakah benda uji berdasarkan komposisi yang ada memenuhi syarat timbunan biasa, timbunan pilihan ataukah tidak memenuhi spesifikasi yang ada. Spesifikasi jenis timbunan

biasa dan pilihan harus sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga Divisi 3 Tahun 2010 tentang pekerjaan tanah yang tertera pada Tabel 2.

Tabel 1. Komposisi Campuran dan Jumlah Sampel Penelitian

No	Komposisi				Jumlah
	Fly Ash	Bottom Ash	Semen	Tanah	
Komb 1	55%	10%	10%	25%	5
Komb 2	60%	10%	10%	20%	5
Komb 3	65%	10%	10%	15%	5
Komb 4	70%	10%	5%	15%	5
Komb 5	75%	10%	5%	10%	5
Total Sampel					25

Tabel 2. Spesifikasi Timbunan Biasa dan Timbunan Pilihan

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Spesifikasi	
			Timbunan Biasa	Timbunan Pilihan
1	*ATTERBERG LIMIT*			
	- Batas Cair (LL)		-	-
	- Batas Plastis (PL)		-	-
	- Plastis Indeks (PI)		-	Max 6%
2	*SIEVE ANALYSIS*		-	-
3	*SPESIFIC GRAVITY (GS)*		-	-
4	* Aktif = PI / Kadar Lempung		< 1,25	-
5	*STANDARD COMPACTION*	DDM	-	-
		OCM	-	-
6	CBR (%)	DDM		
		at 95% DDM	Min 6%	Min 10%

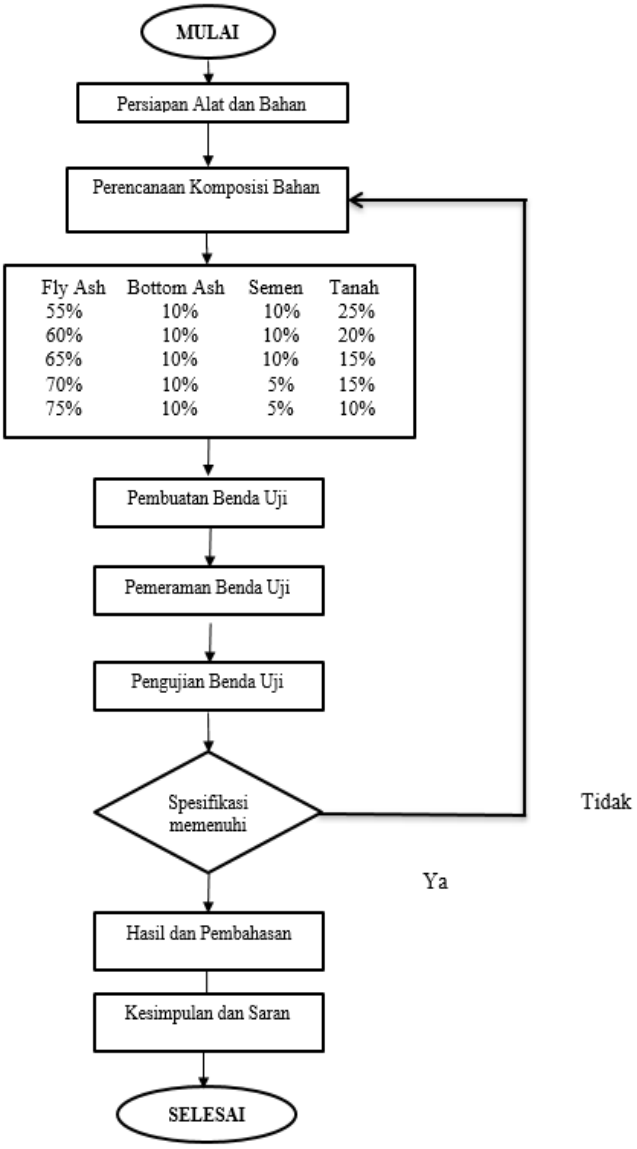
Sumber: Bina Marga, 2010

Selanjutnya bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini telah dilakukan pengujian pada kombinasi *fly ash, bottom ash,* semen, dan tanah yang bertujuan untuk mengetahui nilai karakteristik masing-masing dari benda uji. Pengujian yang dilakukan berupa pengujian *atterberg limit, spesific gravity, analisa saringan, kompaksi* dan *CBR.* Berikut hasil dari pengujian benda uji.

Gambar 1. Bagan Alir Penelitian



Pengujian *Atterberg Limit*

Hasil pengujian *Atterberg Limit* dari 5 kombinasi campuran dapat dilihat pada Tabel 3 Hasil pengujian Atterberg Limit di atas memperlihatkan bahwa dari 5 (lima) kombinasi campuran yang ada, kombinasi yang memenuhi spesifikasi PI untuk timbunan pilihan yaitu pada kombinasi 1 dan 2, sedangkan untuk penggunaan timbunan biasa semua kombinasi yang ada tersebut memenuhi persyaratan. Khusus untuk persyaratan lain dari penggunaan timbunan pilihan dengan PI > 6 % pada spesifikasi Bina Marga dinyatakan bahwa campuran dapat digunakan untuk penimbunan dengan daya dukung yang tidak terlalu tinggi misal digunakan untuk timbunan bahu jalan.

Tabel 3. Hasil perhitungan PI dari setiap kombinasi

Kombinasi	Atterberg Limit			Spesifikasi PI	
	LL	PL	PI	Timbunan Biasa	Timbunan Pilihan
Komb 1	28,42%	23,74%	4,68%	Tidak ada Persyaratan	Max. 6%
Komb 2	30,52 %	25,05 %	5,48 %		
Komb 3	33,48 %	27,22 %	6,26 %		
Komb 4	36,89 %	28,54 %	8,35 %		
Komb 5	39,47 %	29,36 %	10,11 %		

Sumber: Hasil Pengujian

Pengujian *Spesific Gravity (GS)*

Hasil pengujian *GS* dengan kombinasi *fly ash*, *bottom ash*, semen dan tanah dapat dilihat pada Tabel 4, berikut ini :

Tabel 4. Hasil perhitungan dari *Spesific Gravity* dari setiap kombinasi

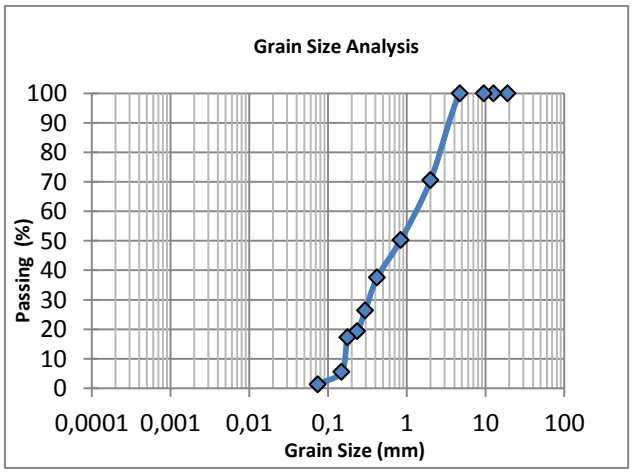
No	Kombinasi	*Spesific Gravity*
1	Komb 1	2,74
2	Komb 2	2,72
3	Komb 3	2,73
4	Komb 4	2,67
5	Komb 5	2,66

Sumber: Hasil Pengujian

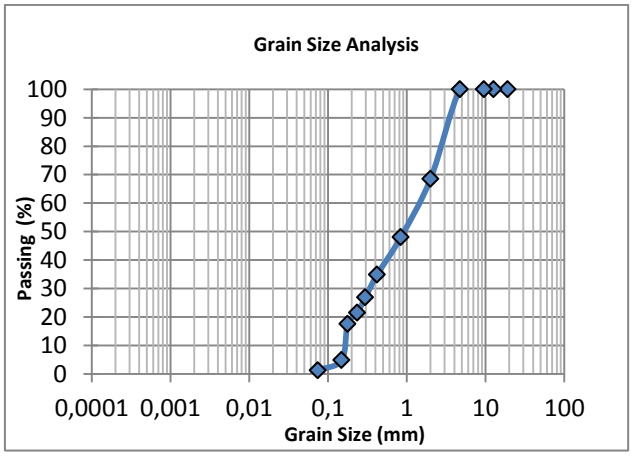
Pengujian *spesific gravity* adalah perbandingan antara berat volume dengan butiran yang pada padat yang pada umumnya berkisar antara 2,65 – 2,75. Nilai *GS* menunjukan tanah tersebut termasuk tanah kohesif atau tidak kohesif (tanah bergranular). Pada kombinasi 1, 2 dan 3 menujukkan tanah dengan kondisi kohesif/ tanah bergranular (*GS* > 2,67), sedangkan kombinasi 4 sampai 5 menujukkan kondisi tanah tidak kohesif.

Pengujian Analisa Saringan

Pada pengujian analisa saringan, data perhitungan persentase lolos saringan untuk masing-masing kombinasi dapat dilihat pada gambar 2, 3, 4, 5 dan 6. Pada Gambar 2 menujukan bahwa berdasarkan grafik pengujian analisa saringan maka kombinasi tersebut mempunyai komposisi dengan nilai tertinggi untuk gravel > 2 mm sebesar 29,45 %, sedangkan nilai terkecil adalah silt and clay (0,002-0,005 mm) sebesar 0,36 %.



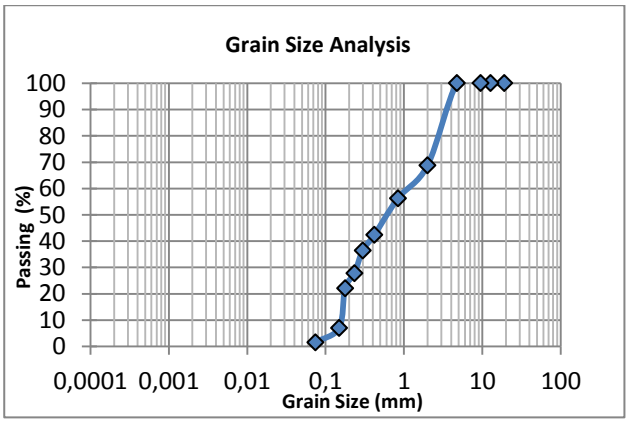
Gambar 2. Grafik Hubungan *Grain Size* dan Persentasi Lolos Saringan Untuk Kombinasi 1



Gambar 3. Grafik Hubungan *Grain Size* dan Persentasi Lolos Saringan Untuk Kombinasi 2

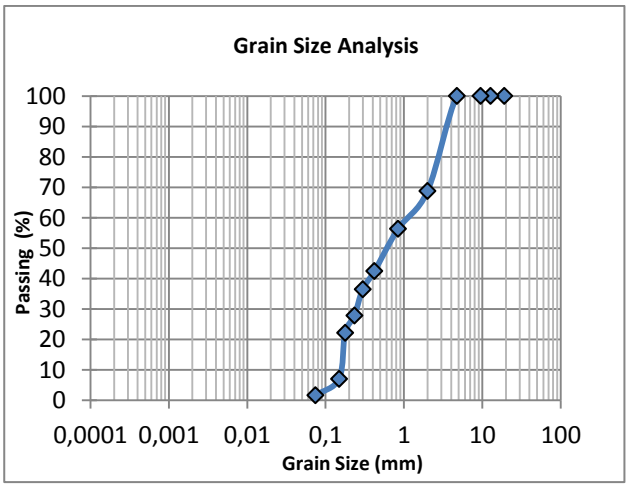
Pada Gambar 3 menujukan bahwa berdasarkan grafik pengujian analisa saringan maka kombinasi 2 mempunyai komposisi dengan nilai tertinggi untuk gravel > 2 mm sebesar 31,47 %,

sedangkan nilai yang terkecil untuk jenis tanah silt and clay (0,002-0,005 mm) sebesar 0,32 %.



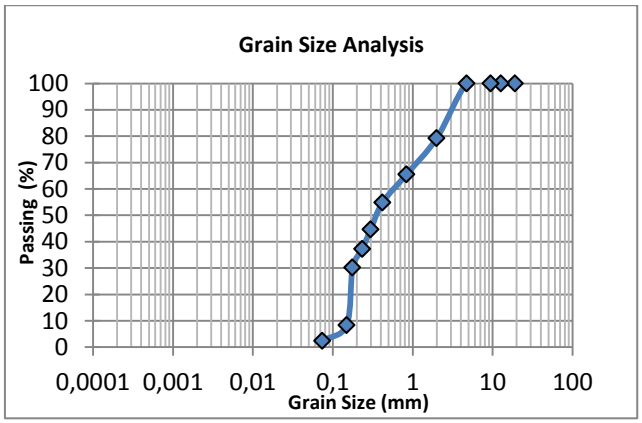
Gambar 4. Grafik Hubungan *Grain Size* dan Persentasi Lolos Saringan Untuk Kombinasi 3

Pada Gambar 4 menujukan bahwa berdasarkan grafik pengujian analisa saringan maka kombinasi 3 mempunyai komposisi dengan nilai tertinggi untuk gravel > 2 mm sebesar 31,23 %, sedangkan nilai yang terkecil untuk jenis tanah silt and clay (0,002-0,005 mm) sebesar 0,40 %



Gambar 5. Grafik Hubungan *Grain Size* dan Persentasi Lolos Saringan Untuk Kombinasi 4.

Pada Gambar 5 menujukan bahwa berdasarkan grafik pengujian analisa saringan maka kombinasi 4 mempunyai komposisi dengan nilai tertinggi untuk gravel > 2 mm sebesar 31,23 %, sedangkan nilai yang terkecil untuk jenis tanah silt and clay (0,002-0,005 mm) sebesar 0,40 %.



Gambar 6. Grafik Hubungan *Grain Size* dan Persentasi Lolos Saringan Untuk Kombinasi 5

Pada Gambar 6 menunjukan bahwa berdasarkan grafik pengujian analisa saringan maka kombinasi 5 mempunyai komposisi dengan nilai tertinggi untuk jenis fine sand (0,05-0,2 mm) sebesar 34,68 %, sedangkan nilai yang terkecil untuk jenis tanah silt and clay (0,002-0,005 mm) sebesar 0,63 %.

Dari hasil pengujian analisa saringan, maka dapat dilakukan pengklasifikasian berdasarkan AASHTO, dan sistem USCS sebagai berikut:

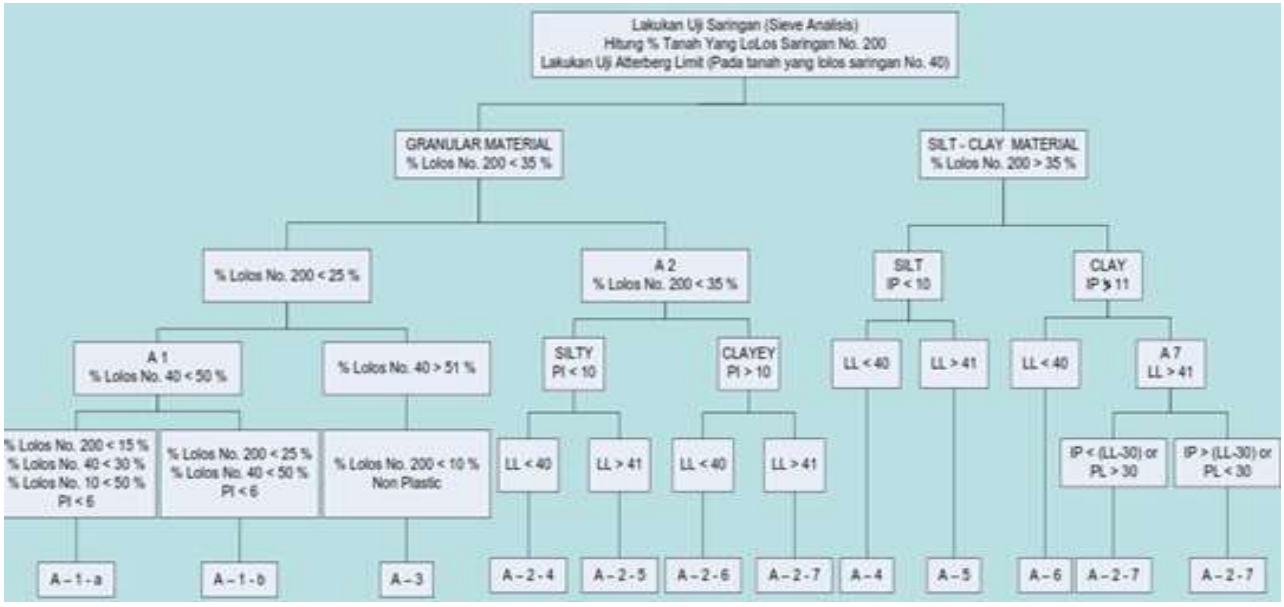
1. Berdasarkan AASHTO

Dari gambar 7 maka didapat nilai GI untuk pengklasifikasian pada ketiga kombinasi berdasarkan AASHTO maka untuk kombinasi 1, 2, 3, 4 termasuk sebagai A-2-4, dan untuk kombinasi 5 termasuk sebagai A-2-6, nilai GI untuk semua kombinasi tanah dasar yang baik.

2. Berdasarkan USCS

Dari hasil pengujian analisa saringan dan pengklasifikasian berdasarkan sistem USCS didapatkan komposisi tanah yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa sebagian besar kombinasi campuran tersebut tergolong dalam kategori *sand* (pasir) dan *gravel* (kerikil), masing-masing dengan kisaran prosentasi 20% dari seluruh komposisi.



Gambar 7. Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO

Tabel 5. Hasil klasifikasi USCS dari setiap kombinasi

Kalsifikasi USCS	Komb 1	Komb 2	Komb 3	Komb 4	Komb 5
Gravel (> 2 mm)	29,45%	31,47%	31,23%	31,23%	20,72%
Course sand (0.6-2.0 mm)	26,60%	27,08%	19,41%	19,41%	19,06%
Medium sand (0.2-0.6 mm)	24,60%	19,98%	21,51%	21,51%	22,96%
Fine sand (0.05-0.2 mm)	17,95%	20,24%	26,33%	26,33%	34,68%
Silt and Clay (0.002-0.05)	0,36%	0,32%	0,40%	0,40%	0,63%
Clay (<0.002mm)	1,03%	0,92%	1,13%	1,13%	1,78%

Sumber: Hasil Pengujian

Pengujian Kompaksi (Pemadatan)

Nilai dry density maksimum (DDM) dan kadar air optimum (OMC) dari uji kompaksi dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Nilai dry density maksimum (DDM) dan kadar air optimum (OMC)

No	Kombinasi	Dry Density Maksimum (gr/cm^3)	Kadar air optimum (%)
1	Komb 1	1,92	25,38
2	Komb 2	2,00	21,19
3	Komb 3	1,96	19,23
4	Komb 4	2,01	18,71
5	Komb 5	1,90	24,91

Sumber: Hasil Pengujian

Nilai dry density maksimum (DDM) dari 5 kombinasi campuran berkisar antara 1,90 - 2,01 gr/cm^3 sedangkan kadar air optimum (OMC) berada pada kisaran antara 18,71 - 25,38 %.

Pengujian *California Bearing Ratio* (CBR)

Nilai CBR untuk timbunan biasa tidak boleh kurang dari 6% sedangkan untuk timbunan pilihan tidak boleh kurang dari 10%. Hasil pengujian CBR dapat dilihat pada Tabel 7.

Sesuai spesifikasi umum Bina Marga 2010, bahwa untuk timbunan biasa harus memiliki nilai CBR tidak kurang dari 6% dan untuk timbunan pilihan harus memiliki CBR paling sedikit 10%, sehingga dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa kombinasi 1, 2, 3, 4, dan 5 memiliki nilai CBR yang

didapat memenuhi standar spesifikasi sebagai timbunan pilihan dan timbunan biasa. Tetapi dalam hal ini berhubungan nilai ekonomis lapis tebal perkerasan maka nilai CBR > 10 % harus dijadikan sebagai timbunan pilihan.

Tabel 7. Hasil Pengujian hubungan Pemadatan dengan CBR

Pengujian	Kombinasi				
	1	2	3	4	5
CBR	70 %	58 %	61 %	50 %	22 %

Sumber: Hasil Pengujian

Komposisi *fly ash*, *bottom ash*, semen dan tanah dengan kombinasi 1,2,3, 4 dan 5 mempunyai nilai CBR yang terbesar 70 % dan terkecil 22 %, maka untuk penggunaan nilai CBR pada implementasinya terhadap pertimbangan nilai tebal perkerasan jalan adalah apabila mengambil nilai CBR terbesar maka akan mendapatkan struktur perkerasan jalan yang tipis dan sebaliknya jika mengambil CBR yang terkecil maka struktur perkerasan jalan yang digunakan menjadi lebih tebal.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Semua kombinasi memenuhi syarat spesifikasi untuk campuran lapisan tanah dasar dengan klasifikasi timbunan pilihan karena nilai CBR lebih besar dari 10 %. Nilai CBR yang terbesar 70 % dan terkecil 22 %, Kombinasi yang ekonomis untuk timbunan pilihan adalah kombinasi 5 dengan nilai CBR 22 % dan komposisi campuran terdiri dari *fly ash* 75%, *bottom ash* 10%, semen 5%, tanah 10%.
2. Semakin banyak menggunakan *fly ash* dan semen dalam komposisi campuran maka akan mempengaruhi nilai PI dan CBR tinggi. Sebaliknya jika semakin banyak menggunakan tanah dalam komposisi campuran maka akan mempengaruhi nilai PI dan CBR akan rendah.
3. Pada implementasi terhadap pertimbangan nilai tebal perkerasan, jika kita mengambil nilai CBR terbesar maka akan mendapatkan struktur perkerasan yang tipis dan sebaliknya jika mengambil CBR yang terkecil maka nilai stuktur perkerasan jadi tebal.
4. Nilai CBR ditentukan dalam penelitian merupakan informasi dan bermanfaat sebagai salah satu parameter untuk merencanakan tebal lapis perkerasan dan sebagai pertimbangan nilai ekonomis biaya pelaksanaan perkerasan jalan, karena CBR tanah dasar merupakan bagian utama yang mendukung lapisan diatasnya (sub base, base dan surface).

Saran

1. Perlu dilakukan penelitian selanjutnya dari variasi *Fly Ash dan Botom ash* dengan prosentasi yang berbeda agar didapat campuran yang paling tepat untuk sebagai bahan perbaikan atau pengganti tanah dasar.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan kapur, *slag*, pasir halus dan kasar dengan komposisi *fly ash* atau *bottom ash.*
3. Selain untuk subgrade fly ash dan bottom perlu juga diteliti penggunaannya sebagai campuran bahan pembuatan batako, kanstin, batu bata dan *paving block*.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional, 1989. SNI.03-1744-1989: Metode Pengujian CBR Laboratorium. Jakarta

Badan Standarisasi Nasional, 1990. SNI.03-1968-1990: Metode Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional, 1990. SNI. 03-1996-1990: Metode Pengujian Batas Plastis Tanah. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional, 1992. SNI. 03-2832-1992: Metode Pengujian Untuk Mendapatkan Tanah Maksimum dengan Kadar Air Optimum. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional, 2008. SNI. 1961:2008: Cara Uji berat Jenis tanah. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional, 2008. SNI.1967:2008: Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional, 2008. SNI. 1969:2008: Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar (*Specific Gravity).* Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional, 2008. SNI. 3423:2008: Cara Uji Analisis Ukuran butir tanah. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional, 2012. SNI. 1744:2012: Metode Uji CBR Laboratorium. Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum, 2006. Pedoman Penyelidikan dan Pengujian Tanah Dasar Untuk Perkerasan Jalan Buku 3. Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum, 2006. Pekerjaan Tanah Dasar Buku 1 Umum. Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum, 2006. Pekerjaan Lapis Pondasi Jalan Buku 1 Umum. Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.

Kementrian Pekerjaan Umum, 2010. Spesifikasi Umum 2010 Revisi 3 Divisi 3 Pekerjaan Tanah. Jakarta. Direktorat Jendral Bina Marga.

Mardiono. 2016. Pengaruh Pemanfaatan Abu Terbang (*Fly Ash*) Dalam Beton Mutu Tinggi. Jurnal Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Gunadarma. Jakarta.

Yasruddin dkk. 2019. Pemanfaatan Fly Ash dan Bottom Ash Sebagai Bahan Perbaikan Tanah Dasar Struktur Perkerasan Jalan. Laporan Penelitian. ULM. Banjarmasin.