

Perencanaan Komposisi Campuran *Base* dengan Menggunakan Limbah Cangkang, *Bottom Ash*, dan *Fly Ash*

Jaliusman Chandra¹, Nuryasin Abdillah², & Aidil Abrar³
^{1,2,3} Program Studi Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Dumai
Jl. Utama Karya Bukit Batrem II
Email : jaliusmanchandra@gmail.com

ABSTRAK

Fly ash dan *bottom ash* (FABA) merupakan bahan yang dihasilkan dari pemanfaatan batu bara sebagai bahan bakar pembangkit listrik tenaga uap yang merupakan salah satu sumber pembangkit listrik yang ada di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan sifat - sifat fisis *fly ash* dan *bottom ash* (FABA) dicampur dengan tanah timbunan biasa serta sifat kimia dari FABA. Penelitian ini dilakukan di laboratorium, dengan melakukan pengujian sifat - sifat fisis tanah asli dan campuran tanah asli dengan FABA pada variasi campuran penambahan FABA 65%, 10% dan 25% Dari hasil penelitian didapat data hasil uji sifat fisis tanah asli berdasarkan metode AASHTO termasuk kedalam jenis tanah A-7-6, berdasarkan metode USCS termasuk kedalam OL yaitu lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas sedang dan berdasarkan metode USDA termasuk kedalam tanah liat berlanau. Untuk penambahan *fly ash* dan *bottom ash* (FABA) kedalam tanah asli didapat data bahwa semakin tinggi presentase *fly ash* dan *bottom ash* (FABA) terhadap berat total tanah asli menunjukkan kenaikan kadar air optimum dan densitas kering maksimum cenderung menurun serta dapat merubah kategori pengelompokkan tanah. Pemanfaatan FABA sebagai bahan tambahan (additive) dapat meningkatkan daya dukung tanah timbunan biasa.

Kata kunci : Limbah cangkang, *bottom ash*, *fly ash*

ABSTRACT

Fly ash and bottom ash (FABA) are materials produced from the use of coal as fuel for steam power plants, which is one of the sources of electricity generation in Indonesia. This study aims to map the physical properties of fly ash and bottom ash (FABA) mixed with ordinary heap soil as well as the chemical properties of FABA. This research was conducted in the laboratory, by testing the physical properties of the original soil and the original soil mixture with FABA in variations of the FABA addition mixture of 65%, 10% and 25% From the results of the study, the results obtained from the physical properties of the original soil based on the AASHTO method are included in soil types A-7-6, based on the USCS method, they are included in OL, namely organic silt and organic silt clay with moderate plasticity and based on the USDA method, they are included in silt clay. For the addition of fly ash and

bottom ash (FABA) to the original soil, it was found that the higher the percentage of fly ash and bottom ash (FABA) to the total weight of the original soil showed an increase in optimum water content and maximum dry density tended to decrease and could change the category of soil grouping. Utilization of FABA as an additive can increase the carrying capacity of ordinary embankments.

Keywords : *Shell waste, bottom ash, fly ash*

Pendahuluan

Perkerasan jalan adalah bagian utama dari konstruksi jalan raya, kelancaran lalu lintas tergantung dari kondisi perkerasan jalan tersebut. Bila perkerasan jalan bermasalah (rusak, berlubang, bergelombang, licin, retak) maka kelancaran lalu lintas akan terganggu baik dari segi waktu maupun biaya. Oleh karena itu, perkerasan jalan harus direncanakan sesuai kebutuhan serta kelas jalan berdasarkan jenis moda yang akan melalui. Perencanaan perkerasan jalan yang berhasil harus dilakukan dengan pertimbangan seoptimal mungkin sesuai dengan kebutuhan lalu lintas dan perkembangannya. Dalam perencanaan jalan, perkerasan terbagi atas 3 jenis perkerasan yang digunakan sesuai dengan kebutuhan, biaya, dan waktu. Perkembangan teknologi yang kian meningkat mendorong manusia agar dapat melakukan sesuatu secara cepat namun akurat. Perkerasan jalan selama ini dihitung dengan cara manual dan cukup menyita waktu.

Peraturan Pemerintah no.85 tahun 1999 tentang pengolahan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) *Fly Ash* dan *Bottom Ash* (FABA) termasuk kategori sebagai limbah B3 karena kandungan dari limbah *Fly Ash* dan *Bottom Ash* (FABA) tersebut terdapat oksida logam berat yang akan mengalami pencairan secara alami dan mencemari lingkungan. Setelah dilakukan uji *Toxicity Characteristic Leaching Procedure* (TCLP) yang mana metode ini untuk menentukan karakteristik untuk limbah dengan kategori beracun dan besaran yang menentukan pencemar organik yaitu padalimbah cair, padat dan mobilitas yang menghasilkan limbah ini tidak berbahaya bagi makhluk hidup.

Area perkebunan yang luas dan produksi yang besar meningkatkan industri kelapa sawit. Industri pengolahan kelapa sawit menghasilkan CPO memberikan dampak negatif berupa limbah padat organik yang besar. Limbah padat berupa tandan buah segar, cangkang dan serabut atau serat kelapa sawit. Cangkang dan serabut atau serat kelapa sawit dimanfaatkan sebagai bahan bakar pada *boiler*.

Hal ini yang membuat *Fly Ash* dan *Bottom Ash* (FABA) dapat dijadikan sebagai alternatif untuk bahan campuran penyusun lapisan perkerasan jalan seperti lapisan pondasi atas (*base*), lapisan pondasi bawah (*subbase*) dan lapisan tanah dasar (*subgrade*). Pemanfaatan *Fly Ash* dan *Bottom Ash* (FABA) sebagai campuran perkerasan jalan bertujuan untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Pemanfaatan *Fly Ash* dan *Bottom Ash* (FABA) untuk lapisan perkerasan jalan harus memiliki proporsi yang tepat agar pemanfaatan *Fly Ash* dan *Bottom Ash* (FABA) bisa optimal.

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu

lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.

Cangkang sawit adalah limbah dari produksi minyak sawit yang berbentuk seperti tempurung dengan karakter lapisan keras yang bertujuan untuk melindungi biji sawit. Cangkang sawit telah digunakan oleh banyak negara seperti Jepang sebagai energi alternatif pengganti fossil oil. Umumnya, Cangkang sawit diproses lewat pabrik-pabrik kelapa sawit di seluruh Indonesia.

Bottom ash, sama halnya dengan fly ash merupakan hasil sisa pembakaran batu bara di boiler Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Ukuran bottom ash lebih besar dari fly ash, sehingga bottom ash jatuh ke dasar tungku pembakaran. Penampilan fisik bottom ash mirip dengan pasir sungai alami, dan gradasinya bervariasi seperti pasir halus dan pasir kasar.

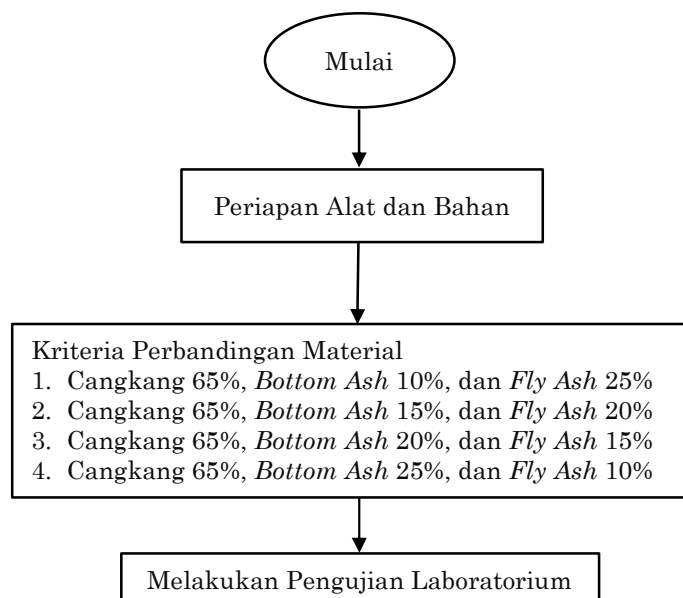
Abu terbang (*fly ash*) bersama dengan abu dasar (*bottom ash*) merupakan hasil pembakaran batubara. Metode pembakaran batubara yang paling umum, terutama untuk produksi energi dalam skala besar, adalah pembakaran bahan bakar bubuk (*pulverized coal*), juga disebut sebagai pembakaran dengan suspensi.

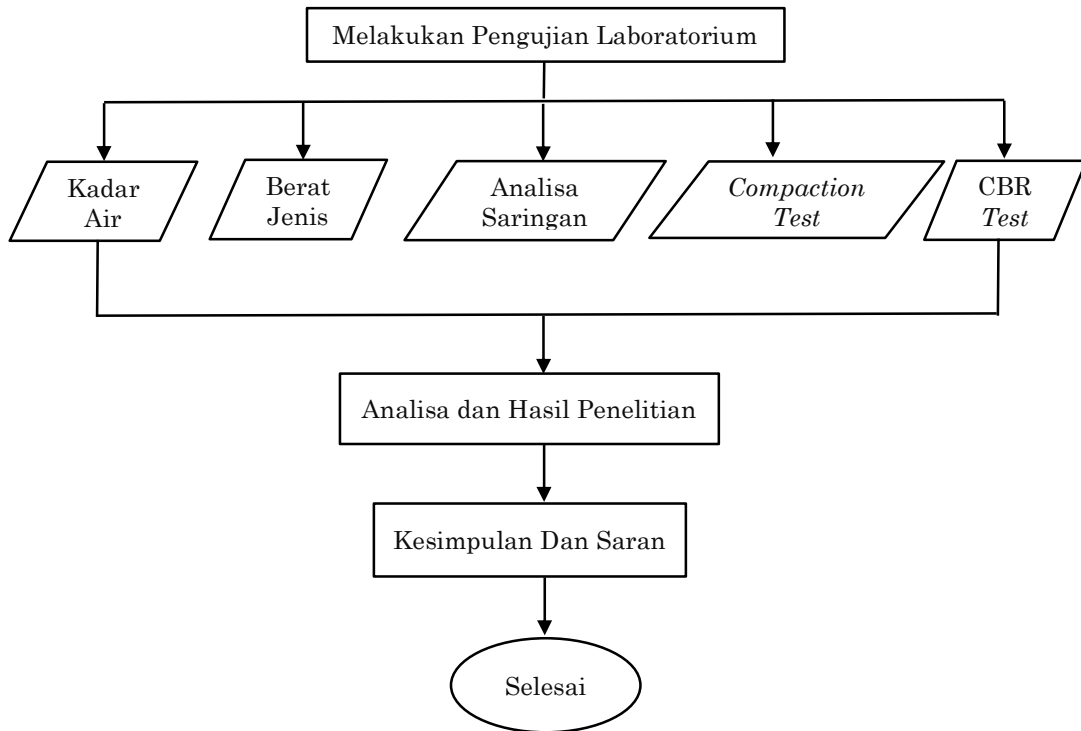
Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif. Studi untuk mengetahui komposisi campuran base dengan menggunakan limbah cangkang, *bottom ash*, dan *fly ash*.

Seluruh data atau informasi yang telah terkumpul kemudian diolah atau dianalisis untuk mendapatkan hasil akhir mengenai Komposisi campuran *base* dengan menggunakan limbah cangkang, *bottom ash*, dan *fly ash*.

Beberapa data yang telah ada, maka langkah berikutnya menyusun kesimpulan-kesimpulan yang bisa menjadi bahan pertimbangan untuk campuran pembuatan *base*.





Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini penulis membuat suatu analisa dari hasil pengujian yang dilakukan dilaboratorium tanah Sekolah Tinggi Teknologi Dumai, yaitu meneliti kadar air dari cangkang, *bottom ash*, dan *fly ash*, meneliti berat jenis dari cangkang, *bottom ash*, dan *fly ash*, untuk pengujian analisa saringan, *compaction test*, dan *california bearing ratio* persentase yang digunakan ada 4 percampuran yaitu pada tabel 1.

Tabel 1. Persentase Campuran

No	Cangkang	<i>Bottom Ash</i>	<i>Fly Ash</i>
1	65%	10%	25%
2	65%	15%	20%
3	65%	20%	15%
4	65%	25%	10%

Sumber : Penulis Tahun 2023

Adapun hasil pengujian kadar air pada cangkang dapat dilihat pada tabel 2. berikut ini.

Tabel 2. Hasil pengujian kadar air cangkang

No	Uraian	Simbol	Satuan	Cangkang	
				1	2
1	Berat Cawan + Cangkang Basah	M1	Gram	35,92	33,2
2	Berat Cawan + Cangkang Kering	M2	Gram	25,44	23,8
3	Berat Cawan	M3	Gram	10,15	9,3
4	Berat Air	Ma	Gram	10,48	9,4
5	Berat Cangkang Kering	Mb	Gram	15,29	14,5
6	Kadar Air	W	%	68,54	64,83
7	Kadar Air Rata-Rata	Wr	%	66,68	

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

Adapun hasil pengujian kadar air pada *bottom ash* dapat dilihat pada tabel 3. berikut ini.

Tabel 3. Hasil pengujian kadar air *bottom ash*

No	Uraian	Simbol	Satuan	Bottom Ash	
				1	2
1	Berat Cawan + Bottom Ash Basah	M1	Gram	38,87	47,97
2	Berat Cawan + Bottom Ash Kering	M2	Gram	38,74	47,7
3	Berat Cawan	M3	Gram	10,36	10,55
4	Berat Air	Ma	Gram	0,13	0,27
5	Berat Bottom Ash Kering	Mb	Gram	28,38	37,15
6	Kadar Air	W	%	0,46	0,73
7	Kadar Air Rata-Rata	Wr	%	0,59	

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

Adapun hasil pengujian kadar air pada *Fly ash* dapat dilihat pada tabel 4. berikut ini

Tabel 4. Hasil pengujian kadar air *Fly ash*

No	Uraian	Simbol	Satuan	Fly Ash	
				1	2
1	Berat Cawan + Fly Ash Basah	M1	Gram	27,41	29,5
2	Berat Cawan + Fly Ash Kering	M2	Gram	27,31	29,3
3	Berat Cawan	M3	Gram	8,93	8,67
4	Berat Air	Ma	Gram	0,1	0,2
5	Berat Fly Ash Kering	Mb	Gram	18,38	20,63
6	Kadar Air	W	%	0,54	0,97
7	Kadar Air Rata-Rata	Wr	%	0,76	

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

Adapun hasil pengujian berat jenis pada cangkang dapat dilihat pada tabel 5 berikut ini

Tabel 5. Hasil pengujian berat jenis cangkang

No	Keterangan	Volume	Satuan
1	Berat Sample	1032	gr
2	Berat SSD Cangkang (W1)	1032	gr
3	keranjang + Sampel + Air (W3)	366	gr
4	Berat SSD + Air (W4)	1083	gr
5	Berat Setelah Sampel Di Oven (W2)	909	gr
6	S.Gravity	0,59	
	$\frac{W1}{W1-(W3-W4)} \times 100 \%$		
7	Apparety S.Gravity	0,63	
	$\frac{W1}{W2 - (W3-W4)} \times 100 \%$		
8	Persentasi Penyerapan (Absorbtion)	13,53	%
	$\frac{W1-W2}{W2} \times 100 \%$		

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

Adapun hasil pengujian berat jenis pada *Bottom Ash* dapat dilihat pada tabel 6 berikut ini

Tabel 6. Hasil pengujian berat jenis *Bottom Ash*

No	Keterangan	Volume	Satuan
1	Berat Sample	249	gr
2	Berat SSD Cangkang (W1)	249	gr
3	Picno + Sampel + Air (W3)	792	gr
4	Berat Picno + Air (W4)	672	gr
5	Berat Setelah Sampel Di Oven (W2)	224	gr
6	S.Gravity	1,93	
	$\frac{W1}{W1-(W3-W4)} \times 100 \%$		
7	Apparety S.Gravity	2,39	
	$\frac{W1}{W2 - (W3-W4)} \times 100 \%$		
8	Persentasi Penyerapan (Absorbtion)	11,16	%
	$\frac{W1-W2}{W2} \times 100 \%$		

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

Adapun hasil pengujian berat jenis pada *Fly Ash* dapat dilihat pada tabel 7 berikut ini

Tabel 7. Hasil pengujian berat jenis *Fly Ash*

No.	Keterangan	volume		satuan
1	Picnometer	A	B	
2	Berat picnometer + sampel + tutup (w2)	78,81	92,47	gram
3	Berat picnometer (w1)	53,81	67,47	gram
4	Berat sampel (wt)	25	25	gram
5	suhu °c	29	29	°c
6	Berat picnometer + air + sampel + tutup (w3)	174,65	183,77	gram
7	Berat picnometer + air + tutup (w4)	159,7	168,9	gram
8	$W5 = W2 - W1 + W4$	184,7	193,9	gram
9	isi tanah (w5-w3)	10,05	10,13	gram
10	berat jenis (gs)	wt w5-w3	2,49 2,47	
11	rata-rata	2,48		

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

Pada penelitian ini penulis membahas tentang hasil pengujian dilaboratorium yang meliputi yaitu rangkuman hasil pengujian kadar air dari cangkang, *bottom ash*, dan *fly ash*, meneliti berat jenis dari cangkang, *bottom ash*, dan *fly ash*, untuk pengujian analisa saringan, *compaction test*, dan *california bearing ratio* persentase yang digunakan ada 4 persentase Campuran. Adapun hasil rekap pengujian dapat dilihat pada tabel 8 berikut ini.

Tabel 8. Hasil rekap pengujian.

Uraian Pengujian	Cangkang (%)		Bottom Ash (%)	Fly Ash (%)	
Pengujian Kadar Air	66,685		0,592	0,757	
Pengujian Berat Jenis	13,53		11,16	2,477	
Pengujian Compaction Test	C (65)	C (65)	C (65)	C (65)	B (25)
	B (10)	B (15)	B (20)	F (10)	
	F (25)	F (20)	F (15)		
W Optimum	9,3	9,9	11	12,22	
Yd Max	2,3	2,26	2,29	2,22	
95% Yd Max	2,19	2,15	2,18	2,11	
Pengujian California Bearing Ratio	30,28%.	24,07%.	19,41%.	16,30%.	

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

Dari hasil pengujian *california bearing ratio* dengan campuran yang berbeda-beda, hasil yang didapatkan, bahwa persentase 65% cangkang, 10% *bottom ash* dan 25% *fly ash*, mendapatkan hasil nilai daya dukung yang lebih tinggi dengan nilai 30,28%.

Jadi semakin rendah penambahan *fly ash* nya semakin rendah pula nilai CBR nya seperti campuran 65% cangkang, 25% *bottom ash* dan 10% *fly ash*, mendapatkan hasil nilai daya dukung sebesar 16,30%. Maka dari itu tidak disarankan untuk menambahkan *bottom ash* lebih banyak.

Simpulan

Berdasarkan dari hasil pengujian dan analisa data yang telah penulis lakukan, maka dapat diambil kesimpulan dan saran yaitu perencanaan komposisi campuran *base* dengan menggunakan limbah cangkang, *bottom ash*, dan *fly ash* dari hasil pengujian *california bearing ratio* dengan campuran yang berbeda-beda, hasil yang didapatkan, bahwa percampuran 65% cangkang, 10% *bottom ash* dan 25% *fly ash*, mendapatkan hasil nilai daya dukung yang lebih tinggi dengan nilai 30,28%. Jadi semakin rendah penambahan *fly ash* nya semakin rendah pula nilai CBR nya seperti campuran 65% cangkang, 15% *bottom ash* dan 20% *fly ash*, mendapatkan hasil nilai daya dukung sebesar 24,07%. Percampuran 65% cangkang, 20% *bottom ash* dan 15% *fly ash*, mendapatkan hasil nilai daya dukung sebesar 19,41%. Percampuran 65% cangkang, 25% *bottom ash* dan 10% *fly ash*, mendapatkan hasil nilai daya dukung sebesar 16,30%. Sebab cangkang tidak memiliki butiran yang halus sebagai pengikatnya, maka dibutuhkan lebih banyak penambahan *fly ash* dari pada *bottom ash* untuk suatu percampuran sebagai pengikatnya. Hasil pengujian dari masing-masing benda uji yang menggunakan cangkang, *fly ash* dan *bottom ash* terlampir pada tabel 4.18 Hasil Rekap Pengujian.

Daftar Pustaka

- Ariyanto, Arief Subakti. 2017. Pengaruh Durabilitas Terhadap Stabilisasi *Sub Base* Jalan Dengan *Fly Ash* Dari Pltu Asam Asam Kalimantan Selatan. Bangun Rekaprima: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa, Sosial dan Humaniora, 3 (1, April). Semarang: Politeknik Negeri Semarang.
- Chousidis, N., Rakanta, E., Ioannou, I., & Batis, G. (2015). *Mechanical Properties and Durability Performance of Reinforced Concrete Containing Fly Ash*. *Construction and Building Materials*, 101, 810–817. doi:10.1016/j.conbuildmat.2015.10.127.
- Indriyati, T. S., Malik, A., & Alwinda, Y. (2019). Kajian Pengaruh Pemanfaatan Limbah Faba (*Fly Ash* Dan *Bottom Ash*) Pada Konstruksi Lapisan *Base* Perkerasan Jalan. *Jurnal Teknik*, 13(2), 112–119. <https://doi.org/10.31849/teknik.v13i2.3168>
- Kevin Klarens, M. I. (2018). PEMANFAATAN *BOTTOM ASH* DAN *FLY ASH* TIPE C SEBAGAI BAHAN PENGANTI DALAM PEMBUATAN PAVING BLOCK. *Jurnal Teknik Sipil*, 1- 8.
- Kurnia, A. Y., Pataras, M., Arliansyah, J., Firmansyah, J., & Chandra, Y. C. (2017). Pemanfaatan Limbah Cangkang Dan Abu Tandan Sawit Terhadap Karakteristik Laston *Wearing Course* Dan *Binder Course*. Simposium II UNIID.Vol.2. TII- 054 – 196.Anggela, Frysca 2020. *Pembuatan Paving Block dengan Menggunakan Limbah Plastik*. Sekolah Tinggi Teknologi, Dumai.

- Kusdiyono, Tedjo Mulyono & Supriyadi. 2017. Pengaruh Penambahan *Fly Ash* Dan *Bottom Ash* Terhadap Mutu Paving. *Bangun Rekaprima: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa, Sosial dan Humaniora*, 3 (2, Oktober). Semarang: Politeknik Negeri Semarang.
- LELEMUKU. (2021, maret 16). *Fly Ash* dan *Bottom Ash* (FABA) Hasil Pembakaran Batubara Wajib Dikelola. Diambil kembali dari lelemuku.com: <https://www.lelemuku.com/2021/03/fly-ashdan-bottom-ash-faba-hasil.html>
- Patria, A. A. (2019-2021, Juli 22). Kerjasama Penelitian untuk Pemanfaatan *Fly Ash* Dan *Bottom Ash* di UPTE, PT. Bukit Asam. Diambil kembali dari Topik Penelitian FT Pusat Kajian Sumber Daya Bumi Non-Komersial: <https://ugrg.ft.ugm.ac.id/topik-penelitian/kerjasama-penelitian-untuk-pemanfaatan-fly-ash-dan-bottom-ash-di-upte-pt-bukit-asam/>.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 85 Tahun 1999. Perubahan Atas Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 1999 Tentang Pengelolaan Limbah Berbahaya dan Beracun. 7 Oktober 1999. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1999. Jakarta.
- PUSBIN-KPK. (2005). Bahan Perkerasan Jalan. Jakarta.
- Sentosa, L. 2005. Kinerja Laboratorium Campuran *Hot Rolled Asphalt* dengan Abu Sawit sebagai Filler. Simposium VIII Forum Studi Transportasi Antar-Perguruan Tinggi (FSTPT). Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Sumajouw, M. D., & Windah, R. S. (2014). Pengaruh pemanfaatan abu terbang (*fly ash*) dari pltu ii sulawesi utara sebagai substitusi parsial semen terhadap kuat tekan beton. *Jurnal Sipil Statik*, 2(7), 352–358