



Perbedaan Penggunaan Campuran Fly Ash Dan Bottom Ash Batu Bara
Sebagai Filler Pada Campuran Beraspal Panas
Jenis Lapis Tipis Aspal Beton – Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)

Bryant V. J. Kalangie^{#a}, Steve Ch. N. Palenewen^{#b}, Lucia G. J. Lalamentik^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^abryantkalangie@gmail.com, ^bspalenewen@unsrat.ac.id, ^clucia.lalamentik@unsrat.ac.id

Abstrak

Penelitian bertujuan untuk mengetahui perbandingan substitusi filler fly ash dan bottom ash pada campuran HRS-WC melalui pengujian Marshall. Penambahan fly ash dan bottom ash sebagai filler pada penelitian ini menggunakan kadar variasi 25%, 50%, 75% dan 100% terhadap berat filler dengan menggunakan kadar aspal optimum (KAO) sebesar 7.45%. Hasil dari pengujian karakteristik Marshall pada campuran laston HRS-WC didapatkan nilai stabilitas untuk kadar fly ash 25% 1065.59 kg; 50% 812.33 kg; 75% 784.48 kg; 100% 716.14 kg. Nilai Flow untuk kadar fly ash 25% 4.48 mm; 50% 4.33 mm; 75% 4.16 mm; 100% 3.95 mm. Nilai VMA untuk kadar fly ash 25% 20.105%; 50% 22.43%; 75% 21.687%; 100% 23.650%. Nilai VIM untuk kadar fly ash 25% 6.348%; 50% 9.077%; 75% 8.203%; 100% 10.503%. Nilai VFB untuk kadar fly ash 25% 68.440%; 50% 59.682%; 75% 62.197%; 100% 55.590. Sedangkan untuk Bottom ash didapatkan Nilai Stabilitas untuk kadar Bottom Ash 25% 973.05kg; 50% 800.50kg; 75% 930.57kg; 100% 912.34kg. Nilai flow untuk kadar bottom ash 25% 3.86mm; 50% 3.49mm; 75% 3.19mm; 100% 3.89mm. Nilai VMA untuk kadar bottom ash 25% 18.736%; 50% 17.579%; 75% 16.239%; 100% 16.345%. Nilai VIM untuk kadar bottom ash 25% 4.743%; 50% 6.629%; 75% 1.816%; 100% 1.940%. Nilai VFB untuk kadar bottom ash 25% 75.097%; 50% 80.927%; 75% 88.879%; 100% 88.132%. Dari hasil pengujian terdapat nilai karakteristik yang berbeda sehingga dapat di bandingkan kualitasnya mana yang lebih baik.

Kata kunci: filler, fly ash, bottom ash, HRS-WC, uji Marshall

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Hot Rolled Sheet adalah salah satu jenis campuran aspal panas yang terdiri dari campuran agregat halus, agregat kasar, filler, dan aspal. Hot Rolled Sheet memiliki susunan agregat bergradasi senjang, dimana terdapat satu bagian fraksi yang tidak terdapat dalam campuran. Hot Rolled Sheet memiliki fungsi sebagai lapisan penutup untuk mencegah masuknya air dari permukaan ke dalam konstruksi perkerasan bawahnya hingga dapat mempertahankan kekuatan konstruksi. Dimana dikarenakan fungsinya Hot Rolled Sheet memiliki sifat antara lain adalah kedap terhadap air, tahan terhadap keausan lalu lintas, memiliki kekenyalan yang tinggi, mampu digunakan pada jalan dengan lalu lintas padat, tikungan tajam, perempatan jalan, dan daerah yang permukaan jalannya bisa menahan beban roda berat. .

Fly ash merupakan limbah abu terbang sisa-sisa pembakaran batu bara yang dibuang dari ruang pembakaran melalui ketel berupa semburan asap. Abu terbang dari batu bara mengandung unsur pazzolan yang berfungsi sebagai bahan pengisi rongga.

Abu dasar (bottom ash) merupakan limbah yang dihasilkan dari pembakaran batubara pada berbagai pembangkit listrik dan industri. Bottom ash terdapat dalam jumlah yang cukup besar, sehingga memerlukan pengelolaan agar tidak menimbulkan masalah lingkungan, seperti pencemaran udara, air dan tanah. Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Daud Nawir,

Muhammad Djaya bakri, Iif Ahmad syarif (2017) dan Muhammad Yusuf (2018) dimana menggunakan fly ash dan bottom ash menggunakan fly ash dan bottom ash sebagai filler pada campuran aspal beton AC-WC.

Di penelitian ini saya akan melihat bagaimana pengaruh variasi fly ash dan bottom ash yang digunakan pada campuran lapis tipis aspal beton jenis HRS-WC, sehingga kita dapat memanfaatkan limbah pembuangan fly ash dan bottom ash yang jarang di pakai dan sering di buang yang dapat dimanfaatkan dalam campuran filler pada konstruksi aspal beton

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah di uraikan, maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pemanfaatan fly ash dan bottom ash limbah batu bara sebagai pengganti filler dari campuran beraspal panas lapis tipis aspal beton HRS-WC ?
2. Bagaimana perubahan karakteristik aspal yang dihasilkan setelah filler diganti dengan variasi dari fly ash dan bottom ash ?
3. Bagaimana hasil uji marshall dari benda uji yang menggunakan filler variasi campuran dari fly ash dan bottom ash ?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada penelitian ini bertujuan sebagai berikut :

1. Menganalisa karakteristik marshall pada campuran HRS-WC dengan fly ash dan bottom ash sebagai pengganti filler.
2. Mengetahui apakah campuran limbah fly ash dan bottom ash pada filler dapat memenuhi standar.

1.4. Manfaat Penelitian

Setelah penelitian ini dilakukan ada beberapa manfaat yang didapatkan yaitu :

1. Penulis mengetahui karakteristik dari aspal setelah fillernya diganti dengan fly ash dan bottom ash pada campuran beraspal panas lapis tipis aspal beton HRS-WC
2. Penulis mengetahui kelebihan dan kekurangan dari penggunaan fly ash dan bottom ash sebagai pengganti filler pada campuran beraspal panas lapis tipis aspal beton HRS-WC
3. Pengurangan limbah fly ash dan bottom ash pada tempat penghasil limbah dengan cara digunakan sebagai bahan filler pada campuran beraspal dengan karakteristiknya masing-masing sehingga pemanfaatan yang dilakukan mendapatkan hasil yang maksimal.

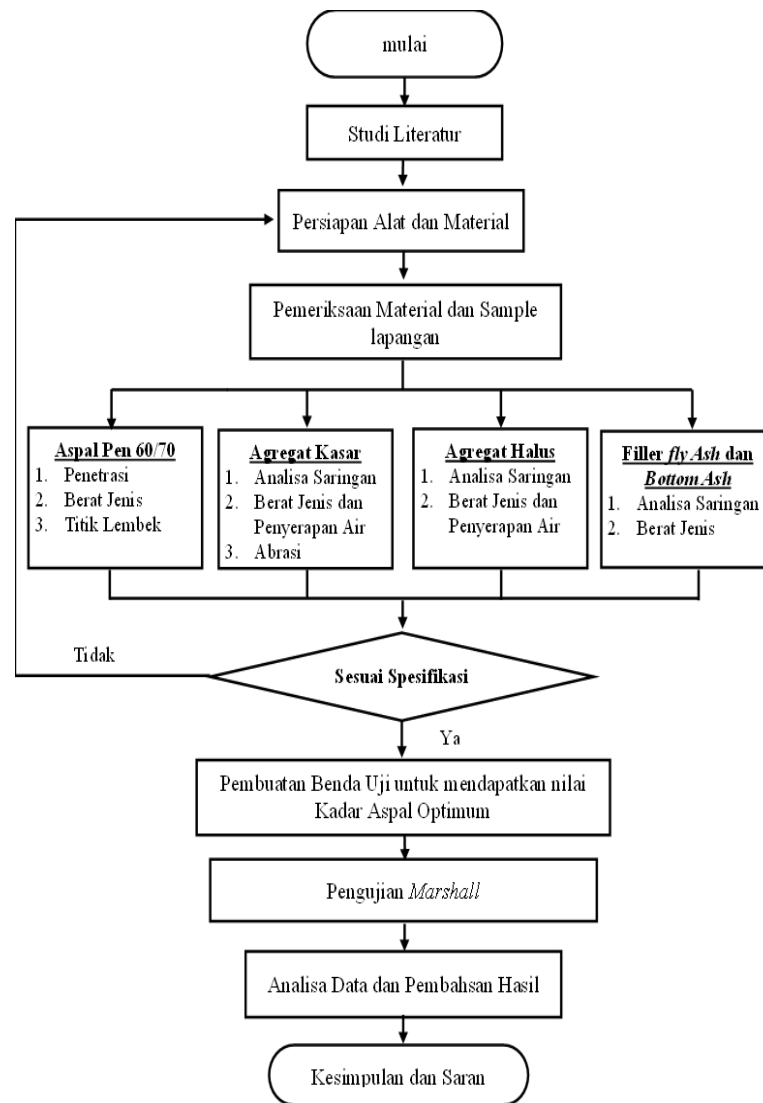
1.5. Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat dilakukan secara maksimal maka ruang lingkup pembahasan perlu dibatasi. Adapun dimana detail pembahasannya sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium
2. Material aspal yang digunakan berupa aspal pertamina
3. Material agregat yang digunakan di ambil dari kema
4. Filler yang digunakan berupa fly ash dan bottom ash yang diperoleh dari PLTU Sulut-3 2x50 MW Kema
5. Metode yang digunakan dalam penelitian menggunakan metode uji marshall test
6. Penelitian yang di tinjau adalah tipe campuran HRS-CW untuk campuran panas
7. Tidak meninjau kandungan *Bottom Ash* dan *Fly Ash*

2. Metode Penelitian

Penelitian ini mengikuti tahapan pada diagram alir dibawah ini yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat

Agregat yang digunakan dalam penelitian ini berupa agregat kasar, agregat sedang dan agregat halus, yang diambil dari desa Lansot Kema. Hasil pemeriksaan karakteristik agregat sesuai dengan metode pengujian yang dipakai dan sesuai spesifikasi yang ada tersaji dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Aspal

Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Satuan
Penetrasi pada 25°C	SNI 2456:2011	67,28	60-70	0,1mm
Titik Lembek	SNI 2434:2011	48,5	46-54	°C
Berat Jenis	SNI 2441:2011	1,0453	≥1,0	-

3.2. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat

Agregat yang digunakan dalam penelitian ini berupa agregat kasar, agregat sedang dan agregat halus, yang diambil dari desa Lansot Kema. Hasil pemeriksaan karakteristik agregat sesuai dengan metode pengujian yang dipakai dan sesuai spesifikasi yang ada tersaji dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Aspal

Jenis Pengujian	Metode Penelitian	Hasil	Spesifikasi	Satuan
1. Agregat Kasar				
Berat Jenis Bulk	SNI 1969:2016	2,67	$\geq 2,5$	gr/cc
Berat Jenis SSD	SNI 1969:2016	2,71	$\geq 2,5$	gr/cc
Berat Jenis Semu	SNI 1969:2016	2,80	$\geq 2,5$	gr/cc
Penyerapan Air	SNI 1969:2016	1,74	$\leq 3,0$	%
Keausan Agregat	SNI 2417:2016	23,45	≤ 40	%
2. Agregat Sedang				
Berat Jenis Bulk	SNI 1969:2016	2,65	$\geq 2,5$	gr/cc
Berat Jenis SSD	SNI 1969:2016	2,71	$\geq 2,5$	gr/cc
Berat Jenis Semu	SNI 1969:2016	2,81	$\geq 2,5$	gr/cc
Penyerapan Air	SNI 1969:2016	2,06	$\leq 3,0$	%
3. Agregat Halus				
Berat Jenis Bulk	SNI 1969:2016	2,47	$\geq 2,5$	gr/cc
Berat Jenis SSD	SNI 1969:2016	2,51	$\geq 2,5$	gr/cc
Berat Jenis Semu	SNI 1969:2016	2,56	$\geq 2,5$	gr/cc
Penyerapan Air	SNI 1969:2016	1,37	$\leq 3,0$	%

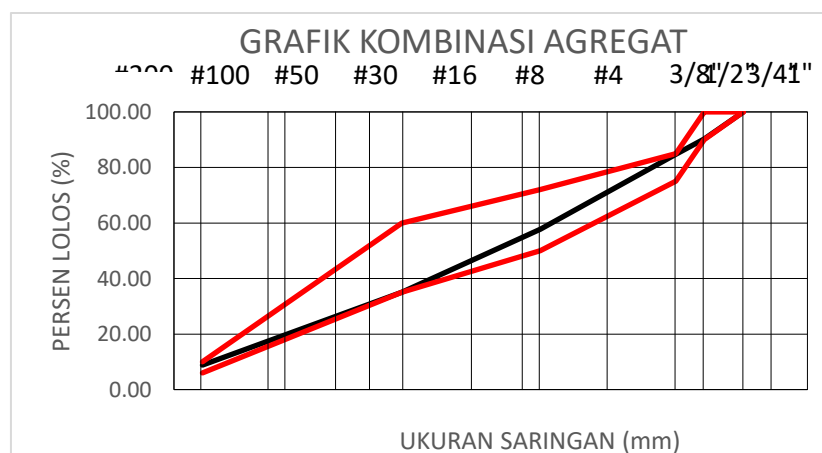
3.3. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat

Nomor Saringan	Ukuran (mm)	% Lolos Saringan		
		Agregat Kasar	Agregat Sedang	Agregat Halus
1"	25,40	100,00	100,00	100,00
¾"	19,10	100,00	100,00	100,00
½"	12,70	63,18	100,00	100,00
3/8"	9,52	10,57	97,74	99,03
#4	4,75	0,15	33,98	96,53
#8	2,36	0,13	7,85	76,92
#16	1,18	0,11	4,74	58,49
#30	0,60	0,09	3,56	47,01
#50	0,30	0,08	2,33	34,70
#100	0,15	0,06	1,27	23,29
#200	0,075	0,05	0,23	12,01
Pan		0,00	0,01	2,34

3.4. Hasil Kombinasi Gradasi Agregat

Hasil kombinasi gradasi agregat ditunjukkan pada Gambar 2.

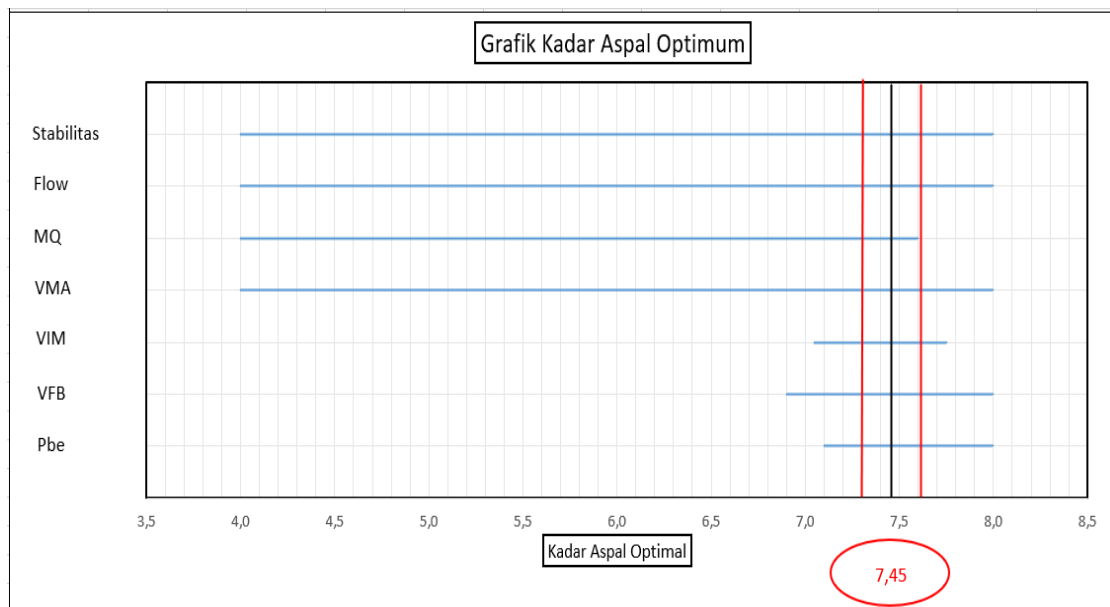
**Gambar 2.** Grafik Kombinasi Agregat

3.5. Hasil Pengujian Marshall Untuk Penentuan Kadar Aspal Optimum

Hasil pengujian Marshall untuk penentuan kadar aspal optimum ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Marshall Untuk Penentuan Kadar Aspal Optimum

Karakteristik Marshall	Spesifikasi	Kadar Aspal (%)				
		4%	5%	6%	7%	8%
Stabilitas (kg)	Min 600	969,49	1141,76	1297,15	1456,92	1377,57
Flow (mm)	-	3,86	4,34	4,86	5,37	5,98
VMA(%)	Min .18	19,390	18,589	18,423	18,844	18,777
VIM(%)	4,0 – 6,0	13,413	10,277	7,764	5,874	3,376
VFB(%)	Min. 68	30,840	44,722	57,862	68,872	82,114
MQ (%)	Min. 400	250,95	263,32	266,94	271,68	230,38
Kadar Aspal Efektif (%)	Min. 5.9	2,729	3,804	4,817	5,829	6,842
Kepadatan	-	2,211	2,256	2,285	2,297	2,324

**Gambar 3.** Grafik Kadar Aspal Optimum

3.6. Hasil Pengujian Marshall Dengan Substitusi Fly Ash Dan Bottom Ash

Hasil pengujian Marshall dengan substitusi fly ash dan bottom ash ditunjukkan pada Tabel 5 dan Tabel 6.

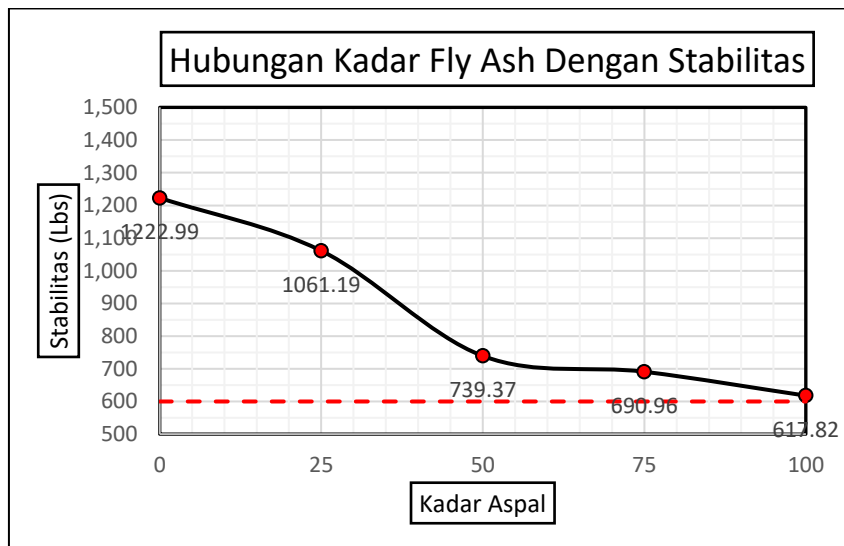
Tabel 5. Hasil Pengujian Marshall Dengan Substitusi Fly Ash

Karakteristik Marshall	Spesifikasi	Kadar Aspal (%)				
		0%	25%	50%	75%	100%
Stabilitas (kg)	Min 600	1222,99	1061,19	739,37	690,96	617,82
Flow (mm)	-	3,44	3,37	3,22	3,08	2,85
VMA(%)	Min .18	19,333	20,482	22,051	22,754	24,731
VIM(%)	4,0 – 6,0	5,365	6,714	8,554	9,379	11,599
VFB(%)	Min. 68	72,248	67,237	61,216	58,801	52,598
MQ (%)	Min. 400	355,36	315,42	232,33	225,12	215,13
Kadar Aspal Efektif (%)	Min. 5.9	6,285	6,285	6,285	6,285	6,285
Kepadatan	-	2,295	2,262	2,217	2,197	2,141

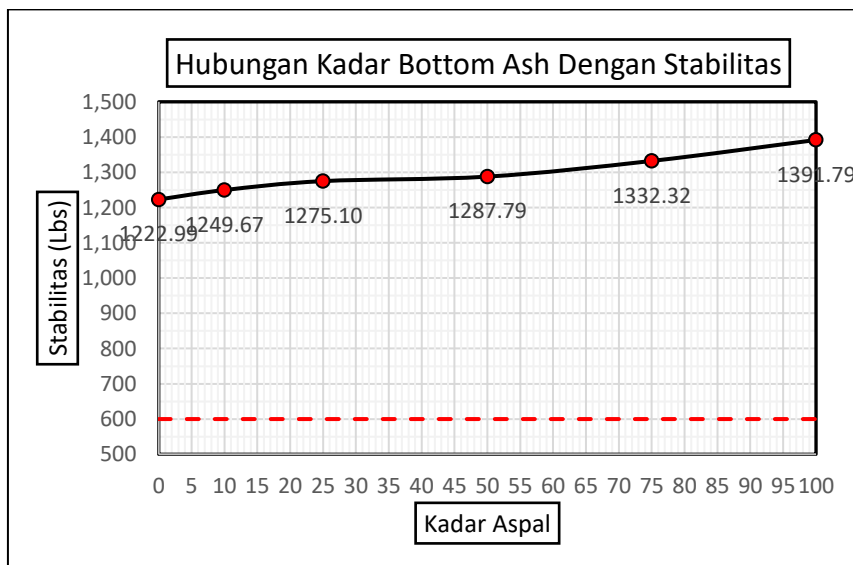
Tabel 6. Hasil Pengujian Marshall Dengan Subtitusi *Bottom Ash*

Karakteristik Marshall	Spesifikasi	Kadar Aspal (%)				
		0%	25%	50%	75%	100%
Stabilitas (kg)	Min 600	1222,99	1275,10	1287,79	1332,32	1391,79
Flow (mm)	-	3,44	3,78	4,38	4,41	4,78
VMA(%)	Min .18	19,333	18,531	17,750	17,301	17,012
VIM(%)	4,0 – 6,0	5,365	4,425	3,509	2,981	2,643
VFB(%)	Min. 68	72,248	76,214	80,259	82,813	84,471
MQ (%)	Min. 400	355,36	338,46	295,12	303,98	290,91
Kadar Aspal Efektif (%)	Min. 5.9	6,285	6,285	6,285	6,285	6,285
Kepadatan	-	2,295	2,317	2,340	2,352	2,361

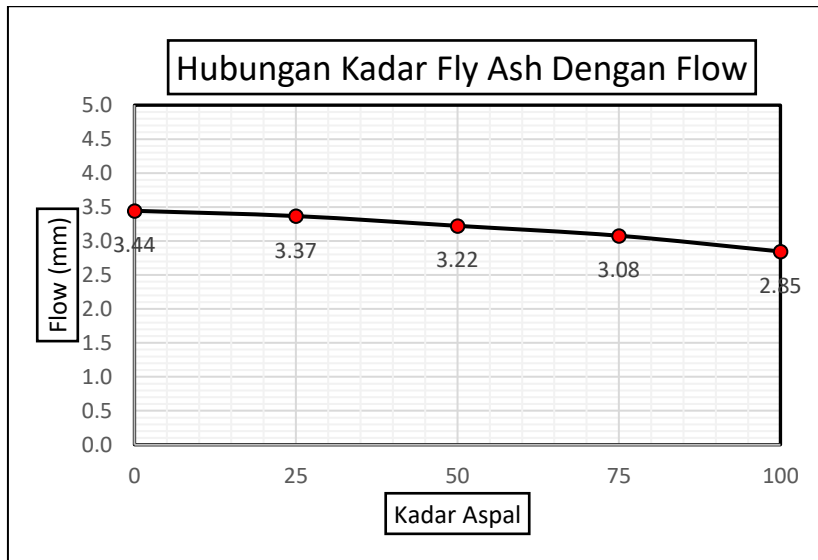
3.7. Perbedaan Pengaruh Subtitusi *Fly Ash* dan *Bottom Ash* Pada Campuran HRS-WC



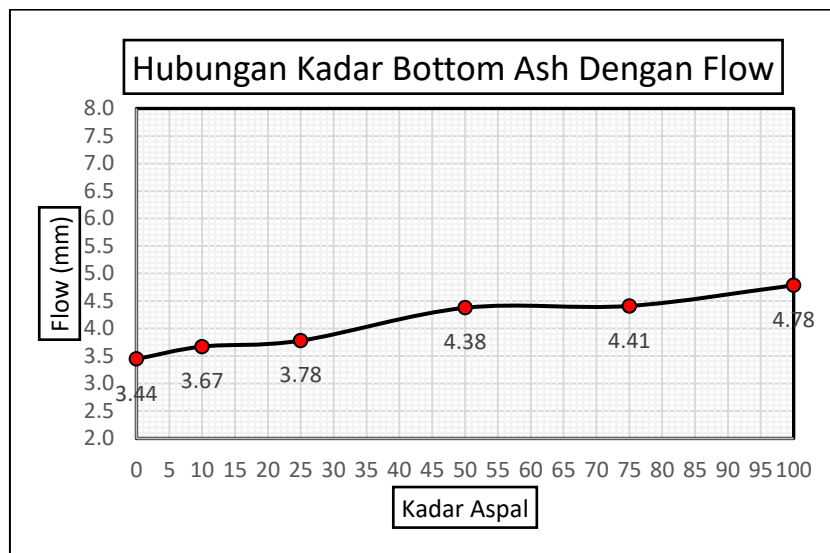
Gambar 4. Grafik Hubungan Kadar *Fly Ash* Dengan Stabilitas



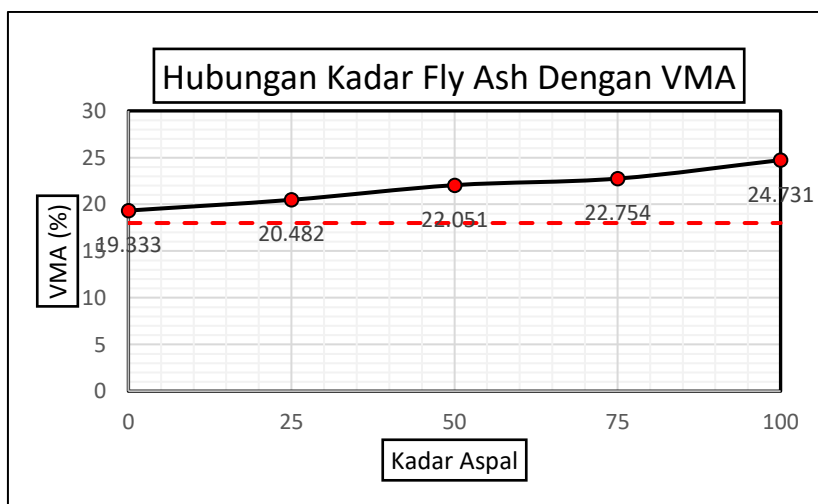
Gambar 5. Grafik Hubungan Kadar *Bottom Ash* Dengan Stabilitas



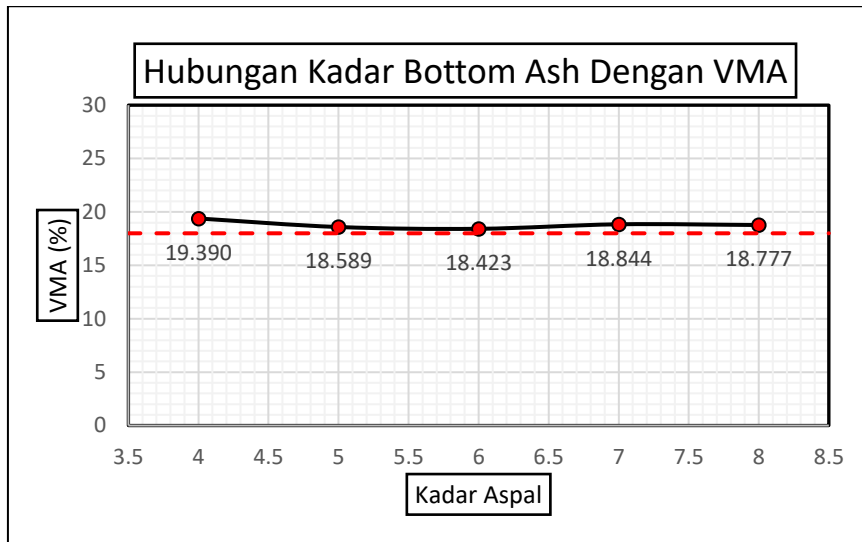
Gambar 6. Grafik Hubungan Kadar *Fly Ash* Dengan Flow



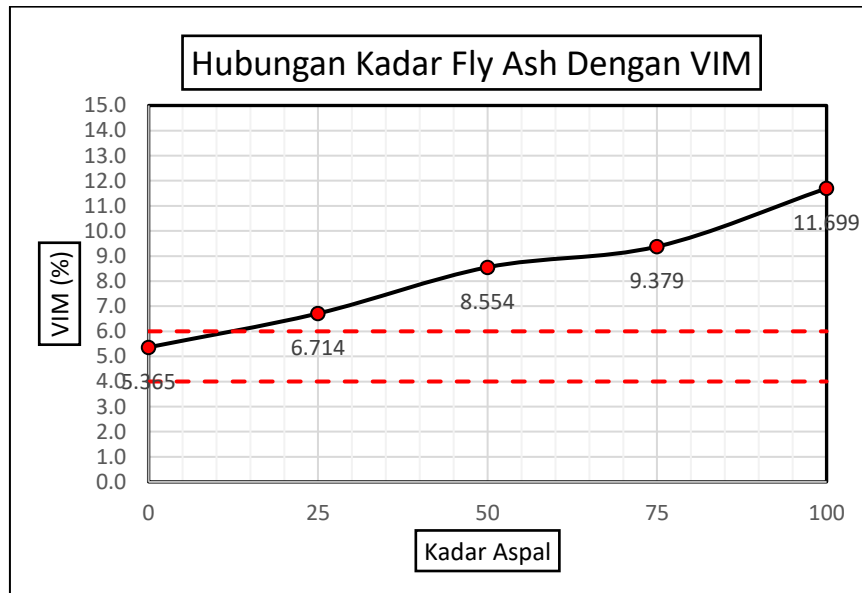
Gambar 7. Grafik Hubungan Kadar *Bottom Ash* Dengan Flow



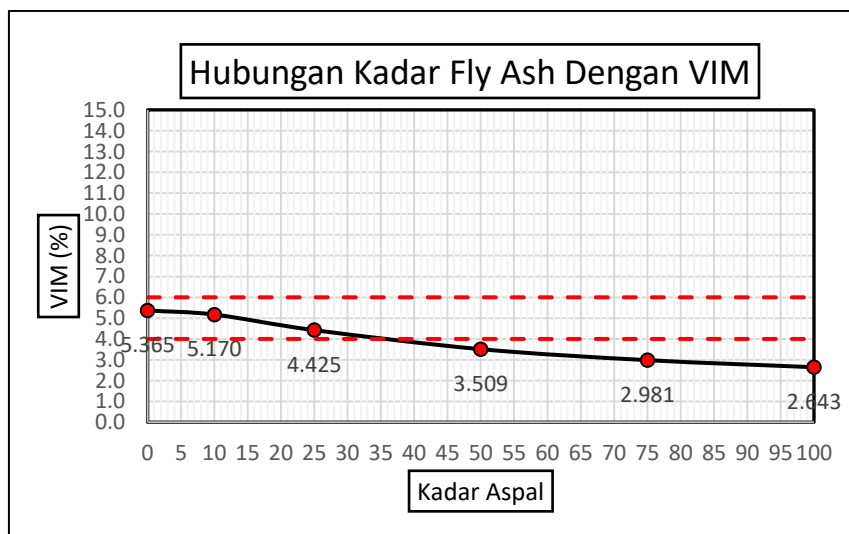
Gambar 8. Grafik Hubungan Kadar *Fly Ash* Dengan VMA



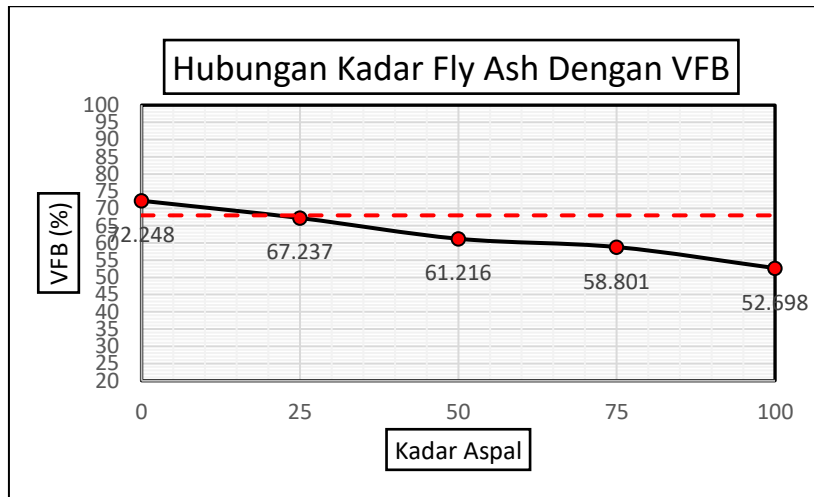
Gambar 9. Grafik Hubungan Kadar *Bottom Ash* Dengan VMA



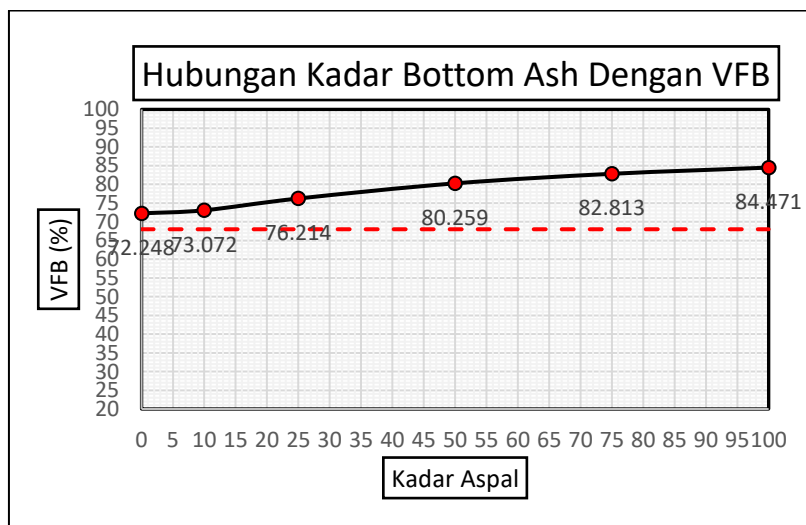
Gambar 10. Grafik Hubungan Kadar *Fly Ash* Dengan VIM



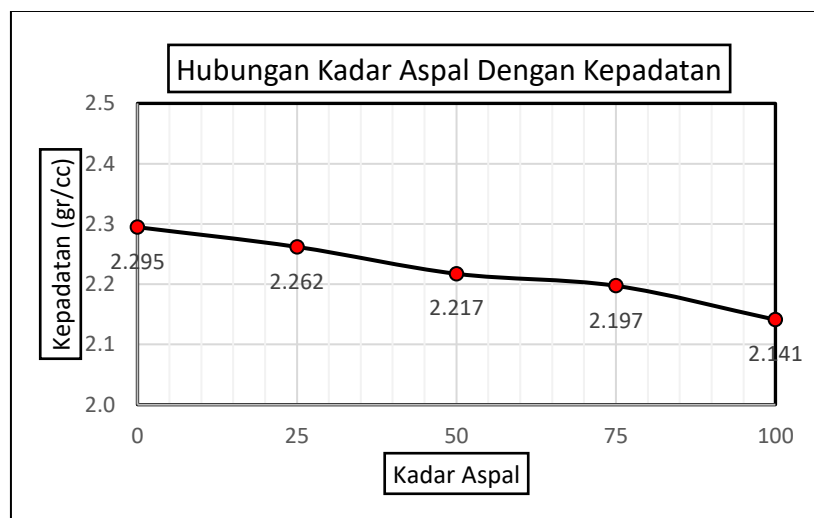
Gambar 11. Grafik Hubungan Kadar *Bottom Ash* Dengan VIM



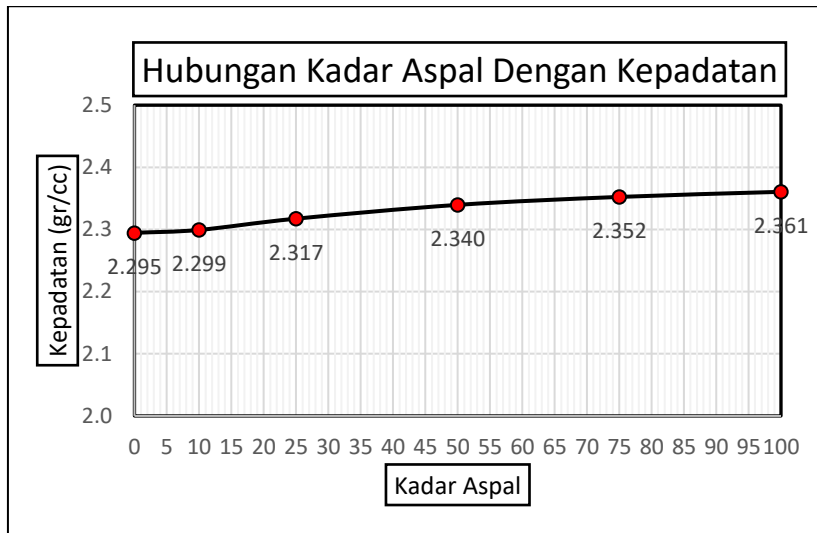
Gambar 12. Grafik Hubungan Kadar Fly Ash Dengan VFB



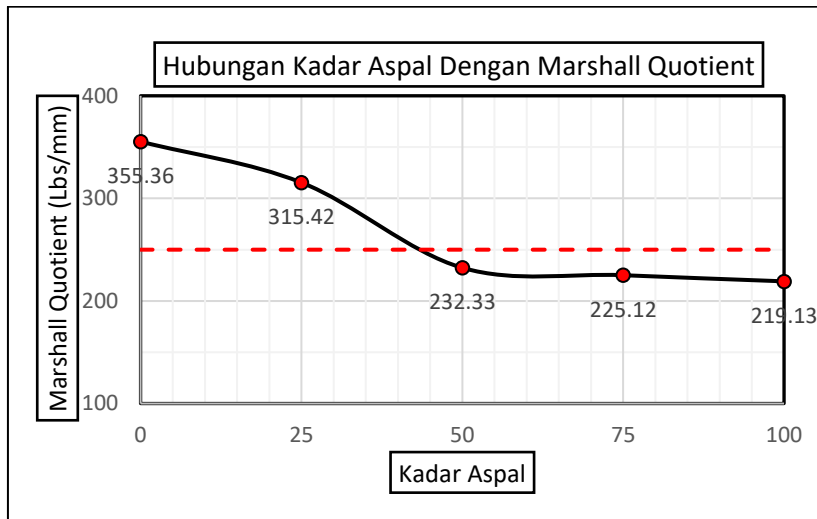
Gambar 13. Grafik Hubungan Kadar Bottom Ash Dengan VFB



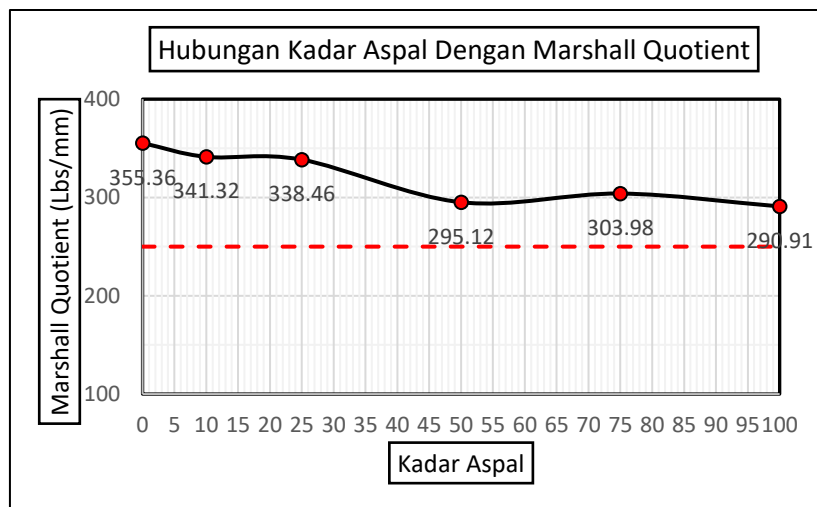
Gambar 14. Grafik Hubungan Kadar Fly Ash Dengan Kepadatan



Gambar 15. Grafik Hubungan Kadar *Bottom Ash* Dengan Kepadatan



Gambar 16. Grafik Hubungan Kadar *Fly Ash* Dengan Marshall Quotient



Gambar 17. Grafik Hubungan Kadar *Bottom Ash* Dengan Marshall Quotient

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian di Laboratorium Perkerasan Jalan, Fakultas Teknik Sam Ratulangi Manado. Perbandingan pengaruh substitusi Bahan Pengisi Filler antara Fly Ash dan Bottom Ash dalam campuran Lataston HRS-WC diperoleh dengan kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada pembuatan variasi kadar aspal normal tanpa campuran fly ash dan bottom ash dengan presentase 4%,5%,6%,7%,8% maka didapatkan nilai kadar aspal optimum (KAO) yang diperoleh pada campuran HRS-WC adalah 7.35%
2. Perbedaan Pengaruh Filler Fly Ash dan Bottom Ash pada karakteristik Marshall :
 - a. Penambahan campuran Fly Ash pada campuran beraspal lataston HRS-WC mempengaruhi stabilitas aspal dimana fly ash membuat nilai stabilitas mengalami penurunan sehingga menunjukkan jika penambahan fly ash pada campuran tidak menambah ketahanan campuran, sedangkan untuk campuran dengan bottom ash memiliki angka yang signifikan stabil dimana range nya hanya mengalami penurunan di campuran 10% dan 50%.
 - b. Nilai flow pada campuran substitusi fly ash dan bottom ash keduanya mengalami penurunan sehingga membuat campuran menjadi kaku dan mudah mengalami keretakan.
 - c. Nilai VMA campuran fly ash mengalami kenaikan yang signifikan sedangkan campuran bottom ash mengalami penurunan, dimana artinya fly ash memiliki jarak antara rongga yang lumayan besar sedangkan untuk untuk campuran bottom ash memiliki rongga yang lebih kecil sehingga penyerapannya lebih minim.
 - d. Nilai VIM campuran fly ash memiliki peningkatan yang membuat rongga udara menjadi besar sehingga keawetan suatu lapisan perkerasan menjadi berkurang, sedangkan untuk campuran bottom ash mengalami penurunan dari batas minimum, namun campuran dengan bottom ash memiliki rongga udara yang sedikit sehingga menjadi cukup awet untuk lapisan perkerasan
 - e. Nilai VFB pada campuran fly ash memiliki nilai yang terus menurun, hal ini dikarenakan fly ash tidak sempurna mengisi rongga pada partikel VMA sedangkan untuk bottom ash dikarenakan lebih memiliki ukuran yang lebih halus cocok untuk mengisi rongga yang ada pada partikel VMA
 - f. Nilai kepadatan pada campuran fly ash memiliki kepadatan yang kurang baik dikarenakan nilai kepadatan nya menurun dengan adanya penambahan fly ash, sedangkan untuk penambahan bottom ash memiliki kepadatan yang cukup stabil dikarenakan bottom ash dapat menutup rongga agregat dengan baik.
 - g. Nilai Marshall Quetient dengan campuran fly ash memiliki nilai yang terus menurun sehingga membuat campuran mudah mengalami deformasi sedangkan untuk campuran bottom ash memiliki nilai yang signifikan naik sehingga memiliki nilai marshall quotient yang lebih baik sehingga lebih mudah untuk menghindari terjadi deformasi
3. Campuran HRS-WC dengan penambahan fly ash dan bottom ash yang berasal dari kema menyebabkan perubahan yang cukup signifikan pada karakteristik marshall yang mungkin penyebab salah satunya yakni karena gradasi yang digunakan tidak benar-benar gradasi senjang sehingga menghasilkan hasil yang kurang sesuai dengan yang di persyaratan spesifikasi.
4. Campuran HRS-WC dengan penambahan bottom ash cenderung memiliki kerapatan yang lebih baik di dibandingkan dengan fly ash dikarenakan bottom memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan fly ash. Dapat dilihat dari grafik yang ada.

Referensi

- Ilhamdani, A. A. (2022). *KUAT TARIK CAMPURAN ASPAL YANG MENGGUNAKAN ABU TERBANG= INDIRECT TENSILE STRENGTH OF ASPHALT MIXTURE USING FLY ASH*
- PALAGUNA, M. N., Pataras, M., & Kadarsa, E. (2020). *KINERJA PERKERASAN LENTUR HOT ROLLED SHEET-WEARING COURSE (HRS-WC) DAN ASPHALT CONCRETE-WEARING COURSE (AC-WC) DENGAN PEMANFAATAN LIMBAH FLY ASH DAN BOTTOM ASH PLTU. BANJARSARI KABUPATEN LAHAT MENGGUNAKAN METODE MARSHALL IMMERSION DAN CANTABRO* (Doctoral dissertation, Sriwijaya University).
- HURRIYANTO, J. (2008). *PENGARUH DUST PROPORTION SPENT CATALYST RCC (LIMBAH PERTAMINA) TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL DAN DURABILITAS PADA CAMPURAN*

- HOT ROLLED SHEET DENGAN KEPADATAN MUTLAK (THE INFLUENCE OF DUST PROPORTION SPENT CATALYST RCC (WASTE of PERTAMINA) TO CHARACTERISTIC of MARSHALL AND DURABILITY AT MIXTURE of HOT ROLLED SHEET WITH PRECENTAGE of REFUSAL DENSITY)* (Doctoral dissertation, program Pascasarjana Universitas Diponegoro).
- Ari, Adi S (2017). *Penggunaan Abu Batubara Hasil Pembakaran Asphalt Mixing Plant (AMP) Sebagai Bahan Campuran Lapis Aspal Beton (Laston)*. Badan Penelitian dan Pengembangan Provinsi Kalimantan Timur.
- Direktorat Jenderal Bina Marga . (2018). *Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan Divisi VI untuk Pekerjaan Aspal*. Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Himawan, F.W (2012). *Pemanfaatan Limbah Sebagai Pengganti Filler Untuk Campuran Aspal Beton Jenis HRS-WC*.
- Lincolen, K. (2017). *Pengaruh Abu Terbang Sebagai Pengganti Semen Pada Beton Beragregat Halus Bottom Ash. Bandar Lampung*.
- Muhammad Yusuf. (2018). *Pengaruh Penggunaan Fly Ash Bara Bara 5%. 5.5%, 6%, 6.5% Pada Campuran HRS-WC Menggunakan Bahan Pengikat Aspal Retona Blend 55*. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Putri, C.K. (2011). *Pengaruh Penggantian Filler Abu Batu Dengan Abu Vulkanik Merapi Pada Karakteristik Marshall Campuran Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC)*. Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Setiawati, M. (2018). *Fly Ash Sebagai Bahan Pengganti Semen Pada Beton*, Seminar Nasional Saind dan Teknologi 2018 , 1-8
- Sukirman, S. (2012). *Beton Aspal Campuran Panas*. Jakarta. Yayasan Obor
- Sukirman, S. (1995). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova
- Tahir, A. (2009). *Karakteristik Campuran Beton Aspal (Ac-Wc) Dengan Menggunakan Variasi Kadar Filler Abu Terbang Batu Bara*. Jurnal SMARTek, Vol.7, No.4, Nopember 2009: 256-278.