



Pengaruh Variasi Kandungan Bahan Pengisi Filler Fly Ash Batu Bara Pada Campuran Beraspal Panas Jenis Lataston Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)

Karunia R. Wenu^{#a}, Steve Ch. N. Palenewen^{#b}, Joice E. Waani^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^akaruniawenu14@gmail.com, ^bspalenewen@unsrat.ac.id, ^cjoicewaani@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi kandungan filler *fly ash* pada campuran lataston HRS-WC melalui pengujian Marshall. Metode pengujian ini mengacu pada Spesifikasi umum Bina Marga 2018. Pada penelitian ini menggunakan *fly ash* dari PLTU Sulut-3 2x50 MW Kema dan material dari Lansot Kema. Persentase *fly ash* yang digunakan terhadap berat filler adalah 25%, 50%, 75% dan 100%. Hasil dari pengujian karakteristik Marshall pada campuran lataston HRS-WC didapatkan nilai stabilitas untuk kadar *fly ash* 0% 1281.18 kg; 25% 1065.59 kg; 50% 812.33 kg; 75% 784.48 kg; 100% 716.14 kg. Nilai Flow untuk kadar *fly ash* 0% 4.56 mm; 25% 4.48 mm; 50% 4.33 mm; 75% 4.16 mm; 100% 3.95 mm. Nilai VMA untuk kadar *fly ash* 0% 19.045%; 25% 20.105%; 50% 22.43%; 75% 21.687%; 100% 23.650%. Nilai VIM untuk kadar *fly ash* 0% 5.106%; 25% 6.348%; 50% 9.077%; 75% 8.203%; 100% 10.503%. Nilai VFB untuk kadar *fly ash* 0% 73.192%; 25% 68.440%; 50% 59.682%; 75% 62.197%; 100% 55.590. Dari hasil pengujian didapatkan penambahan filler *fly ash* pada campuran lataston HRS-WC menyebabkan terjadinya perubahan nilai-nilai karakteristik Marshall dibandingkan sebelum ditambahkan *fly ash*.

Kata kunci: fly ash, HRS-WC, Marshall

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Perkerasan HRS merupakan salah satu jenis campuran perkerasan aspal yang cocok untuk daerah tropis karena memiliki kelenturan yang tinggi dan tahan terhadap kelelahan plastik (Himawan, 2012). Karakteristik utama HRS adalah mempunyai gradasi senjang, campuran HRS dengan gradasi senjang akan terlihat berkurangnya sebagian butiran yang berukuran sedang. Akibatnya, rongga campuran menjadi terbuka dan dapat diisi oleh bitumen yang lebih banyak. Bitumen pada temperatur tinggi berbentuk lebih cair, maka sebagian besar akan meleleh ke bawah sehingga menimbulkan kesulitan lain seperti *binder drainage*, akibat tidak seragamnya kandungan bitumen. Kesulitan tersebut dapat diatasi dengan memberikan butir halus (filler) lebih banyak sehingga menyerap butiran cair untuk bitumen. Filler dalam campuran memegang peranan penting terutama untuk meningkatkan fleksibilitas dan durabilitas campuran. Filler dalam campuran berfungsi sebagai pengisi rongga-rongga dalam campuran beraspal sehingga rongga udara menjadi lebih kecil dan menghasilkan tahanan gesek serta penguncian antar agregat yang tinggi. Dalam (Juliasti, 2003) disebutkan bahwa kualitas filler dalam campuran akan mempengaruhi stabilitas akibat reduksi ruang-ruang kosong udara dan membuat aspal lebih lekat sehingga meningkatkan kekuatannya. Saat ini penggunaan batu bara sebagai sumber energi banyak digunakan pada pembangkit listrik ataupun industri-industri besar di Indonesia. Sisa hasil pembakaran batu bara menghasilkan abu yang disebut *fly ash* dan *bottom ash*. Setiap proses pembakaran batu bara menghasilkan sekitar 5% limbah padat berupa *fly ash* dan *bottom ash*,

dimana sekitar 10-20% *bottom ash* dan 80-90% berupa *fly ash* (Setiawati, 2018). Dalam satu hari PLTU Sulut Kema menghasilkan sekitar 10 ton *fly ash*. Jika diakumulasikan dalam satu bulan penuh *fly ash* yang dihasilkan bisa mencapai 300 ton. Kebutuhan batu bara akan tumbuh secara signifikan di tahun-tahun mendatang. Sehingga limbah hasil pembakaran batu bara membutuhkan tempat penampungan yang sangat besar, yang jika tidak ditangani dengan benar akan menyebabkan masalah lingkungan yang besar. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi *fly ash* adalah dengan memanfaatkan dengan skala besar seperti memanfaatkannya sebagai bahan pengisi (filler) pada campuran perkerasan. Sehingga dapat mengatasi masalah keterbatasan tempat penampungan dan pencemaran lingkungan. *Fly ash* (Abu terbang) adalah material yang sangat halus yang berasal dari sisa pembakaran batu bara. Abu batu bara dapat dijadikan filler karena ukuran partikelnya yang lolos saringan bila disaring dengan menggunakan saringan No. 200 (75 micron) (Adibroto, 2008). *Fly ash* batu bara berguna untuk mengisi rongga-rongga dalam campuran beraspal dan memiliki sifat saling mengunci antar butir dikarenakan abu batu bara memiliki ukuran butir yang sangat halus yang mengakibatkan ikatan yang baik antar butiran sehingga menambah kekuatan dalam campuran. (Tahir, 2009). Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Muhammad Yusuf, 2018 menggunakan bahan pengikat aspal Retona Blend 55 menyatakan penambahan *fly ash* terhadap filler mendapat KAO sebesar 7.5% pada campuran aspal. Filler dalam penelitian ini menggunakan abu batu dengan variasi *fly ash* batu bara yang disubsitusikan adalah 5%, 6%, 7% dan 8%. Penambahan *fly ash* membuat nilai stabilitas dan nilai flow menurun seiring bertambahnya *fly ash* sehingga kemampuan beban menahan deformasi berkurang. Dalam penelitian ini persentase kadar *fly ash* yang digunakan adalah 25%, 50%, 75% dan 100% terhadap berat filler. Alasan menggunakan variasi kadar *fly ash* tersebut ialah untuk melihat pengaruh *fly ash* pada karakteristik marshall. Dalam penelitian ini penambahan *fly ash* sebagai filler diharapkan dapat menjadi bahan pengisi rongga-rongga dalam campuran laston HRS-WC sehingga abu terbang hasil pembakaran batu bara yang dulunya sebagai bahan buangan dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengisi dalam konstruksi perkerasan jalan raya.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian adalah bagaimana pengaruh penambahan fly ash dalam campuran lapis tipis aspal beton *Hot Rolled Sheet Wearing Course* (HRS-WC) melalui pengujian Marshall.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi kandungan filler *fly ash* pada campuran beraspal panas lapis tipis aspal beton *Hot Rolled Sheet Wearing Course* (HRS-WC) melalui pengujian Marshall serta untuk meningkatkan penggunaan fly ash dalam campuran perkerasan jalan sehingga *fly ash* sebagai material buangan dapat dimanfaatkan serta mengurangi pencemaran lingkungan

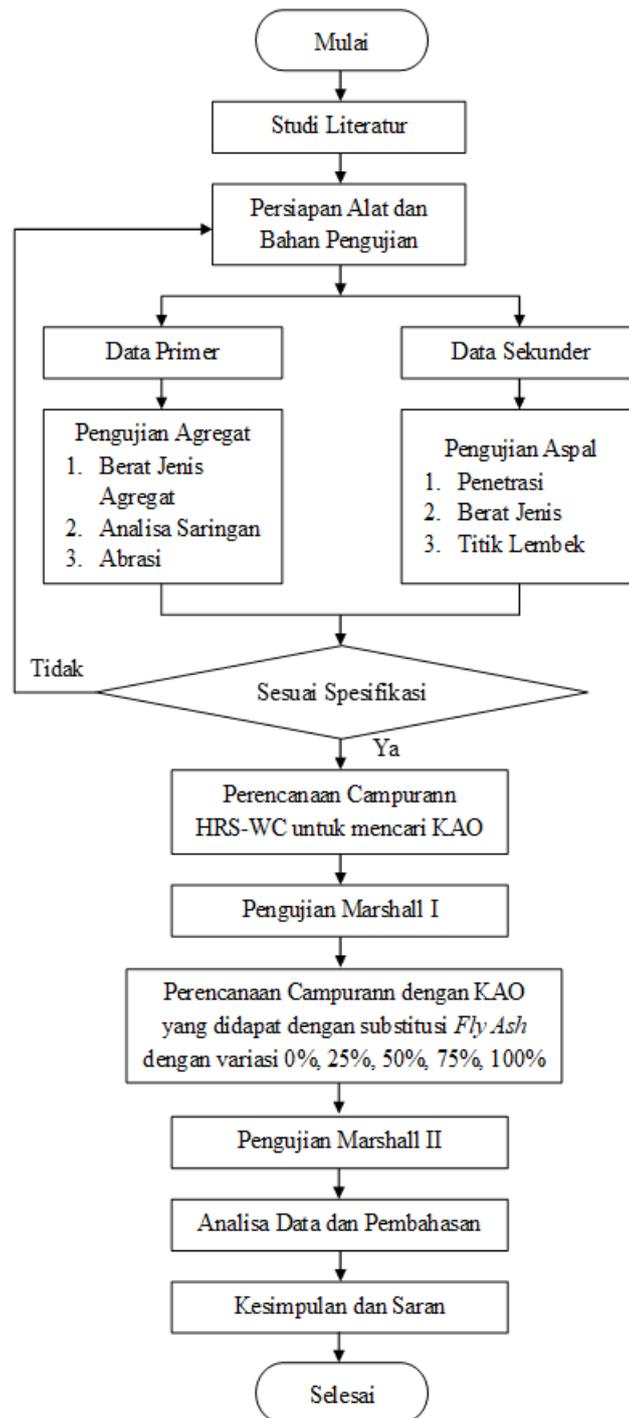
2. Metode

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, dengan tahapan penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 1.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Aspal

Jenis Aspal yang dipakai dalam penelitian ini adalah aspal keras pertamina penetrasi 60/70 yang tersedia di Laboratorium Perkerasan Jalan Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi.



Gambar 1. Bagan Alir

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 pada penelitian ini berasal dari desa Lansot, Kecamatan Kema, Minahasa Utara, Sulawesi Utara. Hasil pemeriksaan abrasi, impact value, berat jenis dan penyerapan dimuat pada Tabel 2, untuk hasil pemeriksaan Analisa saringan dimuat pada Tabel 3.

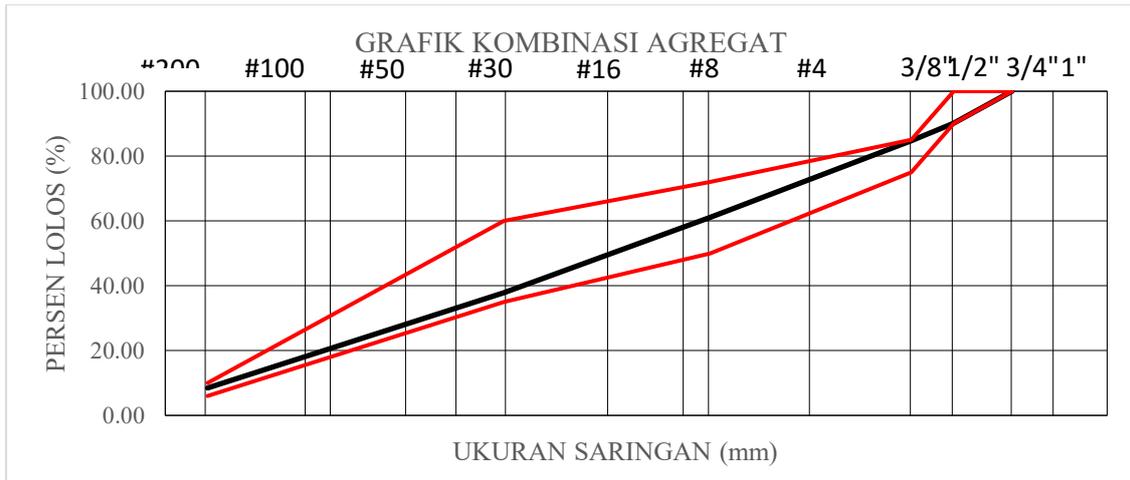
Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat

Jenis Pengujian	Metode Pengujian	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	2,72	$\geq 2,5$	gr/cc
Berat Jenis Semu	SNI 1969:2016	2,80	$\geq 2,5$	gr/cc
Penyerapan Air	SNI 1969:2016	1,76	$\leq 3,0$	%
Keausan Agregat	SNI 2417:2016	23,45	≤ 40	%
2. Agregat Sedang				
Berat Jenis Bulk	SNI 1969:2016	2,66	$\geq 2,5$	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 1970:2016	2,48	$\geq 2,5$	gr/cc
Berat Jenis SSD	SNI 1970:2016	2,51	$\geq 2,5$	gr/cc
Berat Jenis Semu	SNI 1970:2016	2,57	$\geq 2,5$	gr/cc
Penyerapan Air	SNI 1970:2016	1,37	$\leq 3,0$	%

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat

No. Saringan	Ukuran (mm)	% Lolos Saringan		
		Agregat Kasar	Agregat Sedang	Agregat Halus
1"	25,40	100,00	100,00	100,00
3/4"	19,10	100,00	100,00	100,00
1/2"	12,70	48,44	100,00	100,00
3/8"	9,52	19,77	99,41	100,00
#4	4,75	0,79	36,41	99,65
#8	2,36	0,28	9,09	81,67
#16	1,18	0,23	5,12	62,58
#30	0,60	0,21	3,52	50,73
#50	0,30	0,18	2,45	33,19
#100	0,15	0,13	1,42	22,54
#200	0,075	0,05	0,42	11,38
Pan		0,00	0,01	0,00

3.3. Hasil Kombinasi Gradasi Agregat



Gambar 2. Grafik Kombinasi Agregat

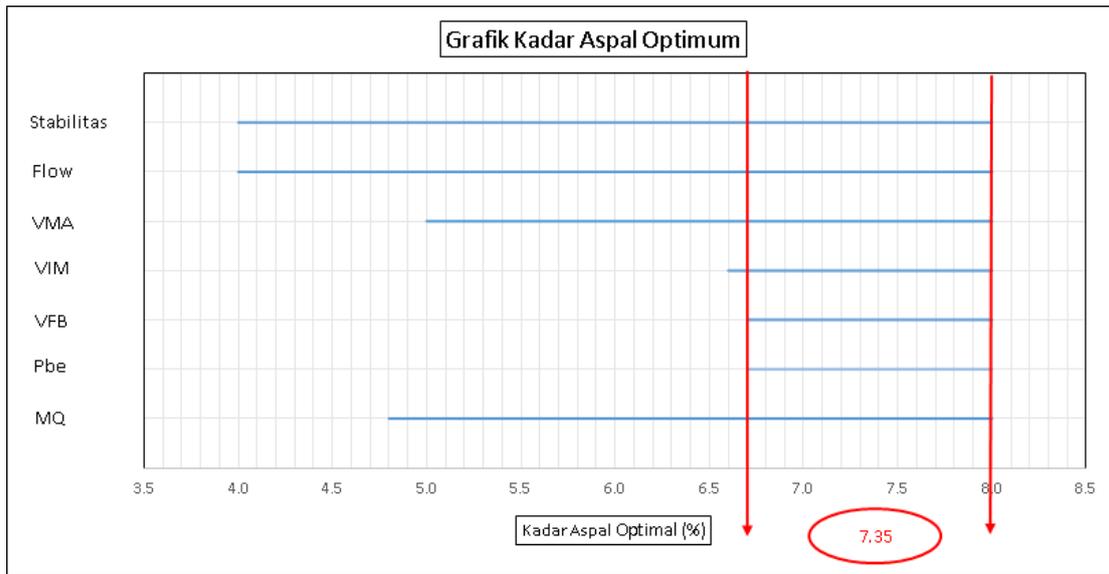
3.4. Hasil Pengujian Marshall Penentuan KAO

Tabel 4. Hasil Pengujian Marshall Untuk Penentuan KAO

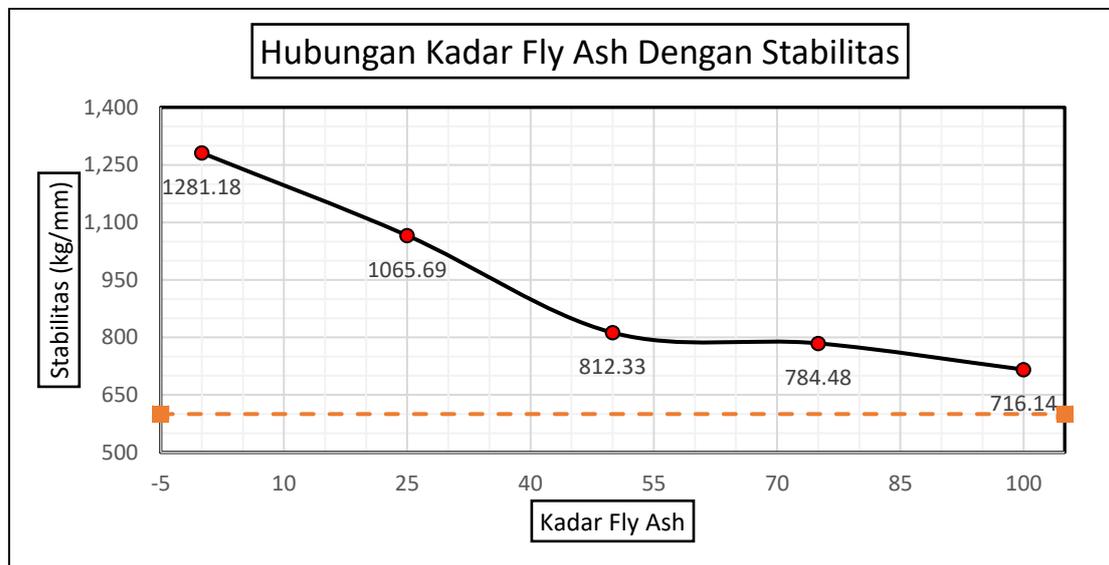
Karakteristik Marshall	Spesifikasi	Kadar Aspal(%)				
		4%	5%	6%	7%	8%
Stabilitas (kg)	Min. 600	671.2452	877.34	1106.62	1205.37	1176.25
Flow (mm)	-	3.66	4.29	4.43	4.61	4.84
VMA (%)	Min. 18	17.815	18.072	18.154	18.549	19.411
VIM (%)	4.0 - 6.0	11.139	9.247	7.124	5.323	4.05
VFB (%)	Min. 68	37.492	48.851	60.809	71.386	79.149
MQ (kg/mm)	Min. 400	183.289	204.518	249.725	261.243	243.2
Kadar Aspal Efektif (%)	Min. 5.9	3.229	4.237	5.245	6.253	7.261
Kepadatan	-	2.161	2.177	2.198	2.211	2.211

Tabel 5. Hasil Pengujian Marshall dengan Penambahan Fly Ash Pada Campuran HRS-WC

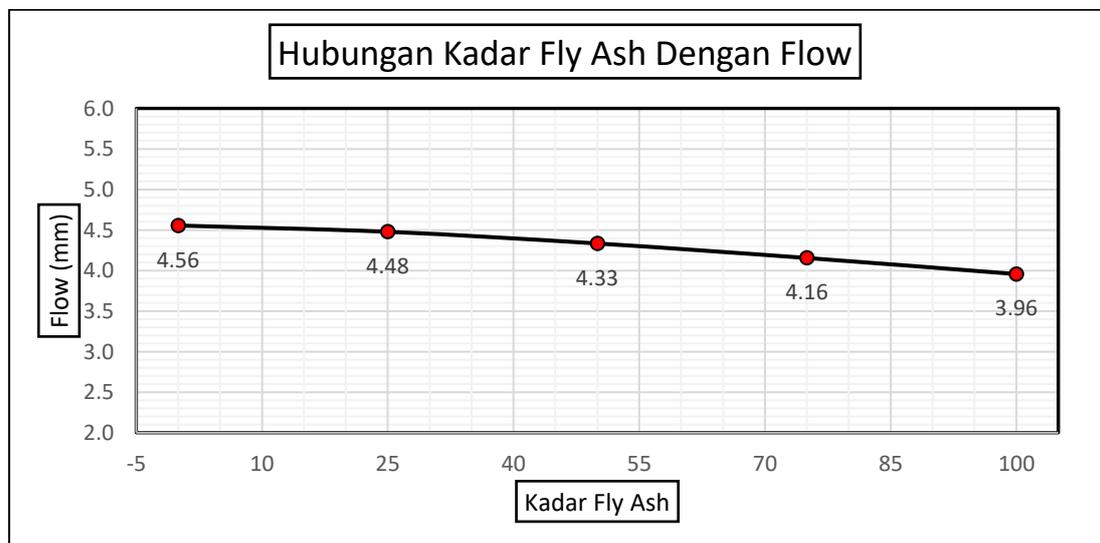
Karakteristik Marshall	Spesifikasi	Kadar Fly Ash (%)			
		25%	50%	75%	100%
Stabilitas (kg)	Min. 600	1065.69	812.33	784.48	716.14
Flow (mm)	-	4.48	4.33	4.16	3.96
VMA (%)	Min. 18	20.105	22.433	21.687	23.65
VIM (%)	4.0 - 6.0	6.348	9.077	8.203	10.503
VFB (%)	Min. 68	68.44	59.682	62.197	55.59
MQ (kg/mm)	Min. 400	238.463	189.034	189.402	182.106
Kadar Aspal Efektif (%)	Min. 5.9	6.606	6.606	6.606	6.606
Kepadatan	-	2.177	2.113	2.134	2.08



Gambar 3. Grafik Kadar Aspal Optimum



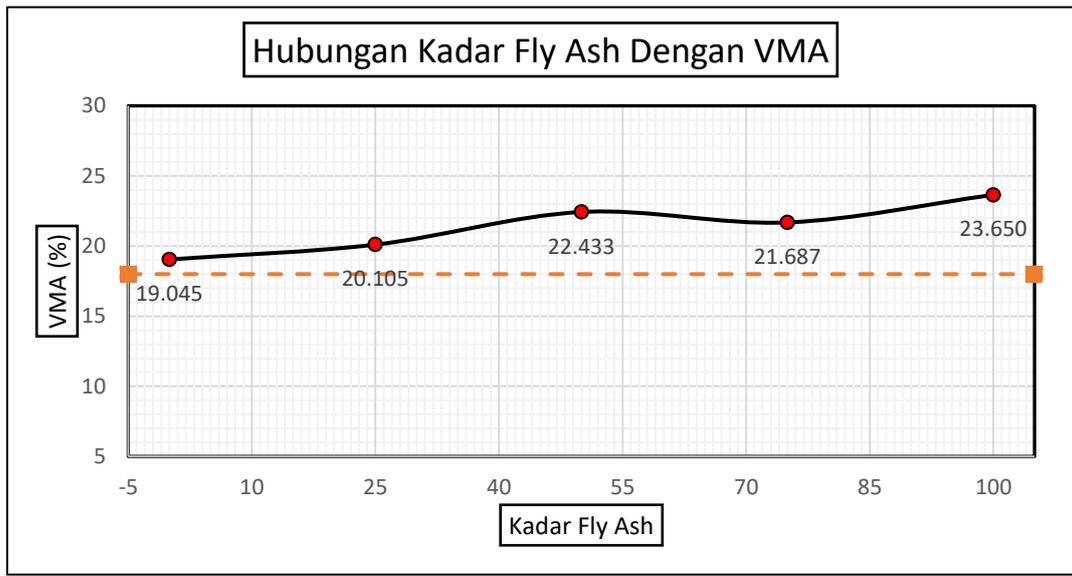
Gambar 4. Grafik Hubungan Kadar Fly ash dengan Stabilitas



Gambar 5. Grafik Hubungan Kadar Fly ash dengan Flow

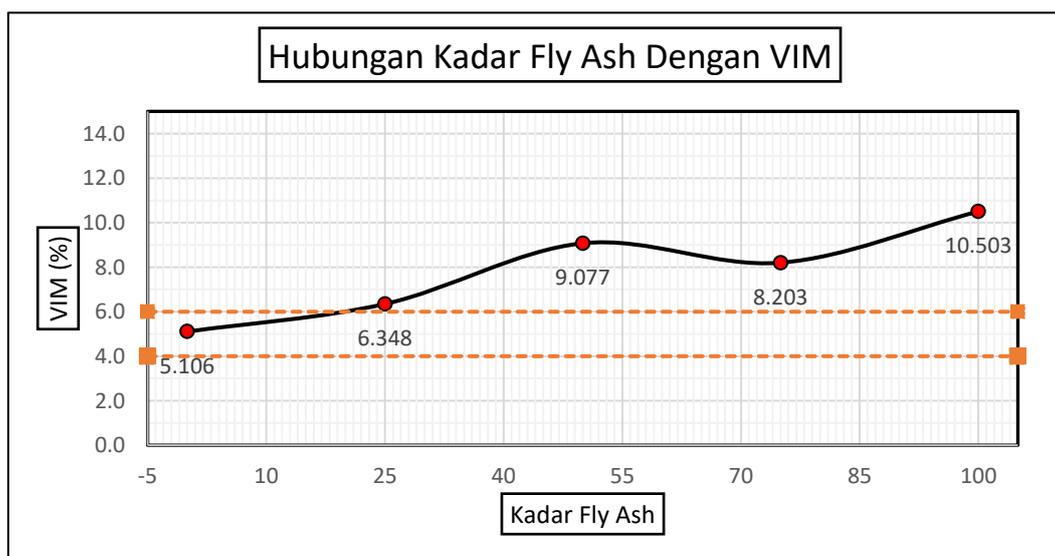
Grafik hubungan kadar *fly ash* dengan stabilitas menunjukkan nilai stabilitas terus mengalami penurunan dengan bertambahnya kadar *fly ash*. Pada kadar *fly ash* 25% dengan nilai stabilitas 1065.69 kg dan kadar *fly ash* 50 % dengan nilai stabilitas 812.33 kg mengalami penurunan yang signifikan. Menurunnya nilai stabilitas dikarenakan penambahan *fly ash* tidak dapat tercampur dengan baik sehingga menyebabkan *fly ash* tidak dapat mengisi rongga-rongga yang ada dalam campuran dan menyebabkan berkurangnya stabilitas.

Grafik hubungan kadar *fly ash* dengan flow menunjukkan nilai flow terus mengalami penurunan dengan bertambahnya kadar *fly ash*. Ini menunjukkan penambahan *fly ash* pada campuran berpengaruh terhadap nilai flow. Penurunan nilai flow ini disebabkan kerapatan agregat oleh karena volume rongga pada campuran yang cukup besar.



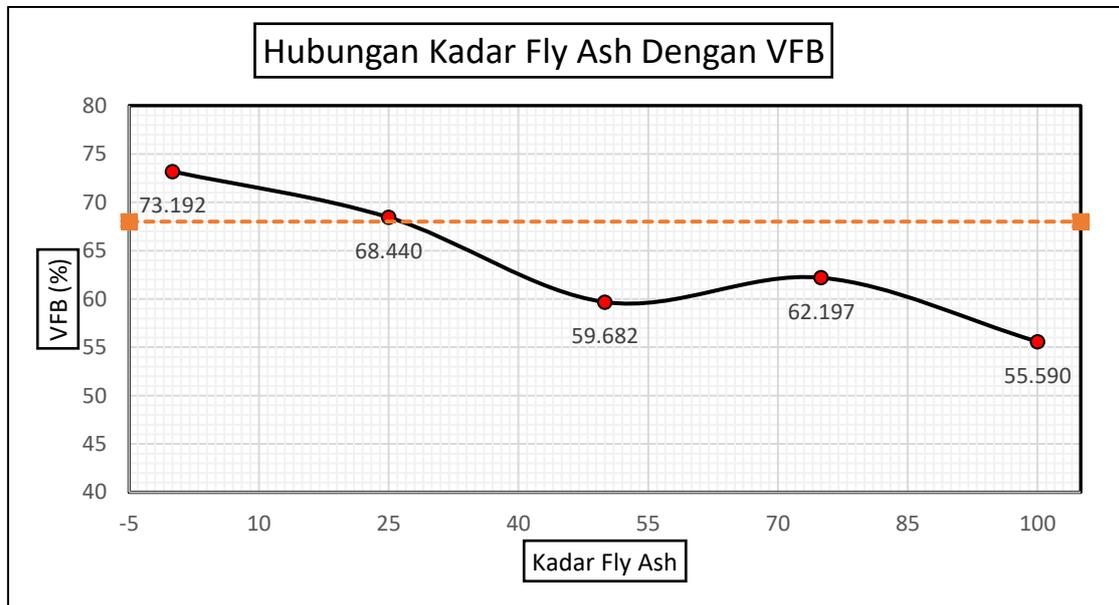
Gambar 6. Grafik Hubungan Kadar Fly ash dengan VMA

Grafik hubungan kadar *fly ash* dengan VMA menunjukkan nilai VMA cenderung mengalami kenaikan. Ini menunjukkan peningkatan nilai VMA menyebabkan lebih besar ruang yang tersedia untuk diselimuti *fly ash* sehingga jarak antara rongga menjadi besar sehingga mempengaruhi daya tahan (*durability*) campuran tersebut serta sifat kedap terhadap air.



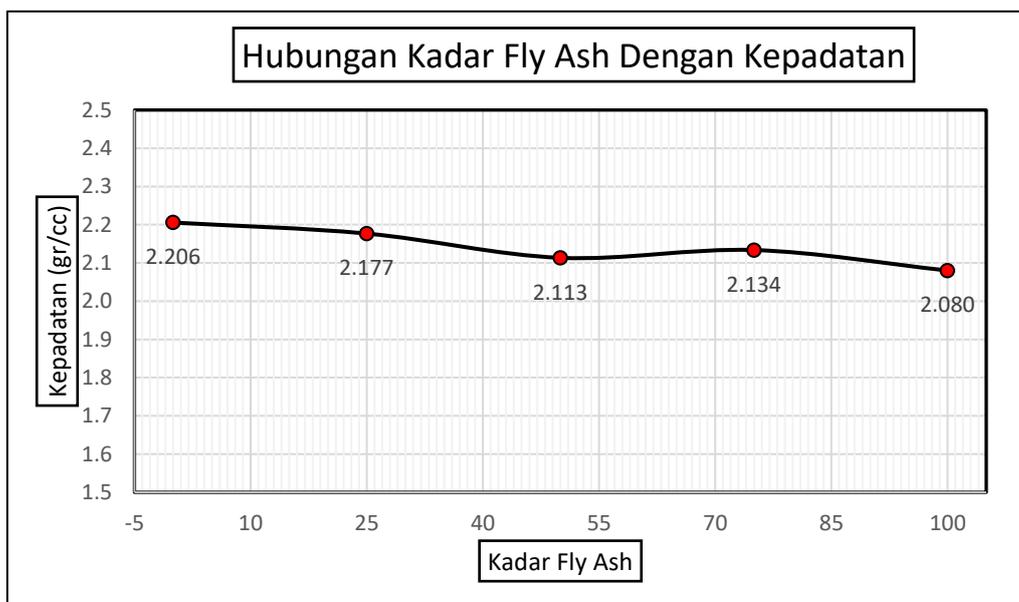
Gambar 7. Grafik Hubungan Kadar Fly ash dengan VIM

Grafik hubungan kadar *fly ash* dengan VIM menunjukkan nilai VIM cenderung mengalami kenaikan namun melewati batas maksimum nilai VIM sesuai spesifikasi yaitu 6%. Ini menunjukkan kondisi dimana terdapat rongga udara yang besar disebabkan karena adanya penggunaan persentase *fly ash* yang besar sehingga volume ikatan antar butiran juga menjadi besar sehingga mengakibatkan campuran aspal berkurang kedekatan airnya.



Gambar 8. Grafik Hubungan Kadar Fly ash dengan VFB

Grafik hubungan kadar *fly ash* dengan VFB menunjukkan nilai VFB mengalami penurunan yang cukup signifikan namun ada juga kenaikan pada kadar *fly ash* 75% dengan nilai VFB 62.197%. Nilai VFB ditentukan dari jumlah rongga dalam mineral agregat (VMA) dan rongga dalam campuran (VIM). VFB adalah persentase dari VMA yang terisi aspal. Ini menunjukkan dengan adanya penurunan nilai VFB, *fly ash* tidak sempurna mengisi rongga pada partikel VMA.



Gambar 9. Grafik Hubungan Kadar Fly ash dengan Kepadatan

Grafik hubungan kadar *fly ash* dengan Kepadatan menunjukkan nilai kepadatan terus mengalami penurunan walaupun tidak signifikan. Ini menunjukkan substitusi *fly ash* pada campuran HRS-WC membuat nilai kepadatan semakin menurun. Hal ini mengakibatkan ikatan

menjadi renggang dan menyebabkan campuran kurang merata dan rongga yang terjadi dalam campuran semakin besar, sehingga campuran HRS-WC dengan menggunakan filler *fly ash* memiliki kepadatan yang kurang baik.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian di Laboratorium Perkerasan Jalan, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi Manado. Pengaruh Variasi Kandungan Bahan Pengisi Filler *Fly Ash* dalam campuran Laston HRS-WC diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada variasi kadar aspal dengan persentase 4%, 5%, 6%, 7%, 8% maka didapatkan nilai kadar aspal optimum (KAO) yang diperoleh pada campuran HRS-WC yaitu 7.35%.
2. Pengaruh Filler *Fly Ash* terhadap karakteristik Marshall :
 - a. Nilai stabilitas campuran beraspal laston HRS-WC tanpa substitusi *fly ash* terus mengalami kenaikan dan turun pada kadar aspal 8% dengan nilai 1176.25 kg. Namun adanya penambahan kadar *fly ash* pada campuran membuat nilai stabilitas terus menerus mengalami penurunan. Ini menunjukkan penambahan *fly ash* pada campuran tidak menambah ketahanan campuran menahan deformasi.
 - b. Nilai flow campuran beraspal laston HRS-WC tanpa substitusi *fly ash* mengalami kenaikan dengan bertambahnya kadar aspal. Namun nilai flow menurun dengan adanya penambahan *fly ash* pada campuran laston HRS-WC. Ini menunjukkan penambahan *fly ash* pada campuran berpengaruh terhadap nilai flow.
 - c. Nilai VMA campuran beraspal laston HRS-WC tanpa substitusi *fly ash* mengalami kenaikan yang tidak signifikan sedangkan adanya penambahan *fly ash* pada campuran laston HRS-WC terjadi kenaikan yang cukup signifikan. Peningkatan nilai VMA karena penambahan *fly ash* menyebabkan lebih besar ruang yang tersedia untuk diselimuti aspal sehingga jarak antara rongga menjadi besar.
 - d. Nilai VIM campuran beraspal laston HRS-WC tanpa substitusi *fly ash* terus menurun berbeda dengan nilai VIM dengan penambahan *fly ash* yang terus meningkat. Penambahan *fly ash* membuat rongga udara menjadi besar sehingga berkurangnya keawetan suatu lapisan perkerasan.
 - e. Nilai VFB campuran beraspal laston HRS-WC tanpa substitusi *fly ash* mengalami kenaikan dengan bertambahnya kadar aspal. Namun adanya penambahan *fly ash* membuat nilai VFB terus menerus turun. Penurunan nilai VFB dikarenakan *fly ash* tidak sempurna mengisi rongga pada partikel VMA.
 - f. Nilai kepadatan campuran beraspal laston HRS-WC tanpa substitusi *fly ash* terus meningkat namun tidak signifikan. Namun nilai kepadatan menurun dengan adanya penambahan *fly ash* sehingga campuran HRS-WC dengan menggunakan filler *fly ash* memiliki kepadatan yang kurang baik.
 - g. Nilai Marshall Quetient campuran beraspal laston HRS-WC tanpa substitusi *fly ash* terus mengalami kenaikan dan turun pada kadar aspal 8% dengan nilai 243.200. Namun penambahan kadar *fly ash* pada campuran membuat nilai MQ terus menerus turun. Nilai MQ yang semakin rendah membuat campuran mudah mengalami deformasi.
3. Campuran HRS-WC dengan penambahan filler *fly ash* yang berasal dari Kema menyebabkan perubahan terhadap karakteristik Marshall hal ini mungkin salah satu penyebabnya yaitu karena gradasi yang digunakan tidak benar-benar senjang sehingga menghasilkan hasil yang tidak sesuai dengan persyaratan spesifikasi.

Referensi

- ACI Committee 226. (1988). *Use of Fly Ash in Concrete*. Farmington Hills, MI: American Concrete Institute.
- Ambarwati, Lasmini, Muhammad Zainul Arifin, dan Heru Bawono (2009). *Pengaruh Kadar Abu Batubara Sebagai Filler Terhadap Karakteristik Dan Indeks Kekuatan Sisa (IKS) Pada Campuran Hot Rolled Sheet (HRS)*. Jurnal Rekayasa Sipil Vol. 3 (II),.
- 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.
- Gussyafri. (2010). "Karakteristik Abu Terbang Pada Stabilitas HRS-WC". *Seminar Nasional Fakultas Teknik-UR*.
- Himawan, F.W (2012). *Pemanfaatan Limbah Sebagai Pengganti Filler Untuk Campuran Aspal Beton Jenis HRS-WC*.
- Juliasti L.E. (2013). *Pemanfaatan Limbah Karbid sebagai Filler untuk Campuran Beton Aspal terhadap Karakteristik Hot Rolled Sheet-B (HRS-B)*. Fakultas Teknik Universitas Atmajaya Yogyakarta.
- Kementrian PU Direktorat Jendral Bina Marga. Spesifikasi Umum revisi 3. 2010.
- Lincoln, K. (2017). *Pengaruh Abu Terbang Sebagai Pengganti Semen Pada Beton Beragregat Halus Bottom Ash*. Bandar Lampung.
- L.W. Hatherley; P.C. Leaver. (1967). *Asphaltic Road Materials*. United Kingdom: Hodder & Stoughton Educational.
- 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.