



Campuran Aspal Concrete Wearing Course (AC-WC) Dengan Menggunakan Limbah Abu Batu Bara Pada Lapisan Permukaan

Vera Th. C. Siahaya¹, David. D. M Huwae² dan Nixon Jordy Mussa³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ambon

Vera Th. C. Siahaya, E-mail: verasiahaya6@gmail.com

Abstrak

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi abu batu bara adalah dengan memanfaatkan dengan skala besar menjadi produk ramah lingkungan, yang memenuhi syarat kesehatan seperti memanfaatkannya sebagai bahan pengisi pada perkerasan lentur. Sehingga dapat mengatasi masalah keterbatasan tempat penumpukan/penampungan dan pencemaran lingkungan. Untuk memperoleh suatu infrastruktur jalan yang baik harus didukung oleh banyak faktor diantaranya perencanaan geometrik jalan, pelaksanaan pekerjaan dengan baik, dan yang tidak kalah pentingnya adalah perencanaan campuran aspal, agregat halus yang digunakan berasal dari limbah batu bara. Metode penelitian menggunakan Metode Marshall dengan rujukan Spesifikasi Bina Marga tahun 2018 Revisi 2 dan pengujian ini dilakukan di laboratorium aspal teknik sipil Politeknik Negeri Ambon, 2022. Pengujian yang penulis lakukan di laboratorium Teknik sipil yaitu menggunakan limbah abu batu bara sebagai pengganti abu batu, kadar aspal yang digunakan ada 6,30% dengan nilai VIM 4,08%, VMA 50,56%, VFB 122,87, Stabilitas 1002,29, MQ 246,10% dan nilai Flow yang mengalami kenaikan sebesar 17,20% tidak memenuhi standar spesifikasi Bina Marga 2018. Kadar pengganti abu batu yaitu dengan menggunakan abu batu bara maka presentase yang di dapatkan dari pengujian marshall yaitu nilai stabilitas yang baik dan nilai flow yang cukup tinggi yang tidak memenuhi standar Spesifikasi Bina Marga 2018 revisi 2

Kata Kunci : AC-WC, Abu Batu Bara, Lapis permukaan

1. Pendahuluan

Aspal Concrete Wearing Coarse (AC-WC) merupakan lapis perkerasan yang terletak paling atas berfungsi sebagai lapisan aus. Bahan pengisi berfungsi sangat penting untuk memodifikasi gradasi agregat halus dalam campuran beraspal sehingga kepadatan semakin meningkat, aspal lebih efisien dan dapat memperpanjang usia dari jalan itu sendiri. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi abu batu bara adalah dengan memanfaatkan dengan skala besar menjadi produk ramah lingkungan, yang memenuhi syarat kesehatan seperti memanfaatkannya sebagai bahan pengisi pada perkerasan lentur. Sehingga dapat mengatasi masalah keterbatasan tempat penumpukan/penampungan dan pencemaran lingkungan.

Penggunaan abu batu bara untuk penelitian menggambarkan bahwa nilai *Flow* mengalami peningkatan pada variasi 25% dengan nilai 3,30 mm, kemudian meningkat sebesar 0,91% (3,33 mm) pada variasi 50%, kemudian terus meningkat seiring bertambahnya kadar abu batu bara dalam campuran, hal ini disebabkan nilai VIM dapat menerima peningkatan kadar abu batu bara dan rongga dalam campuran bertambah licin. Hal ini dikarenakan dengan adanya pori sehingga rongga udara dalam suatu campuran beraspal menjadi lebih kecil, tahanan gesek lebih tinggi serta penguncian antar butiran yang tinggi, dan meningkatkan *stabilitas* campuran aspal beton.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi limbah abu batu bara adalah dengan memanfaatkan dengan skala besar menjadi produk ramah lingkungan, yang memenuhi syarat kesehatan seperti memanfaatkannya sebagai bahan pengisi pada perkerasan lentur.

2. Metode

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium aspal Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ambon, Lokasi pengambilan material agregat kasar dan halus di sungai Air Sakula, kota Ambon dengan titik koordinat pada garis lintang $3^{\circ}41'44.5''S$ dan bujur $128^{\circ}04'41.''E$.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Material
<https://maps.app.goo.gl/EHzUHdphMzFvaWNBA>

2.2. Jenis Data

1. Data Primer adalah data yang di ambil dari hasil pengujian analisa saringan dari masing-masing sampel.
 - a. Analisa saring Agregat batu 10 – 20- mm
 - b. Analisa saring Agregat batu 5 – 10- mm
 - c. Analisa saringan abu batu
2. Data Sekunder adalah data yang diambil dari dokumen; Data yang digunakan yaitu JMF (Job Mix Formula) dari PT. Billian Raya.

2.3. Sumber Data

Sumber data yang diperoleh dalam penelitian ini yaitu :

Data Primer: Serangkaian data didapat langsung dari percobaan atau eksperimen pengujian yang dilakukan sendiri dengan mengacu pada manual yang ada, misalnya dengan melakukan pengujian atau pemeriksaan secara langsung, seperti hasil uji *Marshall* yang meliputi kepadatan (*density*), *VIM* (*void in mix*), *VMA* (*void in mineral aggregate*), *VFA* (*void filled with asphalt*), *stabilitas*, *flow* (pelelehan dan *MQ* (*Marshall Quotient*)).

Data Sekunder: Data yang didapat dari PT. Billian Raya yaitu : *Job Mix Formula*.
Metode eksperimen yaitu : Data yang diperoleh dari Laboratorium

1. Pengujian analisa saringan agregat kasar dan halus : a) persiapan material dan peralatan; b) material dicuci dan dikeringkan dalam oven dengan suhu $110^{\circ}C$; c) menyiapkan saringan sesuai dengan distribusi butir yang ditentukan dalam

spesifikasi, kemudian susun saringan dengan meletakkan ukuran saringan terbesar di bagian atas dan saringan terkecil di bagian bawah; d) getarkan saringan dengan penggetar mekanis dengan waktu minimum 15 menit; e) timbang berat butiran tertahan pada setiap saringan dan catat hasilnya.



Gambar 2. Analisa Saringan

Sumber : Mussa,2023

2. Pengujian campuran beraspal panas dengan alat Marshall : a) rendam benda uji/ bricket dalam penangas air dengan suhu 60°C selama 24 jam; b) kemudian keluarkan benda uji dari penangas air dan ketakan dalam bagian bawah alat penekan uji Marshall; c) kemudian pasang bagian atas alat penekan (kepala penekan) uji Marshall di atas benda uji/ bricket, letakkan seluruhnya dalam mesin uji Marshall; d) pasang arloji pengukur flow pada kedudukannya dan atur kedudukan jarum penunjuk pada angka nol, sementara selubung tangkai arloji dipegang teguh pada bagian atas kepala penekan; e) sebelum diberikan pembebanan, benda uji dan kepala penekan dinaikan hingga menyentuh alas cincin penguji; f) mesin dijalankan, pembebanan diberikan pada benda uji/ bricket. Catat pembebanan maksimum (stabilitas) yang telah dicapai. G) catat nilai pelelehan yang ditunjukkan oleh jarum arloji pengukur kelelehan saat maksimum pembebanan tercapai.



Gambar 3. Campuran beraspal panas dengan alat Marshall

Sumber : Mussa, 2023

2.5 Metode Analisis

Metode analisis, penelitian ini dilakukan pada laboratorium menggunakan bahan limbah abu batu bara. Jenis pengujian yang akan dilakukan mengacu pada peraturan Spesifikasi Bina Marga 2018 sebagai berikut:

1. Metode analisis saringan agregat kasar dan halus (SNI ASTM C136:2018)
2. Metode analisis pengujian campuran aspal dengan alat marshall. (SNI 06-2489 - 1991)

3. Hasil

3.1. Presentase lolos pada masing masing agregat

Tabel 1. Presentase lolos saringan masing masing agregat

No. Saringan	Batu ½	Batu 5-10	Pasir	Abu Batu Bara
# 3/4"	98,80	100,00	100,00	100,00
# 1/2"	58,26	100,00	100,00	100,00
# 3/8"	16,98	99,90	100,00	100,00
No. 4	0,00	50,46	99,40	100,00
No. 8	0,00	0,00	97,56	100,00
No. 16	0,00	0,00	93,40	99,52
No. 30	0,00	0,00	63,88	94,76
No. 50	0,00	0,00	22,96	68,52
No. 100	0,00	0,00	12,96	23,72
No. 200	0,00	0,00	3,64	12,72

Sumber: Mussa (2022)

Dari Tabel 1. Hasil Pengujian agregat bahwa persentase lolos pada masing masing agregat memenuhi standar spesifikasi bina marga 2018.

3.2 Berat Jenis dan penyerapan agregat halus Abu batu bara

Tabel 2. Presentase lolos saringan masing masing agregat

Uraian	Sampel I
Berat jenis (<i>Bulk</i>)	2,02
Berat jenis kering permukaan jenuh	2,15
Berat jenis semu (<i>Apparent</i>)	2,18
Penyerapan (<i>Absorption</i>)	2,22

Sumber: Mussa (2022)

Dari tabel 2. Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus telah memenuhi nilai spesifikasi yang telah disyaratkan dalam spesifikasi Bina Marga 2018 dan dapat digunakan dalam perencanaan campuran laston AC - WC.

3.3 Komposisi Campuran

Tabel 3. Komposisi Campuran

Kadar abu batu bara	Aspal Pertamina	Aspal B5/20	Batu Pecah 1-2	Batu Pecah 0,5-10	Pasir	Total
(%)	(Gram)	(Gram)	(Cm)	(Mm)	(Gram)	(Gram)
36	70,8	35,28	180,72	304,92	182,76	1200
37	70,8	35,28	180,72	304,92	170,76	1200

38	70,8	35,28	180,72	304,92	146,76	1200
39	70,8	35,28	180,72	304,92	134,76	1200
40	70,8	35,28	180,72	304,92	122,76	1200

Sumber: Mussa (2022)

Dari Tabel 3. komposisi campuran yang dipakai sesuai *Job Mix Formula* untuk pengujian sesuai dan hanya variasi pada abu batu bara sebagai pengganti abu batu dan material yang digunakan sesuai *JMF* yang menjadi acuan untuk penelitian yang dilakukan.

3.4 Berat Jenis Campuran

Tabel 4. Komposisi Campuran

Sampel	No Sampel	Tebal Benda Uji (mm)	Berat Benda Uji (gr)		
			Kering	Dalam Air	SSD
36%	I	62	1091	681	1191,11
	II	62	1124	675	1189,25
	III	60	1110	679	1187,22
37%	I	62	1076	678	1191,81
	II	63	1077	671	1189,66
	III	62	1066	675	1189,66
38%	I	63	1057	666	1189,75
	II	62	1060	679	1187,63
	III	62	1056	674	1192,5
39%	I	63	1060	668	1190,2
	II	62	1052	666	1189,07
	III	63	1074	670	1196,35
40%	I	63	1113	684,00	1199,08
	II	63	1120	678,00	1194,79
	III	63	1094	680,00	1195,83

Sumber : Mussa (2022)

Dari Tabel 4. diatas adalah hasil pengujian yang diuji dilaboratorium aspal teknik sipil 2022 dengan pengujian berat jenis campuran.

4. Pembahasan

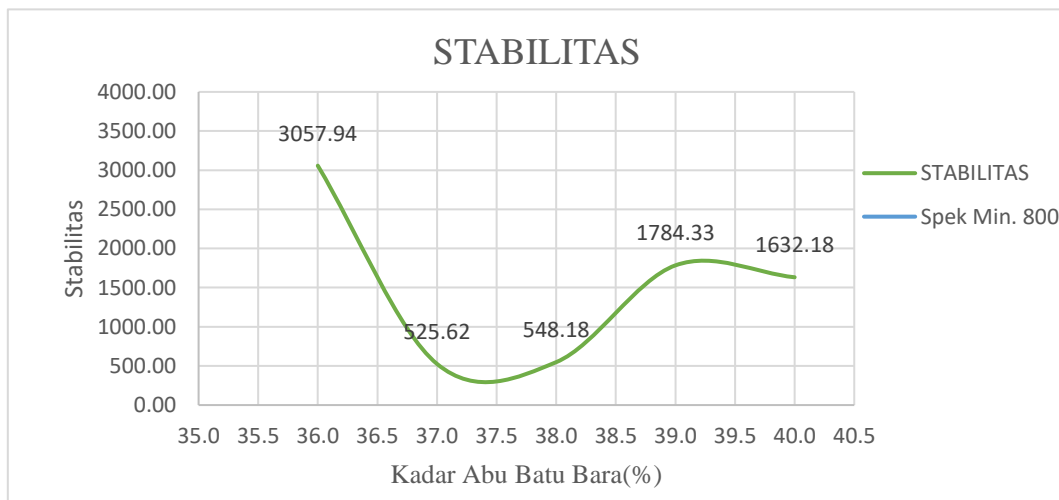
4.1 Bacaan Terhadap Alat *Marshall*

Stabilitas merupakan kemampuan perkerasan untuk menerima suatu beban sampai terjadi kelelahan. Pengaruh kadar aspal terhadap *stabilitas* akan naik apabila kadar aspal bertambah sampai batas tertentu. Kemudian bila ditambah lagi maka *stabilitasnya* akan menurun (melampaui kadar aspal optimum). Bila kadar aspal terlalu kecil maka aspal tidak bisa mengikat agregat dengan baik. Berikut table hasil pengujian stabiitas marshall.

Tabel 4.1. Bacaan Pada Alat

No. Benda Uji	Benda Uji	Kadar Abu Batu Bara (%)	Nilai <i>Stabilitas</i> (kg)
1	1	36	3223,92
	2	36	2757,89
	3	36	3192,00
Rata -Rata			3057,94
2	1	37	549,02
	2	37	555,41
	3	37	472,42
Rata -Rata			525,62
3	1	38	524,16
	2	38	556,92
	3	38	472,42
Rata -Rata			548,18
4	1	39	884,52
	2	39	622,44
	3	39	3846,02
Rata -Rata			1784,33
5	1	40	2087,57
	2	40	1002,29
	3	40	1806,67
Rata -Rata			1632,18
Spesifikasi			Min. 800

Sumber: Mussa, 2022

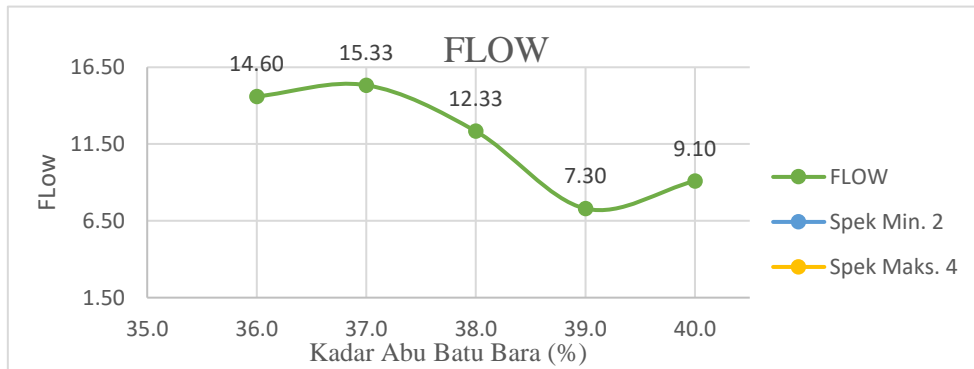


Gambar 4.1 Grafik Pengujian *Stabilitas*,

Sumber: Mussa, 2022

Dari tabel 4.15 menghasilkan gambar 4.5 dapat dilihat bahwa nilai *stabilitas* menurun dengan semakin bertambahnya kadar abu batu bara dari 3057,94-1632,18. Hal ini menunjukkan bahwa nilai *stabilitas* sangat tergantung pada banyaknya kadar aspal yang digunakan. Sesuai dengan spesifikasi bina marga 2018 pada tabel 2.2

4.2 Nilai Flow

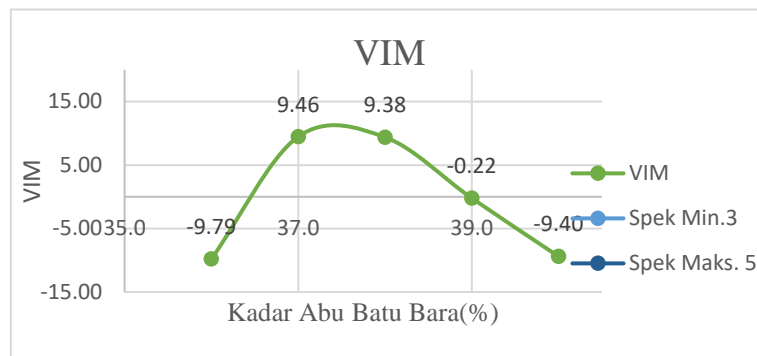


Gambar 4.2 Grafik nilai Flow,

Sumber: Mussa, 2022

Dari tabel 4.17 menghasilkan gambar 4.6 dapat dilihat bahwa semakin tinggi kadar abu batu bara maka nilai *Flow* dengan kadar 36% dengan nilai 14,60 turun dan bisa dilihat pada grafik kadar 37% naik dengan nilai 15,33, sedangkan kadar 37%-39% nilainya menurun dari angka 15,33-7,30. Tidak memenuhi spesifikasi bina marga 2018 pada tabel 2.2

4.4 Nilai VIM

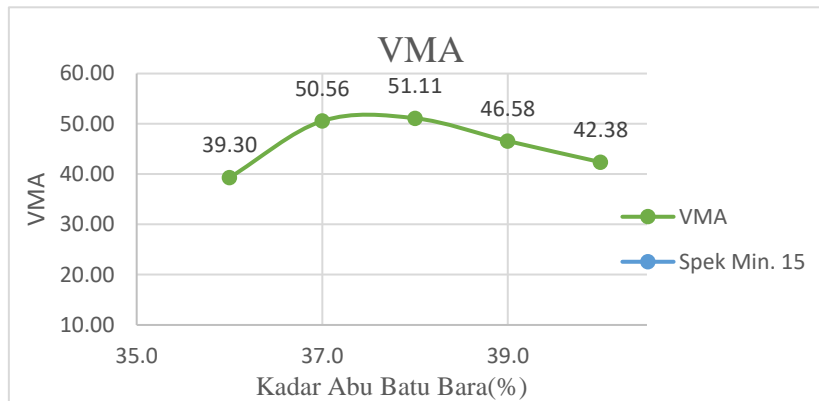


Gambar 4.3 Grafik Nilai VIM,

Sumber: Mussa, 2022

Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa semakin tinggi kadar aspal makan rongga udara dalam campuran padat akan semakin kecil, sedangkan semakin kecil kadar aspal maka nilai rongga udarah dalam campuran padat akan semakin besar. Pada presentase kadar abu batu bara dengan kadar 36% turun dengan nilai -9,79% dan mengalami kenaikan dari 37-38% dengan nilai 9,33% kembali menurun dengan nilai -9,40% spesifikasi bina marga 2018

4.5 Nilai VMA

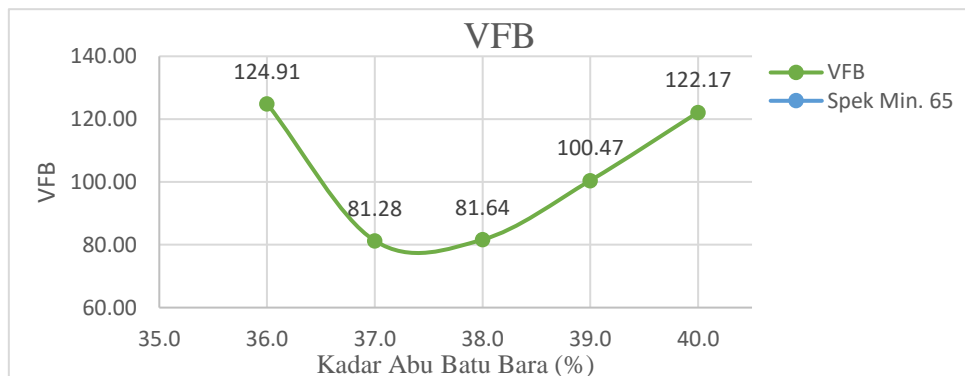


Gambar 4.5 Grafik Nilai VMA,

Sumber: Mussa, 2022

Gambar 4.5 pada setiap penambahan kadar abu batu bara 36% sampai 38% nilai *VMA* mengalami kenaikan kemudian mengalami penurunan pada kadar aspal 39-40%. Nilai *VIM* tertinggi terdapat pada kadar aspal 38% dengan nilai rata – rata 51,11%.

4.6 Nilai VFB

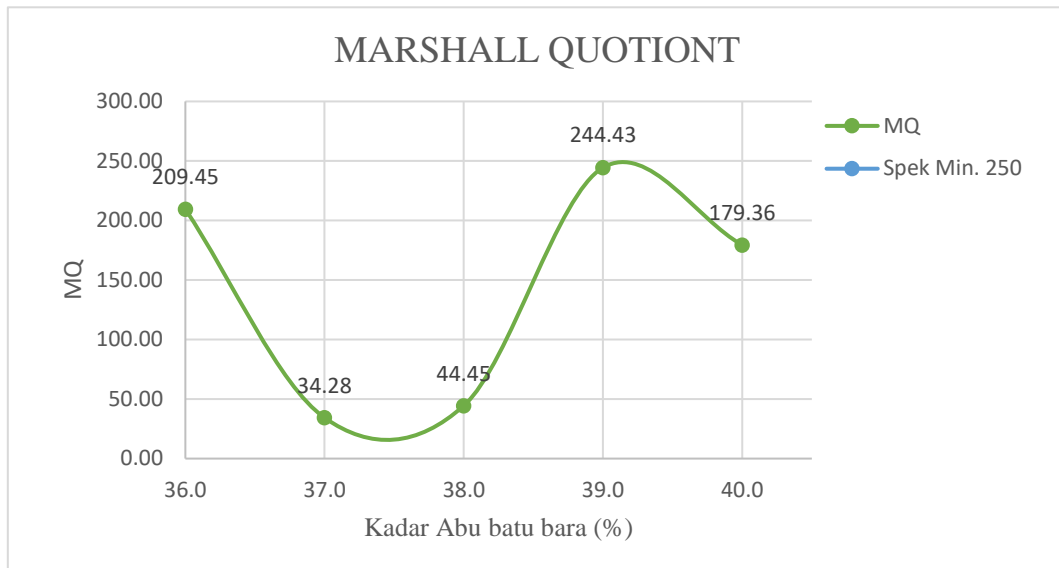


Gambar 4.6 Grafik Nilai VFB,

Sumber: Nixon Mussa, 2022

Gambar 4.6 terlihat bahwa kecenderungan nilai *VFB* semakin bertambahnya variasi abu batu bara maka nilai yang di dapat di *VFB* sesuai grafik dari kadar 36% nilai 124,91 dan 40% nilai 122,17 itu naik dan 37%, 38% dan 39% itu terjadi penurunan itu juga sudah memenuhi spesifikasi bina marga 2018.

4.7 Nilai Marshall Quotient



Gambar 4.7 Grafik Nilai MQ,
Sumber: Nixon Mussa 2022

Gambar 4.7 diperoleh hasil bagi *Marshall Quotient* pada pengujian ini menunjukkan bahwa nilai pada *Marshall Quotient* belum memenuhi spesifikasi dengan minimal 250

4.8 Data Pengujian Marshall

Tabel 4.22 Data Rekap Nilai-Nilai Pengujian Marshall

Kadar Aspal (%)	Stabilitas	Flow	VIM	VMA	VFB	MQ
36,0	3057,94	14,60	-9,79	39,30	124,91	209,45
37,0	525,62	15,33	9,46	50,56	81,28	34,28
38,0	548,18	12,33	9,38	51,11	81,64	44,45
39,0	1784,33	7,30	-0,22	46,58	100,47	244,43
40,0	1632,18	9,10	-9,40	42,38	122,17	179,36
Nilai Rata - Rata	1509,65	11,73	-0,11	45,99	102,10	142,39
Speki Bina Marga 2018	Min. 800	Min. 2 - Maks. 4	Min. 3 - Maks. 5	Min. 15	Min. 65	Min. 250

Sumber: Nixon Mussa 2022

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada bab IV maka disimpulkan:

1. Berdasarkan Pengujian yang penulis lakukan di laboratorium Teknik sipil yaitu menggunakan limbah abu batu bara sebagai pengganti abu batu, kadar aspal yang digunakan ada 6,30% dengan nilai VIM 4,08%, VMA 50,56%, VFB 122,87, *Stabilitas* 1002,29, MQ 246,10% dan nilai *Flow* yang mengalami kenaikan sebesar 17,20%.
2. Kadar pengganti abu batu yaitu dengan menggunakan abu batu bara maka presentase yang di dapatkan dari pengujian marshall yaitu semakin besar nilai kadar abu batu bara maka semakin menurun/ kecil nilai *stabilitas*, hal ini memenuhi spesifikasi bina marga 2018.

Daftar Rujukan

- Anonim. 2018 Departemen Pekerjaan Umum. (2018). *Spesifikasi Umum Perkerasan Aspal, Direktorat Jendral bina Marga*, Jakarta.
- Anonim. 2018 Departemen Pekerjaan Umum, (2018). SNI ASTM C136-2012. *Metode uji untuk analisis saringan agregat halus dan agregat kasar*. Badan Penelitian Dan Pengembangan, Jakarta.
- Anonim. 2018 Bina Marga Direktorat Jendral, (2018). *Spesifikasi umum*. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonim, 2018 Direktorat Jendral Bina Marga, (2018). *Spesifikasi khusus Bina Marga*, Jakarta. Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia.
- Abdullah, Z. Z., Wesli, W., & Akbar, S. J. (2017). *Penggunaan Abu Batu Bara Sebagai Filler Pada Campuran Aspal Beton AC-BC*. TERAS JURNAL-Jurnal Teknik Sipil, 6(2), 121-130.
- Alif Lam Ra Sugeha, Eti sulandari, Rudi Sugiono Suyono, (2010). *Pemanfaatan limbah abu batu bara sebagai filler pada campuran laston*. Dosen Prodi Teknik Sipil FT. UNTAN
- Fahmi, A.K.A. (2021). *Karkteristik Campuran Beton Aspal (AC-WC) Dengan Menggunakan Variasi Kadar Filler Limbah Abu Terbang Batubara*. Jurnal Online SKRIPSI Manajemen Rekayasa Konstruksi Politeknik Negeri Malang, 2(1), 51-57.
- Tri Cahyono, Herri Purwanto, Agus Setiobudi, M. Firdaus, (2021). *Pengaruh Penambahan Bubuk Batubara Sebagai Filler Pada Campuran AC WC*. Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Palembang.