

ANALISIS SUBSTITUSI FLY ASH BATU BARA SEBAGAI PENGISI FILLER TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL CAMPURAN ASPAL BETON AC-WC

M. Amin Fahmi¹, Eva Rita²

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Bung Hatta Padang

Email: m.aminfahmi29@gmail.com ² evarita@bunghatta.ac.id

ABSTRAK

Sebagian besar kerusakan yang terjadi pada jalan raya disebabkan oleh ketidaksesuaian konstruksi jalan dengan spesifikasi Bina Marga tahun 2018. Salah satu upaya yang dapat ditempuh untuk meningkatkan kualitas perkerasan jalan adalah dengan memodifikasi filler melalui substitusi dengan bahan lain, seperti fly ash batu bara. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang mengacu pada spesifikasi Bina Marga 2018 revisi 2. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa kadar aspal optimum (KAO) sebesar 6%, kemudian dilakukan variasi kadar limbah fly ash batu bara sebesar 4%, 5%, 6%, 7%, dan 8%. Kadar optimum ditemukan pada kadar 6%, dengan nilai density 2,315 gr/cm³, VMA 16,05%, VIM 4,46%, VFA 72,19%, stabilitas 1112 kg, flow 3,64 mm, dan MQ 305,4 kg/mm.

Kata kunci : Fly Ash Batu Bara, Aspal Beton (AC-WC), Marshall Test

PENDAHULUAN

Di masa sekarang ini, khususnya di Indonesia jumlah tingkat perkembangan penduduk setiap tahunnya sangatlah pesat. Dengan terjadinya peningkatan pertumbuhan jumlah penduduk ini, juga memungkinkan penduduk mengalami mobilitas yang sangat tinggi di setiap daerahnya. Peningkatan jumlah kendaraan yang melintas di jalan berdampak pada kondisi perkerasan. Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas perkerasan jalan atau nilai stabilitas aspal adalah dengan memodifikasi filler melalui substitusi fly ash batu bara sebagai mineral filler. Fly ash batu bara mengandung unsur pozzolan, yang berfungsi sebagai pengisi rongga dan pengikat beton aspal. Sebagai limbah industri, fly ash batu bara memiliki potensi tinggi untuk digunakan dalam konstruksi jalan raya. Penggunaan fly ash batu bara sebagai filler juga merupakan langkah untuk mengurangi pencemaran udara yang diakibatkan oleh limbah tersebut. [1], pemanfaatan fly ash batu bara juga berdampak positif pada campuran aspal berdasarkan hasil penelitian terdahulu oleh Ramadini Febrina dkk, (2020), M. sa'dillah dkk, (2020), M. Zainul Arifin dkk, (2018), Ahmad Uwwes Al Qurny dkk, (2022). Untuk itu penulis akan melakukan penelitian terhadap fly ash batu bara yang berjudul "Analisis Substitusi *Fly Ash* Batu Bara Sebagai Pengisi Filler Terhadap Karakteristik *Marshall* Campuran

Aspal Beton AC-WC", Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jumlah Kadar Aspal Optimum (KAO) yang digunakan serta mengkaji pengaruh limbah fly ash batu bara terhadap campuran aspal beton (AC-WC).

METODE

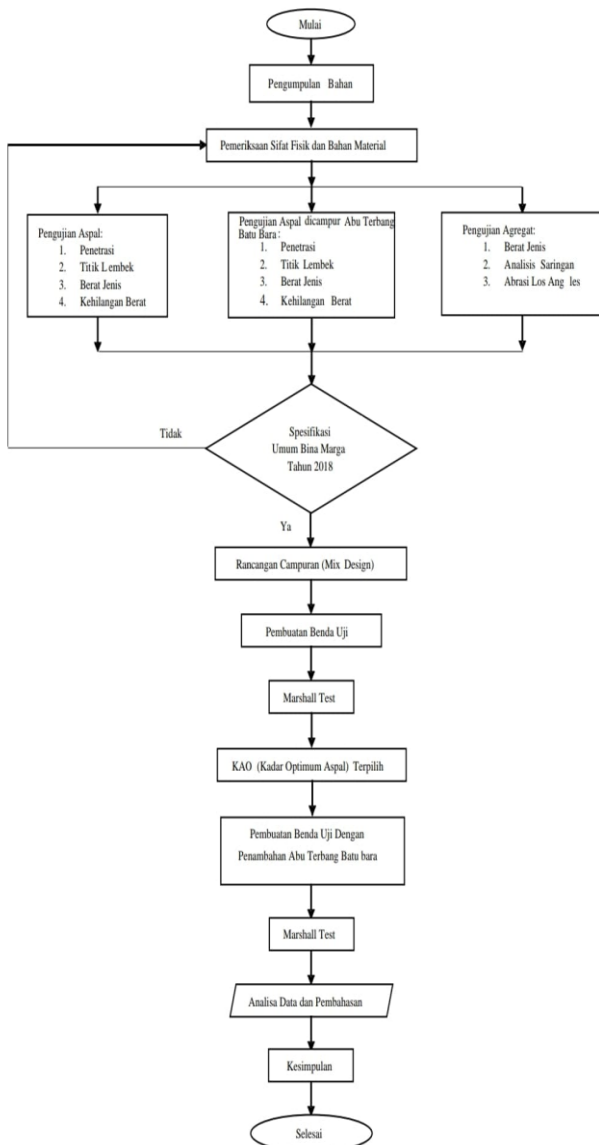
Penelitian ini dilakukan laboratorium dengan metode Pengujian material dan perancangan aspal hotmix dijabarkan sebagai berikut :

- Pengujian kualitas aspal dan agregat dilakukan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk bahan konstruksi, yang mencakup: Berat Jenis Aspal (SNI 2441-2011), Titik Lembek (SNI 2434-2011), Titik Nyala (SNI 2433-2011), Penetrasi (SNI 2456-2011), dan Daktilitas (SNI 2432-2011). Selain itu, pemeriksaan juga meliputi Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar (SNI 1969-2016), Keausan Agregat (SNI 2427-2008), Kelekatan Agregat (SNI 06-2439-2011), Butir Pipih Lonjong (SNI 1969-2016), Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus (SNI 1970-2016), serta Pemeriksaan Agregat Lolos Saringan No.200 (SNI ASTM C117-2012).
- Setelah itu, dilakukan perancangan campuran aspal dengan menggunakan metode Marshall. Perancangan proporsi agregat dilakukan secara analitis, di mana proporsi agregat dipilih

berdasarkan gradasi yang sesuai dengan spesifikasi Bina Marga 2018. Metode analitis ini bekerja dengan menentukan gradasi agregat yang dipilih, kemudian menghitung jumlah butiran yang tertahan pada saringan No 8, yang lolos saringan No 8, serta yang lolos saringan No 200, sehingga diperoleh komposisi agregat kasar, agregat halus, dan filler.

c. Untuk menghitung kadar aspal total dalam campuran, digunakan rumus berikut: $P_b = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (FF) + 1$.

Adapun metode penelitian sebagai berikut:



Gambar 1. Bagan alir
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan yang di dapatkan dari pengujian-pengujian yang di lakukan di laboratorium sebagai berikut:

a. a. Agregat (kasar dan halus). Berdasarkan hasil pengujian, agregat yang digunakan dalam

penelitian ini sudah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Pada pengujian Berat Jenis agregat kasar di dapatkan nilai berat Jenis Semu sebesar 2,67 gr/cc, Berat Jenis Bulk sebesar 2,50 gr/cc, Berat Jenis SSD 2,56 gr/cc, Penyerapan Agregat dapatkan nilai 2,59%, pengujian Keausan Agregat dapatkan nilai 25,03%, Pengujian Kelekatan Agregat di dapatkan nilai 100%, Pengujian Butir Pipih Lonjong di dapatkan nilai 1,03%. Pada pengujian Berat Jenis agregat halus di dapatkan nilai berat Jenis Semu sebesar 2,71 gr/cc, Berat Jenis Bulk sebesar 2,52 gr/cc, Berat Jenis SSD 2,59 gr/cc, pada Pemeriksaan Agregat Lolos Saringan No.200 di dapatkan nilai 6,09%.

b. Aspal Penetrasi 60/70. Berdasarkan hasil pengujian, aspal yang digunakan dalam penelitian ini sudah sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Pada pengujian Berat Jenis Aspal di dapatkan nilai 1,03 gr/cm³, pengujian Titik Lembek dapatkan nilai 58°C, pengujian Titik Nyala dapatkan nilai 315 °C, Pengujian Penetrasi di dapatkan nilai 64,7 mm, Pengujian Daktilitas dapatkan nilai 150 cm,

Hasil pengujian menunjukkan bahwa KAO sebesar 6%, dengan komposisi campuran untuk pembuatan benda uji yaitu Split 1-2 (19,1 mm) sebesar 8%, Medium (12,5 mm) 45%, Abu Batu 45%, dan Filler 2%.

1. Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Hasil uji Marshall untuk campuran aspal yang direncanakan menunjukkan nilai KAO sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil Pengujian KAO

No	Karakteristik	Spesifikasi	Satuan	Kadar Aspal				
				5,0%	5,5%	6,0%	6,5%	7,0%
1	Density	-	gr/cc	2,313	2,323	2,325	2,322	2,308
2	VMA	Min. 15	%	15,21	15,29	15,65	16,22	17,17
3	VIM	3,0 - 5,0	%	5,90	4,80	4,01	3,46	3,36
4	VFA	Min. 65	%	61,2	68,6	74,3	78,6	80,4
5	Stability	Min. 800	%	988,1	1058,7	1088,4	1053,2	997,3
6	Flow	2 - 4	mm	3,05	3,22	3,30	3,56	4,02
7	MQ	-	Kg/mm	324,2	329,1	329,6	296,2	248,0

(Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium Untuk Mencari KAO, 2024)

2. Hasil Pengujian Marshall dengan penambahan campuran fly ash batu bara.

Hasil pengujian marshall dengan penambahan campuran fly ash batu bara sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil Pengujian *Marshall*

no	Karakteristik	Spesifikasi	Satuan	Variasi Kadar Fly Ash				
				4 %	5%	6 %	7 %	8 %
1	Density	-	gr/cc	2,308	2,311	2,315	2,355	2,373
2	VMA	Min. 15	%	16,29	16,18	16,05	14,58	13,93
3	VIM	3,0 - 5,0	%	4,73	4,61	4,46	2,79	2,05
4	VFA	Min. 65	%	70,95	71,53	72,19	80,86	85,26
5	Stability	Min. 800	Kg	981,9	1061,6	1112,0	1286,8	1427,2
6	Flow	2 - 4	mm	3,47	3,56	3,64	4,06	4,28
7	MQ	250	Kg/mm	282,9	298,5	305,4	316,6	333,8

(Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium, 2024)

Dari hasil pengujian dengan penambahan fly ash batu bara sebagai filler dalam campuran perkerasan beraspal AC-WC (Asphalt Concrete - Wearing Course) menggunakan uji Marshall, ditemukan beberapa parameter yang tidak memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 pada kadar 7% dan 8%. Pada kadar fly ash 7% dan 8%, nilai parameter yang tidak sesuai spesifikasi termasuk VMA, yaitu 14,58% dan 13,93%, sedangkan spesifikasinya adalah 15%. Juga, nilai flow pada kadar fly ash 7% dan 8% adalah 4,06 mm dan 4,28 mm, sementara spesifikasi yang diharapkan adalah 2-4 mm. Parameter VIM pada kadar fly ash 7% dan 8% masing-masing adalah 2,79% dan 2,05%, sedangkan spesifikasinya adalah 3-5%. Namun, parameter lain seperti density, VMA, VIM, VFA, Stability, Flow, dan Marshall Quotient memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018. Kadar fly ash batu bara yang memberikan kekuatan optimum adalah 6%, dengan nilai density 2,315 gr/cm³, VMA 16,05%, VIM 4,46%, VFA 72,19%, stability 1112 kg, flow 3,64 mm, dan Marshall Quotient 305,4 kg/mm. Penambahan fly ash batu bara pada kadar ini terbukti dapat meningkatkan daya dukung dan ketahanan perkerasan AC-WC.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kadar aspal optimum untuk campuran aspal panas lapisan aus AC-WC yang diperoleh adalah 6%. KAO sebesar 6% ini didapatkan dari hasil uji Marshall yang mencakup parameter Density, VMA, VIM, VFA, Stability, flow, dan Marshall Quotient, semuanya telah sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.
2. Pada penelitian ini kadar fly ash batu bara yang digunakan adalah variasi 4%, 5%, 6%, 7%, dan 8%, dimana variasi kadar ini memberi pengaruh terhadap karakteristik marshall sebagai berikut:
 - a. Nilai *density* pada variasi kadar *fly ash* batu bara 4%, 5%, 6%, 7%, dan 8% mengalami kenaikan setiap bertambahnya variasi kadar *fly ash* batu

bara sehingga menyebabkan density menjadi tinggi ialah kandungan mineral halus yang terkandung dalam *fly ash* batu bara dan menyebabkan sifat *interlocking* dari partikel-partikel agregat dengan aspal bertambah.

- b. Nilai VMA pada variasi kadar *fly ash* batu bara 4%, 5%, 6%, mengalami penurunan disebabkan bertambahnya total perekat dalam campuran AC-WC menyebabkan rongga antar agregat dalam campuran semakin mengecil sehingga campuran semakin rapat sedangkan pada kadar 7% nilai dan 8% mengalami penurunan tidak masuk syarat dari spesifikasi minimum 15%.
- c. Nilai VIM pada variasi kadar kadar *fly ash* batu bara 4%, 5%, 6%, 7 %, dan 8%. Dari nilai yang didapatkan pengaruh terhadap VIM hanya 3 (tiga) kadar yang dapat dikatakan telah memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan, yaitu pada kadar 4%, 5%, 6%, sedangkan pada kadar 7% dan 8% tidak memenuhi syarat dari spesifikasi 3% - 5%. Jika nilai VIM terlalu rendah, juga dapat mengakibatkan campuran aspal menjadi lebih rentan terhadap retak (*cracking*) dan kerusakan akibat deformasi atau perubahan suhu.
- d. Nilai VFA pada variasi kadar *fly ash* batu bara 4%, 5%, 6%, 7%, dan 8% mengalami peningkatan dan sudah memenuhi syarat dari spesifikasi minimum 65%. Hal yang menyebabkan meningkat nya nilai VFA dikarenakan kadar filler fly ash batu bara yang ada menyerap aspal dan mengisi rongga-rongga lebih banyak.
- e. Nilai Stabilitas (*Stability*) pada variasi kadar *fly ash* batu bara 4%, 5%, 6%, 7%, dan 8% mengalami peningkatan dan nilai stabilitas nya sudah memenuhi syarat dari spesifikasi minimum 800 kg. Peningkatan stabilitas ini dapat terjadi diakibatkan viskositas lebih tinggi sehingga membuat aspal menjadi keras.
- f. Nilai *Flow* pada variasi kadar *fly ash* batu bara 4%, 5%, dan 6% mengalami peningkatan dan nilai *flow* nya sudah memenuhi syarat dari spesifikasi 2 mm – 4 mm tetapi pada kadar 7% dan 8 % nilai *flow* melewati batas maximum dengan nilai 4.06 mm & 4.28 mm Jika nilai *flow* tinggi dapat menyebabkan penurunan daya dukung campuran, yang dalam jangka panjang dapat meningkatkan risiko kelelahan.
- g. Nilai MQ pada variasi kadar *fly ash* batu bara 4%, 5%, 6%, 7%, dan 8% mengalami

peningkatan. Semakin tinggi nilai MQ, semakin besar kemungkinan campuran memiliki kekakuan yang lebih tinggi.

Dari variasi kadar *Fly ash* batu bara sebagai filler diatas dapat disimpulkan bahwa variasi kadar (*Fly Ash*) Batu Bara yang memenuhi nilai-nilai karakteristik *marshall* berdasarkan dari spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi 2 adalah pada variasi kadar abu terbang (*fly ash*) batu bara dari 4%, 5%, 6%, 7%, dan 8%. Dari kelima variasi kadar *fly ash* batu bara yang memenuhi parameter *marshall* yang paling optimal digunakan sebagai aspal campuran AC-WC adalah pada kadar 6%.

Pada penelitian ini campuran aspal yang digunakan adalah campuran aspal jenis AC-WC, diharapkan untuk peneliti selanjutnya dapat mengembangkan penelitian pada lapisan aspal jenis AC-BC, AC-Base, atau perkerasan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmad Fahmi. 2021: Karakteristik Campuran Beton Aspal (AC-WC) Dengan Menggunakan Kadar Filler Limbah Abu Terbang Batu Bara, Jawa Timur, Politeknik Negeri Malang,
- [2] Al Qurny, A. U., Puspito, I. H., & Tinumbia, N. (2022). Pengaruh Penambahan Bahan Pengisi (Filler) Fly Ash Terhadap Campuran Aspal Beton Lapis Aus (Asphalt Concrete Wearing Course/AC-WC). *Jurnal Artesis*, 2(1), 87-97.
- [3] Arifin, M. Z., Sadillah, M., & Wicaksono, A. (2018). Pengaruh Penggunaan Abu Terbang Batubara Sebagai Bahan Pengisi Terhadap Modulus Resilien Beton Aspal Lapis Aus. *Jurnal HPJI (Himpunan Pengembangan Jalan Indonesia)*, 4(1), 59-66.
- [4] Dirjen Bina Marga. (2019). *Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat.
- [5] Fahmi, A. K. (2021). Karakteristik Campuran Beton Aspal (AC-WC) Dengan Menggunakan Variasi Kadar Filler Limbah Abu Terbang Batubara. *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi (JOS-MRK)*, 2(1), 51-57.
- [6] Febrina, R., Malik, A., & Alwinda, Y. Penggunaan Abu Terbang PT Indah Kiat Sebagai Bahan Pengisi (Filler) Dalam Campuran Aspal Jenis AC-WC Dengan Pengujian Marshall. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik dan Sains*, 7, 1-16.
- [7] Ramadhan, G. B. (2014). Perbandingan Karakteristik AC-WC Bergradasi Rapat dan Senjang dengan Bahan Ikat Aspal Retona Blend E-55 dan Starbit E-55 (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- [8] Riadi, Muchlisin. (2019). Fungsi, Sifat, Jenis dan Analisis Pengujian Aspal. dari <https://www.kajianpustaka.com/2019/03/fungsi-sifat-jenis-dan-analisis.html>.
- [9] Sa'dillah, M., & Leliana, A. (2020, October). Karakteristik Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Dengan Penambahan Bahan Pengisi Abu Terbang Batubara. In *Prosiding SENTIKUIN (Seminar Nasional Teknologi Industri, Lingkungan dan Infrastruktur)* (Vol. 3, pp. D7-1).