PENGGUNAAN MATERIAL BATU LOKAL KABUPATEN ENDE PENAMBAHAN ABU SERBUK KAYU SEBAGAI FILLER CAMPURAN ASPAL AC- BC

Aser Habita Halang[1], Dr. Ir. Nusa Sebayang. MT.[2], I Nyoman Sudiasa, S.Si, M.Si[3]

[1]Prodi Teknik Sipil, ITN Malang
Email: umbuaserhalang@gmail.com
[2] Prodi Teknik Sipil, ITN Malang
Email: nusasebayang@lecturer.itn.ic.id
[3]Prodi Tenkin Sipil ITN Malang
Email: nyomansudiasa@yahoo.co.id

ABSTRACT

Ende Regency, East Nusa Tenggara, has abundant local natural stone material that remains underutilized in road construction, forcing the region to rely on materials transported from other areas and increasing production costs. This study analyzes the effect of using local natural stone aggregate from Ende Regency, combined with wood ash as a filler substitute, on the Marshall performance of AC-BC (Asphalt Concrete–Binder Course) asphalt mixtures, and determines the Optimum Asphalt Content (OAC) and Optimum Filler Content (OFC) of the wood ash. The research was conducted experimentally at the Transportation and Highway Laboratory of the National Institute of Technology (ITN) Malang, covering characterization tests of the aggregate and Pertamina penetration 60/70 asphalt, followed by Marshall testing at asphalt content variations of 4.50%–6.50% and wood ash content variations of 0%–0.8%, referring to the Bina Marga 2018 General Specification (Revision 2). Results show that the local Ende aggregate does not fully meet the specification, particularly in specific gravity and absorption. Wood ash addition increased Stability and VFA values but did not resolve the VMA deficiency, which remained below the minimum requirement across all variations. Based on the overall Marshall parameter analysis, the OAC was determined at 5.54% and the OFC of wood ash at 0.19%, with the Pertamina penetration 60/70 asphalt meeting all requirements of Bina Marga 2018 Division 6.

Keywords: *local natural stone, Ende Regency, wood ash, filler, AC-BC, Marshall, optimum asphalt content*

ABSTRAK

Kabupaten Ende, Nusa Tenggara Timur, memiliki potensi material batu alam lokal yang belum banyak dimanfaatkan untuk konstruksi jalan, sehingga pembangunan infrastruktur di wilayah tersebut masih bergantung pada material yang didatangkan dari luar daerah dan berdampak pada tingginya biaya produksi. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh penggunaan agregat batu alam lokal Kabupaten Ende dengan penambahan abu serbuk kayu sebagai bahan substitusi filler terhadap kinerja Marshall campuran aspal beton AC-BC (Asphalt Concrete-Binder Course), serta menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO) dan Kadar Filler Optimum (KFO) abu serbuk kayu pada campuran tersebut. Penelitian dilakukan secara eksperimental di Laboratorium Transportasi dan Jalan Raya Institut Teknologi Nasional (ITN) Malang, meliputi pengujian karakteristik agregat dan aspal Pertamina penetrasi 60/70, dilanjutkan dengan pengujian Marshall pada variasi kadar aspal 4,50%-6,50% dan variasi kadar abu serbuk kayu 0%-0,8%, mengacu pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik agregat lokal Kabupaten Ende belum sepenuhnya memenuhi spesifikasi, terutama pada parameter berat jenis dan penyerapan yang melampaui batas yang disyaratkan. Penambahan abu serbuk kayu terbukti meningkatkan nilai Stabilitas dan VFA campuran, namun belum mampu mengatasi kekurangan nilai VMA yang berada di bawah syarat minimum pada seluruh variasi. Berdasarkan analisis parameter Marshall secara keseluruhan, diperoleh Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 5,54% dan Kadar Filler Optimum (KFO) abu serbuk kayu sebesar 0,19%, dengan aspal Pertamina penetrasi 60/70 yang digunakan telah memenuhi seluruh persyaratan Bina Marga 2018 Divisi 6.

Kata kunci: batu alam lokal, Kabupaten Ende, abu serbuk kayu, filler, AC-BC, Marshall, kadar aspal optimum

1. PENDAHULUAN

Infrastruktur jalan yang berkualitas menjadi aspek penting dalam menunjang pertumbuhan ekonomi dan mobilitas masyarakat. Kabupaten Ende, salah satu daerah di Provinsi Nusa Tenggara Timur, memiliki potensi besar dalam pengembangan infrastruktur jalan, namun saat ini masih banyak menggunakan material konstruksi yang diimpor dari luar daerah sehingga biaya produksi jalan menjadi lebih tinggi. Di sisi lain, batu alam lokal Kabupaten Ende yang bertekstur bulat dan halus berpotensi dimanfaatkan sebagai agregat, sedangkan serbuk kayu sisa pemotongan kayu yang selama ini menjadi limbah dan sulit terurai berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan pengisi (filler) dalam campuran aspal beton AC-BC (Asphalt Concrete-Binder Course).

Bahan pengisi (filler) dalam campuran aspal beton adalah bahan yang lolos saringan No. 200. Pemanfaatan abu serbuk kayu sebagai filler tidak hanya memberikan solusi pengelolaan limbah, tetapi juga memiliki karakteristik tekstur halus dan kemampuan menyerap air yang berpotensi mengisi pori pada campuran agregat dan campuran beraspal. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan agregat batu alam lokal Kabupaten Ende dengan penambahan abu serbuk kayu sebagai filler terhadap kinerja Marshall campuran aspal AC-BC, dengan rumusan masalah sebagai berikut: (1) apakah penggunaan bahan lokal Kabupaten Ende dengan penambahan serbuk kayu dapat memengaruhi kinerja Marshall campuran AC-BC; (2) berapa Kadar Aspal Optimum (KAO) campuran AC-BC dengan penambahan serbuk kayu sebagai filler; dan (3) berapa Kadar Filler Optimum (KFO) penambahan serbuk kayu dengan variasi 0%, 0,2%, 0,4%, 0,6%, dan 0,8% berdasarkan karakteristik Marshall.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Peneliti Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu digunakan sebagai acuan dan pembanding dalam penelitian ini, khususnya yang mengkaji pemanfaatan serbuk kayu sebagai filler pada campuran aspal. Ringkasan posisi penelitian ini terhadap penelitian sebelumnya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Agregat Kabupaten Ende

Peneliti (Tahun)	Judul Singkat	Kesamaan	Perbedaan Utama
Anggreana & Hard (2024)	aAnbu limbah pemotongan kayu sebagai filler AC-BC	Uji Marshall, AC-BC, filler serbuk kayu, aspal pen 60/70	Serbuk kayu kulim dari limbah mebel; material dari PT RMB Riau
Da Gomez & Meu (2021)	aFiller abu serbuk kayu kelapa pada AC-WC	Uji Marshall, aspal pen 60/70, Bina Marga 2018, serbuk kayu	Campuran AC-WC; serbuk kayu kelapa
Anggiyansyah dkk. (2024)	Abu serbuk kayu sebagai filler tambahan AC-WC	Filler serbuk kayu, karakteristik Marshall	Aspal curah (bitumen); serbuk kayu tembesu; campuran AC-WC
Tiaka, Malik & Sebayang (2022)	Abu serbuk kayu & abu arang tempurung kelapa sebagai filler AC-BC	Uji Marshall, AC-BC, filler serbuk kayu	Kombinasi dua jenis filler; tanpa agregat lokal Ende

Berbeda dari penelitian-penelitian tersebut, penelitian ini secara khusus menggunakan agregat batu alam lokal dari Kabupaten Ende sebagai material utama, dipadukan dengan serbuk kayu bekas sebagai substitusi sebagian filler semen pada campuran AC-BC.

2.2 Perkerasan Jalan dan Campuran AC-BC

Perkerasan jalan berfungsi memikul beban lalu lintas secara aman dan nyaman tanpa mengalami kerusakan berarti sebelum umur rencananya. Berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dibedakan menjadi perkerasan lentur (flexible pavement) yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat, perkerasan kaku (rigid pavement) yang menggunakan semen Portland, dan perkerasan komposit yang merupakan kombinasi keduanya (Sukirman, 2003). AC-BC (Asphalt Concrete – Binder Course) merupakan lapisan antara (binder course) pada struktur perkerasan lentur yang berfungsi menahan beban vertikal serta menyalurkannya ke lapisan di bawahnya. Kualitas campuran AC-BC ditentukan oleh sifat agregat (gradasi, bentuk, kebersihan, kekuatan, porositas), kualitas aspal sebagai bahan pengikat, serta jenis dan kadar filler yang digunakan sebagai bahan pengisi rongga antaragregat.

2.3 Filler Dalam Campuran Aspal

Bahan pengisi (filler) dalam campuran aspal beton didefinisikan sebagai bahan yang sekurang-kurangnya 75% lolos saringan No. 200. Filler berfungsi mengisi rongga di antara butiran agregat kasar dan halus, meningkatkan kepadatan campuran, serta berinteraksi dengan aspal membentuk mortar (mastik) yang berperan penting dalam kekakuan dan stabilitas campuran. Filler konvensional yang umum digunakan adalah semen Portland, abu batu, dan kapur. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa filler alternatif berbahan limbah, seperti abu serbuk kayu, abu arang tempurung kelapa, dan fly ash, berpotensi menggantikan sebagian filler konvensional dengan tetap mempertahankan atau bahkan meningkatkan kinerja Marshall campuran, sekaligus memberikan nilai tambah dari sisi pengelolaan limbah dan keberlanjutan lingkungan. Karakteristik serbuk kayu yang bertekstur halus dan memiliki daya serap air cukup tinggi menjadikannya berpotensi sebagai bahan pengisi pori pada campuran agregat dan campuran beraspal, meskipun sifat higroskopis tersebut juga perlu dikendalikan agar tidak menurunkan kinerja campuran pada kadar yang berlebihan.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang dilaksanakan di Laboratorium Transportasi dan Jalan Raya, Program Studi Teknik Sipil S-1, Institut Teknologi Nasional (ITN) Malang. Material agregat berupa batu pecah diambil langsung dari lokasi tepi pantai Kecamatan Ende Utara/Penggajawa, Kabupaten Ende, Provinsi Nusa Tenggara Timur, kemudian dikirim ke Kota Malang untuk diuji karakteristiknya. Aspal yang digunakan adalah aspal keras Pertamina penetrasi 60/70 yang diperoleh dari distributor resmi di Surabaya, Jawa Timur.

Tahapan penelitian meliputi pengujian karakteristik agregat (analisa saringan, berat jenis dan penyerapan, keausan dengan mesin abrasi Los Angeles, kadar lolos ayakan No. 200, gumpalan lempung, dan nilai setara pasir) serta pengujian karakteristik aspal (penetrasi, titik lembek, titik nyala dan titik bakar, daktilitas, berat jenis, dan kehilangan berat minyak). Seluruh pengujian mengacu pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan.

Selanjutnya dilakukan pengujian Marshall dalam dua tahap. Tahap pertama menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO) melalui variasi kadar aspal 4,50%, 5,00%, 5,50%, 6,00%, dan 6,50% tanpa penambahan filler. Tahap kedua menentukan Kadar Filler Optimum (KFO) abu serbuk kayu pada kadar aspal hasil KAO, dengan variasi kadar abu serbuk kayu 0%, 0,2%, 0,4%, 0,6%, dan 0,8% terhadap berat total campuran. Parameter Marshall yang dianalisis meliputi Stabilitas, Flow (kelelehan), VIM (Void in Mix), VMA (Void in Mineral Aggregate), VFA (Void Filled with Asphalt), Marshall Quotient (MQ), dan berat isi (density). Penentuan KAO dan KFO dilakukan dengan metode diagram batang, yaitu menarik rentang kadar yang secara bersamaan memenuhi seluruh persyaratan parameter Marshall sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, kemudian mengambil nilai tengah dari rentang tersebut.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Agregat Kabupaten Ende

Hasil pengujian karakteristik agregat batu alam lokal Kabupaten Ende dibandingkan dengan

Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 disajikan pada Tabel 3.1

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Agregat Kabupaten Ende

No.	Pengujian	Syarat	Hasil	Satuan	Keterangan
1	Berat Jenis Agregat 0-5	≥ 2,50	2,13	-	Tidak memenuhi
2	Penyerapan Agregat 0-5	≤ 3	6,70	%	Tidak memenuhi
3	Gumpalan Lempung & Butir Mudah Pecah	≤ 1	0,27	%	Memenuhi
4	Lolos Ayakan No. 200 (0-5)	≤ 10	8,00	%	Memenuhi
5	Nilai Setara Pasir	≥ 50	60,32	%	Memenuhi
6	Berat Jenis Ag. 5-10 / 10-10 / 10-20	≥ 2,50	2,13 / 2,15 / 2,17	-	Tidak memenuhi
7	Penyerapan Ag. 5-10 / 10-10 / 10-20	≤ 3	7,68 / 6,61 / 6,19	%	Tidak memenuhi
8	Lolos Ayakan No. 200 (5-10 / 10-10 / 10-20)	≤ 1	0,94 / 0,90 / 0,65	%	Memenuhi
9	Abrasi Los Angeles 100 Putaran	≤ 8	7,97	%	Memenuhi
10	Abrasi Los Angeles 500 Putaran	≤ 40	25,48	%	Memenuhi

Hasil pada Tabel 4.1 menunjukkan bahwa dari parameter yang diuji, agregat lokal Kabupaten Ende belum sepenuhnya memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, terutama pada parameter berat jenis yang berada di bawah 2,50 dan penyerapan yang melampaui batas maksimum 3% pada seluruh fraksi. Kondisi ini mengindikasikan agregat memiliki pori yang cukup besar sehingga daya serap airnya tinggi, dan perlu perlakuan lebih lanjut sebelum digunakan pada skala konstruksi. Sebaliknya, parameter gradasi, kadar lolos ayakan No. 200, nilai setara pasir, dan ketahanan abrasi telah memenuhi syarat.

Hasil pengujian aspal Pertamina penetrasi 60/70 menunjukkan bahwa seluruh parameter (penetrasi 69,56 dmm; berat jenis 1,15; daktilitas 115 cm; titik nyala 324°C; titik bakar 326°C; titik lembek 49,5°C; kehilangan berat 0,478%; penetrasi residu 85,46%; dan daktilitas residu 115 cm) memenuhi persyaratan Bina Marga 2018 Divisi 6, sehingga aspal dinyatakan layak digunakan sebagai bahan pengikat campuran AC-BC.Dapat di lihat pada tabel 4.2

Tabel 4.2. Hasil Pengujian Aspal Pen 60/70

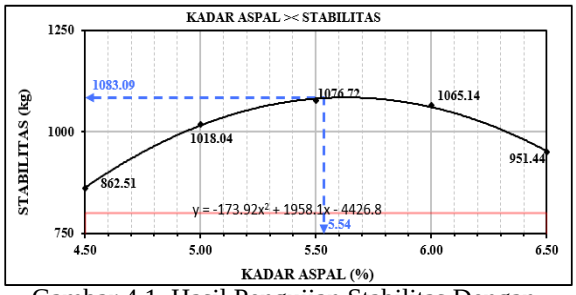
No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Syarat	Hasil	Satuan	Keterangan
1	Penetrasi Pada 25°c	SNI 2456 : 2011	60-70	69.56	10^{-1} mm	Memenuhi
2	Berat Jenis Aspal	SNI 2441 : 2011	≥ 1,0	1.15	-	Memenuhi
3	Daktilitas Pada 25°c	SNI 2432 : 2011	≥ 100	115.0	cm	Memenuhi
4	Titik Nyala	SNI 2433 : 2011	≥ 230	324	°C	Memenuhi
5	Titik Bakar		-	326	°C	Memenuhi
6	Titik Lembek Aspal	SNI 2434 : 2011	≥ 48	49.5	°C	Memenuhi
Pengujian Residu Hasil TFOT/RTFOT						
7	Kehilangan Berat	SNI 06-2440-1991	≤ 0,8	0.478	%	Memenuhi
8	Penetrasi Pada 25°c (% Semula)	SNI 2456 : 2011	≥ 54	85.46	%	Memenuhi
9	Daktilitas Pada 25°c	SNI 2432 : 2011	≥ 50	115	cm	Memenuhi

3.2 Kadar Aspal Optimum

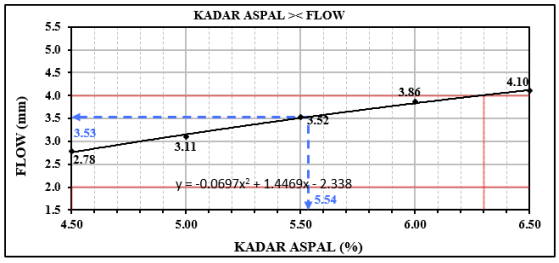
Pengujian Marshall pada variasi kadar aspal 4,50%-6,50% menghasilkan nilai parameter sebagaimana disajikan pada Gambar.

URAIAN						NILAI	SATUAN
Proporsi Fraksi Kasar					CA	61.82	%
Proporsi Fraksi Halus					FA	33.16	%
Proporsi Bahan Pengisi					FF	5.02	%
Total						100.00	%
Nilai Konstanta					K	0.90	-
Perkiraan Kadar Aspal					Pb	5.50	%
Rumus Perkiraan Kadar Aspal (Pb): Pb = 0,035 x (CA) + 0,045 x (FA) + 0,18 x (FF) + Konstanta (laston : 0,5~1 & lataston : 1~2)							Campuran Gmm
Jenis Material	% Proporsi Agg.	KADAR ASPAL RENCANA (%)					
		4.50 %	5.00 %	5.50 %	6.00 %	6.50 %	5.50 %
		% Proporsi Campuran					
10/20	18.42	17.59	17.50	17.41	17.31	17.22	**17.41**
10/10	14.09	13.45	13.38	13.31	13.24	13.17	**13.31**
5/10	23.25	22.20	22.08	21.97	21.85	21.74	**21.97**
0/5	42.75	40.83	40.61	40.40	40.18	39.97	**40.40**
Filler Semen	1.50	1.43	1.43	1.42	1.41	1.40	**1.42**
		95.50	95.00	94.50	94.00	93.50	**94.50**

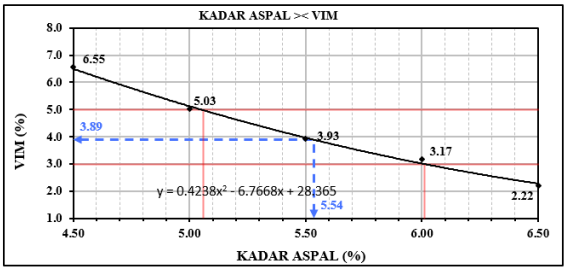
Tabel 4.3. Rancangan Komposisi Campuran AC-BC



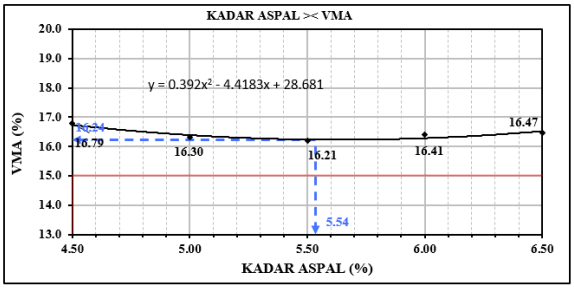
Gambar 4.1. Hasil Pengujian Stabilitas Dengan Variasi Kadar Aspal



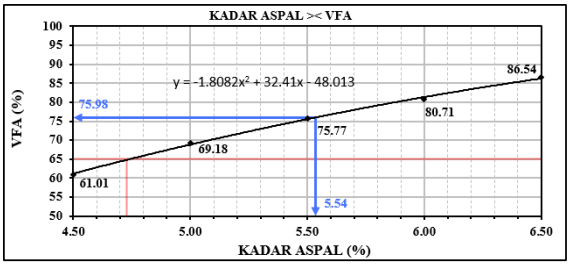
Gambar 4.2. Hasil Pengujian Flow Dengan Variasi Kadar Aspal



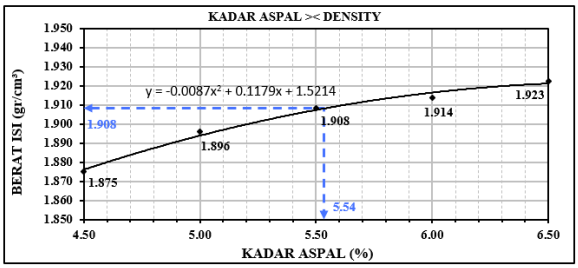
Gambar 4.3. Hasil Pengujian VIM Dengan Variasi Kadar Aspal



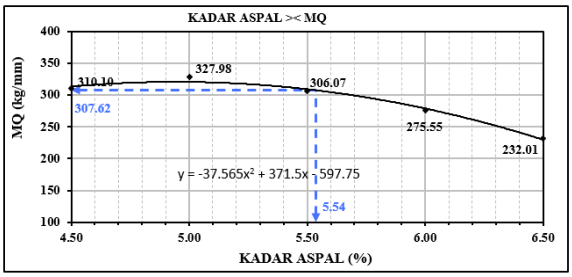
Gambar 4.4. Hasil Pengujian VMA Dengan Variasi Kadar Aspal



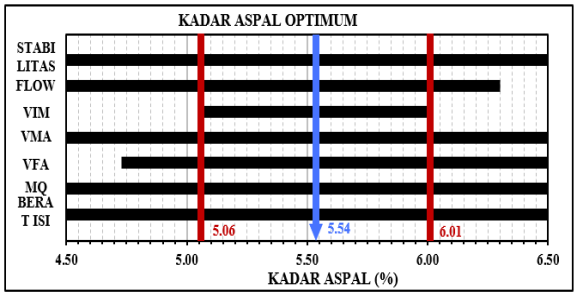
Gambar 4.5. Hasil Pengujian VFA Dengan Variasi Kadar Aspal



Gambar 3.6. Hasil Pengujian Density Dengan Variasi Kadar Aspal



Gambar 4.6. Hasil Pengujian MQ Dengan Variasi Kadar Aspal



Gambar 4.7. Penentuan Kadar Aspal Optimum Dengan Variasi Kadar Aspal

Dari diagram batang tersebut ditetapkan Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 5,54%. Pada kadar tersebut, seluruh parameter Marshall (Stabilitas, Flow, VIM, VMA, VFA, dan MQ) memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, sehingga kadar aspal ini digunakan sebagai acuan pada tahap pengujian variasi kadar filler abu serbuk kayu.

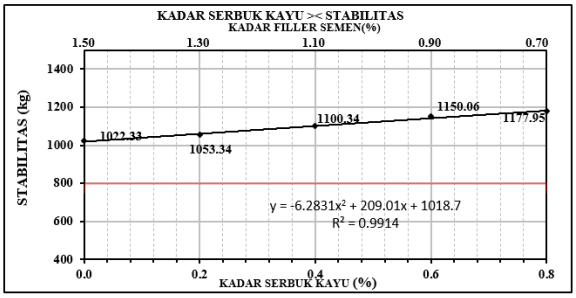
4.3 Kadar Filler Optimum Abu Serbuk Kayu

Pengujian Marshall pada kadar aspal 5,54% dengan variasi kadar abu serbuk kayu 0%, 0,2%, 0,4%, 0,6%, dan 0,8% menghasilkan Grafik hasil pengujian

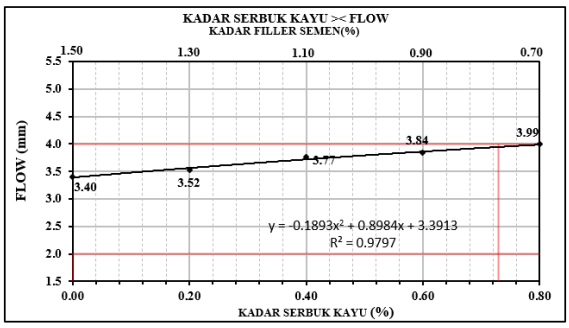
Tabel 4.4. Rancangan Komposisi Dengan Variasi Abu Serbuk Kayu

Jenis Material	% Proporsi Agg.	KADAR ASPAL OPTIMUM (%) 5.54 % % Proporsi Campuran 1	2	3	4	5
10/20	18.42	17.40	17.40	17.40	17.40	17.40
10/10	14.09	13.31	13.31	13.31	13.31	13.31
5/10	23.25	21.96	21.96	21.96	21.96	21.96
0/5	42.75	40.38	40.38	40.38	40.38	40.38
Filler Semen	1.50	1.42	1.42	1.42	1.42	1.42
Total	100.00	94.47	94.47	94.47	94.47	94.47
		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

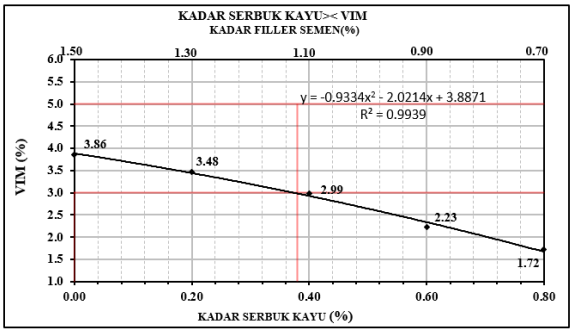
Jenis Material	Komposisi (%)	KADAR ASPAL OPTIMUM (%) 5.54 % SAMPEL 0%	0.2%	0.4%	0.6%	0.8%
		Berat Agregat (gr)				
10/20	18.42	174.0	173.6	173.3	172.9	172.5
10/10	14.09	133.1	132.8	132.5	132.2	131.9
5/10	23.25	219.6	219.1	218.7	218.2	217.7
0/5	42.75	403.8	403.0	402.1	401.3	400.4
Filler Semen	1.50	14.2	14.1	14.1	14.1	14.0
Abu Serbuk Kayu		**0**	**2.00**	**4.00**	**6.00**	**8.00**
Berat total Ag. Camp. (gr)		944.7	944.7	944.7	944.7	944.7
Berat aspal (gr)		55.35	55.4	55.4	55.4	55.4
Berat total campuran (gr)		1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
Total Filler						
Semen		14.2	14.14	14.11	14.08	14.05
Abu Serbuk Kayu		0	2.0	4.0	6.0	8.0
Abu Batu		47.47	47.47	47.47	47.47	47.47
Total		61.64	63.61	65.58	67.55	69.52
		6.52	6.73	6.94	7.15	7.36



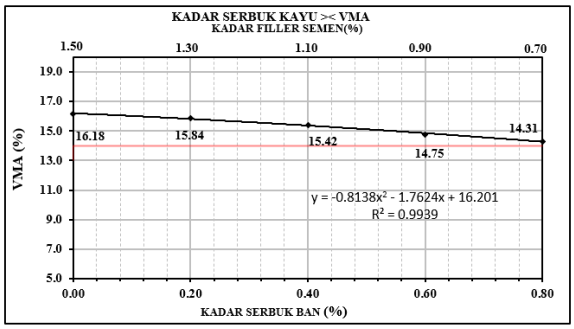
Gambar 4.8. Hasil Pengujian Stabilitas Dengan Variasi Kadar Serbuk Kayu



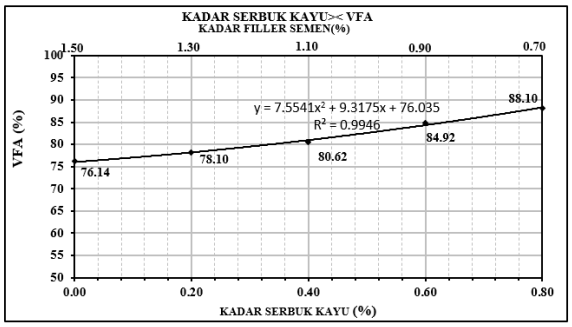
Gambar 4.9. Hasil Pengujian Flow Dengan Variasi Kadar Serbuk Kayu



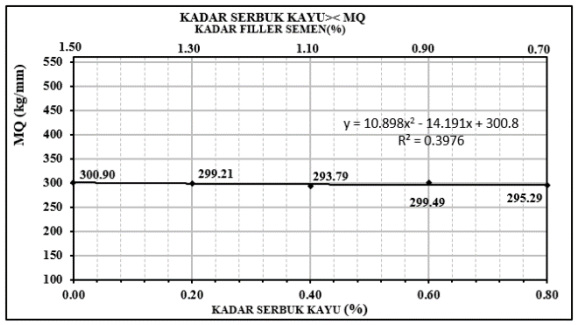
Gambar 4.10. Hasil Pengujian VIM Dengan Variasi Kadar Serbuk Kayu



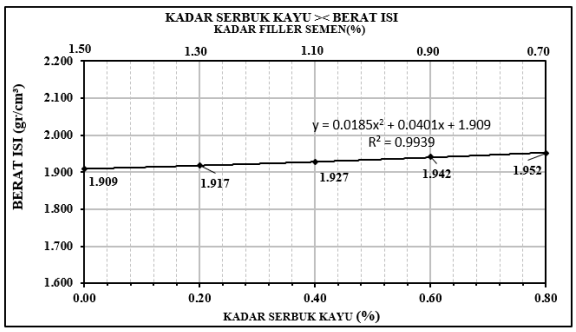
Gambar 4.11. Hasil Pengujian VMA Dengan Variasi Kadar Serbuk Kayu



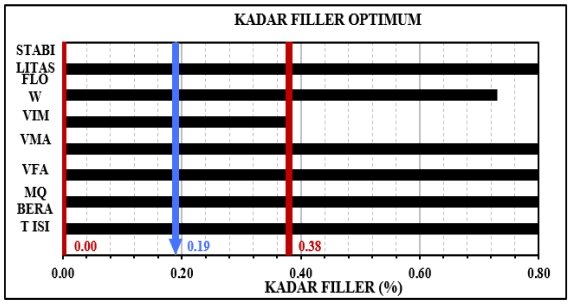
Gambar 4.12. Hasil Pengujian VFA Dengan Variasi Kadar Serbuk Kayu



Gambar 4.13. Hasil Pengujian MQ Dengan Variasi Kadar Serbuk Kayu



Gambar 4.14. Hasil Pengujian Density Dengan Variasi Kadar Serbuk Kayu



Gambar 4.15. Hasil Penentuan Kadar Filler Optimum (KFO) Dengan Variasi Kadar Serbuk Kayu

Berdasarkan diagram batang pada Gambar 4.15 garis batas kiri (batas maksimum) berada pada kadar filler 0,00% dan garis batas kanan (batas minimum) berada pada kadar 0,38%, sehingga rentang kadar filler yang memenuhi seluruh persyaratan Bina Marga 2018 Revisi 2 secara bersamaan berada antara 0,00%-0,38%. Kadar Filler Optimum (KFO) dihitung dari nilai tengah rentang tersebut, yaitu (0,00% + 0,38%) / 2 = 0,19%. Pada kadar tersebut, parameter Stabilitas, Flow, VIM, MQ, dan VFA telah memenuhi persyaratan, namun nilai VMA campuran masih berada di bawah syarat minimum 15% sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2.

5. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

1. Pengaruh penggunaan bahan lokal (batu alam Kabupaten Ende) dengan penambahan abu serbuk kayu terhadap kinerja Marshall campuran AC-BC. Penggunaan agregat batu alam lokal Kabupaten Ende dengan penambahan abu serbuk kayu terbukti memengaruhi kinerja Marshall campuran AC-BC. Penambahan abu serbuk kayu (0%–0,8%) meningkatkan Stabilitas, Flow, dan VFA, namun menurunkan VIM dan VMA hingga di bawah syarat minimum pada kadar filler yang lebih tinggi.
2. Kadar Aspal Optimum (KAO) campuran AC-BC.
   KAO campuran AC-BC dengan filler abu serbuk kayu diperoleh sebesar 5,54%, dan pada kadar ini aspal Pertamina Pen 60/70 yang digunakan memenuhi seluruh persyaratan Bina Marga 2018 Divisi 6.
3. Kadar Filler Optimum penambahan abu serbuk kayu dengan variasi 0%, 0,2%, 0,4%, 0,6%, dan 0,8% Dari variasi 0%, 0,2%, 0,4%, 0,6%, dan 0,8%, KFO abu serbuk kayu diperoleh sebesar 0,19%, meskipun nilai

VMA pada kadar tersebut masih di bawah syarat minimum Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan material lokal Kabupaten Ende dan limbah abu serbuk kayu berpotensi menjadi alternatif material konstruksi jalan yang ekonomis dan ramah lingkungan, namun memerlukan perbaikan mutu agregat, khususnya terkait berat jenis dan penyerapan, serta rekayasa gradasi atau kombinasi filler tambahan untuk memenuhi persyaratan VMA sebelum diterapkan pada skala konstruksi.

5.2 Saran

1. Mencari Perlu dilakukan pencarian sumber quarry alternatif di wilayah Kabupaten Ende atau blending agregat lokal Ende dengan agregat dari daerah lain yang memiliki berat jenis lebih tinggi dan penyerapan lebih rendah, agar nilai berat jenis dan penyerapan gabungan dapat memenuhi persyaratan minimum Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk memperbaiki nilai VMA yang belum memenuhi syarat, misalnya dengan menambah kadar filler total, memperbaiki gradasi agregat, atau mengombinasikan abu serbuk kayu dengan filler mineral lain seperti semen, abu batu, atau fly ash.
3. Disarankan mempersempit interval variasi kadar abu serbuk kayu di sekitar nilai KFO 0,19%, misalnya dengan interval 0,05%, untuk memperoleh nilai Kadar Filler Optimum yang lebih akurat, mengingat nilai tersebut berada pada rentang kadar yang relatif rendah dibandingkan variasi yang diuji (0%–0,8%).
4. Perlu dilakukan pengujian durabilitas dan kelelahan (fatigue) untuk mengetahui kinerja jangka panjang campuran aspal AC-BC dengan filler abu serbuk kayu pada kondisi pembebanan lalu lintas dan cuaca yang sesungguhnya di lapangan.
5. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi Pemerintah Daerah Kabupaten Ende dan Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Nusa Tenggara Timur dalam pemanfaatan material lokal serta limbah abu serbuk kayu untuk pembangunan infrastruktur jalan yang berkualitas, dengan tetap memperhatikan perbaikan mutu agregat sebelum diterapkan pada skala konstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

Da Gomez, L. M., & Meutia, W. (2021). *Penggunaan Filler Abu Serbuk Kayu Kelapa Pada Campuran Aspal Beton AC-WC*

Tiaka, D. I., Malik, A., & Sebayang, M. (2022). *Karakteristik Marshall Pada Campuran Aspal AC-BC Dengan Pemanfaatan Limbah Abu Serbuk Kayu dan Abu Arang Tempurung Kelapa Sebagai Filler.*

ASTM International. (2021). ASTM C136/C136M-19: *Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates. West Conshohocken, PA.*

Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2018). Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 Divisi 6 Perkerasan Aspal. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.

Sukirman, S. (2003). *Beton Aspal Campuran Panas. Jakarta: Granit.*

Standar Nasional Indonesia. (1991). SNI 06-2440-1991: *Metode Pengujian Kehilangan Berat Minyak dan Aspal. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.*

Standar Nasional Indonesia. (1996). SNI 03-4141-1996: *Metode Pengujian Gumpalan Lempung dan Butir-Butir Mudah Pecah Dalam Agregat. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.*

Standar Nasional Indonesia. (2008). SNI 2417:2008: *Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.*

Standar Nasional Indonesia. (2011). SNI 2432:2011: *Cara Uji Daktilitas Aspal. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.*

Standar Nasional Indonesia. (2011). SNI 2433:2011: *Cara Uji Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal Dengan Cleveland Open Cup. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.*

Standar Nasional Indonesia. (2011). SNI 2434:2011: *Cara Uji Titik Lembek Aspal. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.*

Standar Nasional Indonesia. (2011). SNI 2456:2011: *Cara Uji Penetrasi Aspal. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.*

Standar Nasional Indonesia. (2012). SNI ASTM C117:2012: *Metode Pengujian Bahan Yang Lolos*

Ayakan No. 200 Pada Agregat. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.