

Contents list available at journal.uib.ac.id**Journal of Civil Engineering and Planning**Journal homepage: <https://journal.uib.ac.id/index.php/jce>

Jurnal Penelitian

Pengaruh Kekuatan Campuran Aspal Dengan Penambahan Abu Bata Sebagai Penganti *Filler* Pada Lapis AC-WC

The Effect of Strength of Asphalt Mixes with The Addition of Brick Ash as a Replacement of Filler in AC-WC Mixture

Akbar Indrawan Saudi¹, Nur Okviani², Nurfaizah³¹²³Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi BaratEmail korespondensi; akbarindrawan@unsulbar.ac.id

INFO ARTIKEL	ABSTRAK
<p>Kata kunci:</p> <p>Bahan Pengisi Abu Bata Laston Uji Marshall Campuran Aspal</p>	<p>Isu persoalan lingkungan berkaitan dengan limbah dari produsen batu bata menjadi masalah yang perlu diperhatikan lebih lanjut. Penggunaan bahan limbah dewasa ini telah banyak dilakukan penelitian mengenai manfaatnya dalam bidang proyek konstruksi khususnya pada bahan campuran beton. Dengan harapan isu permasalahan lingkungan berkaitan dengan minimnya penanganan limbah industri dapat menjadi solusi untuk mengatasi tantangan ketersediaan dan harga bahan material konvensional yang digunakan pada proyek-proyek konstruksi hari ini. Dalam penelitian ini dilakukan kajian untuk mengetahui dampak penggunaan abu bata sebagai bahan pengisi (<i>filler</i>) pada lapis perkerasan Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) yang berfungsi sebagai lapis aus, dengan menggunakan pengujian alat marshall dan parameter yang digunakan untuk mengukur kinerja campuran aspal, seperti nilai VIM, VFB dan MQ. Metode penelitian menggunakan pendekatan pengujian laboratorium di PT. Bumi Karsa dan menggunakan material lokal yang berasal dari Provinsi Sulawesi Barat. Penggunaan variasi kadar penambahan abu bata sebesar 1 %, 2%, 3%, 4% dan 5% dengan hasil perolehan nilai kadar aspal optimum sebesar 6,15% pada perencanaan campuran AC-WC dan direndam selama 30 menit. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa pengaruh penambahan abu bata sebagai <i>filler</i> pada nilai stabilitas dan flow mendapatkan nilai yang tinggi jika dengan batasan kadar variasi 3%. Pada nilai parameter lain beberapa yang tidak bisa digunakan dikarenakan hasil yang diperoleh pada beberapa parameter tidak memenuhi syarat yang ditentukan dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 untuk pekerjaan jalan divisi 6.</p>
ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Keywords:</p> <p>Filler Brick Ash Concrete Pavement Marshall Test asphalt mixture</p>	<p><i>Environmental issues related to waste from brick manufacturers are issues that need further attention. Nowadays, a lot of research has been carried out on the use of waste materials regarding their benefits in the field of construction projects, especially in concrete mixtures. With the hope that the issue of environmental problems related to the lack of handling of industrial waste can be a solution to overcome the challenges of the availability and price of conventional materials used in construction</i></p>

Contents list available at journal.uib.ac.id**Journal of Civil Engineering and Planning**Journal homepage: <https://journal.uib.ac.id/index.php/jce>

projects nowadays. In this research, a study was conducted to determine the impact of using brick ash as a filler on the Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) pavement layer which functions as a wear layer, by using the Marshall tool test and the parameters used to measure the performance of the asphalt mixture, such as VIM, VFB and MQ values. The research method uses a laboratory testing approach at PT. Bumi Karsa and uses local materials originating from West Sulawesi Province. The use of variations in the addition of brick ash content of 1%, 2%, 3%, 4% and 5% resulted in the optimum asphalt content value of 6.15% in the planning of the AC-WC mixture and soaked for 30 minutes. From the test results it was found that the effect of adding brick ash as a filler on the stability and flow values gets a high value if the content limit at variation 3%. In other parameter values some cannot be used because the results obtained on several parameters do not meet the requirements specified in the 2018 Bina Marga Specifications for Division 6 Road works.

1. Pendahuluan

Penggunaan bahan tambah pada proyek konstruksi sebagai pengganti bahan konvensional mulai banyak dilirik dalam rangka mengantisipasi ketersediaan bahan yang umum digunakan semakin menipis. Bahan-bahan pengganti tersebut dalam penelitiannya terdapat kandungan serta karakteristik yang sejenis dengan bahan konvensional. Sehingga diharapkan dengan adanya bahan-bahan tambah tadi menjadi solusi menjawab permasalahan ketersediaan dan isu lingkungan dari bahan-bahan konstruksi yang banyak digunakan dewasa ini. Penggunaan bahan limbah hasil industri diharapkan meningkatkan nilai bahan tersebut dibandingkan hanya ditempatkan pada pembuangan sampah ataupun lokasi penumpukan akhir limbah. Bahan konstruksi yang banyak menggunakan bahan tambah hasil limbah yaitu pada material beton modifikasi maupun campuran aspal modifikasi. Pada pekerjaan konstruksi perkerasan jalan raya dewasa ini masih menggunakan material konvensional. Komponen bahan tersebut tidak selamanya akan bisa diproduksi sehingga pemerintah Mendorong adanya penggunaan material lokal dan pemanfaatan bahan limbah untuk bisa digunakan sebagai bahan tambah maupun bahan pengganti dari material yang sering digunakan saat ini.

Kajian penelitian yang menganalisis terkait dengan penggunaan bahan tambah dalam rangka membuat campuran modifikasi telah banyak dilakukan. Bahan limbah *Styrofoam* digunakan dalam pencampuran aspal modifikasi AC-BC sebagai pengganti *filler* semen yang menghasilkan nilai stabilitas campuran memenuhi batas minimum yang disyaratkan oleh Bina Marga [1]. Bahan limbah yang paling banyak dihasilkan dewasa ini khususnya di Indonesia salah satunya adalah limbah plastik [2]. Potensi tersebut menjadikan bahan limbah plastik masuk dalam penggunaan bahan tambah dalam campuran aspal modifikasi. Penggunaan material penambahan plastik jenis LDPE sebanyak 4% memenuhi spesifikasi penggunaan campuran AC – WC dan menghasilkan nilai stabilitas rata – rata 4637,348 kg dan flow rata – rata 2,92 mm [3].

Penggunaan limbah lainnya yang pernah diteliti adalah limbah kaca yang dapat digunakan sebagai bahan pengganti *filler* pada campuran AC-WC [4]. Keberadaan serta perkembangan suatu industri pada dasarnya memiliki dampak terhadap kondisi lingkungan baik dampak positif maupun negatif. Keberadaan industri batu bata membawa dampak positif dan negatif bagi lingkungan fisik maupun lingkungan sosial. Bagi kehidupan sosial kemasyarakatan dapat terlihat sisi positifnya seperti mengurangi tingkat pengangguran, meningkatkan tingkat kesejahteraan ekonomi masyarakat disekitar kawasan industri, di sisi lain bagi lingkungan hidup berdampak pada pencemaran lingkungan, populasi udara dan sebagainya semakin meningkatnya kebutuhan akan pembangunan semakin banyak pula menimbulkan dampak terhadap degradasi penurunan kondisi lingkungan.

Produk batu bata yang saat ini banyak digunakan sebagai bahan dalam pembangunan proyek konstruksi, dihasilkan dari bahan tanah liat yang diproses dengan cara dibakar pada suhu tertentu [5]. Industri bata merah pada dasarnya industri yang kecil. Aspek-aspek yang penting yang banyak dikesampingkan adalah permasalahan lingkungan. Karena bahan baku utama batu bata adalah tanah liat, dan akan terus menerus dieksploitasi sehingga akan menimbulkan dampak negatif. Salah satu dampak yang sering di temui dalam industri pembuatan batu bata adalah pencemaran udara dan pencemaran lingkungan dimana yang sering terjadi ketika batu bata yang sudah lama tidak digunakan atau dalam pembuatan batu bata yang dibuat rusak maka batu bata itu tidak digunakan lagi dan batu bata yang sudah tidak dipakai biasanya di buang di sungai dan akan menimbulkan pencemaran air.

Penggunaan limbah batu bata telah menjadi kajian yang telah dilakukan dalam penelitian-penelitian untuk melihat potensi pemanfaatan dalam bidang rekayasa bahan tambah (modifikasi) dalam bidang proyek konstruksi. Limbah batu bata yang dimanfaatkan sebagai pengganti sebagian agregat halus pada proses pembuatan beton, dengan nilai persentase maksimal limbah batu bata yang dapat digunakan sebagai pengganti pasir yaitu 9 % [6]. Selain digunakan sebagai pengganti bahan agregat halus, penggunaan limbah batu bata merah diaplikasikan pada bahan pengganti parsial semen pada campuran beton normal [7]. Hasil yang paling signifikan terhadap penggunaan limbah batu bata yakni terbukti mampu meningkatkan kuat tekan beton dan berpengaruh pada penurunan biaya produksi beton normal [8]. Dari beberapa aspek kajian penggunaan limbah batu bata diatas khususnya pada penggunaan campuran beton, maka perlu dilakukan penelitian lanjutan terkait dengan pengaruhnya dalam penggunaan campuran aspal pada perkerasan lentur (*flexible pavement*).

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Campuran Aspal Panas

Campuran beraspal panas adalah campuran yang terdiri atas kombinasi agregat yang dicampur dengan aspal sedemikian rupa sehingga permukaan agregat terselimuti aspal dengan seragam.

2.2 Aspal

Aspal merupakan cairan kental yang berwarna hitam dan pada temperature ruangan aspal berbentuk padat tetapi pada temperatur tinggi aspal berubah menjadi cairan. Aspal digunakan sebagai bahan untuk mengikat dalam perkerasan lentur yang memiliki sifat viskoelastis [9].

2.2 Agregat

Agregat merupakan material primer dalam campuran yang berfungsi mendistribusi beban yang diterima. Agregat disebut sebagai material primer dalam pencampuran struktur perkerasan dengan kandungan sekitar 90-94 % diperhitungkan dari total persen berat atau 75-85 % dari persen Volume [10].

2.3 Bahan Pengisi (*Filler*)

Bahan material yang digunakan sebagai pengisi (*filler*) celah rongga antar butiran agregat adalah material dengan karakteristik memiliki butiran halus yang lolos dari saringan No. 30 dimana presentase berat yang lolos saringan No. 200 harus minimal 65 % sesuai persyaratan yang berlaku.

2.4 Limbah Batu Bata

Batu bata adalah salah satu unsur bangunan dalam pembuatan konstruksi bangunan yang terbuat dari tanah liat tambah dengan air atau tampah bahan campuran lain melalui beberapa tahap pekerjaan, seperti menggali, menggosol, mencetak, menggeringkan, membakar pada temperatur tinggi hingga matang dan berubah warna, serta akan mengeras seperti batu jika didinginkan hingga tidak dapat hancur bila di rendam dalam air. Komposisi tanah berasal dari daerah wilayah Leppe yang mengandung kaolinite ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$) dan (CaNa) (SiAL) 408 (anothite, sodian, disorderet) kaolinite terbentuk dari pembuatan hidromaterial dari mineral aluminosilikat. sifat dari kaonolite tidak dapat mengabsorpsi air, kaonolite tidak dapat mengembang pada saat kontak dengan air.

3. Metode Penelitian

Metode penelitian disusun dalam rangka proses ilmiah dengan tujuan dan spesifikasi tertentu dalam menjawab sebuah permasalahan yang ditinjau [11]. Topik penelitian yang telah dipilih kemudian dilakukan identifikasi, analisis dan proses untuk mengevaluasi validitas dan reabilitas penelitian. Metode yang digunakan adalah metode experimental (laboratory research) dengan menggunakan beberapa variasi campuran yang telah direncanakan (sampel yang dibuat). Kajian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah untuk melihat seberapa jauh dampak penggunaan abu batu bata yang difungsikan sebagai bahan pengganti *filler* pada campuran AC-WC dan menganalisis komposisi modifikasi campuran yang optimal dan sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan.

Pengujian menggunakan alat marshall menjadi tolak ukur yang digunakan dalam mengetahui dampak penggunaan bahan tambah abu bata berdasarkan nilai parameter kinerja campuran aspal. Dalam rangka menentukan kandungan pengikat yang optimum pada campuran agregat dan bitumen (aspal panas) maka pengujian standar yang digunakan adalah metode pengujian Marshall. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan campuran aspal yang memenuhi ketentuan-ketentuan atau spesifikasi yang menjadi standar didalam kriteria syarat perencanaan yang diatur pada dokumen Bina Marga Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan [12]. Pembahasan mengenai dampak pengaruh kinerja dari campuran aspal beton terhadap karakteristik marshall yang meliputi: kepadatan (*density*), VIM, VMA, VFA, pelelehan (flow), stabilitas dan MQ (Marshall Quotient) akan menjadi lingkup utama dalam penelitian ini. Adapun bahan yang digunakan dan tahapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Bahan yang gunakan
 1. Agregat kasar dan agregat halus yang diperoleh dari laboratorium PT. Bumi Karsa Sulawesi Barat
 2. Aspal minyak penetrasi 60/70
 3. Abu batu diperoleh dari pabrik pengolahan batu pecah (*stone crusher*) yang berada pada wilayah Sulawesi Barat
 4. *Filler* abu bata yang telah diolah (dihancurkan) dan lolos saringan no. 200. Lokasi pengambilan material tersebut berasal dari industri batubata lokal wilayah kabupaten Majene Provinsi Sulawesi Barat.

b. Tahap penelitian

Tahapan penelitian yang akan dikerjakan dalam proses ini merupakan langkah-langkah awal yakni berawal dari studi pendahuluan, penyusunan kerangka pikir, pengumpulan bahan dan alat, pengujian material, perencanaan campuran dan analisis hasil serta kesimpulan.

1. Persiapan, Pada tahap ini yang akan dilakukan adalah mempersiapkan semua bahan, dan melihat semua alat yang akan digunakan pada saat pengujian dan melihat bahan yang akan di pakai seperti agregat halus, kasar, aspal dan *filler*.
2. Uji bahan, Pengujian agregat diperlukan sebagai bahan penyusun pada campuran beraspal panas dengan komposisi dan gradasi sesuai dengan spesifikasi yang ada pada campuran AC-WC. Untuk agregat kasar, agregat halus dan *filler* terlebih dahulu dilakukan pengujian berat jenis untuk mengetahui penyerapat setiap agregat atau bahan pengisi pada campuran.
3. Pengujian aspal, Pengujian sifat fisis aspal dilakukan dengan melakukan percobaan uji penetrasi, titik lembek, daktilitas, berat jenis dan kehilangan berat.
4. Perencanaan Campuran, Dalam tahapan ini dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) selanjutnya menentukan campuran aspal modifikasi dengan menentukan kadar bahan tambah limbah batu bata dengan variasi 1%, 2%, 3%, 4% dan 5% dari berat total campuran.

4. Hasil dan Pembahasan

1. Hasil Uji Analisis Saringan Agregat.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari agregat kasar dan halus. Untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat kasar dengan menggunakan saringan. Pemeriksaan gradasi agregat mengikuti Prosedur pengujian pada SNI 03 – 1998 – 1990.

Tabel 4.1 Kondisi Pemenuhan Keseimbangan Statis Dari Berbagai Metoda.

No. Saringan	Sampel No. 1				Sampel No. 2			Rata - Rata	Spesifikasi
	Kumulatif			% Lolos	Kumulatif		% Lolos		
Inch	Mm	Gr. T.Tahan	% T.Tahan		% Lolos	Gr. T.Tahan		% T.Tahan	% Lolos
2"	50,8	0	0,00	100,00	0	0,00	100,00	100,00	
1 1/2"	36,1	0	0,00	100,00	0	0,00	100,00	100,00	
1"	25,4	0	0,00	100,00	0	0,00	100,00	100,00	100
3/4"	19,1	0	0,00	100,00	0	0,00	100,00	100,00	90 – 100
1/2"	12,7	905	56,99	43,01	1093	61,03	38,97	40,99	75 – 90
3/8"	9,52	1513	95,28	4,72	1717	95,87	4,13	4,43	77 – 90
No.4	4,75	1586	99,87	0,13	1788	99,83	0,17	0,15	53 – 69
No.8	2,36	1586	99,87	0,13	1788	99,83	0,17	0,15	33 – 53
No.16	1,18	1586	99,87	0,13	1788	99,83	0,17	0,15	21 – 40
No.30	0,6	1586	99,87	0,13	1788	99,83	0,17	0,15	14 – 30
No.50	0,3	1586	99,87	0,13	1788	99,83	0,17	0,15	9 – 22
No.100	0,15	1586	99,87	0,13	1788	99,83	0,17	0,15	6 – 15
No.200	0,075	1586	99,87	0,13	1788	99,83	0,17	0,15	4 – 9
Total Weight:		1588,0		Gram	1791,0		Gram		

Sumber: Laboraturium PT. Bumi Karsa, 2022

2. Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat

Pengujian berat jenis bertujuan untuk mengetahui berat jenis (*bulk*), berat kering permukaan jenuh atau Saturated Surface Dry (SSD) dan berat jenis semu (*apparent*) serta penyerapan air oleh agregat kasar.

Tabel 4.2. Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Dan *Filler*

No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Satuan	Spesifikasi	Hasil Pengujian	
<i>Abu Batu</i>						
1.	Berat Jenis Bulk	SNI 1969:2008	gr/cc	2,5	-	2,516
2.	Berat Jenis SSD					2,564
3.	Berat Jenis Semu					2,644
4.	Penyeran Air					1,926
<i>Agregat Ukuran 0,5 – 1</i>						
1.	Berat Jenis Bulk	SNI 1969:2008	gr/cc	2,5	-	2,524
2.	Berat Jenis SSD					2,561
3.	Berat Jenis Semu					2,620
4.	Penyeran Air					1,465
<i>Agregat Ukuran 1 – 2</i>						
1.	Berat Jenis Bulk	SNI 1969:2008	gr/cc	2,5	-	2,522
2.	Berat Jenis SSD					2,548
3.	Berat Jenis Semu					2,590
4.	Penyeran Air					1,037
<i>Filler (Batu Bata)</i>						
1.	Berat Jenis Bulk	SNI 1969:2008	gr/cc	2,5	-	2,520
2.	Berat Jenis SSD					2,545
3.	Berat Jenis Semu					2,584
4.	Penyeran Air					0,990

Sumber: Hasil Pengujian, 2022

3. Hasil Pengujian Sifat Fisis Aspal

Uji fisis aspal dilakukan untuk melihat kelayakan aspal yang akan digunakan dalam pembuatan benda uji telah memenuhi persyaratan Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2018 Revisi 2. Aspal yang digunakan berupa aspal penetrasi 60/70 pengujian aspal yang dilakukan meliputi pengujian titik lembek aspal, penetrasi aspal dan berat jenis aspal.

Tabel 4.3. Hasil pengujian Fisis Aspal

No.	Jenis pengujian	Standar pengujian	Tipe aspal pen 60/70	Spesifikasi		Hasil pengujian
				Min	Max	
1	Penetrasi	SNI 06-2456-1991	60-70	60	70	64,4
2	Titik Lembek	SNI 06-2434-1991	50-58	50	58	50
3	Berat Jenis	SNI 06-2488-1991	Min .1	1	-	1,036
4	Titik Nyala dan Titik Bakar	SNI 03-6722-2002	Min. 200	200	-	290 dan 315

Sumber: Laboratorium PT. Bumi Karsa, 2022

4. Berat jenis total dan penyerapan agregat

Berat jenis sebagai pegangan dalam pengujian untuk menentukan berat jenis dan penyerapan agregat. Adapun tujuan pengujian memperoleh angka penyerapan dari agregat.

Tabel 4.4. Hasil Pengujian Berat Jenis Total Dan Penyerapan Agregat

No.	Agregat	Bulk	SSD	Semu	Penyerapan Air
1.	Split 1 - 2 (17%)	2,516	2,564	2,644	1,926
2.	Split 0,5 - 1 (40%)	2,524	2,561	2,620	1,465
3.	Abu Batu (43%)	2,522	2,548	2,590	1,037

Sumber: Laboraturium PT. Bumi Karsa, 2022

Tabel 4.5. Hasil Pengujian Berat Jenis Gabungan Agregat

No	Parameter Berat Jenis	Nilai
1	Berat Jenis Campuran Kering (G_{sb})	2,520
2	Berat Jenis Campuran Maksimum	2,352
3	Berat Jenis Efektif Agregat (G_{se})	2,352
4	Absorpsi Aspal (Pba)	0,689

Sumber: Laboraturium PT. Bumi Karsa, 2022

5. Penentuan Proporsi Agregat Campuran

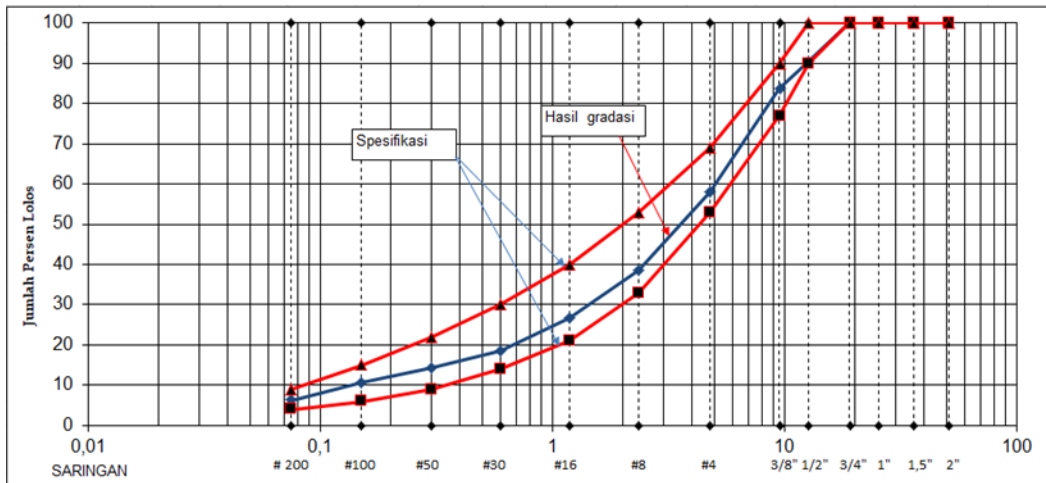
Dalam penentuan nilai Kadar Aspal Optimum hal yang perlu dilakukan terlebih dahulu adalah menentukan Proporsi agregat campuran dengan metode coba-coba (*trial and error*) dengan syarat memenuhi batasan gradasi yang disyaratkan atau sesuai dengan spesifikasi. Nilai presentase gradasi gabungan agregat yang digunakan pada campuran AC-WC adalah sebagai berikut:

Tabel 4.6. Hasil Analisa Saringan Gradasi Gabungan

No. Saringan	Hot Bin I		Hot Bin II		Hot Bin III		Filler Abu Bata		Rata-Rata		Spesifikasi
	% Lolos	43%	% Lolos	40%	% Lolos	16,00%	% Lolos	1,0%	% Lolos		
Inch	Mm										
2"	50,8	100,00	43,00	100,00	40,00	100,00	16,00	100,00	1,00	100,00	
1 1/2"	36,1	100,00	43,00	100,00	40,00	100,00	16,00	100,00	1,00	100,00	
1"	25,4	100,00	43,00	100,00	40,00	100,00	16,00	100,00	1,00	100,00	100,00
3/4"	19,1	100,00	43,00	100,00	40,00	100,00	16,00	100,00	1,00	100,00	100,00
1/2"	12,7	100,00	43,00	100,00	40,00	40,99	6,56	100,00	1,00	90,56	90 - 100
3/8"	9,52	100,00	43,00	97,60	39,04	4,43	0,71	100,00	1,00	83,75	77 - 90
No.4	4,75	100,00	43,00	35,20	14,08	0,15	0,02	100,00	1,00	58,10	53 - 69
No.8	2,36	84,23	36,22	3,41	1,37	0,15	0,02	100,00	1,00	38,61	33 - 53
No.16	1,18	59,14	25,43	0,54	0,22	0,15	0,02	100,00	1,00	26,67	21 - 40
No.30	0,6	40,43	17,38	0,12	0,05	0,15	0,02	100,00	1,00	18,46	14 - 30
No.50	0,3	30,79	13,24	0,12	0,05	0,15	0,02	100,00	1,00	14,31	9 - 22
No.100	0,15	22,06	9,48	0,12	0,05	0,15	0,02	100,00	1,00	10,55	6 - 15
No.200	0,075	12,08	5,19	0,12	0,05	0,15	0,02	97,89	0,98	6,24	4 - 9

(Sumber: Hasil Analisis, 2022)

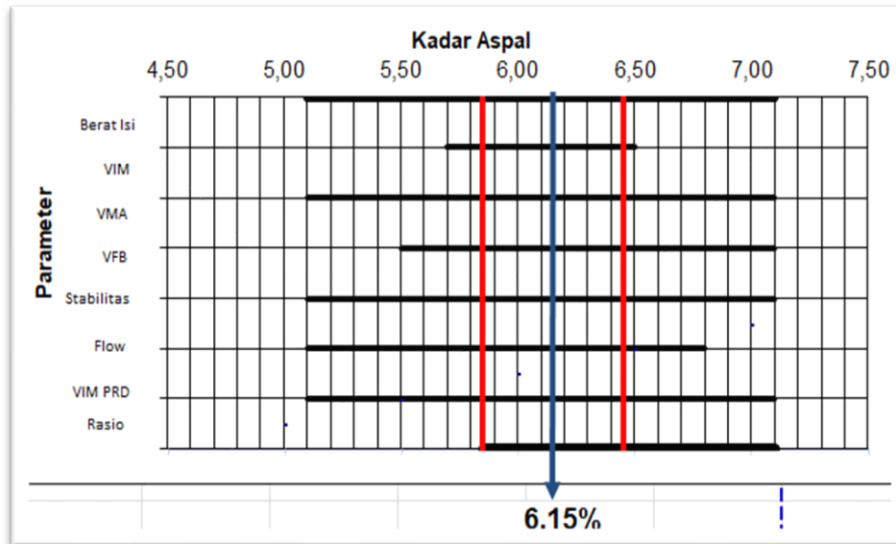
Gambar grafik kombinasi dibawah menunjukkan kurva yang berwarna merah merupakan spesifikasi gradasi dan kurva warna biru menunjukkan hasil gradasi. Dari hasil gradasi kombinasi pada kurva menunjukkan hasil pengujian memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan oleh Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 divisi 6.



Gambar 1. Grafik Analisa Saringan Gradasi Gabungan
Sumber: Hasil Analisis, 2022

6. Penentuan Nilai Kadar Aspal Optimum (KAO)

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal minyak dengan penetrasi 60 /70. Bahan Aspal minyak diperoleh melalui proses destilasi minyak bumi menggunakan pemanasan 350°C dibawah tekanan atmosfer bertujuan memisahkan fraksi – fraksi ringan, seperti gasolin (bensin), kerosene (minyak tanah) dan gas oli. Kadar aspal optimum yang digunakan dalam campuran lapisan Aspal beton (Laston AC-WC) pada pengujian ini sebanyak 6,15 %.



Gambar 2. Nilai Kadar Aspal Optimum (KAO)
Sumber: Hasil Analisis, 2022

Dari hasil nilai Kadar Aspal Optimum yang didapatkan dari grafik diatas kemudian analisis selanjutnya adalah menghitung variasi proporsi dari setiap rencana persentase penambahan abu batu bata dalam rangka menghasilkan campuran aspal AC-WC Modifikasi. Dapat dilihat pada tabel dibawah ini merupakan hasil komposisi bahan penyusun campuran aspal modifikasi.

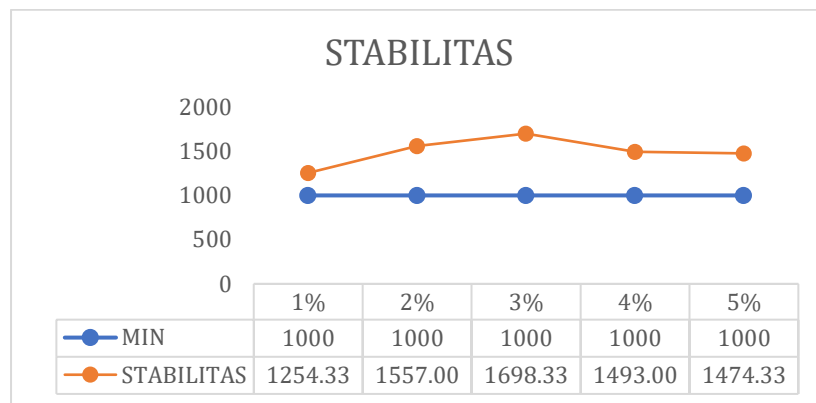
Tabel 4.7. Hasil Analisis Proporsi Variasi Campuran Penambahan Abu Batu

Bahan Penyusun Campuran AC-WC		Persentase Variasi Bahan Tambah Abu Bata Pada Mold									
		1%		2%		3%		4%		5%	
		%	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%	gr
Hot Bin I	Abu Batu	40,36	484,3	40,36	484,3	40,36	484,3	40,36	484,3	40,36	484,3
Hot Bin II	0,5 - 1	37,54	450,5	37,54	450,5	37,54	450,5	37,54	450,5	37,54	450,5
Hot Bin III	1 - 2	15,02	180,2	14,08	168,9	13,02	156,24	12,20	146,4	11,26	135,1
Filler	Abu bata	0,94	11,3	1,88	22,5	2,93	35,16	3,75	45	4,69	56,3
Asphalt	60/70	6,15	73,8	6,15	73,8	6,15	73,8	6,15	73,8	6,15	73,8

Sumber: Hasil Analisis, 2022

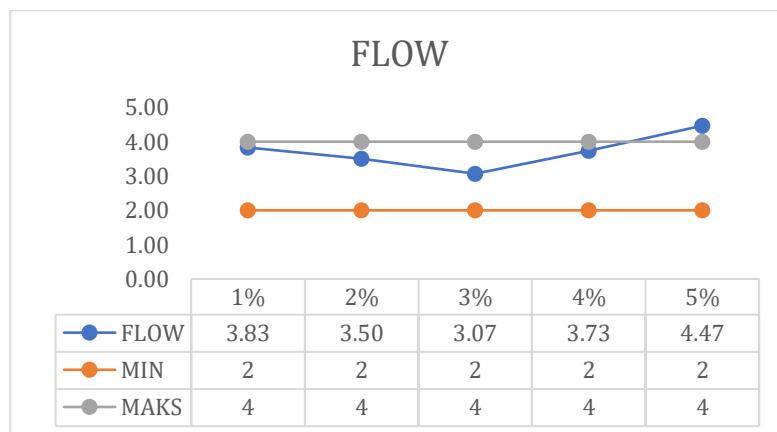
7. Analisis Parameter Kinerja Campuran Aspal

Stabilitas pada lapisan perkerasan jalan merupakan nilai yang menunjukkan kekuatan lapisan perkerasan dalam menerima beban lalu lintas (kendaraan) tanpa terjadi perubahan bentuk tetap (deformasi). Kestabilan yang terlalu tinggi juga kurang baik karena menyebabkan mudah mengalami retak, bersifat kaku serta memiliki durabilitas yang rendah. Nilai stabilitas dipengaruhi oleh bentuk kualitas dan tekstur permukaan gradasi agregat, pengujian antar agregat (*interlocking*), daya lekat (*cohesion*), kadar aspal dalam campuran.



Gambar 3. Nilai Stabilitas Campuran Modifikasi Perendaman 30 Menit

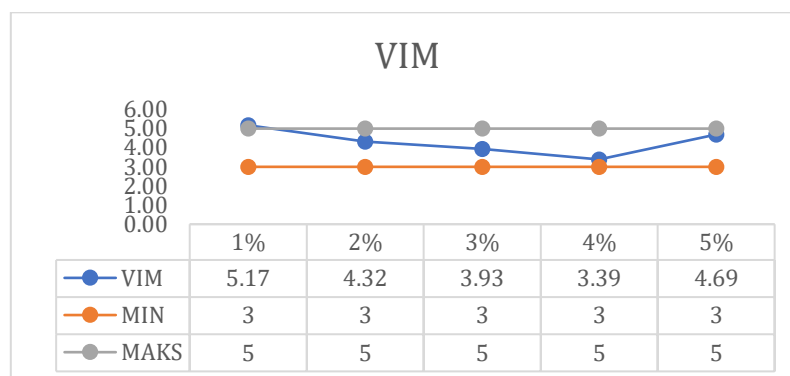
Flow adalah besarnya perubahan bentuk plastis suatu benda uji campuran beraspal yang terjadi akibat suatu beban sampai batas keruntuhan dinyatakan dalam satuan panjang.



Gambar 4. Nilai Flow Campuran Modifikasi Perendaman 30 Menit

Berdasarkan grafik diatas bahwa penggunaan *filler* abu bata mengalami perubahan dan penambahan kadar aspal akan meningkatkan nilai flow menjadi lebih besar. Peningkatan nilai flow pada *filler* abu bata disebabkan karna *filler* abu bata mudah bercampur dengan aspal dan menyebabkan campuran menjadi plastis. Hal ini disebabkan karena *filler* memiliki kondisi bentuk yang sangat halus sehingga dapat mengisi rongga antar butiran agregat.

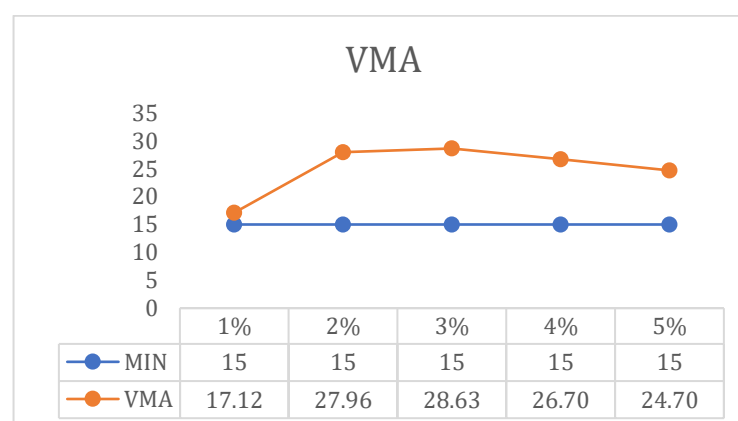
Void In Mix (VIM) menunjukkan rongga udara dalam campuran aspal. semakin tinggi nilai VIM semakin rendah kadar aspal akan berakibat pada kelelahan yang lebih cepat. Kondisi sebaliknya jika nilai VIM kecil sehingga lapis kedap air dan udara tidak dapat masuk dalam campuran akan menyebabkan terjadinya oksidasi dan aspal menjadi rapuh/getas. Hasil analisis pada variasi campuran dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 5. Nilai *Void in Mix* Campuran Modifikasi Perendaman 30 Menit

Dari hasil grafik diatas menunjukkan bahwa pada proporsi penambahan abu batu bata 1% melewati batas maksimum yang disyaratkan oleh Bina Marga sedangkan persentase proporsi lainnya masuk kedalam batas ketentuan yang berlaku. Bina Marga mensyaratkan batas maksimum 5% dan batas minimum 3% pada nilai parameter VIM, hal tersebut dimaksudkan untuk mendapatkan keawetan campuran dan batas minimum untuk mencegah terjadinya deformasi plastis.

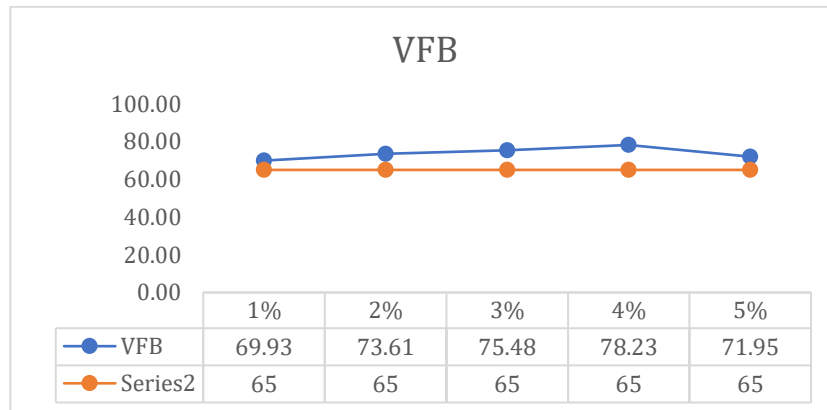
Void In Minerale Agregat (VMA) menunjukkan banyaknya rongga antar butir agregat. Apabila nilai VMA besar, sehingga film aspal dapat dibuat tebal. Jika VMA dan VIM kecil serta kadar aspal tinggi memungkinkan terjadinya bleeding besar. Untuk mencapai VMA yang besar dapat digunakan agregat dengan kondisi gradasi senjang. Bina Marga menetapkan syarat nilai VMA adalah minimum 15%.



Gambar 6. Nilai *Void in Minerale* Agregat Campuran Modifikasi Perendaman 30 Menit

Berdasarkan grafik diatas terlihat pada setiap variasi penambahan persentase abu bata memiliki nilai VMA yang bervariasi. Nilai rentang 1-3% mengalami peningkatan akan tetapi nilai VMA dengan variasi 4-5% mengalami penurunan namun keseluruhan nilai tersebut masih masuk dalam nilai minimum yang disyaratkan oleh Bina Marga. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi, seperti temperatur pemadatan, kualitas pemadatan dan karakteristik agregat. Kualitas pemadatan yang kurang baik menghasilkan benda uji dengan rongga cukup besar.

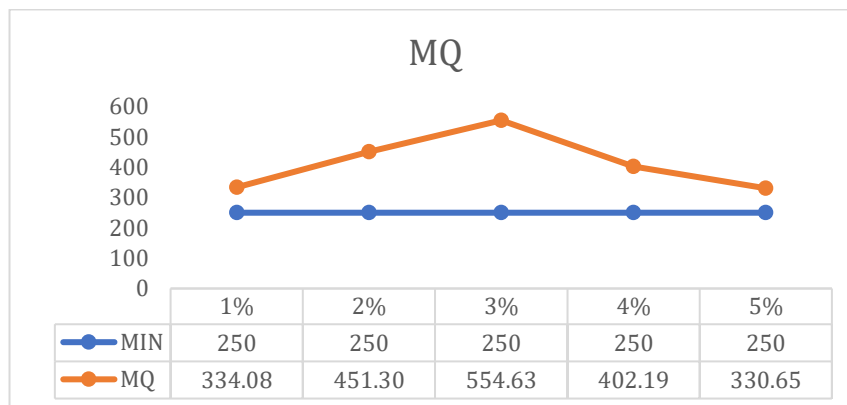
Void in with Bitumen (VBA) adalah persen rongga yang terdapat diantara partikel agregat (VMA) yang terisi oleh aspal (terabsorpsi), tidak termasuk aspal yang diserap oleh agregat dinyatakan % volume total benda.



Gambar 7. Nilai *Void In with Bitumen* Campuran Modifikasi Perendaman 30 Menit

Dari hasil pengujian dilaboraturium diperoleh hasil VFBnya untuk perendaman 30 menit pada variasi kadar *filler* 1%,2%,3%,4% dan 5% nilai VFB rata-rata setiap variasi adalah 1 % 69,93 ,2% 73,61, 3% 75,48 ,4% 78,32 ,5% 71,95. Merujuk pada standar spesifikasi Bina Marga 2018, hasil analisis dari beragam variasi mendapatkan nilai yang masih memenuhi standar minimum yang disyaratkan yaitu 65%. Penyerapan *filler* terhadap air yang rendah akan berakibat pada aspal yang diserap agregat dan *filler* menjadi kecil. Kondisi tersebut menyebabkan sisa aspal yang menutup rongga menjadi lebih besar, maka jumlah nilai persentase rongga dalam campuran yang terisi aspal bernilai tinggi.

Marshal Quotient (MQ) merupakan hasil nisbah antara nilai stabilitas dengan nilai kelelahan (flow). Nilai tersebut dapat memperlihatkan kondisi campuran aspal, jika nilai MQ semakin tinggi maka sifat campuran akan mengalami kaku/getas sedangkan kondisi sebaliknya jika nilai MQ semakin rendah maka sifat campuran akan lentur/plastis.



Gambar 8. Nilai Marshal Quotient Campuran Modifikasi Perendaman 30 Menit

Campuran laston menggunakan *filler* abu batu bata memiliki nilai stabilitas tinggi dan nilai flow yang tinggi. Hal ini dapat dilihat pada hasil grafik diatas yakni nilai MQ yang diperoleh dari keseluruhan variasi melebihi dari nilai syarat minimum yaitu 250. Nilai maksimum diperoleh dengan kadar variasi 3% dan nilai paling rendah yaitu pada kadar variasi 5%. Hal ini menunjukkan bahwa campuran limbah abu bata bersifat lentur dan kuat, disebabkan pada *filler* abu bata memiliki tekstur dan permukaan yang halus serta baik. Nilai marshall quotient memberikan gambaran bahwa bertambahnya proporsi kadar *filler* limbah abu bata mengalami peningkatan dan pada titik tertentu mengalami penurunan namun masih dalam batas yang disyaratkan. Hasil ini mengindikasikan bahwa aspal yang melekat dan terabsorpsi ke dalam agregat dapat meningkatkan kekuatan campuran aspal AC-WC.

5. Kesimpulan dan Saran

1. Dari hasil kajian dan analisis variasi penggunaan *filler* abu batu bata pada campuran AC-WC yang telah dilaksanakan pada laboratorium dengan melihat karakteristik campuran aspal kondisi kadar aspal optimum dan merujuk pada standar spesifikasi Bina Marga dalam pekerjaan jalan dan jembatan Tahun 2018 Divisi 6 dapat ditarik kesimpulan:
 - a. Parameter nilai stabilitas, yang dihasilkan dari variasi campuran menggunakan kadar nilai *filler* 1%, 2%, 3%, 4% dan 5% mendapatkan nilai diatas nilai yang disyaratkan minimal 800 kg.
 - b. Parameter nilai kelelahan (*flow*) dari nilai yang disyaratkan minimal 2 mm dan maksimal 4 mm, diperoleh hasil pengujian campuran aspal dengan variasi kadar *filler* yaitu 1% sampai dengan 4% memenuhi dan kadar 5% tidak memenuhi nilai yang disyaratkan.
 - c. Parameter nilai *Void in Mix* (VIM) dari nilai yang disyaratkan minimal 3% dan maksimal 5%, didapatkan hasil campuran dengan variasi *filler* 1%, 2%, 3%, 4% dan 5%, memenuhi syarat yang ditentukan.
 - d. Parameter nilai *Void in Minerale Agregat* (VMA) dari nilai yang disyaratkan minimal 15%, didapatkan hasil campuran dengan variasi *filler* 1%, 2%, 3%, 4% dan 5% telah memenuhi syarat yang ditentukan.
 - e. Parameter nilai *Void Filled with Bitumen* (VFB) dari nilai yang disyaratkan minimal 65%, didapatkan hasil campuran dengan variasi *filler* 1%, 2%, 3%, 4% dan 5% telah memenuhi syarat yang ditentukan.
 - f. Parameter nilai *Marshall Qouintient* (MQ) yang dihasilkan dari variasi campuran menggunakan kadar nilai *filler* 1%, 2%, 3%, 4% dan 5% mendapatkan nilai diatas nilai yang disyaratkan minimal 250 kg/mm.
2. Adapun saran yang dapat diberikan terhadap pengembangan penelitian ini adalah melakukan variasi pemadatan, dan variasi suhu perendaman yang dapat memperlihatkan pengaruhnya terhadap kekuatan campuran dan diharapkan hasil penelitian ini menjadi salah satu referensi atau acuan kepada pengguna jasa konstruksi khususnya dibidang pekerjaan jalan raya.

Daftar Rujukan

- [1] N. Sambo, R. Rachman, and Alpius, "Pemanfaatan Limbah Styrofoam Sebagai Bahan Tambah Campuran AC-BC Yang Menggunakan Sungai Bittuang," *Paulus Civ. Eng. J.*, vol. 3, no. 3, pp. 330-340, Oct. 2021, doi: 10.52722/PCEJ.V3I3.283.
- [2] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, "Komposisi Timbulan Sampah di Indonesia Berdasarkan Jenisnya," *Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional*, 2022. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2023/03/09/ri-hasilkan-19-juta-ton-timbulan-sampah-pada-2022-mayoritas-sisa-makanan> (accessed Apr. 04, 2023).
- [3] F. H. Sitorus, "Pemanfaatan Limbah Plastik sebagai Bahan Tambah Campuran Aspal pada Pengerasan Jalan AC-WC Terhadap Nilai Marshall," *Digital Repository Universitas Medan Area*,

2018. <https://repositori.uma.ac.id/handle/123456789/9508> (accessed Apr. 04, 2023).
- [4] S. Sucipto and Y. Aulia Sari, "Analisa Karakteristik Campuran Aspal Menggunakan Serbuk Kaca," *J. Civ. Eng. Plan.*, vol. 2, no. 1, pp. 84–98, Jun. 2021, doi: 10.37253/JCEP.V2I1.728.
- [5] "Batu bata - Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas." https://id.wikipedia.org/wiki/Batu_bata (accessed May 23, 2023).
- [6] D. A. Sofia, P. A. Shafira, and H. Kusumah, "Pengaruh Limbah Batu Bata Sebagai Pengganti Agregat Halus Terhadap Mutu Kuat Tekan Beton," *Pros. Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, vol. 10, no. 1, pp. 600–608, Aug. 2019, doi: 10.35313/IRWNS.V10I1.1481.
- [7] H. Ashad, I. Maulana, and A. Rahayu, "Kontribusi Limbah Batu Bata Merah Sebagai Alternatif Pengganti Parsial Semen Pada Beton," *J. Tek. Sipil MACCA*, vol. 5, no. 1, pp. 35–40, Feb. 2020, doi: 10.33096/JTSM.V5I1.12.
- [8] M. Alfiqry M, "PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH BATU BATA TERHADAP KUAT TEKAN BETON RINGAN," May 2019.
- [9] A. Karakteristik Campuran Aspal Menggunakan Serbuk Kaca Sucipto and Y. Aulia Sari, "Analisa Karakteristik Campuran Aspal Menggunakan Serbuk Kaca," *J. Civ. Eng. Plan.*, vol. 2, no. 1, pp. 84–98, Jun. 2021, doi: 10.37253/JCEP.V2I1.728.
- [10] R. Raffles and U. H. Umar, "Stability Analysis of Laston AC-WC Using K-250 Quality Waste Concrete as Coarse Aggregate," *J. Civ. Eng. Plan.*, vol. 4, no. 1, pp. 118–127, Jun. 2023, doi: 10.37253/JCEP.V4I1.733.
- [11] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2013.
- [12] Direktorat Jenderal Bina Marga, "Spesifikasi Umum 2018," *Edaran Dirjen Bina Marga Nomor 02/SE/Db/2018*, no. Revisi 2, pp. 6.1-6.104, 2018.