

PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH SERBUK KACA SEBAGAI *FILLER* MATERIAL PENGISI PADA CAMPURAN ASPHALT CONCRETE – WEARING COURSE (AC-WC)

Fitriana Suryandari¹, Ibnu Sholichin^{2*}

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UPN “Veteran” Jawa Timur, Surabaya

*) ibnu.ts@upnjatim.ac.id

Abstract

The need for good facilities and infrastructure is great for providing comfort to road users, as well as for reducing road accidents. Discarded old glass surfaces are waste products that will not disintegrate naturally from organic matter, thus employing alternative treatments to make the glass waste in the use of mixed materials a filler of the original bitumen. The method is the Marshall Test. The study of the planning of asphalt concrete-wearing course using the method used by the Marshall method in referring to the 2018 and existing building rules. Stained-glass filler is carefully processed. At 5%, 6% and 7% to find optimum asphalt. From Marshall's test results came an optimum asphalt level of 6%. Filler count is 0%, 5%, 6% and 7%. From Marshall's test results with increased glass fillers obtained optimum filler levels at 5.17%. With a stable value of 2494.59 kg, flow of 5.83 mm, Marshall Quotient of 442.75 kg/mm, VIM by 3 %, VMA by 15,15% and VFA by 80%. The purpose of this study was to reduce the waste of glass and it is expected to be able to identify the effect of using the powdered waste products as a filling material on the mixture of asphalt, the value of the Marshall requirement (stabilizer, flow, VMA, VIM, VFB, Marshall Quotient) to a mixture of concrete asphalt containing glass waste products. Based on the 2018 specification of the building specifications of the concrete asphalt mix with the addition of glass filler fillers is relatively good.

Keywords: *Filler, Glass Powder, Marshall Test*

Abstrak

Kebutuhan akan fasilitas sarana dan prasarana yang baik sangat dibutuhkan dalam menunjang kenyamanan bagi para pengguna jalan, serta dapat menurunkan tingkat kecelakaan yang terjadi di jalan. Kaca-kaca bekas yang sudah tidak terpakai lagi merupakan limbah yang tidak akan terurai secara alami oleh zat organik, dengan demikian diperlukan berbagai penanganan alternatif untuk menjadikan limbah kaca dalam pemanfaatan bahan campuran sebagai material pengisi (*filler*) pada campuran aspal. Metode yang dilaksanakan adalah metode penelitian *Marshall*. Penelitian ini mengenai perencanaan pembuatan *Asphalt Concrete-Wearing Course* dengan metode yang digunakan yaitu metode *marshall* dengan mengacu pada aturan Bina Marga 2018 dan SNI yang berlaku. *Filler* limbah kaca diolah dengan dihaluskan. Variasi kadar aspal sebesar 5%, 6% dan 7% untuk mencari kadar aspal optimum. Dari hasil pengujian *Marshall* diperoleh Kadar Aspal Optimum sebesar 6%. Variasi kadar *filler* sebesar 0%, 5%, 6% dan 7%. Dari hasil pengujian *Marshall* dengan penambahan serbuk kaca diperoleh Kadar *Filler* Optimum sebesar 5,17%. Dengan nilai stabilitas sebesar 2494,59 kg, *flow* sebesar 5,83 mm, *Marshall Quotient* sebesar 442,75 kg/mm, VIM sebesar 3 %, VMA sebesar 15,15%, dan VFA sebesar 80 %. Tujuan diadakan penelitian ini antara lain untuk mengurangi limbah kaca dan penelitian ini diharapkan dapat mengetahui pengaruh pemanfaatan limbah serbuk kaca sebagai material pengisi (*filler*) pada campuran aspal, nilai parameter *marshall* (stabilitas, kelelahan, VIM, VMA, VFB, *marshall quotient*) terhadap campuran laston AC-WC yang mengandung limbah kaca. Ditinjau dari persyaratan Spesifikasi Bina Marga tahun 2018 campuran aspal beton dengan penambahan *filler* serbuk kaca relatif baik.

Kata Kunci: *Filler, Serbuk Kaca, Marshall Test*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang sedang berkembang. Untuk mempermudah perkembangan diperlukan infrastruktur dan sarana transportasi yang memadai sebagai salah satu alat penunjang agar akses untuk mobilisasi barang maupun keperluan masyarakat dari satu wilayah ke wilayah lainnya menjadi lebih mudah. Jalan merupakan hal penting dalam akses transportasi, sehingga kondisi perkerasan jalan sebagai prasarana transportasi harus diperhatikan.

Perkerasan jalan adalah lapisan perkerasan yang menjadi tempat jalannya roda pada kendaraan, yang berfungsi untuk menopang beban yang ditimbulkan oleh benda di atasnya. Perkerasan merupakan campuran dari material – material dan pengikat untuk membentuk suatu lapisan yang dapat dilalui oleh kendaraan (Swardana, 2020). Perkerasan jalan merupakan aspek yang sangat penting untuk menciptakan akses jalan yang nyaman bagi pengendara (MUKHYAR et al., 2022).

Penggunaan kaca sendiri yang sangat banyak diberbagai keperluan manusia menuntut produksi bahan ini dalam jumlah yang sangat besar. Jumlah produksi yang

besar tersebut menimbulkan dampak pada lingkungan sebab kaca tidak bersifat korosif (Hisbullah, 2016).

Kaca-kaca bekas yang sudah tidak terpakai lagi merupakan limbah yang tidak akan terurai secara alami oleh zat organik (Diawarman et al., 2019). Dengan demikian diperlukan berbagai penanganan alternatif untuk menjadikan limbah kaca dalam pemanfaatan bahan campuran sebagai material pengisi (*filler*) pada campuran aspal.

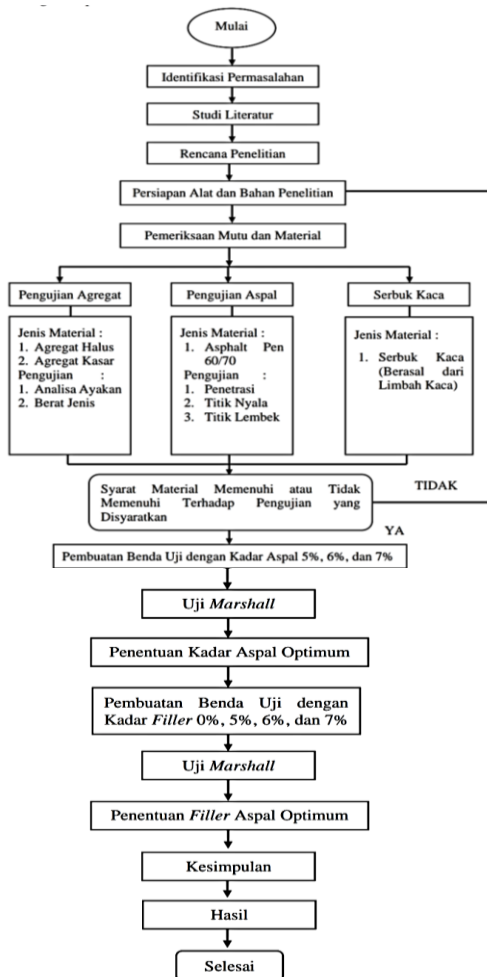
Dengan banyaknya kerusakan jalan di jalan raya dan banyaknya kecelakaan akibat kerusakan jalan yang menyebabkan ketidaknyamanan bagi pengguna jalan. Mendorong penulis untuk melakukan penelitian ini menggunakan serbuk kaca sebagai *filler* pada campuran aspal, dan hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan inovasi baru dalam pemanfaatan serbuk kaca pada perkerasan jalan di Indonesia.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan Jalan Program Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Penelitian ini membutuhkan pembuatan benda uji. Pembuatan benda uji dilakukan untuk mencari kadar aspal optimum dengan variasi kadar aspal sebesar 5%, 6% dan 7%. Setelah menentukan kadar aspal optimum, benda uji akan ditambahkan dengan material pengisi (*filler*) yaitu menggunakan material serbuk kaca dengan persentase kadar *filler* sebesar 0%, 5%, 6%, dan 7% dari berat total agregat. Material yang digunakan dalam pembuatan benda uji yaitu batu pecah dengan ukuran 5x10 mm, 10x10 mm, pasir, aspal, serbuk kaca sebagai *filler*.

Pengumpulan data diperoleh dari pembuatan benda uji. Pembuatan benda uji dilakukan dengan membuat benda uji sebanyak 18 benda uji. Benda uji yang akan dibuat pada penelitian ini terdiri dari 3 benda uji tiap masing-masing campuran. Pengambilan data dilakukan dengan mencatat hasil dari Uji *Marshall* yang dilakukan pada masing-masing benda uji. Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini disajikan pada bagan alir penelitian berikut :



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Material

Hasil pengujian material aspal maupun agregat pada tugas akhir ini meliputi tentang sifat fisik agregat kasar, halus dan *filler*. Pengujian material aspal mengenai pengujian fisik aspal Pertamina penetrasi 60/70 meliputi pengujian penetrasi, titik nyala dan titik bakar, titik lembek aspal. Pengujian material dilakukan berdasarkan peraturan mengenai tata cara pengujian material yang tertera pada SNI (Standar Nasional Indonesia) dan Spesifikasi Umum Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Jawa Timur Tahun 2018.

Hasil Pengujian Fisik Agregat

Hasil pengujian fisik agregat ditunjukkan tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Analisa Agregat

Hasil Pengujian Fisik Agregat

Hasil pengujian fisik agregat ditunjukkan tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Analisa Agregat

Agregat Kasar 10-10 mm					
No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Hasil	Syarat	Keterangan
1	Berat Jenis	SNI 1969:2008	2,54	Min 2,5 gr	Memenuhi
2	Penyerapan Air	SNI 1969:2009	1%	Max 3%	Memenuhi
Agregat Kasar 5-10 mm					
No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Hasil	Syarat	Keterangan
1	Berat Jenis	SNI 1969:2008	2,55	Min 2,5 gr	Memenuhi
2	Penyerapan Air	SNI 1969:2009	1%	Max 3%	Memenuhi
Agregat Halus					
No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Hasil	Syarat	Keterangan
1	Berat Jenis	SNI 1969:2008	2,6	Min 2,5 gr	Memenuhi
2	Penyerapan Air	SNI 1969:2009	0,01%	Max 3%	Memenuhi

Sumber : Hasil Penelitian (2022)

Hasil Pengujian Fisik Aspal

Hasil pengujian fisik agregat ditunjukkan tabel 2 sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil Analisa Agregat

No	Jenis Pemeriksaan	syarat	Satuan	Hasil	Keterangan
1	Penetrasi	60-79	0,1 mm	66,69	Memenuhi
2	Titik Lembek	48-58	°C	57	Memenuhi
3	Titik Nyala dan Bakar	Min.200	°C	258	Memenuhi

Sumber : Hasil Penelitian (2022)

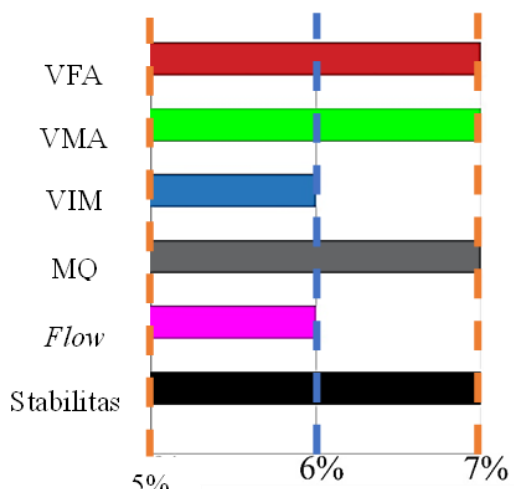
Hasil Pengujian Marshall Terhadap Aspal Optimum

Hasil pengujian *Marshall* diperoleh dari pembuatan benda uji dengan variasi kadar aspal 5%, 6%, dan 7% untuk memperoleh nilai karakteristik *Marshall* yang digunakan untuk nilai Kadar Aspal Optimum. Setiap variasi persentase kadar aspal dibuat benda uji sebanyak 3 (tiga) buah benda uji. Nilai karakteristik *Marshall* dari pengujian *Marshall* ditunjukkan pada tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Nilai Karakteristik *Marshall*

Parameter <i>Marshall</i>	Satuan	Syarat Bina Marga	Variasi Kadar Aspal		
			5%	6%	7%
Stabilitas	kg	Min.800	1704,98	1735,56	2053,42
<i>Flow</i>	mm	2 to 4	3,27	4,00	4,97
<i>Marshall Quotient</i>	kg/mm	250	521,02	432,42	415,10
VIM	%	3 to 5	4,80	2,98	1,24
VMA	%	Min.15	16,10	16,60	17,20
VFA	%	Min.65	70,65	82,11	93,02

Sumber : Hasil Penelitian (2022)



Gambar 2. Hubungan Kadar Aspal dengan Parameter Marshall

Dari grafik batang pada gambar 2 diperoleh Kadar Aspal Optimum yang dapat diambil dari pengujian Marshall yaitu dengan kadar persentase aspal sebesar 6% dengan nilai stabilitas sebesar 1735,56 kg, flow sebesar 4,00 mm, Marshall Quotient sebesar 432,42 kg/mm, nilai VIM sebesar 3%, nilai VMA sebesar 16,60% dan nilai VFA sebesar 82,11%. Hasil pengujian Marshall dengan kadar aspal 6% telah memenuhi syarat pada Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 dengan nilai stabilitas minimum sebesar 800 kg, nilai flow minimum 2mm maksimum 4mm, nilai VMA minimum sebesar 15%, nilai VFA minimum sebesar 65% dan nilai VIM minimum sebesar 3% maksimum 5%. Maka dalam pencampuran pembuatan benda uji menggunakan filler serbuk kaca menggunakan campuran kadar aspal sebesar 6% untuk 1 (satu) benda uji.

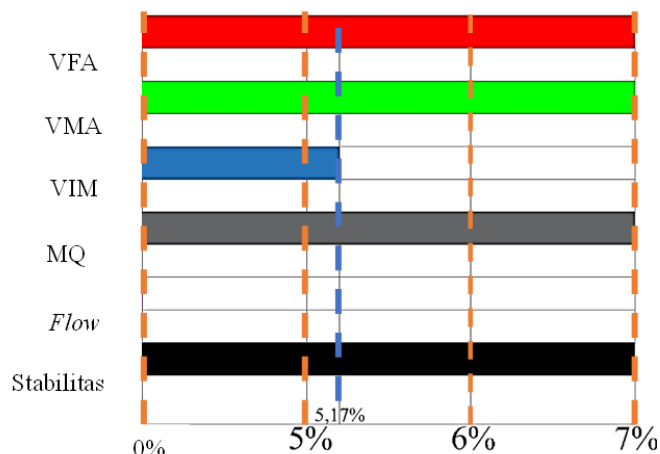
Hasil Pengujian Marshall Bahan Pengisi Filler Serbuk Kaca

Hasil pengujian Marshall diperoleh dengan pembuatan benda uji yang telah ditambahkan filler serbuk kaca dengan variasi kadar filler serbuk kaca sebesar 0%, 5%, 6%, 7% dan Kadar Aspal Optimum untuk memperoleh nilai karakteristik Marshall. Setiap variasi persentase kadar filler dibuat benda uji sebanyak 3 (tiga) buah benda uji, sehingga total benda uji yang dibuat sebanyak 9 buah benda uji. Nilai parameter Marshall rata-rata dari pengujian Marshall yang telah ditambah filler serbuk kaca ditunjukkan pada tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4. Nilai Karakteristik Marshall dengan Penambahan Filler Serbuk Kaca

Parameter Marshall	Satuan	Syarat Bina Marga	Variasi Kadar Filler				
			0%	5%	5,17%	6%	7%
Stabilitas	kg	Min.800	1735,56	2525,15	2494,59	2345,38	2804,82
Flow	mm	2 to 4	4,00	5,58	5,83	7,03	7,24
Marshall Quotient	kg/mm	250	432,42	463,70	442,75	340,46	392,73
VIM	%	3 to 5	3,0	3,22	3,00	2,2	1
VMA	%	Min.15	16,60	15	15,15	15,91	16,88
VFA	%	Min.65	82,11	78,69	80,00	86,37	94,92

Sumber : Hasil Penelitian (2022)



Gambar 3. Hubungan Kadar Filler Serbuk Kaca dengan Parameter Marshall

Dari grafik batang pada gambar 2 diperoleh Kadar Filler Optimum dan didapatkan rata-rata yang diambil dari pengujian Marshall yaitu pada persentase kadar aspal 5,17% dengan nilai stabilitas sebesar 2494,59 kg, flow sebesar 5,83 mm, Marshall Quotient sebesar 442,75 kg/mm, nilai VIM sebesar 3%, nilai VMA sebesar 15,15% dan nilai VFA sebesar 80%. Hasil pengujian Marshall dengan kadar aspal 5,17% Sebagian besar telah memenuhi syarat pada Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018. Sedangkan nilai flow pada kadar aspal 5,17% tidak memenuhi persyaratan dengan nilai minimum 2 mm dan maksimum 4 mm.

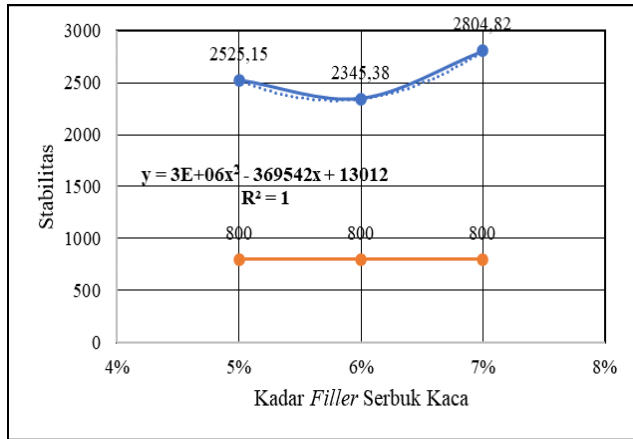
Pengaruh Penambahan Filler Serbuk Kaca Terhadap Parameter Marshall

Penambahan filler pada aspal adalah bertujuan untuk meningkatkan kekuatan, dan kinerja aspal tersebut. Dari persamaan polinomial didapatkan nilai penurunan/kenaikan terhadap parameter Marshall ditunjukkan pada tabel 5 sebagai berikut :

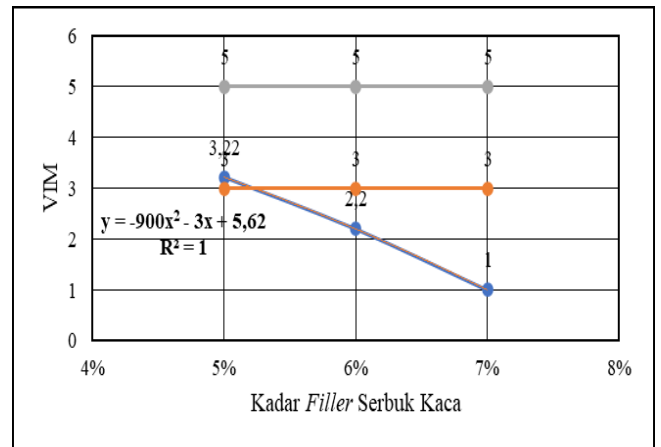
Tabel 5. Nilai Penurunan/Kenaikan Terhadap Karakteristik Marshall

Parameter Marshall	Satuan	Syarat Bina Marga	Variasi Kadar Filler		Kenaikan / Penurunan
			0%	5,17%	
Stabilitas	kg	Min.800	1735,56	2494,59	Kenaikan 43,73 %
Flow	mm	2 to 4	4,00	5,83	Kenaikan 45,75 %
Marshall Quotient	kg/mm	250	432,42	442,75	Kenaikan 2,38 %
VIM	%	3 to 5	3,0	3,00	Kenaikan 1,67 %
VMA	%	Min.15	16,60	15,15	Penurunan 8,73 %
VFA	%	Min.65	82,11	80,00	Penurunan 0,026 %

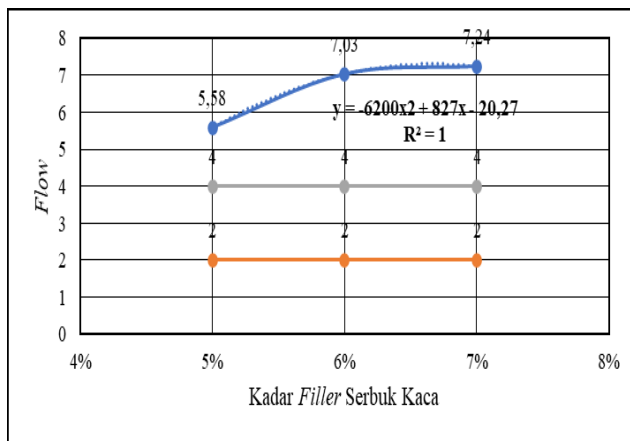
Sumber : Hasil Penelitian (2022)



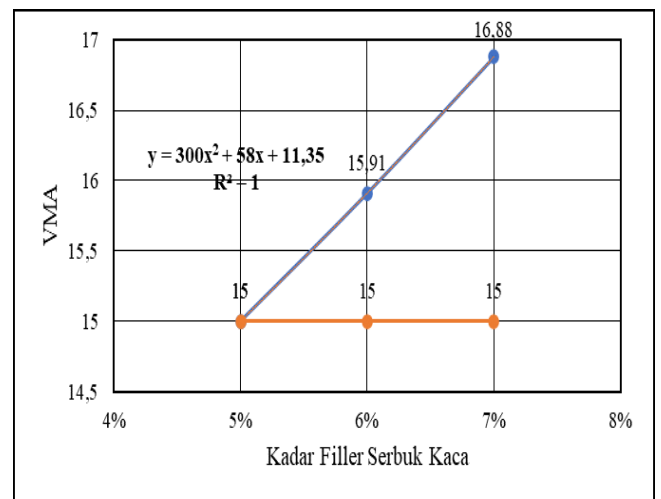
Gambar 4. Hubungan Kadar *Filler* Serbuk Kaca dengan Nilai Stabilitas



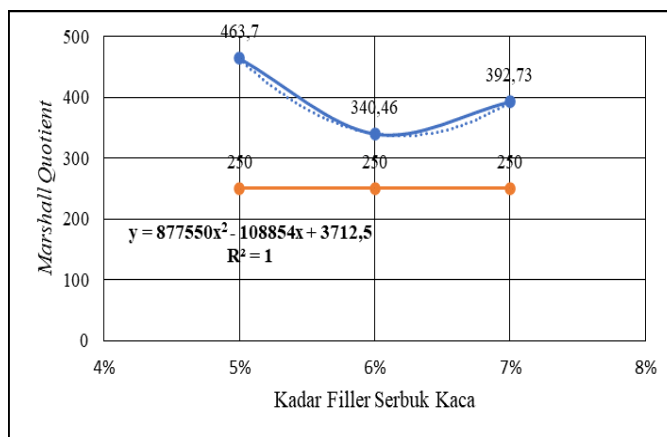
Gambar 7. Hubungan Kadar *Filler* Serbuk Kaca dengan Nilai VIM



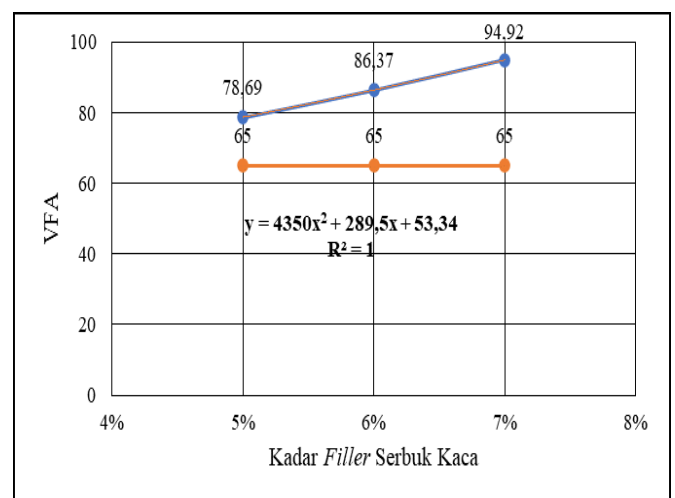
Gambar 5. Hubungan Kadar *Filler* Serbuk Kaca dengan Nilai *Flow*



Gambar 8. Hubungan Kadar *Filler* Serbuk Kaca dengan Nilai VMA



Gambar 6. Hubungan Kadar *Filler* Serbuk Kaca dengan Nilai *Marshall Quotient*



Gambar 9. Hubungan Kadar *Filler* Serbuk Kaca dengan Nilai VFA

Kaca pada tabel 5, gambar 4 sampai gambar 9 diperoleh Kadar *Filler* Optimum dan didapatkan rata-rata yang diambil dari pengujian *Marshall* yaitu pada persentase kadar aspal 5,17% dengan nilai stabilitas sebesar 2494,59 kg dengan kenaikan sebesar 43,73%, *flow* sebesar 5,83 mm dengan kenaikan 45,75%, *Marshall Quotient* sebesar 442,75 kg/mm dengan kenaikan 2,38%, nilai VIM sebesar 3% dengan kenaikan 1,67%, nilai VMA sebesar 15,15% dengan penurunan 8,73% dan nilai VFA sebesar 80% dengan penurunan sebesar 0,026%.

Dari hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa serbuk kaca merupakan salah satu *filler* pengisi yang relatif baik yang digunakan pada konstruksi perkerasan jalan karena komponen utama limbah kaca adalah alkali dan *silicon dioxide* (Yuniarti et al., 2019). Dari penelitian ini serbuk kaca dapat meningkatkan nilai stabilitas, *Marshall Quotient* dan VIM. Nilai VMA yang mengalami penurunan dapat menyebabkan aspal menyelimuti agregat terbatas sehingga dapat memicu terjadinya kerusakan. Nilai VFA yang mengalami penurunan terjadi akibat nilai VMA yang mengalami penurunan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian campuran aspal beton dengan memanfaatkan limbah serbuk kaca sebagai *filler* pada campuran aspal beton AC-WC, dapat diambil kesimpulan di antaranya sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian karakteristik Marshall pada campuran AC-WC yang menggunakan limbah serbuk kaca sebagai bahan pengisi (*filler*) dengan variasi persentase 0%, 5%, 6%, dan 7% menunjukkan bahwa serbuk kaca relatif cukup baik untuk digunakan sebagai bahan pengisi (*filler*) pada perkerasan jalan sesuai dengan Spesifikasi Bina Marga 2018, akan tetapi pada pengujian *flow* belum memenuhi persyaratan Spesifikasi Bina Marga.
2. Nilai Kadar Aspal Optimum dari pengujian campuran aspal beton dengan variasi kadar aspal 5%, 6% dan 7% diperoleh pada campuran aspal beton dengan kadar aspal 6%. Hal ini dikarenakan nilai parameter *Marshall* pada variasi kadar aspal 6% memenuhi persyaratan dalam Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018. Nilai parameter *Marshall* pada kadar aspal 6% diperoleh nilai dengan nilai stabilitas sebesar 1735,56 kg, *flow* sebesar 4,00 mm, *Marshall Quotient* sebesar 432,42 kg/mm, nilai VIM sebesar 3%, nilai VMA sebesar 16,60% dan nilai VFA sebesar 82,11%. Hasil pengujian *Marshall* dengan kadar aspal 6% telah memenuhi syarat pada Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 dengan nilai stabilitas minimum sebesar 800 kg, nilai *flow* minimum 2mm maksimum 4mm, nilai VMA minimum sebesar 15%, nilai VFA minimum sebesar 65% dan nilai VIM minimum sebesar 3% maksimum 5%. Sehingga, Kadar Aspal

Optimum yang dapat diambil yaitu pada kadar aspal 6%.

3. Nilai persentase kenaikan / penurunan pada karakteristik *Marshall* dengan penambahan serbuk kaca sebagai bahan pengisi (*filler*). Dengan kadar *filler* serbuk kaca 5,17 % didapatkan persentase kenaikan nilai stabilitas sebesar 43,73 % , besar persentase kenaikan nilai *flow* sebesar 45,75 % , besar persentase kenaikan nilai *marshall quotient* sebesar 2,38 % , besar persentase kenaikan nilai VIM sebesar 1,67 % , besar persentase penurunan nilai VMA sebesar 8,73 % , dan besar persentase penurunan nilai VFA sebesar 0,026 %.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada orang tua, kakak, dan ponakan saya yang telah memberikan dukungan moril dan materil. Kepada Dosen dan Asisten Laboratorium UPN “Veteran” Jawa Timur yang telah menyediakan Lab. Bahan Jalan UPN “ Veteran” Jawa Timur guna melaksanakan penelitian untuk Tugas Akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C94/C94M-03. (2003). Standard Specification for Ready-Mixed Concrete. *ASTM International, West Conshohocken, PA, 11*, 1–10.
- Diawarman, D., Mulyadi, A., & Ricah, R. (2019). Analisis Pengaruh Penambahan Limbah Pecahan Kaca Terhadap Campuran Beton Mutu K-175. *Jurnal Teknik Sipil*, 8(1), 6–12. <https://doi.org/10.36546/tekniksipil.v8i1.226>
- Fauziah, M., & Wijayati, F. S. (2017). Pengaruh Kadar Limbah Kaca Sebagai Substitusi Agregat Halus Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Porus.
- Hisbullah, I. H. (2016). *Makalah pemanfaatan limbah kaca terhadap bahan konstruksi beton*. 1142004013, 1–10.
- Marga, D. J. B. (2018). Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan (Revisi 1). In *Edaran Dirjen Bina Marga Nomor 02/Se/Db/2018* (Issue September).
- Mukhtar, M. (2016). *Pengaruh Penggunaan Sebagian Agregat Halus Dengan Limbah Serbuk Kaca Terhadap Karakteristik Marshall Pada Aspal Hot Rolled Sheet*.
- Mukhyar, Abdurrahman, I. H., & Adawiyah, R. (2022). *Analisis faktor-Faktor Penyebab Kerusakan Jalan pada Jalan Lingkungan Pemukiman Di Jalan By Pass Kota Rantau*.
- Naroze, I. (2020). *Kajian Karakteristik Campuran Aspal Porus Dengan Pemanfaatan Serbuk Kaca Sebagai Bahan Substitusi Filler Untuk Perkerasan Jalan Raya*.
- Putri, E. E., & Putra, S. M. (2018). *Pengaruh Penambahan Abu Arang Tempurung Kelapa (AATK) Terhadap Durabilitas Perkerasan Asphalt Concrete – Wearing Course*. 200, 426–439.

- Rida, R., Syarwan, & Supardin. (2019). Pengaruh Substitusi Limbah Kaca Terhadap Pasir Pada Campuran Laston AC-BC. *Jurnal Sipil Sains Terapan*, 03(September).
- Rosid, I. A. (2011). Pemanfaatan Serbuk Kaca Sebagai Filler Pada Campuran Perkerasan Jalan HRS – WC.
- Setiawan, R. M. (2013). Komparasi Penggunaan Filler Kaca Pada Campuran Hrs Dan Sma Terhadap Karakteristik Marshall Dan Workabilitas (Issue 55).
- Swardana, R. (2020). Analisa Karakteristik Campuran Aspal Menggunakan Limbah Keramik. *Journal of Civil Engineering and Planning*, 2(1), 84–98. <http://repository.uib.ac.id/id/eprint/2339>
- Utomo, N., & Romadlon, C. F. S. (2019). Pemanfaatan Limbah Tempurung Kelapa Sebagai Material Pengisi Pada Campuran Perkerasan Jalan. *Jurnal Envirotek*, 11(1),59–65. <https://doi.org/10.33005/envirotek.v11i1.1363>
- Yuniarti, R., Hasyim, Hariyadi, & Handayani, T. (2019). Penggunaan Limbah Kaca Sebagai Filler Pada Campuran Perkerasan Aspal Panas. *Jurnal Teknik Sipil*,26(3),265. <https://doi.org/10.5614/jts.2019.26.3.10>