

Pemanfaatan Penggunaan Filler Botol Kaca Terhadap Campuran AC-WC

Abd. Rahman Noka¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Gorontalo

Corresponding author: rivaldiumar38@gmail.com

Article Info

Article history:

Receive; 03, Maret, 2026

Revised; 09, Maret, 2026

Accepted; 13, Maret, 2026

Keywords:

Beton aspal;

Asphalt Mixing Plant;

marshall dan *flow*;

VMA;

VIM;

ABSTRACT

Salah satu jenis lapis perkerasan aspal yang bersifat struktural dan umum dipakai di Indonesia yang ditempatkan pada lapis permukaan struktur perkerasan jalan adalah Beton aspal (*AC*) yang meliputi bahan pengisi, aspal, dan agregat. Lapisan atas dari struktur perkerasan jalan raya, yang dikenal sebagai Aspal Beton dengan lapisan *aus* (*AC-WC*) terhubung langsung ke roda kendaraan, lapisan tersebut yang digunakan pada penelitian ini. Penelitian ini meneliti pemanfaatan penggunaan filler botol kaca sebagai pengganti bahan pengisi. Botol kaca mengandung *silikon oksida*, *kalsium*, *natrium*, dan berbagai mineral lainnya, Botol kaca dipilih pada penelitian ini karena dapat lebih terjangkau dan mudah di dapatkan di Provinsi Gorontalo. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Terpadu Universitas Gorontalo dengan menggunakan agregat dari *Asphalt Mixing Plant* (*AMP*) PT. Tjakrindo Mas yang berlokasi di Kecamatan Bongomeme Kabupaten Gorontalo. Aspal yang digunakan dengan Pen. 60/70 dengan presentase gabungan agregat : agregat kasar 13,5%, agregat kasar (medium) 35%, agregat halus 35%, agregat halus (pasir) 15% dan *filler* 1,5% serta menggunakan kadar aspal 5,50%. Benda uji dibuat sebanyak 5 benda uji pada setiap variasi dengan total 15 benda uji. Hasil penelitian menggunakan filler botol kaca dan abu batu dengan perbandingan 100 : 0, 75 : 25, 50,50 dan 25 : 75, menghasilkan adanya perbedaan pada karakteristik *Marshall* yang dimana nilai stabilitas *marshall* dan *flow* yang semakin membesar dan ada beberapa variabel yang memenuhi dan yang tidak memenuhi spesifikasi pada *VMA*, *VIM*, dan *VFB*.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



Corresponding Author: rivaldiumar38@gmail.com

1. Pendahuluan

Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang menampung roda kendaraan dan berfungsi untuk menopang beban barang yang diatasnya. Campuran bahan dan bahan pengikat digunakan untuk membuat lapisan perkerasan yang dapat dilalui mobil. Untuk mendapatkan kualitas yang diinginkan, seseorang harus memiliki pengetahuan tentang jenis bahan yang digunakan.

Bahan pengisi diperlukan untuk menunjang kekuatan dan mengurangi jumlah rongga pada campuran yang mengandung agregat bergradasi kontinyu. Bahan pengisi didefinisikan oleh Departemen Pekerjaan Umum (1999) sebagai campuran mineral agregat yang berukuran 0,075 mm atau lolos saringsan No.200 [1]. Kepatuhan yang tinggi terhadap agregat lain diperlukan dari bahan pengisi. Bahan pengisi dan aspal akan bergabung menjadi pasta dengan menggunakan daya rekat ini, yang kemudian akan mengikat agregat halus untuk menghasilkan mortar, Indonesia masih mempunyai permasalahan pengelolaan sampah yang signifikan [2]. Lebih dari 37.459,00 ton sampah dihasilkan secara nasional pada tahun 2020, dengan limbah kaca (LK)

menyumbang 2,29% dari total sampah yang dihasilkan, menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. LK tergolong limbah B3 yang berbahaya dan tidak mampu terurai secara alami. Penggunaan LK sebagai pengganti agregat halus diperkirakan akan mengurangi permasalahan sampah di negara ini dan menawarkan agregat yang berbeda untuk membangun perkerasan jalan. Pada variasi LK 38% nilai stabilitas cenderung menurun dan nilai aliran cenderung meningkat ketika LK digunakan sebagai alternatif filler pada formulasi Laston AC-WC.

2. Tinjauan Pustaka

Salah satu unsur lalu lintas yang diperlukan bagi kegiatan masyarakat adalah jalan. Demi keselamatan dan kenyamanan lalu lintas yang melewatinya, kondisi jalan harus selalu dalam keadaan baik. Namun seiring dengan meningkatnya jumlah kendaraan, jalan raya juga mengalami kerusakan dini, yang berarti bahwa beberapa jalan mengalami kerusakan sebelum mencapai umur rencana, dan jalan lainnya bahkan mengalami kerusakan segera setelah dibuka. Dua teknik yang sering digunakan dalam perencanaan perkerasan jalan di Indonesia adalah metode Hot Rolled Asphalt (HRA) dan pendekatan Aspal Beton (Asphalt Concrete) [3]. Metode Asphalt Concrete merupakan teknik kombinasi aspal yang digunakan pada penelitian ini, khususnya pada lapisan permukaan AC-WC (Asphalt Concrete–Wearing Course) [4]. Lapisan permukaan atas yang disebut Aus Layer Asphalt Concrete (AC-WC) merupakan struktur perkerasan jalan yang bersentuhan langsung dengan roda kendaraan [5]. Ia memiliki struktur yang lebih halus, dapat memberikan kontribusi daya dukung yang dapat diukur, dan berfungsi sebagai lapisan kedap air untuk melindungi konstruksi di bawahnya. Tiga komponen utama perkerasan jalan adalah bahan pengisi, aspal, dan agregat

2.1 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan merupakan suatu lapisan perkerasan yang menopang beban barang di atasnya dan digunakan oleh roda kendaraan. Campuran bahan dan bahan pengikat digunakan untuk membuat lapisan perkerasan yang dapat dilalui mobil. Untuk mendapatkan kualitas yang diinginkan, seseorang harus memiliki pengetahuan tentang jenis bahan yang digunakan. Sukirman (1999). Jenis perkerasan yang digunakan pada penelitian ini adalah perkerasan lentur yang ditandai dengan penggunaan aspal sebagai bahan pengikat [6].

Tabel 1. Perbedaan perkerasan lentu dan kaku

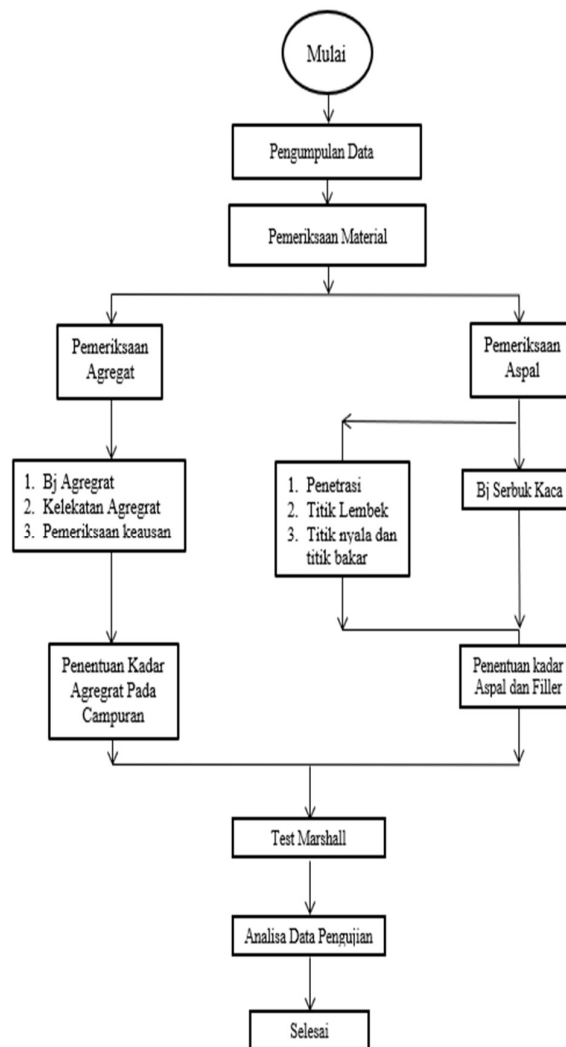
	Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
Bahan pengikat	Aspal	Semen
Repitisi bahan	Timbul rutin	Timbul retak-retak pada permukaan
Penurunan tanah dasar	Jalan bergelombang	Bersifat sebagai balok diatas perletakan
Perubahan temperatur	Modulus kekuatan berubah, timbul tegangan dalam yang kecil	Modulus kekakuan tidak bnerubah

Sumber : Sukirman, 1992

3. Metodologi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gorontalo. Untuk memperoleh hasil yang sebanding dengan kondisi saat ini, penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental, yaitu melakukan kegiatan eksperimen. Botol kaca yang berasal dari sampah digunakan dalam penelitian ini.

Untuk Jenis data yang dikumpulkan terdiri dari data primer dan sekunder. Data sekunder diperoleh dari pengumpulan referensi-referensi yang relevan seperti dari instansi yang terkait, beberapa kajian atau studi terdahulu yang terkait dengan penelitian, serta dokumen-dokumen terkait yang dianggap perlu, ini menetapkan lokasi pengumpulan bahan dan lokasi studi dan berfungsi sebagai landasan untuk penelitian selanjutnya. Sedangkan data primer diperoleh melalui pengujian laboratorium, seperti pengujian material yang terdiri dari aspal, agregat kasar, agregat halus, dan filler, untuk mengetahui apakah material yang akan digunakan dalam campuran memenuhi persyaratan. Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini disajikan pada bagan alir penelitian berikut:



Gambar 1. Metodologi penelitian yang dirancang

4. Hasil dan Pembahasan

Experiment ini dilaksanakan di Lab.Terpadu, Semua tahapan percobaan yang direncanakan pada *experiment* ini telah terselesaikan. Awalnya persiapan alat dan material, Aspal, agregat kasar, agregat halus, dan serbuk botol kaca diuji karakteristiknya sebelum sampel diproduksi dan dikirim ke pemeriksaan Marshall. Hasil *experiment* berisi data kasar, kemudian dianalisa agar mengetahui efek bahan yang digunakan sebagai bahan pengganti Sebagian *filler* dengan menggunakan botol kaca.

4.1 Hasil Pengujian

Semua data yang telah didapatkan dari hasil penelitian yang berupa data-data kasar yang didapatkan dari pengujian karakteristik material yang digunakan, komposisi *hot mix*, serta data hasil uji *marshall*. Adapun data dari hasil pengujian ini yaitu sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil analisa saringan dan karakteristik egregat kasar

No Saringan	mm	Berat Tertahan 1 (gr)	Berat Tertahan 2 (gr)	Berat Tertahan Rata-rata (gr)	Presentase Butir Tertahan (%)	Jumlah Butir Tertahan Kumulatif (%)	Jumlah Butir Lolos (%)
1 1/2"	38,10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,40	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19,05	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,7	723,8	755,8	739,8	49,3	49,3	50,7
3/8"	9,53	340,4	383,6	362,0	24,1	73,5	26,5
No. 4	4,75	274,0	233,4	253,7	16,9	90,4	9,6
No. 8	2,36	37,0	29,0	33,0	2,2	92,6	7,4
No. 16	1,18	15,4	17,0	16,2	1,1	93,6	6,4
No. 30	0,6	9,4	12,6	11,0	0,7	94,4	5,6
No. 50	0,3	21,2	15,2	18,2	1,2	95,6	4,4
No. 100	0,15	30,0	12,0	21,0	1,4	97,0	3,0
No. 200	0,075	30,0	26,6	28,3	1,9	98,9	1,1
Pan		18,8	14,8	16,8	1,1	100,0	0,0
Jumlah		1500,0	1500,0	1500,0	100,0		

Tabel 2. Hasil gradasi analisa saringan agregat halus

No Saringan	Mm	Berat Tertahan 1 (gr)	Berat Tertahan 2 (gr)	Berat Tertahan Rata-rata (gr)	Presentase Butir Tertahan (%)	Jumlah Butir Tertahan Kumulatif (%)	Jumlah Butir Lolos (%)
3/4"	19,05	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	9,53	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 4	4,75	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 8	2,36	387,0	302,0	344,5	17,2	17,2	82,8
No. 16	1,18	689,0	680,8	684,9	34,2	51,5	48,5
No. 30	0,6	341,4	428,4	384,9	19,2	70,7	29,3
No. 50	0,3	198,6	258,8	228,7	11,4	82,2	17,9
No. 100	0,15	214,0	210,0	212,0	10,6	92,8	7,3
No. 200	0,075	92,0	67,0	79,5	4,0	96,7	3,3
Pan		78,0	53,0	65,5	3,3	100,0	0,0
Jumlah		2000	2000	2000	100,0		

Tabel 3. Hasil gradasi analisa saringan bahan pengisi

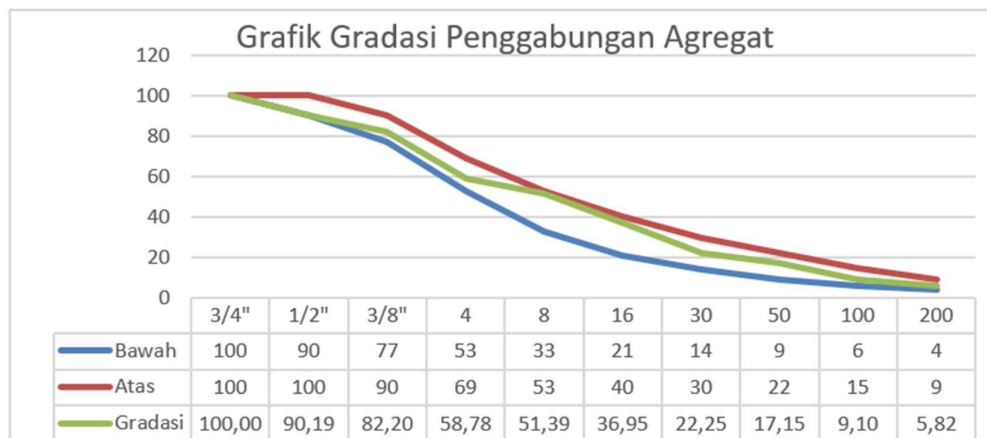
No Saringan	mm	Berat Tertahan 1 (gr)	Berat Tertahan 2 (gr)	Berat Tertahan Rata-rata (gr)	Presentase Butir Tertahan (%)	Jumlah Butir Tertahan Kumulatif (%)	Jumlah Butir Lolos (%)
No. 30	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 50	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 100	0,15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 200	0,075	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
Pan		2500	2500	2500	100	100	0,0
Jumlah		2500	2500	2500	100		

Tabel 4. Hasil pemeriksaan bahan pengisi(Filler) botol kaca

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Spesifikasi Bina Marga 2018	Satuan	Keterangan
1	Berat Jenis	1,65	Min.1	%	Memenuhi
2	Pengujian Lolos Saringan No. 200	100	Min.75	%	Memenuhi

Tabel 5. Hasil pemeriksaan karakteristik aspal

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Spesifikasi Bina Marga 2018	Satuan	Keterangan
1	Penetrasi Aspal	62,5	60 – 70	%	Memenuhi
2	Titik Lembek	50	48 – 58	°C	Memenuhi
3	Berat Jenis aspal	1,26	Min. 1,00	gr/cc	Memenuhi



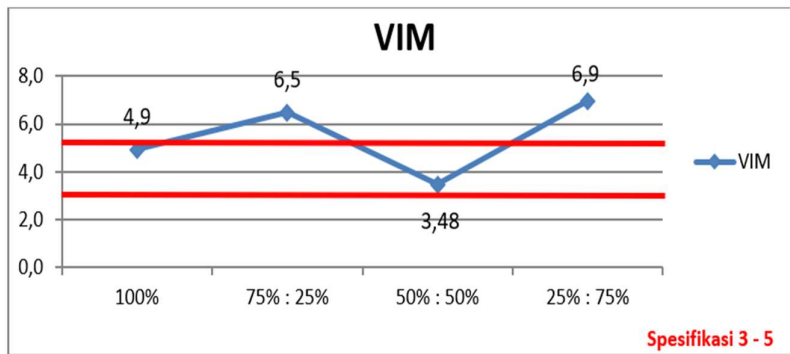
Gambar 2. Grafik gradasi penggabungan agregat

1. Rongga Dalam Campuran (VIM)

Persentase rongga dalam keseluruhan campuran biasanya digunakan untuk menunjukkan volume rongga dalam campuran (VIM). Kekencangan campuran dipengaruhi oleh nilai VIM; nilai VIM yang tinggi menunjukkan bahwa campuran tersebut mempunyai banyak rongga dan akan banyak menyerap aspal. Selain itu, nilai kekakuan campuran ditampilkan dengan nilai VIM [7]. Nilai kekakuan campuran aspal dengan nilai VIM rendah adalah tinggi, sedangkan nilai kekakuan campuran aspal dengan nilai VIM tinggi adalah rendah.

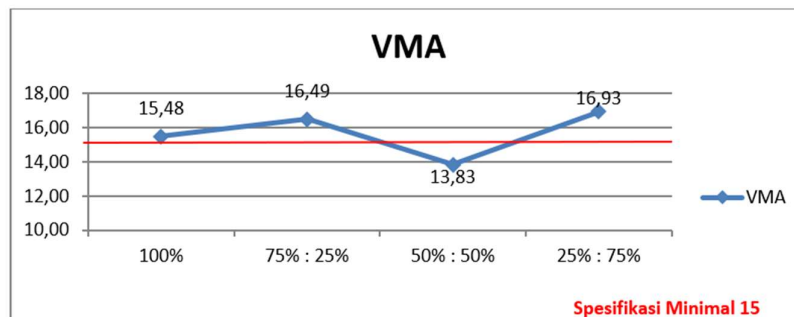
Tabel 6. Hasil pengujian marshall

No	Uraian	Satuan	VARIASI (<i>FILLER</i>)ABU BATU DAN BOTOL KACA				Spesifikasi Bina Marga 2018	Keterangan
			100%	75% : 25%	50% : 50%	25% : 75%		
1	<i>VIM</i>	%	4,9	6,5	3,48	6,9	3 ~ 5	2 Memenuhi
2	<i>VMA</i>	%	15,48	16,49	13,83	16,93	Min. 15	3 Memenuhi
3	<i>VFB</i>	%	65,55	60,81	74,81	58,94	Min. 65	3 Memenuhi
4	Stabilitas Marshall	<i>Kg</i>	1886,3 6	2234,43	2463,2	1796, 3	Min. 800	Memenuhi
5	<i>Flow</i>	<i>mm</i>	2,58	3,46	3,76	3,44	2 ~ 4	Memenuhi
6	Marshall quantient	<i>Kg/m</i> <i>m</i>	716,81	633	641,93	511,9 4	Min. 250	Memenuhi
7	<i>Bj</i> Campuran	<i>T/m³</i>	2,334	2,297	2,370	2,285	Min. 2,3	Memenuhi

Gambar 3. Grafik hubungan *filler* dengan (VIM)

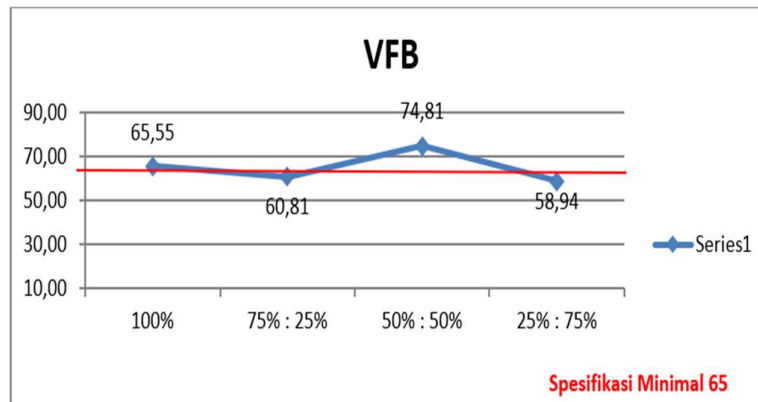
2. Rongga Dalam Agregat (VMA)

Celah udara antar butiran agregat pada campuran aspal padat dikenal dengan nilai VMA [8]. Jumlah tumbukan, gradasi agregat, dan jumlah aspal semuanya mempengaruhi nilai VMA. Nilai VMA yang terlalu tinggi dapat menyebabkan perdarahan. Nilai VMA yang terlalu rendah akan membuat lapisan tersebut kurang mampu mengikat aspal, sehingga perkerasan lebih rentan terhadap fretting, striping, raveling, dan permasalahan lainnya.

Gambar 4. Grafik hubungan *Filler* dengan (VMA)

3. Rongga Yang Diisi Aspal (VFB)

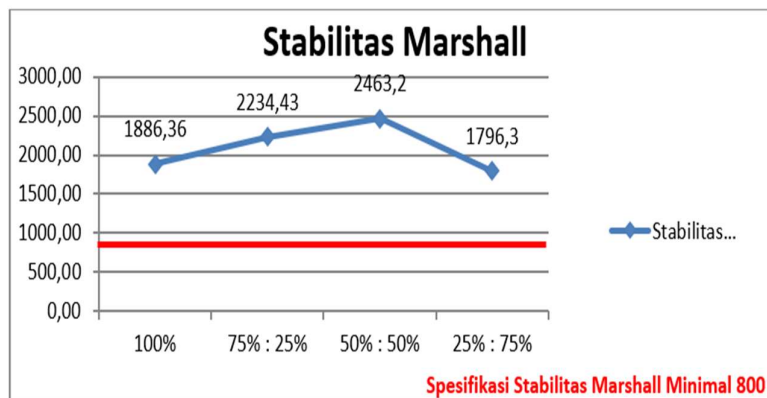
Nilai VFB menunjukkan banyaknya rongga yang terisi aspal. Angka VFB yang tinggi berarti aspal mengisi banyak ruang sehingga membuat campuran lebih kental terhadap udara dan air [9]. Namun pendarahan akan terjadi jika nilai VFB tinggi. Jika terkena beban dan suhu tinggi, jumlah aspal yang berlebihan akan mencari ruang kosong. Pendarahan akan terjadi jika gigi berlubang tidak banyak dan terisi semua. Sebaliknya, jika nilai VFB terlalu rendah, maka perkerasan tidak cukup padat karena banyaknya rongga, karena udara akan mengoksidasi aspal dalam campuran sehingga memperpendek umur aspal.



Gambar 5. Grafik hubungan *Filler* dengan (VFB)

4. Stabilitas *Marshall*

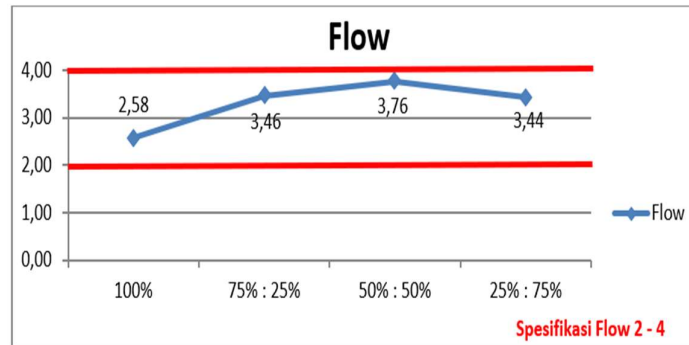
Nilai stabilitas memperlihatkan tingginya kekuatan karena beban lalu lintas yang beroperasi, Perkerasan mampu memikul beban tanpa mengalami deformasi permanen [10]. Perkerasan dengan nilai kestabilan yang tinggi mampu menopang beban berat mobil. Nilai kestabilan dapat dipengaruhi oleh beberapa variabel, seperti kemampuan agregat untuk berikatan, ketahanan terhadap gesekan, bentuk permukaan agregat, dan kepadatan campuran.



Gambar 6. Hasil hubungan *Filler* dengan stabilitas *Marshall*

5. *Flow* (kelelahan)

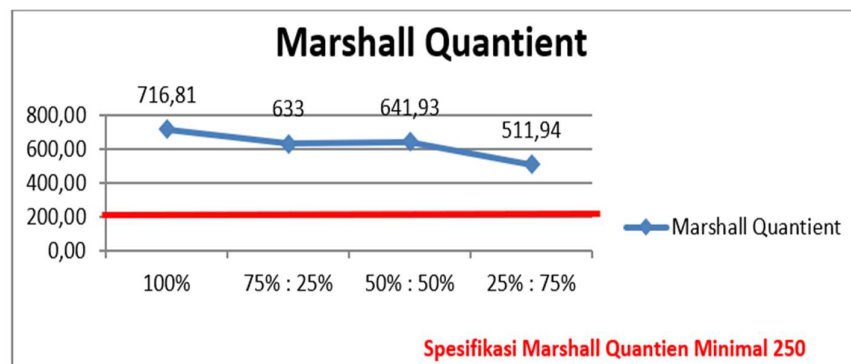
Nilai *flow* memperlihatkan tinggi rendahnya deformasi yang terjadi pada lapis perkerasan oleh beban kendaraan. Campuran yang mempunyai nilai *flow* rendah dan stabilitas tinggi menghasilkan nilai kekakuan cukup tinggi pada lapis perkerasan, begitu pun sebaliknya ketika nilai *flow* yang terlalu Variasi nilai stabilitas dapat menyebabkan campuran menjadi plastis dan mudah berubah bentuk akibat beban kendaraan yang berulang [10].



Gambar 7. Grafik hubungan *Filler* dengan *Flow*

6. Marshall Qountient (MQ)

Nilai *Marshall Quotient* umumnya digunakan untuk mengukur tingkat elastisitas lapisan perkerasan jalan [11]. Hasil bagi nilai aliran (meltdown) dan stabilitas menghasilkan nilai ini. Perkerasan kaku yang disebabkan oleh kestabilan yang tinggi dan nilai aliran yang rendah menjadikan campuran semakin getas. Sebaliknya, stabilitas yang buruk dan nilai aliran yang tinggi akan menyebabkan campuran menjadi terlalu plastis, yang dapat menyebabkan deformasi perkerasan secara signifikan akibat beban kendaraan.



Gambar 7. Grafik hubungan *Filler* dengan *Marshall Qountient (MQ)*

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Dari hasil uji menggunakan botol kaca dengan yang tidak menggunakan botol kaca memiliki adanya perbedaan pada karakteristik *marshall*, nilai *VIM* yang tidak memenuhi spesifikasi terdapat pada campuran 75 % : 25 % dan 25 % : 75 % dengan nilai 6,5 % dan 6,9 %, nilai *VMA* yang tidak memenuhi spesifikasi terdapat pada campuran 50 % : 50 % dengan nilai 13,83 %, nilai *VFB* yang tidak memenuhi spesifikasi terdapat pada campuran 75 % : 25 % dan 25 % : 75 % dengan nilai 60,81 % dan 58,94 %, nilai Stabilitas *Marshall* pada campuran 100 % : 0 % sampai 50 % : 50 % mengalami peningkatan dengan nilai 1886,36 hingga 2463,2 tetapi pada campuran 25 % : 75 % nilai stabilitas menjadi turun dengan nilai 1796,3, pada nilai *flow* semakin di tambahkannya botol kaca semakin tinggi nilai *flow* dari nilai 2,58 hingga 3,44. Dapat diketahui bahwa semakin di tambahkannya botol kaca tidak dapat meningkatkan mutu campuran aspal dilihat dari nilai *marshall qountient* yang semakin menurun dengan nilai 716,81 kg menjadi 511,94 kg, namun semua variabel masih memenuhi spesifikasi.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian yang lebih lanjut dengan variabel yang berbeda. Perbandingan bahan pengisi (*filler*) abu batu dan botol kaca, memerlukan ketelitian takaran campuran sesuai dengan yang direncanakan.

Daftar Pustaka

- [1] F. Irvansyah, “Pengaruh Penggunaan Abu Vulkanik sebagai Bahan pengisi (Filler) Campuran AC-WC terhadap Karakteristik Marshall.” 2015.
- [2] J. D. Bakka, “Analisa Kekuatan Lentur Dan Dampak Lingkungan Pada Beton Yang Terbuat Dari Daur Ulang Limbah Plastik Polypropylene Sebagai Agregat Halus= Analysis of Flexural Strength and Environmental Impact of Concrete Made from Recycled Polypropylene Plastic Waste as Fine Aggregate.” Universitas Hasanuddin, 2024.
- [3] H. A. Khoiruddin, “Pengaruh Substitusi Filler Serbuk Besi Terhadap Karakteristik Campuran Hot Rolled Asphalt (HRA) dengan Metode Pencampuran Konvensional dan Metode Pencampuran Bertahap.” Universitas Islam Indonesia, 2025.
- [4] R. Putrowijoyo, “Kajian laboratorium sifat marshall dan Durabilitas Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) dengan Membandingkan penggunaan antara semen portland dan abu batu sebagai Filler.” Program Pascasarjana Universitas Diponegoro, 2006.
- [5] F. Q. Al Paris, F. R. Yamali, and E. Handayani, “Pengaruh Penambahan Zat Aditif Anti Striping (WETFIX-BE) Pada Kinerja Campuran Aspal Beton (AC-WC),” *J. Civronlit Unbari*, vol. 9, no. 2, pp. 58–63, 2024.
- [6] E. E. Putri and A. Kaspari, “Penggunaan Aspal Karet Pada Campuran Perkerasan Asphalt Concrete–Binder Course (AC-BC),” *J. Bangunan, Konstr. Desain*, vol. 1, no. 1, pp. 32–43, 2023.
- [7] D. E. A. DESVITA AULIA, “PEMANFAATAN LIMBAH POLYVIVNYL CHLORIDE (PVC) SEBAGAI FILLER PADA CAMPURAN ASPAL BETON LAPIS AUS (AC-WC) MENGGUNAKAN ASPAL MODIFIKASI POLIMER.” Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, 2025.
- [8] P. HAMKA, “STUDI PERBANDINGAN PENGGUNAAN ASBUTON B 50/30 DAN ASBUTON B 5/20 TERHADAP KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL CONCRETE–WEARING COURSE (AC-WC)= THE STUDY OF COMPRATIVE OF THE CHARACTERISTICS IN THE USED OF ASBUTON B50/30 AND ASBUTON B5/20 ON A MIXTURE OF ASPAL CONCRETE–WEARING COURSE (AC-WC).” Universitas Hasanuddin, 2025.
- [9] N. U. R. ANNISA, “PENGGUNAAN ASPAL BUTON TIPE B 50/30 SEBAGAI FILLER PADA CAMPURAN AC-WC TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL.” UNIVERSITAS SULAWESI BARAT, 2024.
- [10] I. M. ARDIANTI, “Analisis Karakteristik Campuran Beraspal Terhadap Nilai Stabilitas Pada Perkerasan lentur di Provinsi Lampung.” Universitas Lampung, 2021.
- [11] K. Nainggolan, “Analisis Karakteristik Perkerasan Jalan Menggunakan Aspal Karet dan Filler yang Berbeda Terhadap Nilai Marshall.” Universitas Medan Area, 2020.