

Pemanfaatan Limbah Serbuk Alumunium Sebagai Bahan Tambah pada Agregat Halus Terhadap Uji Marshall dalam Campuran Aspal (AC-WC)

D. P. Ariesta¹, H. Nofrianto^{2*}, A. Pratiwi JF³ dan A. Refi⁴
^{1,2,3,4} Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang

*Corresponding author: hendri@itp.ac.id

ABSTRAK

Tingginya kebutuhan akses jalan akibat pergerakan yang kian lama kian meningkat maka dibutuhkan akses jalan yang memadai, sebagai pendukung tercapainya pergerakan yang optimal, baik itu dalam segi kualitas, kuantitas, serta *aksebilitas*. Semakin meningkatnya pembangunan maka bahan material yang digunakan semakin menipis terutama penggunaan pasir sebagai agregat halus. Sebagaimana kita tahu pasir yang digunakan sebagai material aspal menggunakan pasir sungai yang semakin hari semakin menipis ketersediaanya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis pemakaian Alumunium pada campuran aspal panas (AC-WC) tentunya dengan melakukan pengujian marshall. Penelitian menggunakan variasi kadar aspal 4.0%, 4.5%, 5.0%, 5.5% dan 6.0% dengan variasi campuran agregat halus tertahan saringan No #50, penelitian ini dilakukan dengan pengujian marshall untuk mengetahui penelitian ini sesuai dengan spesifikasi umum Bina Marga 2018 Revisi 1. Hasil penelitian yang dilakukan untuk kadar aspal normal tanpa campuran Alumunium didapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO) 6 %, menunjukan bahwa stabilitas, flow, Marshal Quotient, VIM, VMA, VFA dapat memenuhi spesifikasi umum Bina Marga 2018 Revisi 1. Hasil penelitian menunjukkan nilai stabilitas sebesar 1728 kg, flow sebesar 3,77 mm, MQ sebesar 459 Kg/mm, VIM sebesar 4,90%, VMA sebesar 15,47% dan VFA sebesar 68,39%, Perhitungan Perkiraan Awal Kadar Aspal Tengah (Pb) sebesar 5%. Hasil penelitian yang dilakukan untuk kadar aspal menggunakan campuran serbuk Alumunium tidak dapat dihitung Kadar Aspal Optimum (KAO) karena tidak memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi 1.

Kata kunci: Aspal, Serbuk alumunium, Marshall

ABSTRACT

The high demand for road access due to increasing movement requires adequate road access, as a support for achieving optimal movement, both in terms of quality, quantity, and accessibility. As development increases, the materials used are getting thinner, especially the use of sand as fine aggregate. As we know the sand that is used as asphalt material uses river sand which is getting thinner day by day. This study aims to determine and analyze the use of aluminum in hot asphalt mixtures (AC-WC) of course by doing marshall testing. No # 50, this research was carried out with Marshall testing to find out that this research was in accordance with the general specifications of Bina Marga 2018 Revision 1. The results of the research carried out for normal asphalt content without a mixture of Aluminum, the Optimum Asphalt Content (KAO) was 6%, indicating that stability, flow, Marshal Quotient, VIM, VMA, VFA can meet the general specifications of Bina Marga 2018 Revision 1. The results show the stability value is 1728 kg, Flow is 3.77 mm, MQ is 459 Kg/mm, VIM is 4.90%, VMA is 15.47% and VFA of 68.39%, the calculation of the initial estimate of the middle asphalt content (Pb) of 5%. The results of research conducted for asphalt content using a mixture of aluminum powder cannot be calculated Optimum Asphalt Content (KAO) because it does not meet the specifications of Bina Marga 2018 Revision 1.

Keywords: Asphalt, Aluminum powder, Marshall

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dibidang Teknik Sipil maju dengan pesat seiring dengan perkembangan tuntutan hidup yang sesuai dengan status sosialnya, maka transportasi merupakan suatu alat untuk menghubungkan kegiatan-kegiatan (bekerja, sekolah, berlibur dll). Hal ini harus diimbangi dengan prasarana (jalan) yang memadai. Oleh karena itu dalam merencanakan jalan harus memenuhi kriteria awet, kuat, aman, nyaman, murah. Pembangunan jalan di Indonesia akhir-akhir ini meningkat, baik melalui proyek pembangunan jalan maupun peningkatan jalan, dengan berbagai jenis campuran aspal-agregat sebagai lapis perkerasan. Hal ini telah diuji coba dengan beberapa jenis campuran beraspal-agregat yang mempunyai standar mutu bervariasi. Beberapa jenis campuran aspal-agregat tersebut dikenal dengan campuran panas (*hot mix*) [1].

Campuran beraspal merupakan material yang sering dipakai untuk melapisi permukaan jalan, contohnya seperti campuran *Asphalt Concrete (AC)* yang dikenal dengan beton aspal, *Hot Rolled Sheet (HRS)* atau lapis tipis aspal beton, *Split Mastic Asphalt (SMA)*, dan lain sebagainya, di mana yang membedakan campuran tersebut adalah komposisi gradasi agregatnya serta jumlah kadar aspalnya. Beberapa faktor penting yang harus diperhatikan dari campuran beraspal antara lain adalah kemampuan memikul beban tanpa mengalami kerusakan (stabilitas), kemampuan bertahan tanpa mengalami kehancuran terhadap waktu pelayanan (durabilitas), kelenturan atau *fleksibilitas*, ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*), kekesatan permukaan atau ketahanan geser, kedap air, dan sifat mudah dikerjakan (*workability*) [2].

Campuran panas aspal agregat terdiri dari dua bahan dasar yaitu aspal keras yang berfungsi sebagai bahan pengikat dan agregat yang berfungsi sebagai tulangan, sehingga asal dan agregat menjadi satu kesatuan yang padat dan kuat. Campuran beraspal panas dipengaruhi oleh sifat-sifat aspal serta sifat-sifat campuran padat dari kedua bahan tersebut. Dengan keluarnya ide-ide baru dalam pelaksanaan pembangunan jalan raya sehingga semakin menambah pengetahuan untuk melakukan aplikasi-aplikasi yang jauh lebih baik penggunaannya untuk dapat diterapkan dalam hal pembangunan jalan raya. Pada umumnya perkerasan yang dipakai adalah perkerasan lentur dengan bahan pengikat aspal. Kontruksi jalan raya sistem perkerasan lentur biasanya menggunakan campuran aspal dan agregat sebagai bahan lapis permukaan. Campuran aspal berfungsi sebagai lapisan struktural dan non struktural [3], [4].

Campuran aspal terdiri dari berbagai jenis agregat seperti agregat halus, agregat kasar, *filler* dan aspal sebagai bahan pengikat. Material yang umum digunakan sebagai *filler* pada penyusunan campuran perkerasan lentur adalah semen, pasir, kapur dan abu batu yang mana persediannya terbatas serta relatif mahal. Bila dilihat dari sumber materialnya, *filler* dari semen, pasir, kapur dan abu batu berasal dari sumber material yang tidak dapat diperbaharui. Untuk itu perlu adanya inovasi-inovasi baru dengan menggunakan alternatif bahan yang lain sehingga program pembangunan dan pemeliharaan jalan di masa yang akan datang dapat berjalan dengan lancar diusahakan lebih ekonomis. Campuran aspal yang berfungsi sebagai lapisan struktural adalah lapisan yang menahan dan menyebarkan beban roda. Sebagai lapisan *non struktural* aspal beton berfungsi sebagai lapis kedap air dan lapis aus (*wearing course*) atau lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan [5].

Seiring dengan bertambahnya jumlah pembangunan infrastruktur jalan di Indonesia maka dibutuhkan inovasi baru untuk memenuhi kebutuhan material yang akan digunakan dalam pembangunan. Semakin meningkatnya pembangunan maka bahan material yang digunakan semakin menipis terutama penggunaan pasir. Sebagaimana kita tahu pasir yang digunakan sebagai material aspal menggunakan pasir sungai yang semakin hari semakin menipis ketersediaannya. Dalam rangka memenuhi harapan tersebut, penulis mencoba melakukan penelitian salah satu bahan lokal sebagai alternatif pengganti agregat halus yaitu serbuk alumunium. Limbah serbuk aluminium banyak ditemukan di lingkungan masyarakat, karena penggunaan aluminium untuk membuat berbagai macam perabot rumah tangga yaitu seperti lemari, gantungan baju dan masih banyak lagi. Proses daur ulang akan menghemat energi dan eksploitasi sumber daya alam sekaligus juga akan mengurangi timbunan sampah di TPA. Selain itu proses daur ulang mampu menambah nilai ekonomis dari limbah kaleng terutama *recovery* dari logam-logam seperti seng, timah, besi atau aluminium [6]–[9].

Serbuk alumunium merupakan salah satu bahan yang berfungsi sebagai pengisi rongga-rongga dari suatu campuran beraspal, disamping itu serbuk alumunium berfungsi pula sebagai media untuk pelumasan aspal terhadap permukaan agregat. Presentase yang kecil pada serbuk alumunium terhadap campuran beraspal, bukan berarti tidak mempunyai efek yang besar pada sifat-sifat Marshall yang juga merupakan kinerja campuran terhadap beban lalu lintas. Harapan penulis dapat terjawab melalui serangkaian penelitian, sehingga diperoleh bahan perkerasan jalankhususnya serbuk alumunium yang dapat menggantikan material standar yang memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan. Serbuk aluminium ini cukup berbeda kaitannya dengan debu tanah kering yang biasanya ditemukan di musim kemarau. Serbuk aluminium sebagai butiran puing memiliki bentuk yang tajam, dan puing-puing ini memiliki sifat mengikat yang tinggi [10].

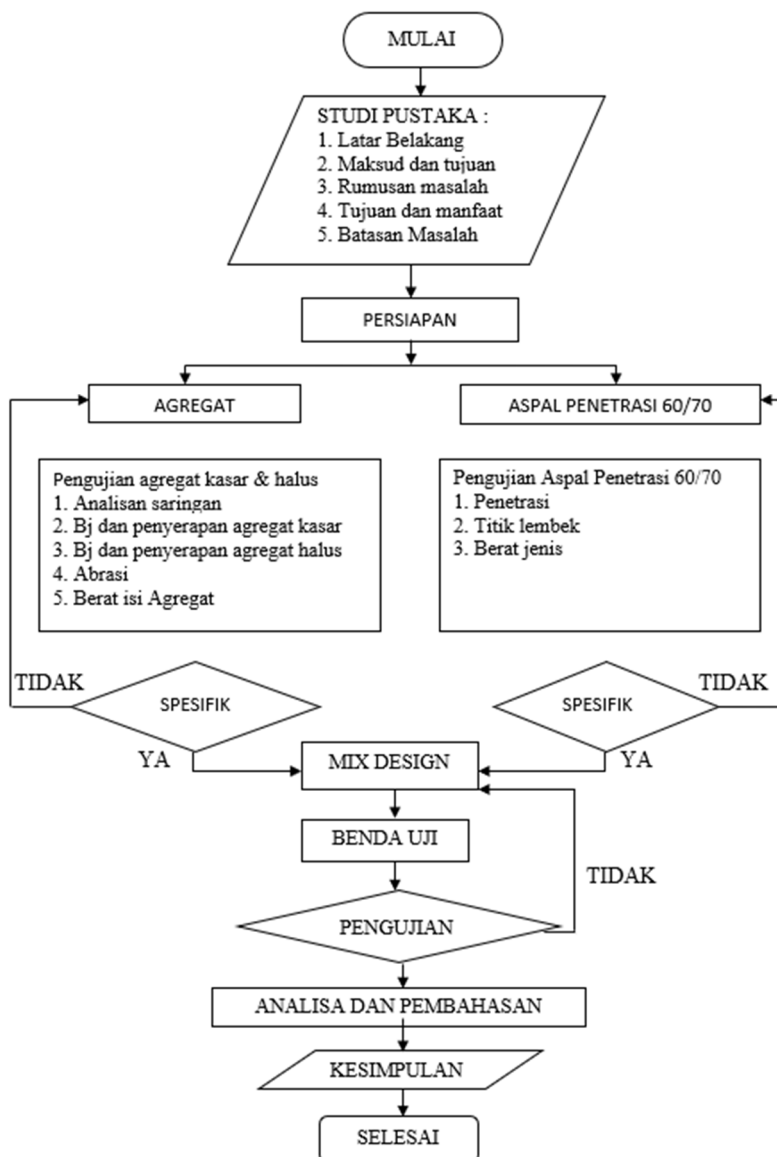
Serbuk aluminium dapat digunakan sebagai campuran aspal. Penelitian tentang pemanfaatan serbuk alumunium belum begitu luas, khususnya di bidang jalan raya. Sehubungan dengan hal tersebut, penulis mengeksplorasi penggunaan serbuk alumunium sebagai bahan tambahan pada campuran panas aspal agregat dengan judul “Pemanfaatan Limbah Serbuk Alumunium Sebagai Bahan Tambah Pada Agregat Halus Terhadap Uji Marshall Dalam Campuran Aspal (*AC-WC*)”

2. METODE

Penulisan penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, di mana cara (metode) pengumpulan data, analisa data, dan interpretasi hasil analisa untuk mengambil keputusan dan kesimpulan. Spesifikasi acuan dalam penelitian ini adalah menggunakan spesifikasi standar yang ditetapkan oleh bina marga [11] dan AASHTO sehingga data yang digunakan adalah data kuantitatif yang berbentuk angka atau data yang diangkakan.

Salah satu hal penting yang perlu diperhatikan dalam melakukan penelitian adalah penentuan atau pemilihan lokasi pengambilan material untuk pembuatan benda uji. Dalam pemilihan lokasi pengambilan benda uji kita harus memperhatikan tempat pengambilan benda uji agar mendapatkan agregat yang bagus. Lokasi pengambilan material agregat kasar, agregat halus, *filler*, dan aspal berlokasi di PT LMKP yang beralamatkan di Bypass Km 25, Kasang, Kec. Batang Anai, Kabupaten Padang Pariaman,

Sumatera Barat. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Institut Teknologi Padang. Karena fasilitas laboratorium sudah cukup memadai serta jarak yang cukup dekat karena berada di kampus sendiri. Sedangkan untuk bahan tambah agregat halus serbuk alumunium diambil dari Toko Gelora Kaca yang berlokasi di Belimbing, Kota Padang, Sumatera Barat. Gambar 1 di bawah ini adalah Bagan alur penelitian:



Gambar 1. Bagan Alur Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

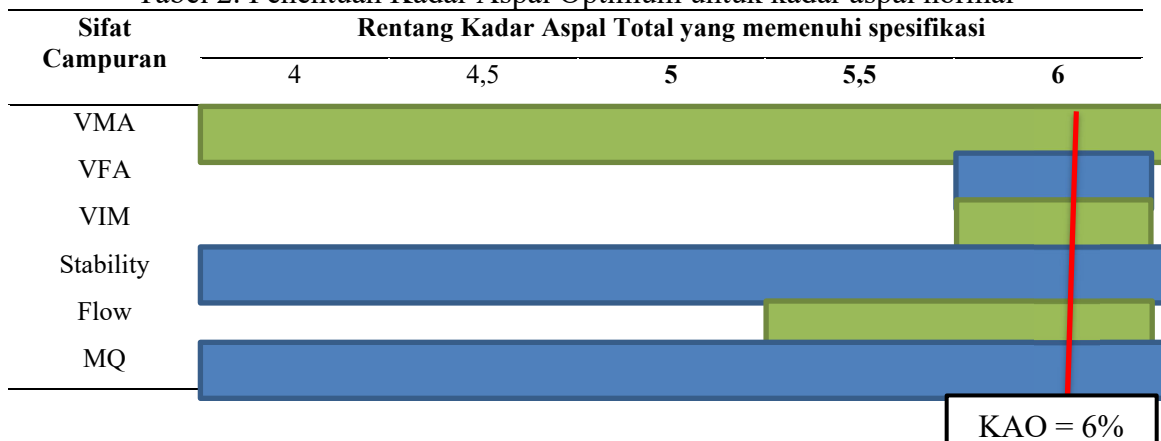
3.1 Pengujian Marshall Normal

Tabel 1 dan Tabel 2 memaparkan hasil pengujian marshall kadar aspal normal (AC-WC) dan Penentuan Kadar Aspal Optimum untuk kadar aspal normal. Dari 6 propertis yang digunakan terlihat bahwa, untuk campuran normal memenuhi syarat spesifikasi, Salah satu dari propertis yang sangat menentukan adalah VIM dengan spesifikasi 3-5%, yaitu pada kadar aspal 6%.

Tabel 1. Hasil pengujian marshall kadar aspal normal (AC-WC)

No	Karakteristik	Kadar Aspal					Spesifikasi
		4	4,5	5	5,5	6	
1	VMA (%)	15,06	15,24	15,11	15,15	15,47	Min.15
2	VFA (%)	41,30	47,81	55,56	63,11	68,39	Min.65
3	VIM (%)	8,84	7,96	6,71	5,66	4,90	3-5
4	Stabilitas (Kg)	1535	1367	1560	1635	1728	Min 800
5	Flow (mm)	5,96	5,46	6,18	3,88	3,77	2-4
6	MQ (Kg/mm)	258	250	253	422	459	Min.250

Tabel 2. Penentuan Kadar Aspal Optimum untuk kadar aspal normal





3.2 Pengujian Marshall Campuran Serbuk Alumunium

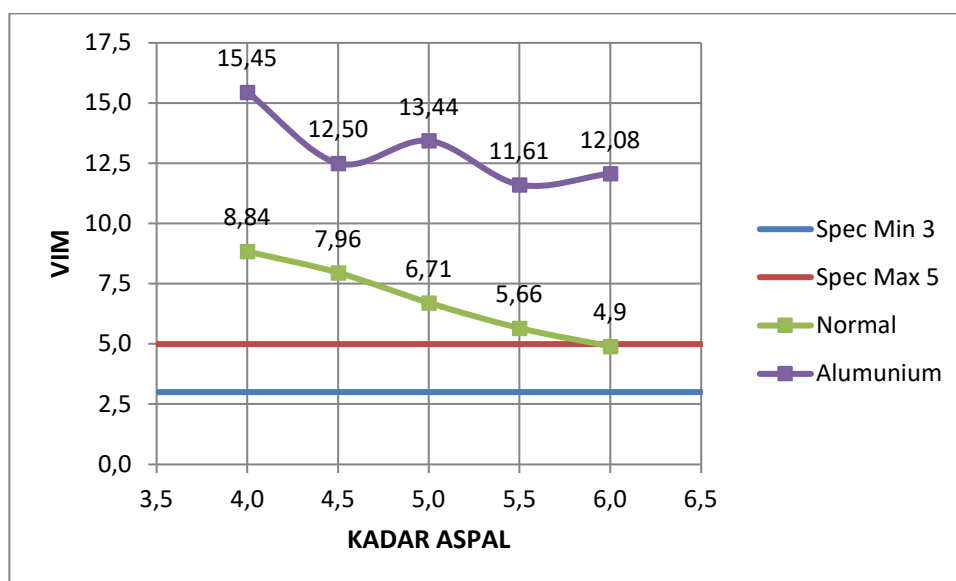
Tabel 3 merupakan hasil pengujian marshall aspal campuran serbuk alumunium dan Tabel 4 adalah data penentuan Kadar Aspal Optimum untuk kadar aspal menggunakan bahan tambah serbuk alumunium. Dari analisa dan pembahasan yang dilakukan di laboratorium diperoleh bahwa pada penggunaan serbuk alumunium sebagai bahan tambah pada agregat halus pada campuran Aspal AC-WC tidak bisa dihitung kadar aspal optimum (KAO), karena nilai VIM > 3-5 yaitu 11,61 – 15,45. Nilai VIM terlalu tinggi mengidentifikasi semakin besarnya rongga dalam campuran, sehingga campuran bersifat porus, memudahkan masuknya air dan mengurangi keawetan. VFA < 65 yaitu 11,46 – 33,39. VFA terlalu rendah maka kedapannya perkerasan akan semakin mengecil karena rongga yang tersedia cukup besar sehingga mudah masuknya air dan udara ke dalamnya sehingga mengakibatkan mudah terjadinya pelepasan butiran. Flow > 2-4 yaitu 5,83 – 7,20. Nilai Flow tinggi akan menghasilkan lapis perkerasan yang plastis sehingga perkerasan akan mudah mengalami perubahan bentuk apabila menerima beban seperti gelombang. MQ < 250 yaitu 114 – 181, nilai MQ rendah maka campuran itu lentur dan lunak. Hubungan antara kadar aspal VIM, VFA, Flow dan MQ dilihat pada Gambar 2, 3, 4 dan 5 berikut.

Tabel 3. Hasil Pengujian Marshall Aspal Campuran Serbuk Alumunium

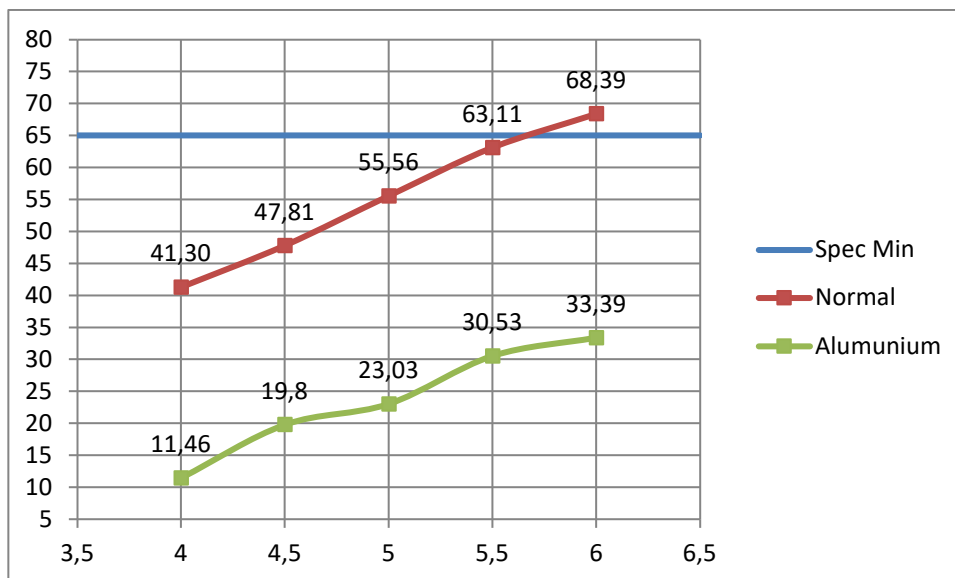
No	Karakteristik	Kadar Aspal					Spesifikasi
		4	4,5	5	5,5	6	
1	VMA (%)	17,45	15,57	17,46	16,70	18,12	Min.15
2	VFA (%)	11,46	19,80	23,03	30,53	33,39	Min.65
3	VIM (%)	15,45	12,50	13,44	11,61	12,08	3-5
4	Stabilitas (Kg)	802	979	1050	1081	808	Min 800
5	Flow (mm)	7,03	5,86	5,83	7,20	6,27	2-4
6	MQ (Kg/mm)	114	167	181	149	129	Min.250

Tabel 4. Penentuan Kadar Aspal Optimum untuk Kadar Aspal menggunakan bahan tambah Serbuk Alumunium

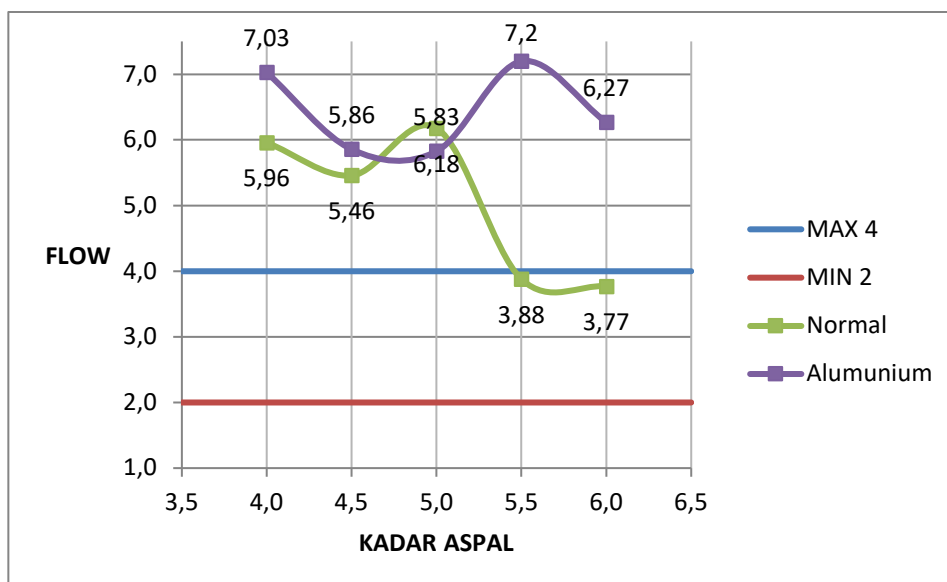
Sifat Campuran	Rentang Kadar Aspal Total yang memenuhi spesifikasi				
	4	4,5	5	5,5	6
VMA					
VFA					
VIM					
Stability					
Flow					
MQ					



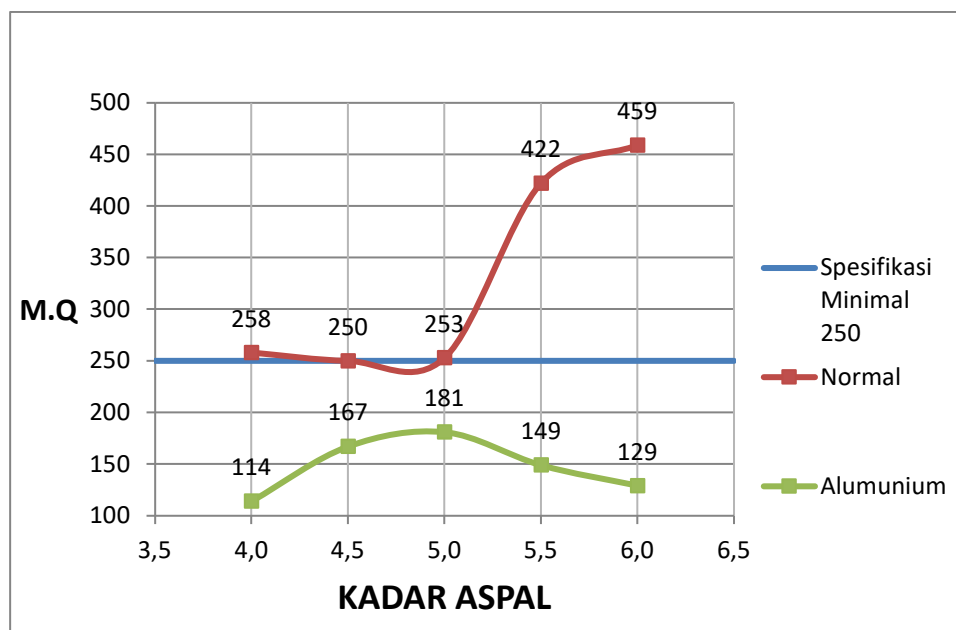
Gambar 2. Grafik hubungan antara kadar aspal dan VIM



Gambar 3. Grafik hubungan antara kadar aspal dan VFA



Gambar 4. Grafik hubungan antara kadar aspal dan Flow



Gambar 5. Grafik hubungan antara kadar aspal dan MQ

4. KESIMPULAN

Pada Kadar Aspal normal AC-WC didapatkan kadar aspal optimum (KAO) 6 %. Campuran perkerasan AC-WC dengan menggunakan serbuk alumunium tidak memenuhi persyaratan karakteristik Marshall. Pada penggunaan serbuk alumunium sebagai bahan tambah pada agregat halus tidak didapatkan kadar aspal optimum (KAO) dikarenakan nilai standar VIM, VFA, Flow dan MQ tidak memenuhi spesifikasi bina marga 2018 revisi 1, hal ini menyebabkan karakteristik lapisan aspal tersebut tidak begitu baik kualitasnya, sehingga air dan udara mudah masuk kerongga tersebut. Hal ini menimbulkan retak dini, pelepasan butiran dan pengelupasan serta dapat mengurangi keawetannya dan perkerasan akan mudah mengalami perubahan bentuk bila menerima beban. Untuk campuran Aspal menggunakan serbuk Alumunium tidak dapat digunakan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Tumpu, *Perancangan Perkerasan Jalan*. Yayasan Kita Menulis, 2022.
- [2] S. Sukirman, *Beton Aspal Campuran Panas*. Itenas, 2016.
- [3] Nurahmi, "Perbandingan Konstruksi Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku serta Analisis Ekonominya pada Proyek Pembangunan Jalan Lingkar Mojoagung," *Jurnal Teknik ITS*, 2012, Accessed: Jul. 14, 2022. [Online]. Available: <https://ejurnal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/1094/311>
- [4] R. Dede, "Kajian variasi jumlah tumbukan terhadap campuran aspal panas (AC-WC) dengan modifayer plastik," Institut Teknologi Padang, 2018.
- [5] "Metode Pengujian Kekesatan Permukaan Perkerasan dengan Alat Pendulum SNI 03-4427-1997." Departemen Perhubungan dan Prasarana Wilayah, 2002.
- [6] M. Manurung and I. F. Ayuningtyas, "Kandungan Aluminium dalam Kaleng Bekas dan Pemanfaatannya dalam Pembuatan Tawas," *Jurnal Kimia (Journal of Chemistry)*, 2010, Accessed: Jul. 14, 2022. [Online]. Available: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jchem/article/view/2806>

- [7] A. J. Sinaga, "Analisis Lapisan Aspal Beton (AC-BC) dengan Penambahan Limbah Botol Kaleng Minuman, Ditinjau dari karakteristik marshall dan uji penetrasi," Feb. 2021, Accessed: Jul. 14, 2022. [Online]. Available: <http://repository.uhn.ac.id/handle/123456789/5201>
- [8] P. R. Rangan, J. Bokko, and M. Lobo', "Pengaruh Penambahan Limbah Aluminium Kemasan Minuman Terhadap Karakteristik Lapisan Aspal Beton," *Journal Dynamic Saint*, vol. 4, no. 2, Art. no. 2, 2019, doi: 10.47178/dynamicsaint.v4i2.886.
- [9] S. Bahri and D. A. S. Irawan, "Pengaruh Limbah Serbuk Besi Sebagai Pengganti Sejumlah Agregat Halus Terhadap Campuran Aspal," *Inersia: Jurnal Teknik Sipil*, vol. 1, no. 2, Art. no. 2, 2010, doi: 10.33369/ijts.1.2.25-32.
- [10] "Pelatihan Daur Ulang Logam (Alumunium) bagi Masyarakat Karang Joang | Awali | Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat (Indonesian Journal of Community Engagement)." <https://jurnal.ugm.ac.id/jpkm/article/view/30313> (accessed Jul. 14, 2022).
- [11] B. Marga, "SPESIFIKASI UMUM 2018," p. 1013, 2018.