Konstruksi: Publikasi Ilmu Teknik, Perencanaan Tata Ruang dan Teknik Sipil
Vol.2, No.2 April 2024
e-ISSN: 3031-4089; p-ISSN: 3031-5069, Hal 09-23
DOI: https://doi.org/10.61132/konstruksi.v2i2.208

Kajian Experiment Penggunaan Agregat Kasar Pada Campuran Aspal Dingin Cold Mix Lastbutag AC-WC

Suaib Syaifullah
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Parepare

Adnan Adnan
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Parepare

Hendro Widarto
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Parepare
Korespondensi Penulis: syaifullahsuaib@yahoo.com

Abstract. *Cold mix asphalt mix lastbutag wear layer can improve road pavement, controlling the quality of road construction work from each stage of activity is very necessary to control the quality of road work, because the success of road work cannot be separated from the quality of the work results. This research aims to determine the characteristics and influence of aggregates on cold mix asphalt lastbutag wear layers. This research method uses experimental methods at the Road and Asphalt Laboratory, Faculty of Engineering, Muhammadiyah University, Parepare, in August-September 2023. The results of the visualization analysis show that the stability of 4.5% asphalt is 1345.95 kg, VMA of 6.5% asphalt is 17.69%, VIM of asphalt 4.5% was 6.59%, 6.5% VFB asphalt was 77.99%, 6.5% asphalt flow was 3.99 mm, 5% asphalt MQ was 718.06 mm/kg. The characteristic values obtained through marshall testing with the optimum asphalt content results obtained were 5.275%, and the use of aggregate in the AC-WC Lastbutag Cold Mix Asphalt Mix has met the 2018 General Bina Marga Specifications and is suitable for use in AC-WC asphalt concrete mixtures.*

Keywords: *Cold Asphalt, Marsall, AC-WC*

Abstrak. Campuran aspal dingin cold mix lastbutag lapisan aus dapat meningkatkan perkerasan jalan, pengendalian mutu pekerjaan pembangunan jalan dari setiap tahap kegiatan sangat diperlukan untuk mengontrol kualitas pekerjaan jalan, karena keberhasilan suatu pekerjaan jalan tidak akan terlepas dari kualitas hasil pekerjaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan pengaruh agregat pada campuran aspal dingin cold mix lastbutag lapisan aus. Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimen di Laboratorium Jalan dan Aspal Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare, pada bulan Agustus-September 2023. Hasil analisis memperlihatkan bahwa stabilitas aspal 4,5% sebesar 1345,95 kg, VMA aspal 6.5% sebesar 17.69%, VIM aspal 4.5% sebesar 6.59%, VFB aspal 6.5% sebesar 77.99%, flow aspal 6.5% sebesar 3.99 mm, MQ aspal 5% sebesar 718,06 mm/kg. Nilai karakteristik yang telah diperoleh melalui pengujian marshall dengan hasil kadar aspal optimum yang diperoleh adalah 5.275%, dan penggunaan Agregat Pada Campuran Aspal Dingin Cold Mix Lastbutag AC-WC telah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 dan layak digunakan dalam campuran aspal beton AC-WC.

Kata Kunci: Aspal Dingin, Marshall, AC-WC

PENDAHULUAN

Pada umumnya struktur lapisan perkerasan jalan terdiri dari, lapisan dasar (*Sub Grade*), lapisan pondasi bawah (Subbase Course), lapisan pondasi atas (*Base Course*), perkerasan (*Binder Course*), lapisan aus (*Wearing Course*), oleh karena itu lapisan perkerasan harus disusun seefisien mungkin agar dapat berfungsi secara optimal. Inovasi terhadap keramahan lingkungan menggunakan campuran aspal dingin (*Cold Mix Asphalt*)

Received: Januari 11, 2024; Accepted: Februari 12, 2024; Published: April 30, 2024
*Suaib Syaifullah, syaifullahsuaib@yahoo.com

dengan memadukan penghematan sumber daya alam yang ada, yaitu dengan memanfaatkan teknologi daur ulang lapisan perkerasan yang sudah rusak, biasanya sering disebut RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*).

Untuk mengendalikan kondisi gradasi yang sesuai proporsinya sangat sulit di dapat, apalagi pada campuran dingin (*Cold Mix Asphalt*) masih terdapat banyak kekurangan yaitu kepadatan yang kurang maksimal dan mudah terjadi keretakan akibat beban yang diterima atau nilai stabilitas yang kurang maksimal, kondisi seperti ini yang menjadi penyebab kerusakan jalan.

Salah satu solusi dari masalah tersebut adalah dengan melaksanakan pemeliharaan badan jalan berupa pengupasan/pengerukan perkerasan aspal lama untuk kemudian dilapisi kembali dengan perkerasan aspal baru. Pengupasan lapis perkerasan aspal lama ini dilaksanakan dengan cold milling machine (mesin pengupas perkerasan beraspal tanpa pemanasan) maupun tanpa cold *milling machine*, yang disebut dengan cara manual menggunakan seperangkat alat berupa *asphalt cutter*, *jack hammer* dan lain-lain. Hasil kerukan dari perkerasan lama disebut dengan *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP). Selama ini RAP tersebut hanya digunakan sebagai urugan semata, tetapi perlu diperhatikan bahwa di dalam RAP terkandung aspal yang masih berpotensi untuk dapat dimanfaatkan sebagai bahan perkerasan jalan. Sehingga perlu diusahakan agar RAP dapat didaur ulang dan digunakan sebagai material perkerasan jalan.

Salah satu tindakan pemeliharaan jalan dengan menggunakan campuran beraspal dingin *Cold Mix Asphalt* (CMA). Penggunaan CMA memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan campuran beraspal panas yaitu, CMA dapat disimpan selama waktu tertentu (tidak cepat mengeras), penggunaannya praktis untuk pekerjaan tambal sulam (*patching*), dapat dilaksanakan dengan peralatan yang relatif sederhana, tidak perlu pemanasan agregat sehingga ramah lingkungan dan tidak menimbulkan asap.

CMA sangat cocok dikembangkan di negara beriklim tropis seperti Indonesia. Karena peningkatan kekuatan CMA setelah pemadatan akan lebih cepat akibat penguapan kandungan air. Selain itu CMA sangat cocok dipakai untuk ruas jalan dengan lalu lintas ringan sampai sedang dengan pekerjaan skala kecil yang lokasinya menyebar, misalnya untuk pemeliharaan jalan berupa penambalan lubang-lubang jalan (patching), perkerasan untuk pejalan kaki, dan lainnya.

Dalam Penelitian, uji *Marshall Immersion* (Indeks Kekuatan Sisa) pada campuran Laston AC-WC yang menggunakan agregat Sungai Bittuang Kecamatan Bittuang Kabupaten Tana Toraja memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018, yaitu 95,03% > 90

%. Laston lapis Aus dengan kadar 5.50%, 6.00%, 6.50%, 7.00% dan 7.50%. Hasil uji perendaman Marshall campuran Laston Lapis Aus untuk kadar aspal terbaik 7.50%, sisa kestabilan Marshall adalah 99,35% masuk dalam persyaratan yaitu minimal 90%. *Marshall Immertion* campuran Laston AC-WC dan Laston AC-BC mendapatkan Indeks Perendaman (IP)/Indeks Kekuatan Sisa (IKS) sebesar 95,11% dan 94,41% yang berarti melampaui syarat batas yaitu ≥ 90% sehingga campuran tahan terhadap perendaman dalam air. *Marshall Immersion* (Indeks Kekuatan Sisa) pada campuran Laston AC-WC yang menggunakan agregat Sungai Bittuang Kecamatan Bittuang Kabupaten Tana Toraja memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018, yaitu 95,03% > 90%.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan penelitian metode eksperimental, yaitu penelitian ini dilakukan dilaboratorium yang bertujuan untuk menyelidiki sebab akibat antara satu sama lain. Proses penelitian ini dilakukan dengan serangkaian pengujian terhadap karakteristik bahan yang digunakan dengan persyaratan yang ditentukan.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare. Durasi penelitian ini sampai dengan analisa data selama tiga bulan, proses penelitian ini dilaksanakan mulai dari bulan Maret-Mei 2023.

Alat dan Bahan penelitian

a. Alat: Penelitian ini menggunakan alat yang tesedia di laboratorium yaitu mesin *Los Angeles*, saringan (ayakan), mesin penggetar ayakan (*shieveshaker*), oven, timbangan, talang, kompor, wajan, spatula, *thermometer, mold, compactor*, dongkrak dan marshall.
b. Bahan: Bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari agregat halus (abu batu), agregat kasar (batu pecah ukuran 0,5-1), agregat kasar (batu pecah ukuran 1-2), semen dan aspal penetrasi 60/70. Agregat kasar dan halus yang digunakan berasal dari PT. Win Wahana Cipta Marga Kabupaten Pinrang.

Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini menggunakan pengumpulan data sekunder dan data primer sebagai rangkaian kegiatan yang dilakukan untuk mengumpulkan data. Pengumpulan data melalui hasil pengujian di laboratorium melalui tahap awal pemeriksaan bahan material agregat dan aspal. Setelah pembuatan benda uji (briket) selesai maka dilakukan pengujian

Marshall. Dari pengujian *Marshall* yang dilakukan, maka diperoleh data yang dibutuhkan untuk memenuhi tujuan penelitian. Sedangkan standard spesifikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah Bina Marga 2018.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pemeriksaan Agregat

a. Berat jenis dan penyerapan agregat

Tabel 1. Berat jenis dan penyerapan agregat kasar 1-2

Jenis Pengujian	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
Berat jenis bulk	Min 2,5 gr	2.73	Memenuhi
Berat jenis kering permukaan		2.76	Memenuhi
Berat jenis semu		2.81	Memenuhi
Penyerapan (Absorption)	Maks 3 %	1.01	Memenuhi

Sumber :Hasil Analisa Data, 2023

Pengujian berat jenis agregat kasar 1-2 diatas didapat berat jenis bulk 2.73 gr, berat jenis jenuh kering permukaan 2.76 gr, berat jenis semu 2.81 gr, dan penyerapan 1.01 %. Jadi, dari hasil analisis berat jenis agregat kasar 1-2 telah memenuhi spesifikasi yaitu berat jenis minimum 2.5 gr dan penyerapan air maksimal 3%.

Tabel 2. Berat jenis dan penyerapan agregat kasar 0,5-1

Jenis Pengujian	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
Berat jenis bulk	Min 2,5 gr	2.56	Memenuhi
Berat jenis kering permukaan		2.60	Memenuhi
Berat jenis semu		2.66	Memenuhi
Penyerapan (Absorption)	Maks 3 %	1.47	Memenuhi

Sumber :Hasil Analisa Data, 2023

Pengujian berat jenis agregat kasar 0,5-1 diatas didapat berat jenis bulk 2.56 gr, berat jenis jenuh kering permukaan 2.60 gr, berat jenis semu 2.66 gr, dan penyerapan 1.47%. Jadi, dari hasil analisis berat jenis agregat kasar 1-2 telah memenuhi spesifikasi yaitu berat jenis minimum 2.5 gr dan penyerapan air maksimal 3%.

Tabel 3. Berat jenis dan penyerapan agregat halus (abu batu)

Jenis Pengujian	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
Berat jenis bulk	Min 2,5 gr	2.66	Memenuhi
Berat jenis kering permukaan		2.69	Memenuhi
Berat jenis semu		2.74	Memenuhi
Penyerapan (Absorption)	Maks 3 %	1.06	Memenuhi

Sumber :Hasil Analisa Data, 2023

Pengujian berat jenis agregat halus (abu batu) diatas didapat berat jenis bulk 2.66 gr, berat jenis jenuh kering permukaan 2.69 gr, berat jenis semu 2.74 gr, dan penyerapan 1.06 %. Jadi, dari hasil analisis berat jenis agregat halus (abu batu) telah memenuhi spesifikasi yaitu berat jenis minimum 2.5 gr dan penyerapan air maksimal 3%.

b. Pengujian Agregat Kasar (Abrasi)

Tabel 3. Hasil pengujian keausan agregat kasar

Saringan		Berat		
Lolos	**Tertahan**	**Sebelum (gr)**	**Sesudah (gr)**	**Spesifikasi**
19 mm (3/4")	12,5 mm (1/2")	2500		
12,5 mm (1/2")	9,5 mm (3/8")	2500		
Jumlah Berat (gram)		5000	4315	
Berat Tertahan Saringan No. 12 (gram)	Berat Tertahan	5000	4315	
Persen Keausan		13.7 %		Maks. 30%

Sumber: Hasil Analisa Data, 2023

Pengujian agregat kasar (abrasi) menggunakan mesin Los Angeles dan diputar sebanyak 500 putaran bersama dengan bola-bola baja sebanyak 11 bola, sehingga diperoleh hasil persen keausan sebesar 13.7 % dan telah memenuhi spesifikasi yaitu maksimal 30%.

c. Analisa Saringan Agregat

Tabel 4. Rekapitulasi analisa saringan agregat

No Saringan	Agregat Kasar		Agregat Halus (*Fly Ash)*
	1-2	**0,5-1**	
3/4”	98,69	100	100
1/2”	41,23	100	100
3/8”	10,00	98,33	100
4	2,52	14,66	99,97
8	2,48	0,14	82,56
16	2,48	0,09	54,17
30	2,48	0,07	35,43
50	2,48	0,07	23,51
100	2,48	0,06	9,93
200	2,48	0,06	5,42
Pan	2,32	0,00	0,00

Sumber :Hasil Analisa Data, 2023

Hasil Pemeriksaan Aspal

Dari hasil pengujian yang dilakukan terhadap aspal AC 60-70, diperoleh hasil yang ditunjukkan pada Tabel 5 dengan menggunakan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

Tabel 5. Hasil pengujian aspal

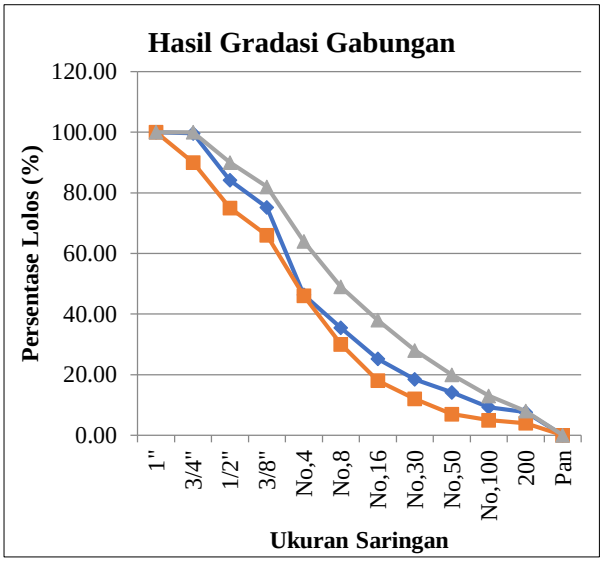
Uraian	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
Berat jenis aspal	≥ 1,0 gr/cc	1.02	Memenuhi
Tititk lembek aspal	≥ 48°C	48.50	Memenuhi
Penetrasi pada 25°C	60-70 mm	66.40	Memenuhi
Kehilangan berat aspal	≤ 0,8 %	0.35	Memenuhi

Sumber :Hasil Analisa Data, 2023

Dari hasil pengujian diatas diperoleh berat jenis sebesar 1.02 gr/cc, titik lembek sebesar 48.50 °C, Penetrasi pada 25°C sebesar 66.40 mm, Kehilangan berat aspal sebesar 0.35%. diperoleh hasil yang memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018.

Hasil Gradasi Agregat Gabungan

Dari hasil pemeriksaan analisa saringan maka gradasi agregat diperoleh seperti pada table diatas.Gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal, ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat, harus memenuhi batas-batas dan khusus untuk campuran AC-WC harus berada di antara batas atas dan batas bawah yang sesuai dengan spesifikasi. Dari hasil gradasi agregat gabungan diatas telah memenuhi batas-batas spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

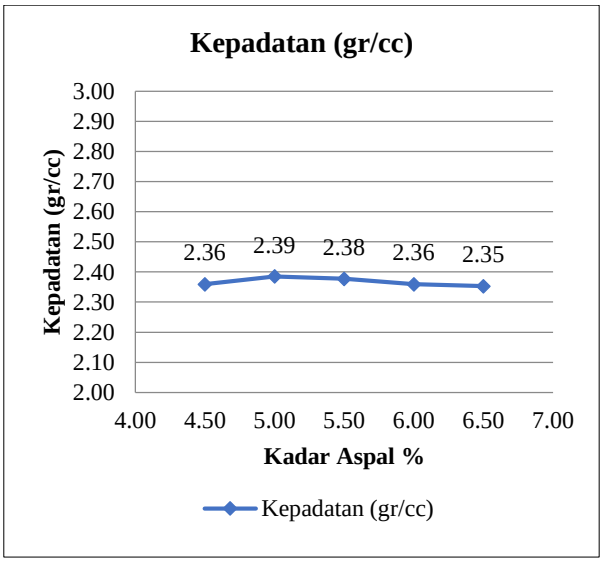


Gambar 1. Grafik Hasil Gradasi Agregat Gabungan
Sumber:Hasil Analisa Data, 2023

Hasil Pengujian Marshall

a. Kepadatan

Dari hasil pengujian nilai kepadatan paling tinggi pada kadar aspal 5% sebesar 2,69 dan paling rendah 6,5% sebesar 2,35.

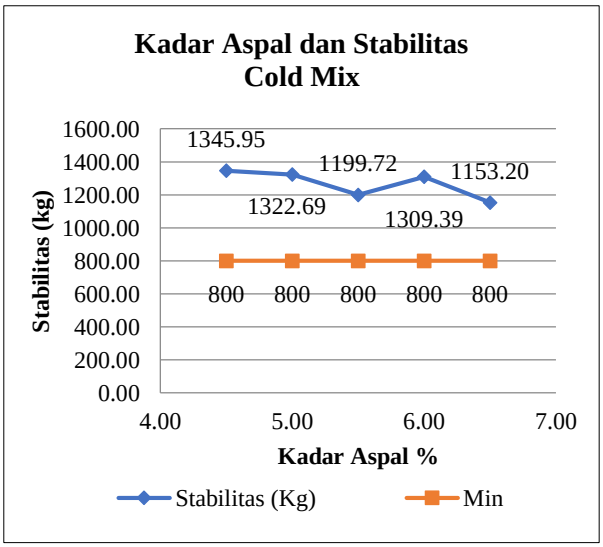


Gambar 2. Grafik Kepadatan
Sumber :Hasil Analisa Data, 2023

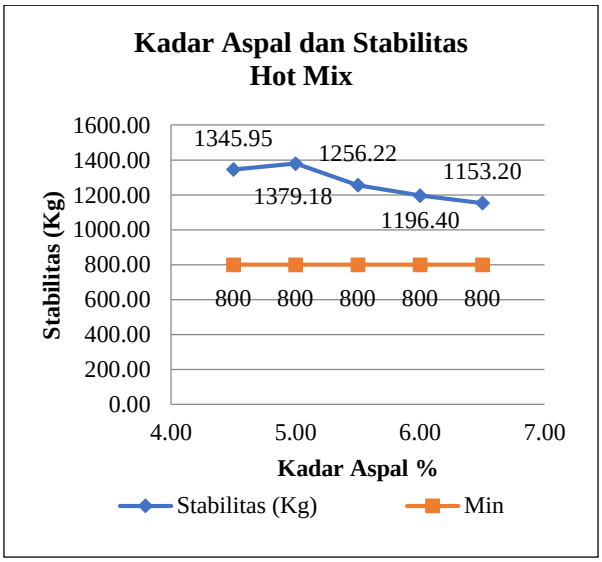
b. Stabilitas

Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 tentang ketentuan sifat-sifat campuran laston nilai stabilitas minimum untuk lalu lintas berat yaitu 800 kg, sehingga semua kadar aspal yang digunakan dalam penelitian ini telah memenuhi persyaratan.

Pada gambar 3 dan 4, dapat dilihat bahwa nilai stabilitas Hot Mix AC-WC lebih baik dibandingkan Cold Mix AC-WC.



Gambar 3. Grafik Hubungan Kadar Aspal dan Stabilitas Cold Mix
Sumber :Hasil Analisa Data, 2023

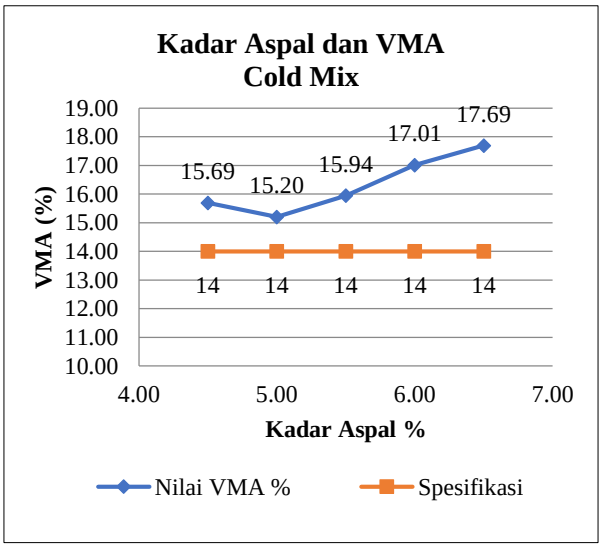


Gambar 4. Grafik Hubungan Kadar Aspal dan Stabilitas Hot Mix
Sumber: Hasil Analisa Data, 2023

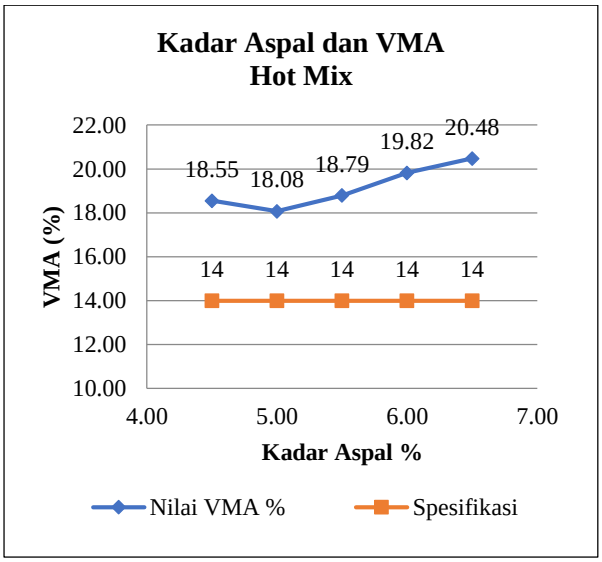
c. Rongga diantar Agregat (VMA)

Ditinjau dari Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 tentang ketentuan sifat-sifat campuran Laston nilai VMA (*Void In Mineral Aggregate*) minimal 14 %, jadi semua kadar aspal yang digunakan dalam penelitian ini telah memenuhi persyaratan.

Pada gambar 5 dan 6, dapat dilihat bahwa nilai VMA Hot Mix AC-WC lebih baik dibandingkan Cold Mix AC-WC.



Gambar 5. Grafik Hubungan Kadar Aspal dan VMA Cold Mix
Sumber:Hasil Analisa Data, 2023

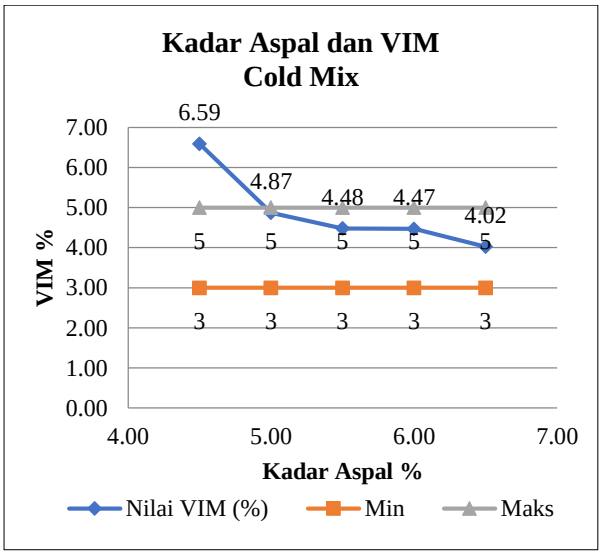


Gambar 6. Grafik Hubungan Kadar Aspal dan VMA Hot Mix
Sumber :Hasil Analisa Data, 2023

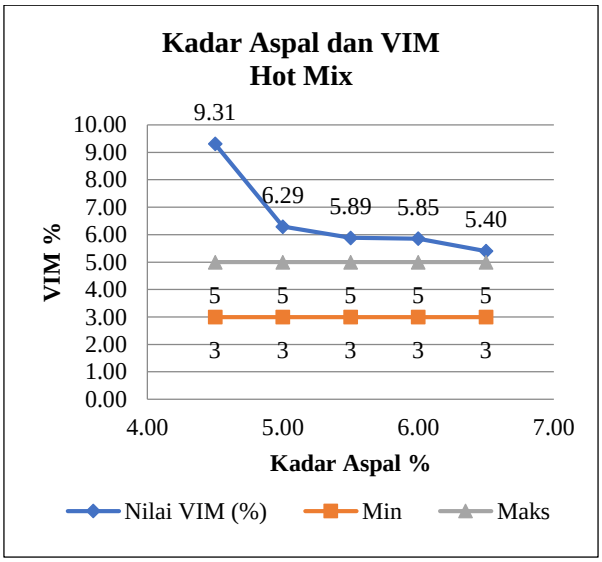
d. Rongga Terhadap Campuran (VIM)

Berdasarkan persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 tentang ketentuan sifat-sifat campuran Laston nilai VIM (*Void In Mix*) yang memenuhi persyaratan yaitu sebesar 3% - 5 %. Nilai VIM Cold Mix yang memenuhi persyaratan yaitu pada kadar aspal 5% sampai dengan 6.5%.

Pada gambar 7 dan 8, dapat dilihat bahwa nilai VIM Cold Mix AC-WC lebih baik dibandingkan Hot Mix AC-WC, dikarenakan pada hot mix tidak ada yang memenuhi spesifikasi.



Gambar 7. Grafik Hubungan Kadar Aspal dan VIM Cold Mix
Sumber :Hasil Analisa Data, 2023

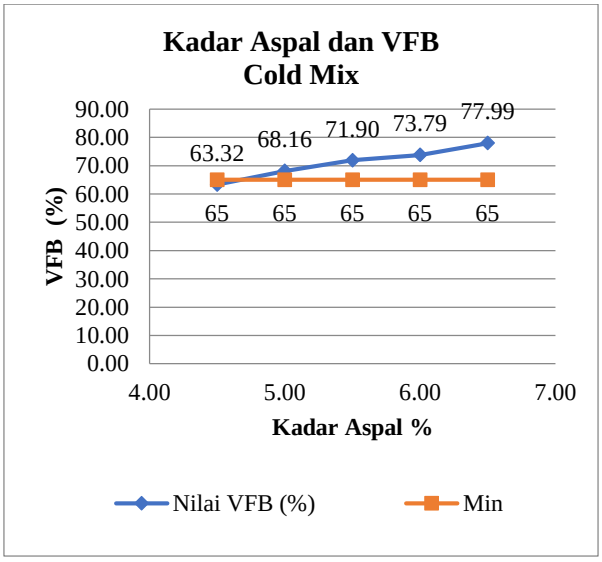


Gambar 8. Grafik Hubungan Kadar Aspal dan VIM Hot Mix
Sumber :Hasil Analisa Data, 2023

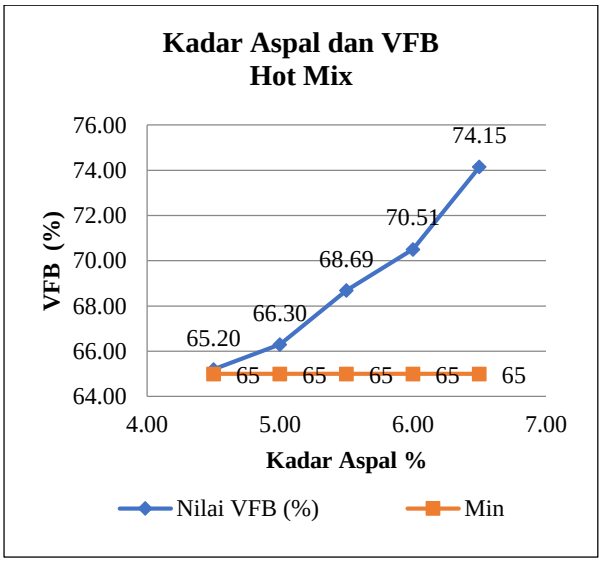
e. Rongga Terisi Aspal (VFB)

Berdasarkan persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 tentang ketentuan sifat-sifat campuran Laston nilai VFB minimal 65 %. Nilai VFB Cold Mix yang memenuhi persyaratan yaitu pada kadar aspal 5 % sampai dengan 6.5%

Pada gambar 9 dan 10, dapat dilihat bahwa nilai VFB Hot Mix AC-WC lebih baik dibandingkan Cold Mix AC-WC, dikarenakan pada hot mix semua kadar aspal memenuhi spesifikasi.



Gambar 9. Grafik Hubungan Kadar Aspal dan VFB Cold Mix
Sumber :Hasil Analisa Data, 2023

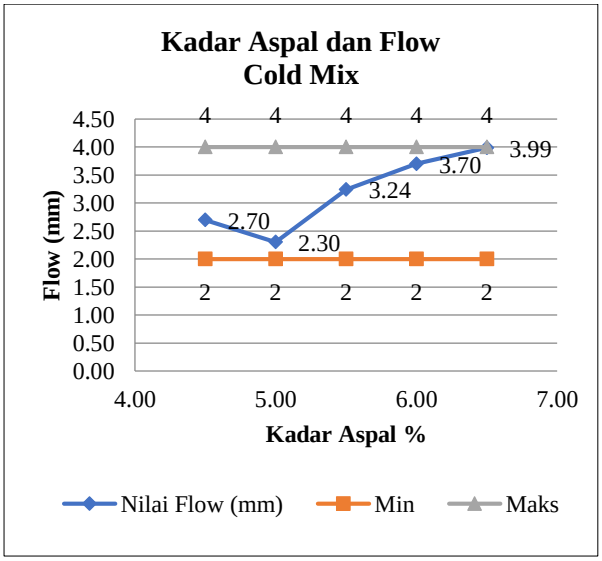


Gambar 10. Grafik Hubungan Kadar Aspal dan VFB Hot Mix
Sumber :Hasil Analisa Data, 2023

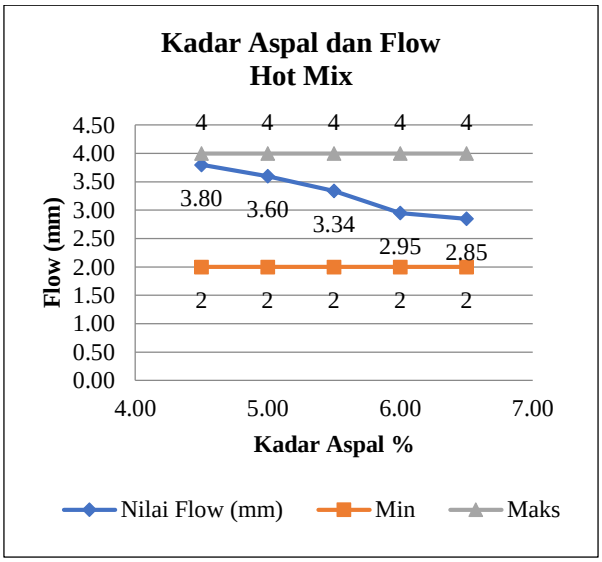
f. Flow

Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 tentang ketentuan sifat-sifat campuran laston nilai flow yang memenuhi persyaratan yaitu 2 mm–4 mm, sehingga semua kadar aspal yang digunakan dalam penelitian ini telah memenuhi persyaratan.

Pada gambar 11 dan 12, dapat dilihat bahwa nilai flow Hot Mix AC-WC lebih baik dibandingkan Cold Mix AC-WC, dikarenakan flow hot mix kadar aspal 4% sampai dengan 6,5% mengalami penurunan.



Gambar 11. Grafik Hubungan Kadar Aspal dan Flow Cold Mix
Sumber :Hasil Analisa Data, 2023

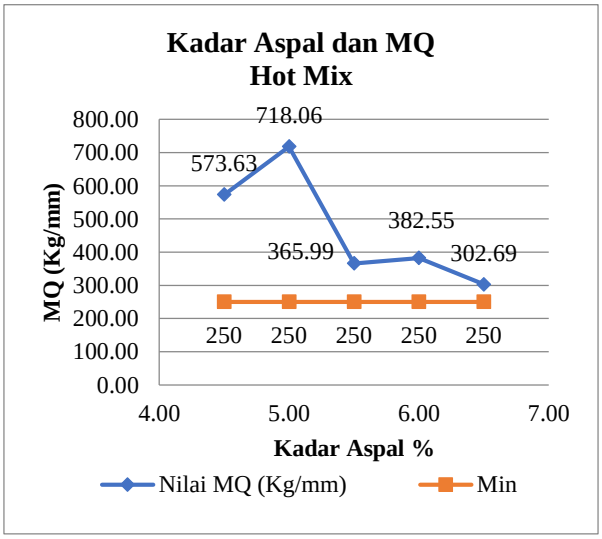


Gambar 12. Grafik Hubungan Kadar Aspal dan Flow Hot Mix
Sumber :Hasil Analisa Data, 2023

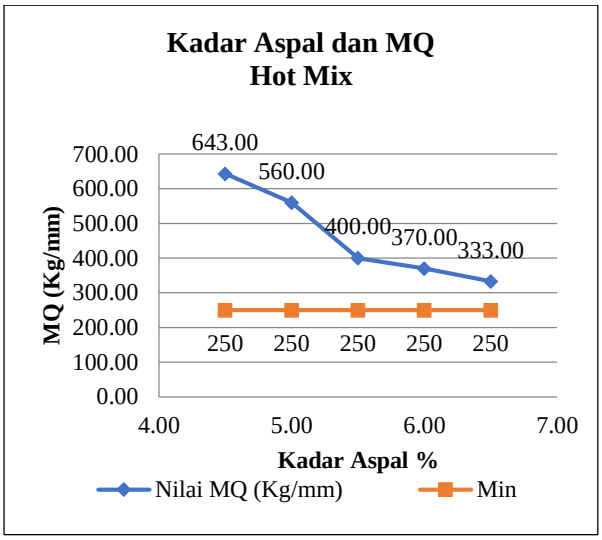
g. *Marshall Quotient* (MQ)

Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 tentang ketentuan sifat-sifat campuran laston nilai MQ yang memenuhi persyaratan yaitu minimal 250 mm/kg.

Pada gambar 13 dan 14, dapat dilihat bahwa nilai *marshall quotient* Hot Mix AC-WC lebih baik dibandingkan Cold Mix AC-WC.

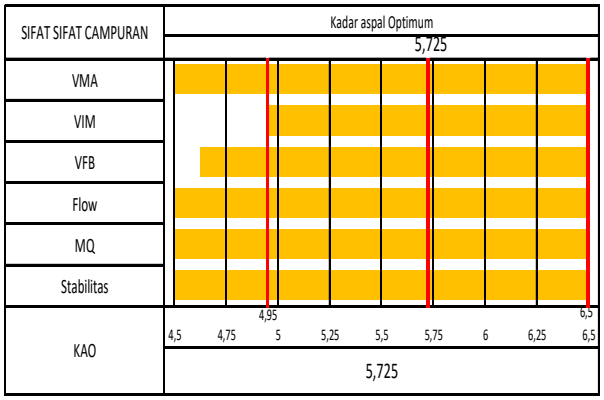


Gambar 13. Grafik Hubungan Kadar Aspal dan *Marshall Quotient* Cold Mix
Sumber :Hasil Analisa Data, 2023



Gambar 14. Grafik Hubungan Kadar Aspal dan *Marshall Quotient* Hot Mix
Sumber :Hasil Analisa Data, 2023

Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)



Gambar 15. Diagram Penentu Kadar Aspal Optimum
Sumber :Hasil Analisa Data, 2023

Kadar aspal optimum adalah jumlah aspal yang digunakan dalam campuran agar dapat tercapai mencapai persyaratan Stabilitas, *Flow*, VMA, VIM, *Density* dan *Marshall Quotient*.

Diagram menujukkan nilai stabilitas, VMA, VIM, VFB, Flow, dan Marshall Quotient yang memenuhi spesifikasi untuk semua karakteristik dalam campuran 4.5%, 5%, 5.5%, 6%, dan 6.5%. Sehingga nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) yang diperoleh adalah 5,725%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dalam penelitian ini, maka disimpulkan bahwa stabilitas aspal 4,5% sebesar 1345,95 kg, VMA aspal 6.5% sebesar 17.69%, VIM aspal 4.5% sebesar 6.59%, VFB aspal 6.5% sebesar 77.99%, flow aspal 6.5% sebesar 3.99 mm, MQ

aspal 5% sebesar 718,06 mm/kg. Nilai karakteristik yang telah diperoleh melalui pengujian marshall dengan hasil kadar aspal optimum yang diperoleh adalah 5.275%, dan penggunaan Agregat Pada Campuran Aspal Dingin Cold Mix Lastbutag AC-WC telah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 dan layak digunakan dalam campuran aspal beton AC-WC.

SARAN

Saran untuk kontraktor sekiranya agar mempertimbangkan penggunaan agregat pada campuran aspal dingin cold mix lastbutag AC-WC dalam konstruksi perkerasan jalan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada Universitas Muhammadiyah Parepare yang telah memberikan dukungan moril dalam penelitian ini serta dosen dan keluarga yang selalu memberi semangat dan doa demi kelancaran penelitian ini. Tidak lupa ucapan terima kasih kepada mahasiswa Program Studi Teknik Sipil yang juga ikut terlibat dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

A. A. G. E. A. Sanjaya, "Analisis Penggunaan Reclaimed Asphalt Pavement (Rap) Sebagai Bahan Campuran Aspal Dingin (Coldmix Asphalt) Bergradasi Semi Padat Dengan Menggunakan Aspal Cair Mc-800," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2015.

A. Y. Naufal., S. Putra., M. Karami., and R. Sulityoeini. "Durabilitas Campuran AC-WC Berbasis RAP Menggunakan Arang Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Tambah Pada Aspal". *JRSDD,* vol. 10, no. 1, p. 194, Maret. 2022.

Asphalt Institute, *Asphalt Cold Mix Manual,* Third Edition. Lexington, KY 40512-4052, USA, 1989.

Direktorat Jenderal Bina Marga, *Spesifikasi Umum Edisi 2018 Revisi 2 Divisi 6.* Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum, 2018.

Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum, *PedomanTeknik No.023/T/BM/1999 Tentang Pedoman Pelaksanaan Campuran Beraspal Dingin Untuk Pemeliharaan*. Jakarta: PT. Medisa, 1999.

G. Rante., Alpius., and S. Bestari. "Pemanfaatan Batu Gunung Tambolang Kabupaten Toraja Utara pada Campuran Laston AC-BC". *Paulus Civil Engineering Journal*, vol. 3, no. 2, p. 245, Juni. 2021.

I. G. B. M. Permana, “Analisis Penggunaan Reclaimed Asphalt Pavement(Rap) Sebagai Bahan Campuran Aspal Dingin Bergradasi Terbuka Dengan Menggunakan Aspal Emulsi Jenis Kationik,” Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2015.

N. W. Kamba., M. Selintung., and Alpius. “Studi Penggunaan Agregat Sungai Bittuang Sebagai Bahan Campuran AC-WC”. *Paulus Civil Engineering Journal*, vol. 2, no. 2, p. 143, Juni. 2020.

S. Alwi., A. Putrawirawam., and R. Hidayat. “Pengaruh Penggunaan Abu Cangkang Kelapa Sawit sebagai Filler terhadap Karakteristik Marshall pada campuran Asphalt Concrete-Binder Course(AC-BC)”. *Jurnal Inersia*, vol. 13, no. 1, p. 23, September. 2021.

W. Pabisa., Alpius., and C. Kamba. “Pemanfaatan Batu Gunung Sopai Kabupaten Toraja Utara Dalam Campuran Laston Lapis Aus”. *Paulus Civil Engineering Journal*, vol. 3, no. 2, p. 166, Juni. 2021.