JURNAL KARAJATA ENGINEERING Vol. x No. x, Bulan 20xx, pp. xx-xx, eISSN: xxxx-xxxx
http://jurnal.umpar.ac.id/index.php/karajata
DOI http://dx.doi.org/xx.xxxx/karajata

Logo Jurnal

UJI EKSPERIMENTAL LAPISAN AUS AC-WC MENGGUNAKAN BAHAN TAMBAH LIMBAH SAMPAH PLASTIK KRESEK

Aswandi[1*], Hakzah[2], Andriyani[3]

[1,2,3]Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel:

Dikirim: tgl-bulan-tahun
Revisi: tgl-bulan-tahun
Diterima: tgl-bulan-tahun
Tersedia*online*: tgl-bulan-tahun

Keywords:

Asphalt, plastic waste, marshall test

ABSTRACT

Crackle plastic waste in Pinrang City is very large and has not been handled properly, to reduce waste, namely by utilizing plastic waste as an added material to the AC-WC asphalt mixture. The purpose of this study was to determine the value of the marshall test characteristics using Bina Marga 2010 and the effect of adding a mixture of plastic waste to the mixture of asphalt AC - WC. The research method used is the experimental method. The results showed that the average stability marshall test value was 162.5 kg with a minimum of 800 kg, an average flow rate of 258.21 mm, a minimum of 2.0 - 4.0, an average VIM of 4.0%, a minimum of 3.0 - 5.0, VFA average 70% minimum 65%, VMA average 13.5% minimum 15%, MQ average 258 kg/mm minimum 250 kg/mm.

ABSTRAK

Limbah sampah plastik kresek di Kota Pinrang sangat besar belum teratasi dengan baik, untuk mengurangi limbah yaitu dengan cara memanfaatan limbah plastik sebagai bahan tambah pada campuran aspal AC-WC. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai karakteristik uji marshall menggunakan Bina Marga 2010 dan pengaruh penambahan campuran limbah plastik kresek terhadap campuran aspal AC – WC. Metode penelitian yang digunakan adalah dengan metode eksperimental. Hasil penelitian menunjukkan nilai uji marshall stabilitas rata rata 162,5 kg minimum 800 kg, flow rata rata 258,21 mm minimum 2,0 – 4,0, VIM rata rata 4,0% minimum 3,0 – 5,0,VFA rata rata 70% minimum 65%, VMA rata rata 13,5% minimum 15%, MQ rata rata 258 kg/mm minimum 250 kg/mm.

[*]**Penulis Korespondensi:**

Aswandi,
Program Studi Teknik Sipil,
Universitas Muhammadiyah Parepare,
JlJenderal Ahmad Yani KM. 6,
Kota Parepare, Indonesia.
Email: tkjaswandi@gmail.com

This is an open access article under the CC BY-SA license.

I. PENDAHULUAN

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang dibutuhkan manusia untuk dapat melakukan pergerakan dari suatu lokasi ke lokasi lainnya dalam rangka pemenuhan kebutuhan. Namun, jalan yang terbebani oleh volume lalu lintas yang berulang-ulang akan menyebabkan terjadinya penurunan kualitas jalan [1].

Untuk menaikkan mutu campuran beraspal, salah satunya dengan menambahkan plastik yang dalam istilah kimianya disebut polimer. Umumnya plastik berbentuk pellet sehingga untuk mencampur dengan aspal diperlukan tambahan alat. Peralatan ini tidak selalu tersedia disetiap kota atau unit pencampur aspal. Oleh karena itu perlu dicari solusinya yaitu bagaimana menambahkan polimer tanpa tambahan peralatan [2].

Perkerasan jalan di indonesia umumnya menggunakan perkerasan lentur yang bahan utamanya aspal. Untuk meningkatkan ketahanan aspal salah satunya yaitu menggunakan aspal yang substitusi dengan kresek. Limbah plastik merupakan permasalahan lingkungan yang harus diatasi. Disisi lain, bidang perkerasan jalan mengalami permasalahan kerusakan jalan. Limbah plastik kresek yang mengandung polimer berpotensi sebagai bahan perkerasan jalan [3].

Hasil penelitian dengan judul ”Evaluasi Kinerja Campuran Lapis Aus (AC-WC) dengan bahan tambah limbah plastik kresek” menarik kesimpulan bahwa, penambahan limbah plastik kresek pada campuran beraspal AC-WC dapat meningkatkan mutu campuran. Penambahan plastik ke agregat dapat meningkatkan kekuatan agregat terhadap abrasi dan mengurangi penyerapan. Hasil uji marshall, menunjukkan bahwa campuran beraspal dengan limbah plastik mempunyai kekuatan yang lebih tinggi untuk menahan beban dari

pada campuran aspal tanpa limbah plastik. Hal ni terbukti dengan meningkatkan nilai stabilitas yang meningkat >30% setelah di tambah plastik [3].

Hasil penelitian dengan judul "Penggunaan Plastik LDPE *(Low Density Polyethylene)* Sebagai Substitusi Aspal Pada Campuran AC-WC" hasil analisis menunjukkan beberapa karakteristik marshall untuk setiap campuran variasi kadar aspal cenderung stabil. Artinya jika nilai karakteristiknya naik di ikuti dengan kenaikan nilai karakteristik untuk setiap penambahan kadar aspal, demikian juga sebaliknya [4].

Hasil penelitian dengan judul "Studi Karakteristik Marshall pada campuran Aspal dengan Penambahan Kresek" hasil analisis karakteristik marshall menunjukkan penambahan kresek memenuhi syarat spesifikasi karakteristik parameter marshall, dengan hasil yang didapat yaitu pada stabilitas perendaman 30 menit variasi 6% sebesar 1704,8 kg, variasi 7,5% sebesar 1746,5 kg dan variasi 9% sebesar 1466,5 kg. Sedangkan untuk stabilitas rendaman 24 jam variasi 6% sebesar 1640,7 kg, variasi 7,5% sebesar 1765,2 kg dan variasi 9% sebesar 1406,8 kg. Pengujian durabilitas dari ketiga variasi memenuhi persyaratan. Nilai durabilitas pada variasi 6%sebesar 96,2%, untuk variasi 7,5% sebesar 91,9% dan untuk variasi 9% sebesar 95,9. Hal ini menunjukkan bahwa campuran aspal yang di substitusikan dengan kresek mampu menerima beban lalu lintas berat dan memiliki daya lekat yang baik dan sifat kresek tersebut tahan terhadap gerusan air sehingga tidak mudah terjadi lubang pada jalan [5].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah plastik kresek terhadap lapisan aus AC – WC.

A. Aspal

Aspal beton (*Hotmix*) adalah campuran agregat kasar agregat halus, dan bahan pengisi (*Filler*) dengan bahan pengikat aspal dalam kondisi suhu tinggi (panas) dengan komposisi yang diteliti dan diatur oleh spesifikasi teknis [6].

Aspal terdiri dari bahan yang sangat kompleks, dan secara kimia belum dikarakterisasi dengan baik. Kandungan utama aspal adalah senyawa karbon jenuh, dan tak jenuh, alifatik, dan *aromatic* yang mempunyai atom karbon sampai 150 per molekul. Atom-atom selain hidrogen, dan karbon yang juga menyusun aspal adalah nitrogen, oksigen, belerang, dan beberapa atom lain. Secara kuantitatif, biasanya 80% massa aspal adalah karbon, 10% hydrogen, 6% belerang, dan sisanya oksigen, dan nitrogen, serta sejumlah renik besi, nikel.

B. Polimer

Polimer sering digunakan dalam pembuatan perkerasan jalan sebagai modifier aspal. Penambahan polimer dalam jumlah kecil ke dalam aspal terbukti dapat meningkatkan kinerja aspal dan memperpanjang umur kekuatan atau umur perkerasan jalan tersebut. Penggunaan polimer sebagai modifikasi campuran beraspal telah banyak dilakukan oleh para peneliti, dan telah terbukti efektif meningkatkan mutu campuran serta secara luas telah banyak diterapkan. Plastik kresek merupakan salah satu polimer dan merupakan jenis polimer plastomer, sementara temperatur plastik kresek terdekomposisi adalah LPDE, dan bukan merupakan bahan beracun. Titik leleh limbah plastik kresek ini hanya sampai 150◦C.

C. Daur Ulang Sampah Plastik

Daur ulang merupakan proses pengolahan kembali barang-barang yang dianggap sudah tidak mempunyai nilai ekonomis lagi melalui proses fisik maupun kimiawi atau kedua-duanya sehingga diperoleh produk yang dapat dimanfaatkan atau diperjualbelikan lagi.

Tabel 1. Nilai kalor plastik

Material	Nilai kalor (mj/kg)
Polyethylene	46,3
Polypropylene	46,4
Polyvinyl chloride	18,0
Polystyrene	41,4
Coal	24,3
Petrol	44,0
Diesel	43,0
Heavy fuel oil	41,1
Light fuel oil	41.9
LPG	46,1
Kerosene	43,4

D. AC – WC (Asphalt Concrete - Wearing Course)

Merupakan lapisan perkerasan yang terletak paling atas (*Base course*) dengan lapis aus *(Wearing course*) yang bergradasi aggregate gabungan rapat/menerus, umumnya digunakan untuk jalan dengan beban lalulintas yang cukup berat. Walaupun bersifat non struktural, AC-WC dapat menambah daya tahan perkerasan terhadap penurunan mutu sehingga secara keseluruhan menambah masa pelayanan dari konstruksi

perkerasan yang mempunyai tekstur yang paling halus dibandingkan dengan jenis laston lainnya.

E. Spesifikasi Aspal AC- WC

Lapisan aspal AC-WC adalah lapisan yang memiliki struktur paling halus dibandingkan dengan lapisan lainya. Adanya campuran bergradasi rapat yang memiliki sedikit rongga pada campuran aspal AC-WC akan langsung berhubungan dengan kondisi luar, seperti cuaca lingkungan dan ban kendaraan. Oleh sebab itu lapisan ini harus di buat kedap air memiliki kekerasan yang tinggi. Untuk spesifikasi aspal Ac – Wc adalah 4 (Empat) cm. Gradasi agregat pada campuran beraspal umumnya dipilih berada di tengah rentang spesifikasi. Indeks Gradasi merupakan parameter yang diusulkan untuk digunakan dalam memprediksi gradasi agregat berdasarkan kinerja campuran beton aspal [7].

Berdasarkan spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2010 Revisi 3 [9], tebal nominal minimum campuran beraspal panas adalah AC – WC = 4.0 cm, AC – BC = 6.0 cm, dan AC – Base = 7.5 cm. Fungsi Aspal antara lain, Untuk mengikat batuan agar tidak lepas dari permukaan jalan akibat lalulintas, sebagai bahan pelapis dan perekat agregat, sebagai pengisi ruang kosong antara agregat kasar, agregat halus dam filler, lapisan pengikat .

F. Fungsi Lapisan Aspal

1) *Lapisan Penahan Beban*: Fungsi utama dari aspal AC –WC adalah sebagai lapisan yang pertama kali yang menahan beban kendaraan, Inilah sebabnya aspal AC – WC harus memiliki stabilitas yang tinggi untuk menghindari perubahan bentuk alur dan bleeding, Namun, dalam menentukan stabilitas jalan perlu untuk mempertimbangkan seberapa besar beban lalu lintas yang akan dilayani, stabilitas jalan untuk volume lalu lintas padat tentu akan berbeda dengan jalan yang akan melayani lalu lintas kendaraan ringan.

2) *Sebagai lapisan Aus:* Selain sebagai beban secara langsung, lapisan aspal AC-WC juga menerima gesekan ban kendaraan secara langsung yang membuat ban tersebut menjadi aus atau menyusut. Struktur lapisan permukaan ini perlu dibuat supaya mampu memberikan gaya gesek dalam kondisi basah supaya kendaraan tidak tergelincir.

3) *Melindungi Lapisan di Bawahnya*: Adanya air dan udara dari lingkungan dapat mempercepat proses pengelupasan selimut aspal. Supaya lapisan kedua dan ketiga aman dan terlindungi dari hujan, maka sebagai lapisan pertama, aspal AC-WC harus di desain supaya dapat kedap air. Untuk mengetahui kekedapan air suatu lapisan.

4) *Menyebarkan Beban*: setiap lapisan aspal memiliki beban yang berbeda – beda. Sebagai lapisan surface course atau lapisan yang berada permukaan, tentu lapisan ini akan menerima beban yang paling besar. Inilah mengapa lapisan Ac –Wc harus mampu mendistribusikan beban tersebut secara merata ke lapisan berikutnya.

5) *Material Campuranan Aspal AC-WC:* Beton aspal merupakan salah satu jenis dari lapis perkerasan kosntruksi perkerasan lentur. Jenis perkerasan ini merupakan campuran merata antara agregat dan aspal sebagai bahan pengikat pada suhu tertentu. Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan diatas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan dibawahnya [9].

6) *Marshall Test*: Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Metode marshall. Pengujian Marshall bertujuan untuk mengukur daya tahan (stabilitas) campuran agregat dan aspal terhadap kelelehan plastik flow didefinisikan sebagai perubahan deformasi atau regangan suatu campuran mulai dari tanpa beban, sampai beban maksimum.

II. METODE PENELITIAN

A. Tinjauan Penelitian

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan jenis penelitian *Laboratory Research* (Penelitian Laboratorium) terhadap kinerja campuran beraspal dengan bahan tambah limbah plastik kresek dimana kebutuhan aspal optimum dikalikan dengan kebutuhan limbah plastik kresek 4%. Tahapan penelitian meliputi kajian literatur, pengujian agregat, pengujian aspal, dan rancangan campuran limbah plastik kresek dalam campuran. Pada penelitian ini khusus menggunakan limbah plastik kresek jenis LDPE *(Low-density Polyethylene)* yang telah dicacah dengan range ukuran 0,60 mm - 9,5 mm.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

Pengujian bahan di lakukan di Laboratorium Kantor Dinas Bina Marga Cipta Karya dan Tata Ruang Jl. Lasinrang No.26, Laleng Bata, Kec. Paleteang Kabupaten Pinrang, dan pengujian Marshall dilaksanakan di Universitas Muhammadiyah Parepare Jl. Jend. Ahmad Yani Km.6 Kec. Soreang, Kota Parepare, Sulawesi Selatan dan waktu penelitian dilakukan selama 2 (dua) bulan dimulai pada bulan Juli sampai dengan bulan Agustus tahun 2021.

C. Tahap Persiapan

1) *Bahan*: Dalam penelitian ini, bahan – bahan yang digunakan yaitu Agregat halus, Agregat kasar, Aspal dan bahan tambah limbah Plastik Kresek jenis LDPE *(Low-density Polyethylene)*

2) *Alat:* Peralatan yang digunakan antara lain timbangan dengan ketelitian 0,01 gram, oven, saringan

1½", 1", ¾" , ½", 3/8", 4, 8, 16, 30, 50, 100, 200, pan, mesin penggetar, termometer, talang, bak/ember air, kain, piknometer/gelas ukur, dengan kapasitas 500 ml, kompor, cetakan dan spatula. Proses campuran dilakukan dengan cara plastik kresek kemudian plastik kresek di gunting kecil-kecil, siapkan kompor dan kuali, menimbang plastik kresek sesuai ketentuan kemudian dipanaskan bersamaan agregat, panaskan aspal ke tempat terpisah dengan suhu 155 – 165^{0}C, kemudian dicampurkan dalam satu wajan.

D. Teknik Pengumpulan Data

1) *data Sekunder*: Berisi standar mutu, serta mencari berbagai literatur terkait dengan riset yang akan dilakukan.

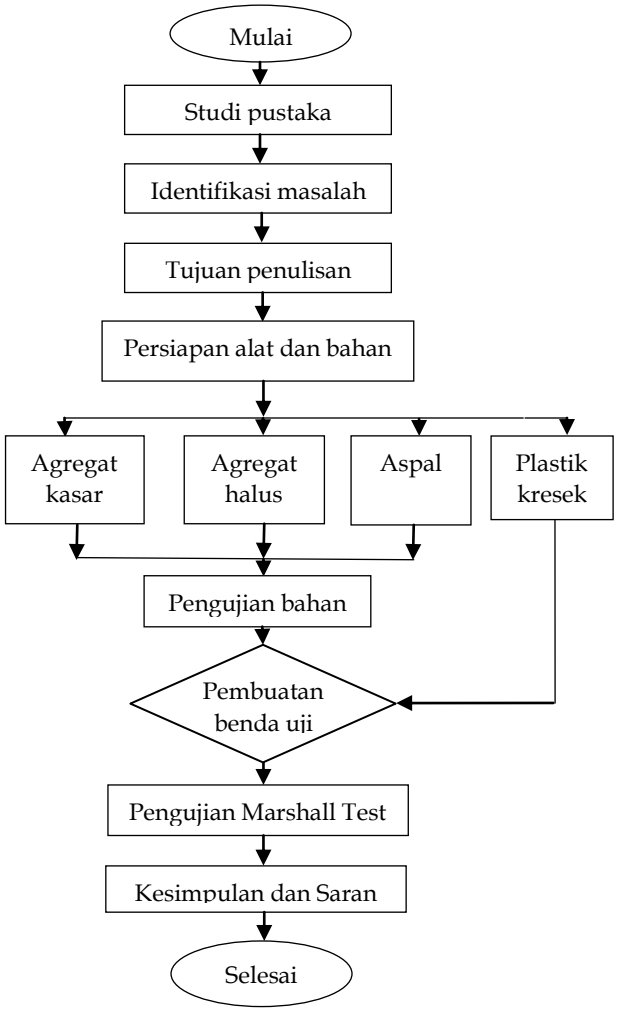
2) *Data Primer*: Berupa material sebagai bahan penelitian untuk melihat apakah gradasi memenuhi persyaratan spesifikasi gradasi agregat gabungan campuran AC- WC.

E. Pengujian Marshall

1) *Pemeriksaan berat jenis campuran*: Setelah dilakukan pencampuran, pembuatan benda uji dan pemadatan, benda uji di keluarkan dari cetakan kemudian di timbang untuk mendapatkan berat benda uji kering. Kemudian direndam benda uji selama 3 – 5 menit dan di timbang dalam air untuk mendapatkan berat benda uji. Kemudian benda uji tersebut diangkat dan dibersihkan dengan lap kering permukaan dan didapatkan berat benda uji kering permukaan jenuh (SSD).

2) *Pengujian:* Pengujian ini menentukan ketahanan stabilitas terhadap *flow* dan campuran aspal sesuai dengan prosedur [10].

F. Bagan dan Alir



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

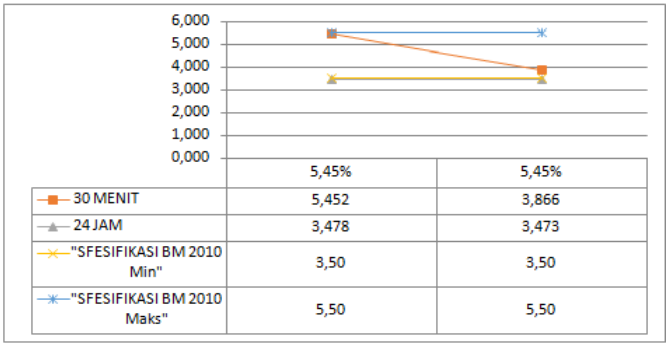
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil pengujian

Hasil pengujian Marshall Setelah dilakukan pencampuran pembuatan benda uji dengan penambahan plastik Kresek 4% dapat dilihat pada tabel 2 . berikut:

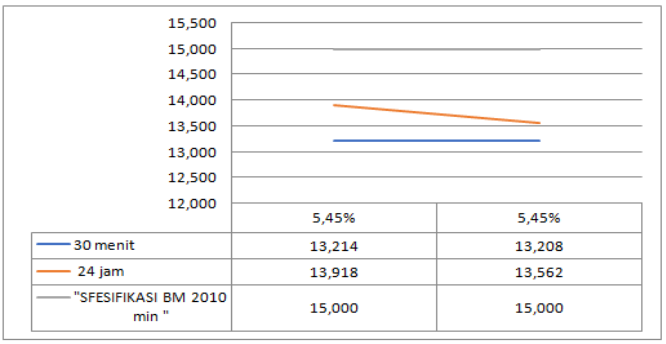
Tabel 2. hasil pengujian Marshall

Pengujian	Kadar Aspal	VIM	VMA	VFA	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	Marshall Quotient (Kg/mm)
Sampel 1 30 menit	5,45%	5,4524	13,214	60,825	1625,11	6,1	266,4115
Sampel 2 30 menit	5,45%	3,8664	13,208	71,492	1605,17	6,31	254,3852
Sampel 1 24 jam	5,45%	3,4785	13,918	73,675	1615,14	6,2	260,5065
Sampel 2 24 jam	5,45%	3,4727	13,562	73,708	1635,08	6,5	251,5508
Spek		3,0-5,0	Min 15	Min.65	Min.800	2,0 -4,0	Min.250



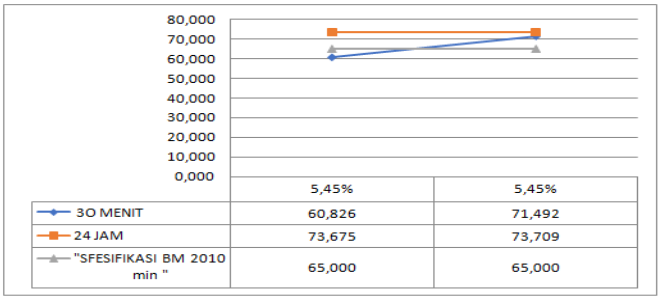
	5,45%	5,45%
30 MENIT	5,452	3,866
24 JAM	3,478	3,473
"SFESIFIKASI BM 2010 Min"	3,50	3,50
"SFESIFIKASI BM 2010 Maks"	5,50	5,50

Gambar 2. Analisis Terhadap *Void In Mix* (VIM)



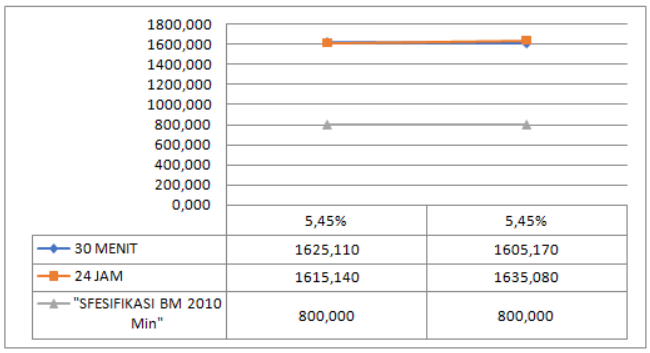
	5,45%	5,45%
30 menit	13,214	13,208
24 jam	13,918	13,562
"SFESIFIKASI BM 2010 min "	15,000	15,000

Gambar 3. Analisis Terhadap *Void In Miniral Aggregate* (VMA)



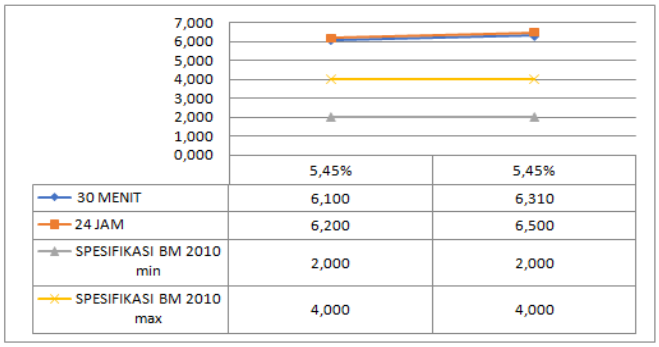
	5,45%	5,45%
3O MENIT	60,826	71,492
24 JAM	73,675	73,709
"SFESIFIKASI BM 2010 min "	65,000	65,000

Gambar 4. Analisis Terhadap *Voids Filled Asphalt* (VFA)



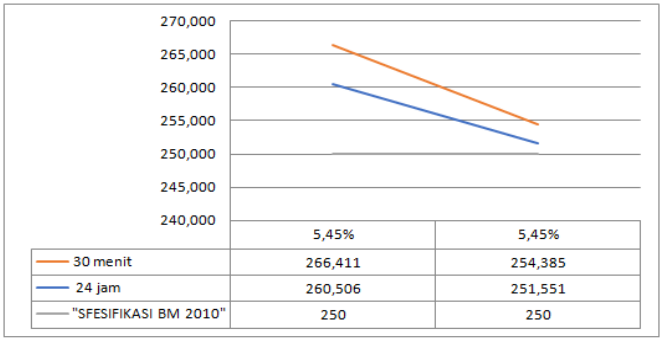
	5,45%	5,45%
30 MENIT	1625,110	1605,170
24 JAM	1615,140	1635,080
"SFESIFIKASI BM 2010 Min"	800,000	800,000

Gambar 5. Analisis Terhadap *Stabilitas*



	5,45%	5,45%
30 MENIT	6,100	6,310
24 JAM	6,200	6,500
SPESIFIKASI BM 2010 min	2,000	2,000
SPESIFIKASI BM 2010 max	4,000	4,000

Gambar 6. Analisis Terhadap flow



	5,45%	5,45%
30 menit	266,411	254,385
24 jam	260,506	251,551
"SFESIFIKASI BM 2010"	250	250

Gambar 7. Analisis Terhadap MQ

1) *Analisis Terhadap Void In Mix (VIM):* Berdasarkan gambar 2. diatas menunjukan bahwa penambahan plastik 4% menghasilkan nilai perendaman 30 menit sampel 1, 5,4524% pada sampel 2 sebesar 3,8664% perendaman 24 jam sampel 1, 3,474% pada sampel 2 sebesar 3,4727%. Minimum 3,0 – 5,0 memenuhi Spesifikasi Bina Marga Tahun 2010.

2) *Analisis Terhadap Void In Miniral Aggregate (VMA):* Berdasarkan Gambar 3. diatas menunjukan bahwa penambahan plastik 4% menghasilkan perendaman 30 menit sampel 1 adalah 13,214% pada sampel 2, 13,208%. Perendaman 24 jam sampel 1, 3,474% pada sampel 2, 13,562% minimum 15% tidak memenuhi spesifikasi bina marga tahun 2010.

3) *Analisis Terhadap Voids Filled Asphalt (VFA):* Berdasarkan gambar 4. Diatas menunjukan bahwa penambahan Plastik 4% menghasilkan perendaman perendaman 30 menit sampel 1, 60,825% pada sampel 2, 71,492% perendaman 24 jam sampel 1, 73,675% pada sampel 2, 73,708% minimum 65 % (memenuhi Spesifikasi Bina Marga Tahun 2010).

4) *Analisis Terhadap stabilitas:* Berdasarkan gambar 5. diatas menunjukan bahwa penambahan plastik 4% menghasilkan perendaman 30 menit sampel 1, 1625,11 kg pada sampel 2, 1605,17 kg perendaman 24 jam sampel 1, 1615,15 kg pada sampel 2, 1635,08 kg minimum 800 kg (memenuhi spesifikasi Bina Marga Tahun 2010).

5) *Analisis Terhadap Flow* Berdasarkan Tabel 2. diatas menunjukan bahwa penambahan plastik 4%

menghasilkan perendaman 30 menit sampel 1, 6,1 mm pada sampel 2, 6,31 mm perendaman 24 jam sampel 1, 6,2 mm pada sampel 2, 6,5 mm minimum 2,0 – 4,0 mm (tidak memenuhi spesifikasi Bina Marga Tahun 2010).

6) Analisis Terhadap Marshall Quotient (MQ): Berdasarkan Tabel 2. Diatas menunjukan bahwa penambahan plastik 4% menghasilkan perendaman 30 menit sampel 1, 266,411 kg/mm pada sampel 2, 254,385 kg/mm. perendaman 24 jam sampel 1, 260,506 kg/mm pada sampel 2, 251,551 kg/mm minimum 250 kg/mm (memenuhi spesifikasi Bina Marga Tahun 2010).

IV. SIMPULAN

Pengaruh penambahan plastik kresek indikator pengujian Marshall nilai stabilitas rata rata 162,5 kg minimum 800 kg (memenuhi spesifikasi Bina Marga Tahun 2010). Flow rata rata 258,21 mm minimum 2,0 – 4,0 (tidak memenuhi spesifikasi Bina Marga Tahun 2010). VIM rata rata 4,0% minimum 3,0 – 5,0 (memenuhi spesifikasi Bina Marga Tahun 2010). VMA rata rata 13,5% minimum 15% (tidak memenuhi spesifikasi Bina Marga Tahun 2010). MQ rata rata 258 kg/mm minimum 250 kg/mm (memenuhi spesifikasi Bina Marga Tahun 2010). VFA rata rata 70% minimum 65% (memenuhi Spesifikasi Bina Marga Tahun 2010).

REFERENSI

[1] Siagin. B. "Analisis Kerusakan Jalan Menggunakan Metode Bina Marga Pada Jalan Rajawali Kota Palangka Raya" *Jurnal Kacapuri.*, vol. 4. 2021. *https://doi.org/10.14710/mkts.v16i3.3695*

[3] Wasiah. T. S. "Pengaruh Penambahan Plastik LDPE (low density poly ethilen) Cara Basah dan Cara Kering Terhadap Kinerja Campuran Beraspal" *Jurnal Media Komunikasi Teknik Sipil.*,vol. 16. hal.208-222, Maret 2008. *https://doi.org/10.14710/mkts.v16i3.3695*

[4] Susanto. I. Suaryana . N. "Evaluasi Kinerja Campuran Beraspal lapis aus AC –WC Dengan Bahan Tambah Limbah plastik kresek" *Jurnal Teknik Sipil.*, vol. 17.No 2. 2019. *http://dx.doi.org/10.12962/j2579-891X.v17i2.4980*

[5] Situmorong. P. "Penggunaan Plastik LDPE (Low Density Polyethylene) Sebagai Substitusi Aspal Pada Campuran AC-WC" *Jurnal Teknik Sipil.*, SBN: 978-602-61545-0-7. 2019. *https://doi.org/10.33019/snppm.v3i0.1306*

[6] Veranita. "Studi Karakteristik Marshall Pada Campuran Aspal dengan Penambahan Kresek" *Jurnal Teknik Sipil.*, vol. 16.No 2. 2020. *https://doi.org/10.35308/jts-utu.v6i2.2745*

[7] Yusuf. F. A, Ridwan. A, Cahyo. Y. S. P. "Penelitian Penambahan Bahan Serbuk Dolomite dan Pasir Brantas Pada Campuran Aspal Beton" *Jurnal Manajemen Teknik*, ISSN:2621-7686., vol.2, hlm.214.223. Okt 2019. *http://dx.doi.org/10.30737/jurmateks.v2i2.513*

[8] Setiawan. A."Indeks Gradasi Sebagai Parameter Untuk Menentukan Gradasi Agregat Beton Aspal" *Jurnal Transportasi.*, vol. 7, hlm. 1-10, April 2017. *https://doi.org/10.26593/jtrans.v17i1.2700.%25p*

[9] Spesifikasi Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga Divisi VI 2010 Revisi 3.

[10] Mecky. R. E., "Pengaruh Modulus Kehalusan Agregat Terhadap Penentuan Kadar Aspal Pada Campuran jenis AC-WC" *Jurnal Teknik Sipil*, vol.7 No.4 2019.

[11] Metode Pengujian Campuran Aspal dengan Alat Marshall *SNI 06-2489-1991*.