BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

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. Penambahan kresek ke dalam campuran aspal dipercaya dapat meningkatkan keawetan dari aspal tersebut dan dapat menaikkan keefektifan penggunaan biaya.

Salah satu bahan bekas yang banyak terdapat di indonesia adalah sampah dari jenis kresek. Kresek merupakan salah satu barang bekas yang dapat digunakan ke dalam campuran aspal. Proses daur ulang kresek secara fisik, mekanik dan kimia telah dikembangkan bahkan untuk skala industri, Daur ulang jenis plastik ini secara fisik dan mekanik merupakan daur ulang yang menarik di dunia. Penambahan kresek ke dalam aspal murni pen 60/80 akan mengakibatkan menurunnya nilai penetrasi dan naiknya titik lembek aspal yang membuat aspal menjadi tahan terhadap perubahan suhu dan cuaca. Pengaruh penambahan kresek dengan variasi persentase penambahan yang berbeda ke dalam campuran aspal AC - WC dipercaya dapat meningkatkan keawetan dari aspal tersebut. Pengaruh plastik sebagai bahan substitusi aspal dengan hasil yang diperoleh adalah dapat meningkatkan stabilitas dan rongga di dalam campuran (VIM) akan terus mengecil.

Hal ini yang mendorong penulis mengangkat penelitian yang berjudul "Uji Eksperimental Lapis Aus AC – WC (Asphalt Concrete – Wearing Course) Menggunakan Bahan Tambah Limbah Plastik Kresek" Sehingga memanfaatkan limbah plastik secara optimal di sekitaran kota Pinrang bisa di teratasi, yang diketahui Pinrang pengelolaan sampah belum teratasi dengan baik, hasil penelusuran media surat kabar Upeks.co.id yang di tebitkan di tahun 2020. di lokasi, ternyata informasi sampah dari warga sekitar yang dibuang begitu saja di Pantai Ujung Tape Kecamatan Mattiro Sompe Kabupaten Pinrang yang selama ini disebabkan oleh sampah kiriman, ternyata tidak benar.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dikemukakan pada latar belakang di atas, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana dengan sampah plastik kresek sebagai bahan tambah campuran beraspal dapat meningkatkan kualitas karakteristik Marshall?
2. Bagaimana pengaruh penambahan limbah plastik kresek terhadap lapisan aus AC-WC ?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui nilai karakteristik Uji Marshall pada campuran limbah plastik kresek terhadap lapisan aus AC – WC sebagai bahan tambah aspal.
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah plastik kresek terhadap lapisan aus AC – WC.

D. Batasan Masalah

Batasan masalah sebagai ruang lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian hanya dilakukan melalui pengujian laboratorium dengan menggunakan Marshall Test.
2. Perubahan kimiawi yang terjadi tidak ditinjau.
3. Menggunakan bahan tambah limbah plastik kresek pada campuran lapis aus AC – WC.

E. Manfaat penelitian

1. Memberi informasi mengenai pengaruh bahan limbah plastik kresek dalam campuran lapis aus AC-WC.
2. Mengurangi sampah plastik kresek di lingkungan penduduk wilayah Kota Pinrang.

F. Sistematika penulisan

Secara garis besar Sistematika Penulisan yang dapat disajikan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat serta sistematika Penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan tentang teori yang menyangkut tentang penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini diuraikan mengenai jenis penelitian, lokasi dan penelitian, parameter pengujian, tahap-tahap metode penelitian, dan bagan alir penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahasa secara keseluruhan tentang hasil penelitian yang dilakukan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas kesimpulan dari seluruh penulisan, serta saran-saran yang dikemukakan berupa sumbangan pemikiran penulis tentang penulisan permasalahan tersebut di atas**.**

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Aspal

Kebutuhan bahan jalan untuk campuran beraspal di seluruh wilayah terus meningkat. Spesifikasi umum Bina Marga Tahun 2018 telah mensyaratkan tentang kualitas bahan campuran beraspal, dimana kualitas bahan akan berpengaruh terhadap mutu campuran beraspal. Rendahnya mutu bahan merupakan salah satu penyebab kerusakan jalan. Hal tersebut ditambah dengan meningkatnya volume lalu lintas, baik dalam hal jumlah, beban, maupun kecepatannya serta kondisi iklim tropis menjadi alasan lain banyak ditemukannya kerusakan jalan. Berdasarkan beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan aspal yang tidak sesuai sering menjadi penyebab terjadinya kerusakan dini berupa alur, gelombang dan naiknya aspal ke permukaan. Berbagai macam modifikasi untuk meningkatkan mutu aspal telah dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Di sisi lain terdapat permasalahan di sektor lingkungan, yaitu pencemaran baik tanah maupun perairan oleh plastik kresek. Tidak dipungkiri bahwa kantong plastik jenis kresek telah menjadi bagian hidup manusia dan sulit untuk dipisahkan. Plastik kresek merupakan bahan anorganik buatan yang tersusun dari bahan-bahan kimia yang cukup berbahaya bagi lingkungan. Sampah plastik sangatlah sulit untuk diuraikan secara alami, untuk menguraikan sampah plastik

membutuhkan kurang lebih 80 tahun agar dapat terdegradasi secara sempurna. Oleh karena itu penggunaan bahan plastik dapat dikatakan tidak bersahabat bagi lingkungan apabila digunakan tanpa menggunakan batasan tertentu . Indonesia merupakan negara penghasil limbah plastik terbesar nomor dua di dunia sehingga pemanfaatan limbah plastik merupakan isu penting guna penyelamatan lingkungan.

Untuk mengatasi permasalahan kebutuhan bahan jalan yang terus meningkat, kerusakan jalan yang sering terjadi, serta masalah lingkungan oleh limbah plastik kresek, salah satunya adalah dengan cara pemanfaatan limbah plastik pada bidang perkerasan jalan sebagai bahan tambah campuran beraspal panas. Plastik yang sering kita gunakan sehari-hari mengandung polimer. kandungan polimer tersebut berpotensi untuk digunakan sebagai bahan tambah perkerasan jalan.

Sejak ditemukan pertama kali pada tahun 1907, penggunaan plastik dan barang - barang berbahan dasar plastik semakin meningkat. Peningkatan penggunaan plastik ini merupakan konsekuensi dari berkembangnya teknologi, industri dan juga jumlah populasi penduduk. Di Indonesia, kebutuhan plastik terus meningkat hingga mengalami kenaikan rata-rata 200 ton per tahun. Tahun 2002, tercatat 1,9 juta ton, di tahun 2003 naik menjadi 2,1 juta ton, selanjutnya tahun 2004 naik lagi menjadi 2,3 juta ton per tahun. Di tahun 2010, 2,4 juta ton, dan pada tahun 2011, sudah meningkat menjadi 2,6 juta ton. Akibat dari peningkatan penggunaan plastik ini adalah bertambah pula sampah plastik. Berdasarkan asumsi Kementerian Lingkungan Hidup (KLH), setiap hari penduduk Indonesia

menghasilkan 0,8 kg sampah per orang atau secara total sebanyak 189 ribu ton sampah/hari. Dari jumlah tersebut 15% berupa sampah plastik atau sejumlah 28,4 ribu ton sampah plastik/hari.

Sampah plastik akan berdampak negatif terhadap lingkungan karena tidak dapat terurai dengan cepat dan dapat menurunkan kesuburan tanah. Sampah plastik yang dibuang sembarangan juga dapat menyumbat saluran drainase, selokan dan sungai sehingga bisa menyebabkan banjir. Sampah plastik yang dibakar bisa mengeluarkan zat-zat yang berbahaya bagi kesehatan manusia.

Semakin meningkatnya sampah plastik ini akan menjadi masalah serius bila tidak dicari penyelesaiannya. Penanganan sampah plastik yang populer selama ini adalah dengan 3R (Reuse, Reduce, Recycle). Reuse adalah memakai berulang kali barang - barang yang terbuat dari plastik. Reduce adalah mengurangi pembelian atau penggunaan barang-barang dari plastik, terutama barang-barang yang sekali pakai. Recycle adalah mendaur ulang barang-barang yang terbuat dari plastik.

Plastik dapat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu thermoplastic dan thermosetting. Thermoplastic adalah bahan plastik yang jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, akan mencair dan dapat dibentuk kembali menjadi bentuk yang diinginkan. Sedangkan thermosetting adalah plastik yang jika telah dibuat dalam bentuk padat, tidak dapat dicairkan kembali dengan cara dipanaskan.

Berdasarkan sifat kedua kelompok plastik di atas, termoplastik adalah jenis yang memungkinkan untuk didaur ulang. Jenis plastik yang dapat didaur

ulang diberi kode berupa nomor untuk memudahkan dalam mengidentifikasi dan penggunaannya .



Gambar 1 Nomor kode plastik

Tabel 2.1 Jenis plastik, kode dan penggunaannya (Sumber:Kurniawan, 2012)

No kode	Jenis plastik	Penggunaan
1	PET (polyethylene terephthalate)	botol kemasan air mineral, botol minyak goreng, jus, botol sambal, botol obat, dan botol kosmetik
2	HDPE (High-density Polyethylene)	botol obat, botol susu cair, jerigen pelumas, dan botol kosmetik
3	PVC (Polyvinyl Chloride)	pipa selang air, pipa bangunan, mainan, taplak meja dari plastik, botol shampo, dan botol sambal.

4	LDPE (Low-density Polyethylene)	kantong kresek, tutup plastik, plastik pembungkus daging beku, dan berbagai macam plastik tipis lainnya.
5	PP (Polypropylene atau Polypropene)	cup plastik, tutup botol dari plastik, mainan anak, dan margarine
6	PS (Polystyrene)	kotak CD, sendok dan garpu plastik, gelas plastik, atau tempat makanan dari styrofoam, dan tempat makan plastik transparan
7	Other (O), jenis plastik lainnya selain dari no.1 hingga 6	botol susu bayi, plastik kemasan, galon air minum, suku cadang mobil, alat-alat rumah tangga, komputer, alat-alat elektronik, sikat gigi, dan mainan lego

B. Polimer

Polimer sering digunakan dalam pembuatan perkerasan jalan sebagai modifier aspal. Penambahan bahan aditif jenis polimer dalam jumlah kecil ke dalam aspal terbukti dapat meningkatkan kinerja aspal dan memperpanjang umur kekuatan atau masa layan perkerasan tersebut. Polimer juga dapat meningkatkan

daya tahan perkerasan terhadap berbagai kerusakan seperti deformasi permanen, retak akibat perubahan suhu, fatigue damage, serta pelepasan material.

Plastik meruapan suatu polimer yang mempunyai sifat-sifat unik dan luar biasa yang terdiri dari unit molekul yang disebut monomer, Jika monomernya sejenis disebut homopolimer dan jika monomernya berbeda akan menghasilkan kopolimer.

Polimer alam yang telah kita kenal antara lain : selulosa, protein, karet alam dan sejenisnya. Pada mulanya manusia menggunakan polimer alam hanya untuk membuat perkakas dan senjata, tetapi keadaan ini hanya bertahan hingga akhir abad 19 dan selanjutnya manusia mulai memodifikasi polimer menjadi plastik. Plastik yang pertama kali dibuat secara komersial adalah nitroselulosa. Material plastik telah berkembang pesat dan sekarang mempunyai peranan yang sangat penting di bidang elektronika, pertanian, tekstil, transportasi, furniture, konstruksi, kemasan kosmetik, mainan anak – anak dan produk – produk industri lainnya. Aspal modifikasi polimer telah diyakini memberikan kinerja yang lebih baik, jika pemilihan jenis aspal modifikasi yang sesuai dengan kondisi lokasi, beban lalu lintas dan lingkungan yang sesuai.

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, tipe C°300±C di AMP. Sementara temperatur plastik kresek terdekomposisi adalah LPDE, dan

bukan merupakan bahan beracun. Titik leleh limbah plastik kresek ini hanya sampai 150°C.

Terdapat dua jenis proses dalam pemanfaatan limbah plastik dalam campuran beraspal yaitu wet process dan dry process. Wet process merupakan jenis proses yang mencampurkan limbah plastik dengan aspal untuk melakukan modifikasi terhadap aspal. Sementara dry process merupakan proses yang mencampurkan limbah plastik dengan agregat panas kemudian dicampur dengan aspal untuk memodifikasi agregat.

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. Daur ulang (recycle) sampah plastik dapat dibedakan menjadi empat cara yaitu daur ulang primer, daur ulang sekunder, daur ulang tersier dan daur ulang quarter. Daur ulang primer adalah daur ulang limbah plastik menjadi produk yang memiliki kualitas yang hampir setara dengan produk aslinya. Daur ulang cara ini dapat dilakukan pada sampah plastik yang bersih, tidak terkontaminasi dengan material lain dan terdiri dari satu jenis plastik saja. Daur ulang sekunder adalah daur ulang yang menghasilkan produk yang sejenis dengan produk aslinya tetapi dengan kualitas di bawahnya. Daur ulang tersier adalah daur ulang sampah plastik menjadi bahan kimia atau menjadi bahan bakar. Daur ulang quarter adalah proses untuk mendapatkan energi yang terkandung di dalam sampah plastik.

Tabel 2.2 Nilai kalor plastik (Sumber: Das dan Pande, 2007)

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

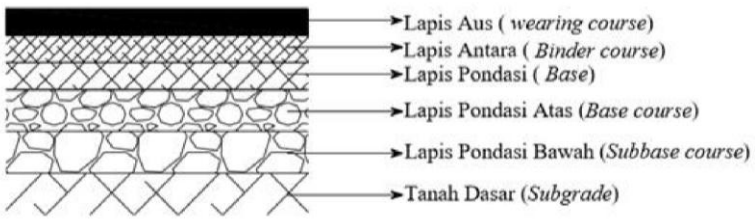
D. AC – WC (Asphalt Concrete - Wearing Course)

Asphalt Concrete - Wearing Course (AC-WC) merupakan lapisan perkerasan yang terletak paling atas dan berfungsi sebagai lapisan aus. Walaupun bersifat non struktural, Ac-Wc dapat menambah daya tahan perkerasan terhadap penurunan mutu sehingga secara keseluruhan menambah masa pelayanan dari konstruksi perkerasan. Ac-Wc. 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 cm.

Campuran Aspal Panas merupakan satu jenis dari lapis perkerasan lentur yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu. Jenis lapisan Campuran Aspal Panas yang selanjutnya disebut Laston, terdiri dari tiga jenis campuran AC lapis aus (AC-WC), AC lapis antara (AC-Binder Course, AC-BC) dan AC lapis pondasi (AC-Base).



Gambar 2. Lapisan Perkerasan Jalan

Berdasarkan spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2010 Revisi 3, 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 adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengikat batuan agar tidak lepas dari permukaan jalan akibat lalu lintas (waterproofing, protect terhadap erosi)

2. Sebagai bahan pelapis dan perekat agregat.
3. Lapis resap pengikat (prime coat) adalah lapisan tipis aspal cair yang diletakan di atas lapis pondasi sebelum lapis berikutnya.
4. Lapis pengikat (tack coat) adalah lapis aspal cair yang diletakan di atas jalan yang telah beraspal sebelum lapis berikutnya dihampar, berfungsi pengikat di antara keduanya.
5. Sebagai pengisi ruang yang kosong antara agregat kasar, agregat halus, dan filler.

Campuran aspal panas lapis aus pengikat Ac-Wc (Asphalt concrete-Wearing Course) merupakan lapisan permukaan yang paling halus dibandingkan dengan lapisan lainnya, Mempunyai tekstur yang lebih halus mampu memberikan sumbangan daya dukung yang terukur, Komposisi agregat gabungan campuran Ac-Wc menggunakan Spesifikasi Persyaratan Aspal Modifikasi Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga tahun 2010 Revisi 3.

Tabel 2.3 Persyaratan Aspal Modifikasi (Sumber :Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga tahun 2010 Revisi 3.)

Uraian	Metode	Persyaratan		Satuan
		Min	Max	
Penetrasi, 25ºC	SNI 06-2456-1991	50	80	0,1 mm
Titik Lembek	SNI 06-2434-1991	54	-	ºC
Titik Nyala	SNI 06-2433-1991	225	-	ºC
Daktilitas, 25ºC	SNI 06-2432-1991	50	-	Cm

Berat Jenis	SNI 06-2441-1991	1	-	-
Kekentalan pada 135ºC	SNI 06-6441-2000	300	2000	Cst
Stabilitas penyimpanan pada 163ºC selama 48 jam - Perbedaan titik lembek antara bagian atas dan bawah	Shell Bitumen 1995	-	2	ºC
Kelarutan dalam TCE	RSNI M 12-2004	99	-	% berat
Penurunan berat (TFOT)	SNI 06-2440-1991	-	1	% berat
Perbedaan Penetrasi setelah TFOT, 0,1 mm	SNI 06-2456-1991	-	40	% asli
Perbedaan titik lembek setelah TFOT, ºC	SNI 06-24341991	-	6,5	% asli
Elastic recovery pada 25ºC	AASHTO T 301-1995	30	-	%

F. Fungsi Lapisan Aspal Ac – Wc

Fungsi lapisan aspal AC – WC yaitu ;

1. Sebagai 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 didesain 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.

G. Material Campuran Aspal Ac – Wc

pada umumnya, campuran untuk menyusun beton aspal terdiri dari agregat halus, agregat kasar, bahan pengisi, dan aspal. Beberapa kriteria dan persyaratan material campuran untuk aspal Ac – Wc adalah sebagai berikut :

1. Agregat kasar

Material utama pembentuk lapisan perkerasan jalan adalah agregat. Daya dukung lapisan perkerasan ditentukan dari sifat butir-butir agregat dan gradasi agregatnya. Agregat merupakan komponen utama dari konstruksi perkerasan jalan yang berfungsi sebagai kerangka atau tulangan yang memikul beban yakni beban kendaraan yang melewati jalan tersebut. Jumlah agregat dalam suatu campuran lapis perkerasan jalan adalah berkisar 90 % dari total berat campuran atau sebesar 75-85 % dari total volume campuran (Shen et. al, 2004) sisanya adalah aspal dan mineral pengisi (filler).

Tabel 2.4 Pengujian agregat kasar (Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga Divisi VI Perkerasan Aspal Kementerian Pekerjaan Umum Edisi Tahun 2018)

Pengujian			**Standar**	**Nilai**
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan campuran AC		Natrium sulfat Magnesium sulfat 100 putaran	SNI 3407:2008	Maks.12% Maks.18% Maks. 6%
Abrasi dengan mesin Los Angeles	Modifikasi dan SMA Semua Jenis Campuran Aspal Bergradasi	500 Putaran 100 putaran 500 putaran	SNI 2417:2008	Maks.30% Maks.8% Maks. 40%

	Lainnya			
Kelekatan agregat terhadap aspal Butir pecah pada Agregat Kasar		SMA LAINNYA	SNI 2439:2011	Min. 95%
				100/90*
			SNI 7619:2012	95/90**)
Partikel pipih dan lonjong		SMA LAINNYA	ASTM D4791 Perbandingan 1:5	Maks. 5% Maks.10%
Material Lolos Ayakan ayakan No.200			SNI ASTM C117 : 2012	Maks. 1%

Catatan :

*) 100/90 menunjukkan bahwa 100% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah satu atau lebih dan 90% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah dan atau lebih

**) 95/90 menunjukkan bahwa 95% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah satu atau lebih dan 90% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah dua atau lebih.

Agregat didefinisikan sebagai batu pecah, kerikil, pasir atau komposisi mineral lainya, yang berupa hasil pengolahan (penyaringan, pemecahan) yang merupakan bahan baku utama konstruksi perkerasan jalan. Fraksi agregat kasar untuk rancangan adalah yang tertahan saringan no.4 (4,75 mm) dan haruslah

bersih, keras, awet, dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan memenuhi persyaratan pada fraksi agregat untuk keperluan pengujian. Agregat kasar harus mempunyai ketahanan terhadap abrasi bila digunakan sebagai campuran binder course. Untuk itu nilai los angeles abrasion test harus dipenuhi. Ketentuan-ketentuan agregat untuk campuran beraspal berdasarkan spesifikasi umum jalan dan jembatan, (Direktorat Jenderal Bina Marga Tahun 2010).

2. Agregat halus

Persyaratan agregat halus secara umum menurut SNI 03-6821-2002 adalah sebagai berikut :

a. Agregat halus terdiri dari butir-butir tajam dan keras,
b. Butir-butir halus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca. Sifat kekal agregat halus dapat diuji dengan larutan jenuh garam. Jika dipakai natrium sulfat maksimum bagian yang hancur adalah 10% berat,
c. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (terhadap berat kering), jika kadar lumpur melampaui 5% maka pasir harus dicuci.

Agregat halus juga mempunyai gradasi, gradasi agregat yang dimaksud adalah distribusi ukuran butiran dari agregat. Bila butir-butir agregat mempunyai ukuran yang sama (seragam) volume pori akan besar. Sebaliknya bila ukuran butir-butirnya bervariasi akan terjadi volume pori yang kecil. Hal ini karena butiran yang kecil mengisi pori diantara butiran yang besar, sehingga pori-porinya sedikit, dengan kata lain kemampatannya tinggi.

3. Bahan pengisi

Filler adalah bahan berbutir halus yang mempunyai fungsi sebagai pengisi rongga dalam campuran (void in mix) dan termasuk butiran yang lolos saringan no.30 dimana persentase berat yang lolos saringan no.200 minimum 65% (SKBI-2.4.26.1987).

Menurut Bina Marga Tahun 2007. Filler merupakan material pengisi yang terdiri dari abu batu, abu kapur (limestone dust), abu terbang, semen (PC) atau bahan non plastis lainnya yang harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan bahan-bahan lain yang mengganggu. Adapun jenis dan sifat filler adalah :

a. Bahan pengisi yang ditambahkan terdiri atas debu batu kapur (limestone dust), kapur padam (hydrated lime), semen atau abu terbang yang sumbernya disetujui oleh direksi pekerjaan.
b. Bahan pengisi yang ditambahkan harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan. Campuran beraspal harus mengandung bahan pengisi yang ditambahkan tidak kurang dari 1% dan maksimum 2% dari berat total agregat.Pemberian filler pada campuran lapis keras mengakibatkan lapis keras mengalami berkurangnya kadar pori. Partikel filler menempati rongga di antara partikel-partikel yang lebih besar, sehingga ruang diantara partikel-partikel besar menjadi berkurang. Secara umum penambahan filler ini dimaksudkan untuk menambah stabilitas serta kerapatan dari campuran aspal. Adapun fungsi dari filler adalah :

1. Untuk memodifikasi gradasi agregat halus, sehingga berat jenis agregat meningkat dan jumlah aspal yang diperlukan untuk mengisi rongga akan berkurang.
2. Mengisi ruang antar agregat halus dan kasar serta meningkatkan kepadatan dan stabilitas.
3. Mengisi rongga dan menambahkan bidang kontak antar butir agregat sehingga akan meningkatkan kekuatan campuran.
4. Bila campur dengan aspal, filler akan membentuk bahan pengikat yang berkonsistensi tinggi sehingga mengikat butiran agregat secara bersama-sama.
5. Mengurangi rongga udara (air void).

Agregat dapat diklasifikasikan menjadi: Berdasarkan Proses pengolahannya agregat yang dipergunakan dalam perkerasan lentur dapat dibedakan :

a. Agregat dalam, agregat yang dapat dipergunakan sebagaimana bentuknya di alam dengan cara sedikit proses pengolahan, yaitu pasir dengan ukuran partikel 1/4 inch.
b. Agregat yang melalui proses pengolahan atau agregat yang melalui proses pemecahan terlebih dahulu supaya diperoleh bentuk partikel bersudut, diusahakan berbentuk kubus, permukaan partikel kasar sehingga mempunyai gesekan yang baik dan gradasi sesuai yang diinginkan. Proses pemecahan agregat sebaiknya menggunakan mesin pemecah batu (stone crusher) sehingga ukuran partikel-partikel yang dihasilkan dapat terkontrol, berarti

gradasi yang diinginkan dapat dicapai sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan.

c. Agregat buatan, agregat yang merupakan mineral filler / pengisi partikel dengan ukuran.

d. Gradasi

Gradasi adalah distribusi partikel-partikel berdasarkan ukuran agregat yang saling mengisi sehingga terjadinya suatu ikatan yang saling mengunci (interlocking).

H. 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 plastis (FLOW). FLOW didefinisikan sebagai perubahan deformasi atau regangan suatu campuran mulai dari tanpa beban, sampai beban maksimum dan dinyatakan dalam militer.

Konsep Marshall test dikembangkan oleh Bruce Marshall, seorang insinyur perkerasan pada Mississippi State Highway. Pada Tahun 1948 US Corps of Engineering meningkatkan dan menambah beberapa kriteria pada prosedur tesnya, terutama kriteria rancangan campuran. Sejak itutes ini banyak diadopsi berbagai organisasi dan pemerintahan di banyak negara, dengan beberapa modifikasi prosedur ataupun interpretasi terhadap hasilnya.

Parameter penting yang ditentukan pengujian ini adalah beban maksimum yang dapat dipikul briket sampel sebelum hancur atau Marshall Stability dan jumlah akumulasi deformasi sampel sebelum hancur yang disebut Marshall

FLOW dan juga turunan dari keduanya yang merupakan perbandingan antara Marshall Stability dan Marshall Flow disebut Marshall Quotient, yang merupakan nilai kekakuan berkembang (pseudo stiffness), yang menunjukkan ketahanan campuran terhadap deformasi permanen. Parameter lain yang penting adalah analisis void yang terdiri dari Void In The Mix (VIM), Void In Material Aggregate (VMA), Void Filled with Asphalt (VFA) yang ditentukan pada kondisi standar (2x75).

I. Penelitian Terdahulu

Penelitian Terdahulu Pemanfaatan limbah plastik sebagai bahan perkerasan jalan sebenarnya bukanlah hal yang baru

1. Iwan Susanto dan Nyoman Suaryana, "*Evaluasi Kinerja Campuran Lapis Aus (AC-WC) dengan Bahan Tambah Limbah Plastik Kresek".* Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja campuran beraspal panas AC-WC dengan limbah plastik. Metode eksperimen terpilih, dilakukan dengan pengujian laboratorium serta diaplikasikan di lapangan. Hasil uji karakteristik, menunjukan nilai stabilitas campuran dengan limbah plastik mengalami peningkatan dari 1100kg menjadi 1400kg-1500kg. Hasil uji durabilitas, campuran dengan limbah plastik mengalami peningkatan nilai stabilitas sisa, dari 90,54% menjadi 94,70%. Hasil uji ketahanan deformasi menunjukan campuran beraspal dengan limbah plastik mengalami peningkatan nilai stabilitas dinamis. Nilai modulus resilien turun saat peningkatan temperatur dan meningkat setelah ditambah limbah plastik, merupakan perilaku campuran dengan limbah plastik. Kadar plastik paling efektif adalah 6% dari

berat aspal. Hasil uji ekstraksi menunjukan antara campuran rencana dan lapangan tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Nilai IRI kondisi perkerasan diperoleh nilai.

2. Pandry Situmorang, Desi Yofianti dan Revy Safitri, "*Penggunaan Plastik LDPE (Low Density Polyethylene) Sebagai Substitusi Aspal Pada Campuran AC-WC*", Penelitian ini bertujuan antara lain: untuk mengetahui nilai karakteristik marshall dan menentukan kadar aspal optimum (KAO) dari penggunaan plastik LDPE sebagai substitusi aspal pada campuran AC-WC. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen di laboratorium Dinas PUPR Provinsi Kep. Bangka Belitung dengan menggunakan 60 buah benda uji, 5 variasi kadar aspal dan 4 variasi persentase penambahan plastik LDPE serta Spesifikasi Umum Bina Marga tahun 2018. Dari hasil pengujian marshall menunjukkan bahwa dari keempat variasi persentase penambahan LDPE (0%, 2%, 4% dan 6%), hanya campuran 0% LDPE yang memenuhi spesifikasi (semua nilai karakteristik Marshall terpenuhi) dengan nilai KAO sebesar 5,75%, sedangkan 3 variasi campuran lainnya (2%, 4% dan 6%) tidak memenuhi syarat yang ditetapkan (nilai VIM tidak terpenuhi) sehingga nilai KAO-nya pun tidak dapat ditentukan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan persentase plastik.
3. Bustamin Abd. Razak dan Andi Erdiansa, *" Karakteristik Campuran AC-WC dengan Penambahan Limbah Plastik Low Density Polyethylene (LDPE)".* Penelitian ini bertujuan untuk untuk mengetahui pengaruh penggunaan limbah plastik Low Density Polyethilene (LDPE) pada karakteristik

campuran AC-WC. Pada penelitian ini digunakan 5 variasi kadar plastik yaitu 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% untuk mengetahui karakteristik AC-WC. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode marshall test yang bertujuan mengetahui karakteristik, kinerja campuran, dan kadar optimum penggunaan aspal pada campuran AC-WC. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai karakteristik AC–WC yang meliputi persentase kadar plastik yang diperoleh dari hasil pengujian 1%-5% dari jumlah kadar aspal optimum, jika kadar plastik dalam aspal ditambahkan maka nilai stabilitas, flow, dan marshall quotient mengalami peningkatan dan penurunan yang tidak stabil, sedangkan nilai VFB dan kepadatan meningkat, dan nilai VIM dan VMA menurun.

4. Widi Wantoro, Dyah Kusumaningrum, Bagus Hario Setiadji dan Wahyudi Kushardjoko ”*Pengaruh Penambahan Plastik Bekas Tipe Low Density Polyethylene (LDPE) Terhadap Kinerja Campuran Beraspal*”. Penelitian ini bertujuan Mengetahui Pengaruh Penambahan plastik LDPE terhadap peningkatan karakteristik campuran berasapal AC-WC dengan aspal pen 60/70, Mengetahui Kadar Aspal Optimum campuran berasapal AC-WC dengan tambahan plastik LDPE dan Mengetahui pengaruh penambahan plastik LDPE pada durabilitas campuran beraspal. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental, yaitu melakukan percobaan terhadap benda uji campuran beraspal AC-WC dengan bahan tambah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Nilai VIM campuran beraspal dengan tambahan LDPE 2% meningkat rata-rata 9,77% dibandingkan

campuran beraspal tanpa LDPE, VIM meningkat rata - rata 11,56% untuk campuran beraspal dengan tambahan LDPE 4% dan 13,75 % untuk campuran beraspal dengan tambahan LDPE 6%. Hal ini mengakibatkan campuran menjadi kurang rapat sehingga air dan udara mudah memasuki rongga - rongga dalam campuran yang menyebabkan aspal mudah teroksidasi, Nilai VMA campuran beraspal dengan tambahan LDPE 2% meningkat rata - rata 2,88% dibandingkan campuran beraspal tanpa LDPE, VMA meningkat rata - rata 3,51% untuk campuran beraspal dengan tambahan LDPE 4% dan 4,18% untuk campuran beraspal dengan tambahan LDPE 6%. Hal ini mengakibatkan campuran menjadi kurang rapat sehingga air dan udara mudah memasuki rongga rongga dalam campuran yang menyebabkan aspal mudah teroksidasi, Nilai VFA campuran beraspal dengan tambahan LDPE 2% menurun rata - rata 2,80% dibandingkan campuran beraspal tanpa LDPE, VFA menurun rata - rata 3,46% untuk campuran beraspal dengan tambahan LDPE 4% dan 4,14% untuk campuran beraspal dengan tambahan LDPE 6%. Hal ini mengindikasikan campuran kurang kedap terhadap air dan udara yang akhirnya menyebabkan lapis perkerasan tidak tahan lama, Nilai Stabilitas campuran beraspal dengan tambahan LDPE 2% naik 14,23 % pada kadar aspal 4,5% dan turun sebesar 2,53% saat kadar aspal 6,5% dibandingkan campuran beraspal tanpa LDPE. Sementara pada campuran beraspal dengan tambahan LDPE 4% naik 13,50% pada kadar aspal 4,5% dan turun sebesar 6,12% saat kadar aspal 6,5% dan pada campuran beraspal dengan tambahan LDPE 6 % naik 7,52 % pada kadar aspal 4,5% dan turun

sebesar 7,78% saat kadar aspal 6,5%, Nilai kelelehan campuran beraspal dengan tambahan LDPE 2% menurun rata-rata 9,024% dibandingkan campuran beraspal tanpa LDPE, VFA menurun rata - rata 3,743% untuk campuran beraspal dengan tambahan LDPE 4% dan 17,307% untuk campuran beraspal dengan tambahan LDPE 6%. Hal ini mengindikasikan perkerasan lebih tahan terhadap perubahan bantuk seperti gelombang (washboarding) dan alur (rutting), Nilai MQ campuran beraspal dengan tambahan LDPE 2% meningkat rata- rata 14,13% dibandingkan campuran beraspal tanpa LDPE, MQ meningkat rata - rata 8,58% untuk campuran beraspal dengan tambahan LDPE 4% dan 25,42 % untuk campuran beraspal dengan tambahan LDP E 6%. Semakin tinggi nilai MQ mengindikasikan semakin tinggi kekakuan suatu campuran dan semakin rentan campuran terhadap keretakan, KAO pada campuran laston AC-WC tanpa penambahan plastik sebesar 6,00%, untuk penambahan plastik 2% dari berat aspal sebesar 6,09% dan untuk penambahan plastik 4% sebesar 6,105% sedangkan untuk penambahan plastik 6% dari berat aspal tidak dapat ditentukan KAO -nya karena ada parameter yang tidak masuk spesifikasi, Nilai stabilitas Marshall sisa untuk campuran laston AC-WC dengan penambahan plastik lebih kecil daripada campuran tanpa penambahan plastik. Hal ini mengindikasikan menurunnya keawetan campuran.

5. Suraya fitri, Sofyan M. Saleh dan Muhammad Isya "*Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Kresek Sebagai Substitusi Aspal Pen 60/70 Terhadap Karakteristik Campuran Laston AC–BC* ". Tujuan Penelitian dilakukan untuk

mengetahui pengaruh pemakaian limbah plastik kresek sebagai substitusi aspal pen 60/70 dengan menggunakan agregat basalt terhadap karakteristik marshall campuran aspal beton AC-BC. Pengujian yang digunakan mengikuti prosedur aashto tahun 1990 dan standar departemen pekerjaan umum jumlah benda uji dalam penelitian ini sebanyak 63 buah. Benda uji dengan variasi plastik kresek dimulai dari 0%, 2%, 4% dan 6% dan 8%. Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan penggunaan sampah plastik bekas, dapat membantu meningkatkan parameter marshall, terutama nilai stabilitas. Penggunaan 5,3% kantong plastik bekas mempunyai stabilitas tertinggi yaitu 1338,68 kg, sedangkan stabilitas terendah diperoleh pada 1,3% kantong plastik bekas dengan nilai stabilitas 1286,42 kg. untuk nilai Flow terjadi peningkatan dari penggunaan persentase variasi 1,3%, 3,3% dan 5,3% sampah plastik bekas. Nilai Flow yang tertinggi pada persentase variasi 5,3% sampah plastik bekas sebesar 4,07 mm. Nilai marshall Quotient campuran aspal beton AC-BC dengan variasi persentase sampah plastik bekas turun dari 1,3% ,3,3% dan 5,3%. Nilai marshall quotient tertinggi diperoleh pada 1,3% yaitu 368,11 kg/mm dan terendah pada 5,3% yaitu 341,62 kg/mm.untuk nilai density tidak terjadi perubahan nilai yang besar untuk semua variasi persentase sampah plastik bekas yaitu 2,26 dan 2,25 gr/cm3. Nilai Vim dan Vma terjadi peningkatan nilai seiring dengan penambahan persentase sampah plastik bekas, sedangkan nilai Vfb terjadi penurunan. Nilai durabilitas aspal beton Ac-Bc dengan variasi persentase parutan ban dalam bekas kendaraan

roda 4, tidak ada yang memenuhi persyaratan > 90% sesuai dengan spesifikasi tahun 2010.

6. Veranita, Bambang Tripoli Dan Fitriani S "*Studi Karakteristik Marshall Pada Campuran Aspal Dengan Penambahan Kresek*". Tujuan penelitian diharapkan memberikan kontribusi bagi masyarakat, industri dan pengembangan ilmu sebagai alternatif pemanfaatan limbah botol kresek pada campuran aspal. Hasil penelitian yang didapatkan kadar aspal optimum dalam campuran aspal AC–BC dengan penambahan kresek pada variasi 6% yaitu 5,5%, untuk variasi 7,5% yaitu 4,625% dan untuk variasi 9% yaitu 6,25%. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan kresek 9% di dalam campuran aspal akan meningkatkan nilai kadar aspal optimum keseluruhan hasil pengujian pada perendaman 30 menit dan 24 jam semua memenuhi syarat spesifikasi Bina Marga Revisi 1 Divisi 6. Nilai stabilitas tertinggi terdapat variasi 6%, sedangkan yang paling rendah pada variasi kresek 9%. Semakin tinggi kadar aspal retona blend dalam suatu campuran akan menyebabkan nilai stabilitas menurun. Perbandingan hasil pengujian menunjukan bahwa variasi 6% menghasilkan nilai karakteristik marshall terbaik dengan nilai stabilitas tertinggi sebesar 1704,823 kg dan nilai Vim yang tertinggi di variasi 6% memenuhi spesifikasi yang disyaratkan yaitu sebesar 4,38%, menunjukkan bahwa tingkat kerapatan suatu campuran AC-BC sedangkan semakin besar nilai stabilitas pada campuran AC-BC menunjukkan tingkat kekuatan campuran Ac-Bc terhadap kemampuan menerima beban. nilai durabilitas terhadap campuran aspal AC-BC dengan penambahan kresek yaitu variasi 6%

nilai durabilitas sebesar 96,238% dan variasi 9% sebesar 95,927. Semua nilai durabilitas memenuhi spesifikasi persyaratan, dimana nilai durabilitas harus ≥ 90% dari stabilitas normal.

7. Sumiati, Mahmuda, dan A. Syafawi *"Perkerasan Aspal Beton (AC-BC) Limbah Plastik HDPE Yang Tahan Terhadap Cuaca Ekstrem*". Tujuan Penelitian untuk Mengetahui Pengaruh Penambahan plastik HDPE terhadap peningkatan karakteristik campuran beraspal AC-BC dengan aspal pen 60/70, Mengetahui Kadar Aspal Optimum campuran berasapal AC-BC dengan tambahan plastik HDPE dan Mengetahui pengaruh penambahan plastik HDPE pada durabilitas campuran beraspal. Berdasarkan hasil pengujian Aspal yang dimodifikasi dengan limbah plastik HDPE mempunyai berat jenis bertambah seiring dengan penambahan plastik HDPE, hal ini dapat menyebabkan semakin mengecilnya rongga dalam campuran aspal modifikasi. Titik lembek juga bertambah seiring dengan penambahan limbah plastik HDPE, sehingga aspal menjadi lebih tahan terhadap cuaca. Nilai penetrasi aspal turun seiring dengan penambahan limbah plastik HDPE, sehingga menjadikan aspal agak kaku. Penetrasi aspal pada penambahan limbah plastik HDPE sebesar 6% tidak memenuhi persyaratan aspal modifikasi. penambahan plastik mengakibatkan nilai VIM mengalami penurunan dari aspal tanpa plastik berkisar 4,94% menjadi lebih rendah, kemudian naik seiring dengan bertambahnya kadar plastik dan suhu perendaman. penambahan limbah plastik HDPE > 5,2%, nilai VIM melebihi spesifikasi, hal ini mengakibatkan campuran menjadi kurang rapat, sehingga

air dan udara dapat mudah memasuki rongga-rongga dalam campuran yang menyebabkan aspal mudah teroksidasi, dan akan menyebabkan lekatan antar butiran agregat berkurang sehingga berakibat terjadinya pelepasan butiran dan pengelupasan permukaan pada lapisan perkerasan. Penambahan limbah plastik HDPE sebesar 2-4% dapat memperbaiki nilai stabilitas Marshall sehingga nilai Flow mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya suhu perendaman dan penambahan limbah plastik HDPE . Penambahan limbah plastik HDPE akan memperbaiki kerapatan campuran sehingga nilai Flow menjadi lebih rendah. Penambahan limbah plastik HDPE >2% mengakibatkan nilai VFA mengalami penurunan, saat penambahan 8% justru tidak memenuhi nilai spesifikasi yaitu min 65%.Void Filled With Asphalt (VFA) menunjukkan persentase besarnya rongga yang dapat terisi oleh aspal. Nilai VFA yang semakin tinggi berarti semakin banyak rongga dalam campuran yang terisi aspal sehingga kekedapan campuran terhadap air dan udara juga semakin tinggi, tetapi nilai VFA yang terlalu tinggi akan menyebabkan bleeding. Nilai VFA yang terlalu kecil akan menyebabkan campuran kurang kedap terhadap air dan udara karena lapisan film aspal akan menjadi tipis dan akan mudah retak bila menerima penambahan beban sehingga campuran aspal mudah teroksidasi yang akhirnya menyebabkan lapis perkerasan tidak tahan lama., terlihat bahwa nilai VMA bertambah seiring dengan bertambahnya limbah plastik HDPE dan suhu perendaman. Pada perendaman selama 24 jam nilai VMA tanpa limbah plastik HDPE lebih rendah dari spesifikasi, sedangkan saat ditambahkan limbah plastik HDPE

naik sampai batas penambahan 4% terjadi penurunan. Jadi semakin banyak HDPE yang ditambahkan ke dalam aspal tidak memberikan manfaat yang lebih baik terhadap cuaca/suhu dan campuran, malah akan mengurangi daya lekat aspal terhadap agregat.

8. Okky Hendra H, Nurdiana Yusuf, Isradias Mirajhusnita, Teguh Haris dan Weimintoro *"Pengaruh Limbah Sampah Type HDPE (High Density Polyethylene) pada lapisan aspal AC WC*". Metode Penelitian yang digunakan ini adalah dengan metode eksperimen, dimana dalam penelitian kali ini penulis akan menganalisis tentang pemanfaatan Limbah plastik jenis HDPE (High Density Polyethylene) Sebagai Bahan Campuran Lapis Aspal AC-WC Dengan Metode Marshall Test (SNI Bina Marga Tahun 2010), dengan perbandingan variasi tambahan limbah plastik HDPE dengan campuran aspal 5%, 7,5% dan 10% Serta pembuatan sampel sebanyak 5 sampel benda uji dengan kandungan plastik yang berbeda. Adapun Hasil Penelitian didapatkan dari penambahan plastik 5% menghasilkan nilai rata-rata kepadatan 2,098 (g/cc), pada penambahan plastik 7,5% dengan nilai rata-rata 2,018 (g/cc) dan pada penambahan plastik 10% dengan nilai rata-rata 2,006 (gr/cc) dengan demikian semakin banyak presentasi plastik yang ditambahkan akan mengurangi kepadatan dari campuran aspal yang dihasilkan. Nilai stabilitas berturut- turut mengalami penurunan sebesar 146,71% dan 240,8% terhadap nilai stabilitas 5% .Nilai stabilitas Marshall Optimum tercapai pada campuran beton aspal dengan penambahan plastik 5% dengan hasil rata-rata nilai stabilitas sebesar 2843,5 kg. pengaruh

penambahan plastik sebanyak 5%, ke 7,5% mengalami penurunan sebanyak 0,65 mm lalu pada penambahan plastik dari 7,5% ke 10% mengalami penurunan sebanyak 2,63 mm sehingga dapat disimpulkan semakin banyak campuran plastik yang digunakan maka nilai flow juga semakin menurun. Dari besarnya nilai flow tertinggi terdapat pada campuran plastik sebanyak 5% dengan rata- rata sebesar 4,91 mm. pada penambahan plastik sebanyak 5% dengan rata-rata 47,394%, penambahan plastik 7,5 % dengan rata-rata 49,715 % dan penambahan plastik yang 10 % dengan rata-rata 39,623 %. Nilai VFB (Void Filled Bitumen) dari campuran 5% ke 7,5% mengalami kenaikan sebesar 2,321%, sedangkan dari penambahan plastik 7,5% ke penambahan plastik 10% mengalami penurunan sebesar 10,092 %. Dari nilai VFB (Void Filled Bitumen) tertinggi didapat pada grafik plastik yang 7,5% dengan nilai rata-rata yaitu 47,715 % Pengaruh penambahan plastik terhadap VMA campuran AC-WC yaitu Nilai VMA (Void In Mineral Aggregate) pada Penambahan Plastik sebanyak 5% dengan rata-rata sebesar 23,369 %, pada penambahan plastik 7,5 % dan 10 % mengalami peningkatan sebesar 31,104 %, sedangkan pada penambahan plastik yang 10% mengalami penurunan sebesar 26,719 %.

BAB III

METODOLOGI 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 dilaksanakan 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

Adapun bahan – bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian antara lain :

1. Bahan

Dalam penelitian ini, bahan – bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

a. Agregat halus
b. Agregat kasar
c. Aspal
d. Bahan tambah limbah plastik kresek jenis LDPE (Low-density Polyethylene)

2. Peralatan

a. Pemeriksaan agregat :

Alat :

1) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
2) Oven
3) Saringan : 1½" , 1" , ¾" , ½" , 3/8" , 4, 8, 16, 30, 50, 100, 200, Pan.
4) Mesin penggetar
5) Termometer
6) Talang
7) Bak / Ember Air
8) Kain
9) Piknometer / gelas ukur, dengan kapasitas 500 ml

b. Alat pembuat briket :

1) Kompor

2) Cetakan

3) Spatula

c. Satu set alat Marshall

3. Campuran bahan plastik kresek

Proses campuran dilakukan dengan cara Plastik Kresek yang diambil dari tempat sampah dibersihkan terlebih dahulu dari kotoran yang menempel, Kemudian plastik kresek di gunting kecil-kecil lalu siapkan kompor dan kuali atau wajan, menimbang plastik kresek sesuai ketentuan campuran kemudian dipanaskan bersamaan agregat sesuai titik lembek plastik, panaskan aspal ke tempat terpisah dengan suhu 155 – 165^0C sesuai dengan titik lembek kadar aspal, kemudian dicampurkan dalam satu wajan. Limbah plastik Kresek yang sudah dipanaskan akan meleleh seperti aspal.

4. Tahap pemeriksaan

Dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik dari setiap benda uji, apakah bahan tersebunnt mempunyai karakteristik yang telah memenuhi spesifikasi yang digunakan.

D. Pengujian Marshall

Sebelum melakukan Marshall Test, terlebih dahulu dilakukan serangkaian pengujian terhadap bahan yang digunakan untuk benda uji, adapun yang dimaksud yaitu :

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 SNI 06-2489-1991 atau AASHTO T-245-90. Benda uji direndam selama 30 menit dengan suhu Tetap 60^0 c, benda uji diletakkan ke dalam segmen bawah kepala penekan dengan catatan bahwa waktu yang diperlukan dari saat di angkat benda uji tersebut tidak boleh melebihi 30 detik, Kemudian dibebani dengan kecepatan sekitar 50 mm per menit, sampai pembebanan maksimum tercapai.

3. Menghitung parameter Marshall

Setelah dilakukan pengujian Marshall nilai STABILITAS dan FLOW didapat, selanjutnya menghitung Parameter Marshall yaitu VIM, VMA, dan

Parameter lainya sesuai parameter yang ada pada spesifikasi campuran. Kemudian menggambarkan hubungan antara kadar aspal dan parameter Marshall, yaitu:

a. Kadar aspal dengan stabilitas

   Stabilitas adalah kemampuan suatu campuran aspal untuk menerima beban sampai terjadi alir (FLOW) yang dinyatakan dalam kilogram.

b. Kadar aspal dengan FLOW.

   Alir (FLOW) adalah keadaan perubahan bentuk suatu campuran aspal yang terjadi akibat suatu beban, dinyatakan dalam mm.

c. Kadar aspal dengan Voids in Mix (VIM)

   VIM adalah volume pori/rongga di antara partikel agregat yang diselimuti aspal dalam campuran yang telah dipadatkan, yang dinyatakan dalam (%) terhadap volume total campuran.

d. Kadar aspal dengan Voids in Miniral Aggregate (VMA)

   VMA adalah volume pori di antara partikel agregat dalam campuran yang telah dipadatkan, termasuk pori yang terisi oleh aspal, yang dinyatakan dalam (%) terhadap volume total campuran. Stabilitas dinyatakan dalam (kg).

e. Kadar aspal dengan Voids Filled with Asphalt (VFA)

   VFA adalah pori di antara partikel-partikel agregat yang terisi aspal dalam campuran padat, yang dinyatakan dalam (%) terhadap volume total campuran, Kadar Aspal Optimum, adalah kadar aspal yang memberikan hasil yang memenuhi spesifikasi dari keseluruhan nilai karakteristik yang ada.

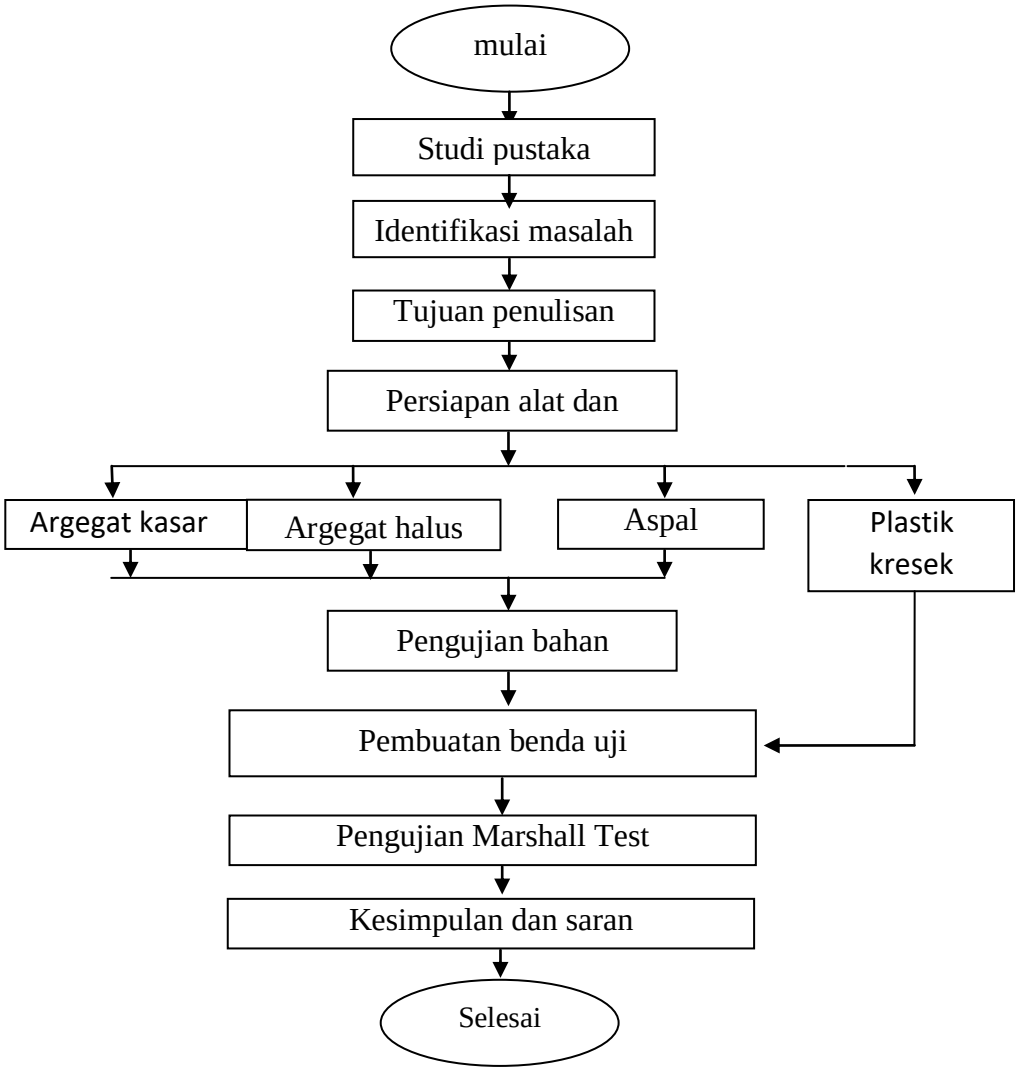
f. Kadar aspal dengan Marshall Quotient (MQ)

Marshall Quotient (MQ) merupakan hasil bagi antara Stabilitas dan Flow yang diperoleh dari uji tekan dengan metode Marshall.

4. Hasil penelitian

Dari hasil penelitian di laboratorium akan dibandingkan nilai stabilitas, VIM, VFA, VMA, FLOW, MQ dari beberapa sampel benda uji.

F. Bagang Alur Penelitian



BAB IV

PEMBAHASAN

A. Pemeriksaan Agregat

Pemeriksaan agregat kasar dan halus sesuai Spesifikasi Standar Bina Marga Edisi Tahun 2018 Revisi 3. Maka persyaratan untuk berat jenis dan penyerapan agregat sebagai berikut.

1. Hasil Pengujian Berat Jenis Penyerapan Agregat Kasar 1-2

Tabel 2.5 Pemeriksaan Berat Jenis Penyerapan Agregat Kasar 1-2 (Sumber: Hasil olah data)

No	Contoh		I	II	Rata-rata
1	Berat contoh kering oven (gr)	D	3242.800	4313.200	3778.000
2	Berat contoh kering permukaan (gr)	B	3302.700	4387.300	3845.000
3	Berat contoh dalam air (gr)	C	2030.400	2700.200	2365.300
4	Berat jenis bulk (atas dasar kering oven)	$\frac{D}{B-c}$	2.549	2.557	2.553
5	Berat jenis bulk (atas dasar kering permukaan)	$\frac{B}{B-c}$	2.596	2.600	2.598
6	Berat jenis semu	$\frac{D}{D-c}$	2.675	2.674	2.674
7	Penyerapan air	$\frac{B-D}{B}100\%$	1.847	1.718	1.783

Material yang digunakan untuk penelitian ini, yaitu agregat kasar yang menentukan butir setiap gradasi dengan menggunakan standar Bina Marga. Hasil dari pemeriksaan laboratorium yaitu berat jenis bulk sebesar 2.55 berat jenis SSD

.60 berat jenis semu sebesar 2.67 penyerapan 1.78 % dari persyaratan spesifikasi berat jenis yaitu minimum 2.5% dan Maksimal 3%.

2. Hasil Pengujian Berat Jenis Penyerapan Agregat Kasar 0.5-1

Tabel 2.6 Pemeriksaan Berat Jenis Penyerapan Agregat Kasar 0.5-1 (Sumber: Hasil olah data)

No	Contoh		I	II	Rata-rata
1	Berat contoh kering oven (gr)	D	2671.400	4440.200	3555.800
2	Berat contoh kering permukaan (gr)	B	2725.500	4533.000	3629.250
3	Berat contoh dalam air (gr)	C	1677.000	2779.500	2228.250
4	Berat jenis bulk (atas dasar kering oven)	$\frac{D}{B-c}$	2.548	2.532	2.540
5	Berat jenis bulk (atas dasar kering permukaan)	$\frac{B}{B-c}$	2.599	2.585	2.592
6	Berat jenis semu	$\frac{D}{D-c}$	2.686	2.674	2.680
7	Penyerapan air	$\frac{B-D}{B}100\%$	2.25	2.090	2.058

Dari hasil pengujian diperoleh hasil yaitu berat jenis bulk sebesar 2.54 berat jenis SSD 2.59 berat jenis semu sebesar 2.68 penyerapan 2.06 % dari persyaratan spesifikasi Berat jenis minimum 2.5 % dari maksimal 3% maka agregat telah memenuhi syarat.

3. Hasil Pengujian Berat Jenis Penyerapan Agregat Halus (Abu Batu)

Tabel 2.6 Pemeriksaan Berat Jenis Penyerapan Agregat Halus (Sumber: Hasil Olah Data)

No	Contoh		I	II	Rata-rata
1	Berat kondisi SSD	B	321.300	322.100	321.700
2	Berat contoh kering oven (gr)	E	314.200	315.200	314.700
	Berat botol + air sampai batas kalibrasi (gr)	D	1019.000	1006.200	1012.600
3	Berat contoh + botol + air sampai batas kalibrasi (gr)	C	1216.500	1204.300	1210.400
4	Berat jenis bulk (atas dasar kering oven)	$\frac{E}{B+D-C}$	2.538	2.542	2.540
5	Berat jenis bulk (atas dasar kering permukaan)	$\frac{B}{B+D-C}$	2.595	2.598	2.596
6	Berat jenis semu	$\frac{E}{D+E-C}$	2.692	2.692	2.692
7	Penyerapan air	$\frac{B-E}{E}100\%$	2.60	2.189	2.224

Dari hasil pengujian diperoleh hasil yaitu berat jenis bulk sebesar 2.540 berat jenis SSD 2.596 berat jenis semu sebesar 2.692 penyerapan 2.224% dari persyaratan spesifikasi Berat jenis minimum 2.5 % dari maksimal 3% maka agregat telah memenuhi syarat.

4. Hasil Pengujian Keausan Agregat Kasar (Abrasi)

Tabel 2.7 Pengujian Keausan Agregat Kasar (Abrasi) (Sumber: Hasil olah data)

Gradasi Saringan		**No. Sampel**			
		I		**II**	
Lolos	**Tertahan**	**A**	**B**	**C**	**D**
		Berat Sebelum (gr)	Berat Sesudah (gr)	Berat Sebelum (gr)	Berat Sesudah (gr)
3/4"	1/2"	2500	1424.300	2500	1452.100
1/2"	3/8"	2500		2500	
Jumlah Berat (gram)		5000	1424.300	5000	1452.100
Berat Tertahan Saringan No. 12 (gram)		71.514	3576.700	70.598	3548.900
Keausan: (A-B) / A x 100%		28.466%		28.744%	
Rata-rata		28.74%			

Dari percobaan keausan agregat dengan mesin Los Angeles diperoleh nilai keausan sebesar 25.239 % sesuai dengan spesifikasi yang digunakan yaitu 15% - 40%.

5. Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar 1-2

Tabel 2.8 Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar 1-2 (Sumber: Hasil olah data)

SAMPEL : BATU PECAH 1 / 2						**Spesifikasi**
Saringan		**Berat**	**Komulatif**	**Persen**		
ASTM	**(mm)**	**Tertahan I**	**Tertahan %**	**Tertahan %**	**Lolos %**	
3/4"	19	0.000	0.000	0.000	100.000	100
1/2"	12.5	1212.000	1212.000	80.800	19.200	90-100
3/8"	9.5	253.000	1465.000	97.664	2.333	77-90
No.4	4.75	35.000	1500.00	100.000	0.000	53-69
No.8	2.36					33-53
No.16	1.18					21-40
No.30	0.6					14-30
No.50	0.3					9-22
No.100	0.15					6-15
No.200	0.075					4-10
		1500				
SAMPEL : BATU PECAH 1 / 2						**Spesifikasi**
Saringan		**Berat**	**Komulatif**	**Persen**		
ASTM	**(mm)**	**Tertahan II**	**Tertahan %**	**Tertahan %**	**Lolos %**	
3/4"	19	0.000	0.000	0.000	100.000	100
1/2"	12.5	1239.300	1239.300	82.620	17.380	90-100
3/8"	9.5	238.300	1477.600	98.507	1.493	77-90
No.4	4.75	35.000	1500.00	100.000	0.000	53-69
No.8	2.36					33-53
No.16	1.18					21-40
No.30	0.6					14-30

No.50	0.3					9-22
No.100	0.15					6-15
No.200	0.075					4-10
		1500				

Pada hasil pengujian agregat kasar split 1-2 diperoleh lolos saringan No. 1 dengan hasil rata-rata 100.00 saringan No. 1/2 dengan hasil 18.290 saringan No. 3/8 dengan hasil 1.913 dan saringan No. 4 adalah 0.000.

6. Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar 0,5 -1

Tabel 2.9 Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar 0,5-1 (Sumber: Hasil olah data)

SAMPEL : BATU PECAH 0,5 / 1						**Spesifikasi**
Saringan		**Berat Tertahan I**	**Komulatif Tertahan**	**Persen**		
ASTM	**(mm)**			**Tertahan**	**Lolos**	
3/4"	19	0.000	0.000	0.000	100.000	100
1/2"	12.5	0.000	0.000	0.000	100.000	90-100
3/8"	9.5	25.500	25.500	1.700	98.300	77-90
No.4	4.75	1290.100	1315.600	87.683	12.32	53-69
No.8	2.36	184.800	1500.400	100.000	0.000	33-53
No.16	1.18	0.000	0.000	0.000	0.000	21-40
No.30	0.6	0.000	0.000	0.000	0.000	14-30
No.50	0.3	0.000	0.000	0.000	0.000	9-22
No.100	0.15	0.000	0.000	0.000	0.000	6-15
No.200	0.075	0.000	0.000	0.000	0.000	4-10
		1500				

SAMPEL : BATU PECAH 0,5 / 1						Spesifikasi
Saringan		**Berat Tertahan II**	**Komulatif Tertahan**	**Persen**		
ASTM	**(mm)**			**Tertahan**	**Lolos**	
3/4"	19	0.000	0.000	0.000	100.000	100
1/2"	12.5	0.000	0.000	0.000	100.000	90-100
3/8"	9.5	32.400	32.400	2.160	97.840	77-90
No.4	4.75	1257.900	1290.300	86.009	13.991	53-69
No.8	2.36	209.900	1500.200	100.000	0.000	33-53
No.16	1.18	0.000	0.000	0.000	0.000	21-40
No.30	0.6	0.000	0.000	0.000	0.000	14-30
No.50	0.3	0.000	0.000	0.000	0.000	9-22
No.100	0.15	0.000	0.000	0.000	0.000	6-15
No.200	0.075	0.000	0.000	0.000	0.000	4-10
		1500				

Pada hasil pengujian agregat split 0,5-1 diperoleh lolos saringan No. 3/4 dengan hasil rata-rata 100.000, saringan No. 1/2 dengan hasil 100.000 saringan No. 3/8 dengan hasil 98.070 saringan No.4 dengan hasil 13.154 dan saringan No. 8 dengan hasil 0.000.

7. Hasil Pengujian Analisa Saringan Abu Batu

Tabel 3.1 Pengujian Analisa Saringan Abu Batu (Sumber: Hasil olah data)

SAMPEL : ABU BATU						**Spesifikasi**
Saringan		**Berat**	**Kumulatif**	**Persen**		
ASTM	**(mm)**	**Tertahan I**	**Tertahan**	**Tertahan**	**Lolos**	
3/4"	19	0.000	0.000	0.000	100.000	90-100
1/2"	12.5	0.000	0.000	0.000	100.000	75-90
3/8"	9.5	0.000	0.000	0.000	100.000	77-90
No.4	4.75	0.000	0.000	0.000	100.000	53-69
No.8	2.36	327.600	327.600	21.840	78.160	33-53
No.16	1.18	432.500	751.100	50.073	49.927	21-40
No.30	0.6	264.400	1015.500	67.700	32.300	14-30
No.50	0.3	144.800	1160.300	77.353	22.647	9-22
No.100	0.15	159.600	1319.900	87.993	12.007	6-15
No.200	0.075	81.100	1401.000	93.400	6.600	4-9
		1500.00				

SAMPEL : ABU BATU						**Spesifikasi**
Saringan		**Berat**	**Kumulatif**	**Persen**		
ASTM	**(mm)**	**Tertahan II**	**Tertahan**	**Tertahan**	**Lolos**	
3/4"	19	0.000	0.000	0.000	100.000	90-100
1/2"	12.5	0.000	0.000	0.000	100.000	75-90
3/8"	9.5	0.000	0.000	0.000	100.000	77-90
No.4	4.75	0.000	0.000	0.000	100.000	53-69
No.8	2.36	349.200	349.200	23.280	76.720	33-53
No.16	1.18	443.200	792.400	52.827	47.173	21-40
No.30	0.6	272.500	1064.900	70.993	29.007	14-30
No.50	0.3	133.200	1198.100	79.873	20.127	9-22
No.100	0.15	145.500	1343.600	89.573	10.427	6-15

No.200	0.075	85.000	1500.000	94.333	5.667	4-9
		1500.00				

Pada hasil pengujian agregat split 0,5-1 diperoleh lolos saringan No. 3/4 dengan hasil rata-rata 100.000, saringan No. 1/2 dengan hasil 100.000, saringan No. 3/8 dengan hasil 100.000, saringan No.4 dengan hasil 10.000, dan saringan No. 8 dengan hasil 77.440 saringan No 16 48.550 Saringan No 30 dengan hasil 30.653 No 50 dengan lolos 21.387 Saringan No 100 dengan hasil 11,217 Saringan No 200 dengan lolos 6.133

8. **Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Aspal**

Tabel 3.2 Pemeriksaan Berat Jenis Aspal (Sumber: Hasil olah data)

nomor sampel	Berat Piknometer	Berat Piknometer + Air	Berat Piknometer + Aspal	Berat Piknometer + Air + Aspal	Berat Jenis
	Gram	Gram	Gram	Gram	(Gr/cc)
1	40,400	97,600	89,400	99,200	1,034
2	40,800	98,300	90,300	99,600	1,027
		97,950	89,850	99,400	

Setelah dilakukan percobaan, diperoleh hasil berat jenis aspal yang diuji seberat 1.037 gr/cc, sedangkan standar berat jenis aspal yang digunakan yaitu min 1 gr/ml

9. Hasil Pemeriksaan Titik Lembek Aspal

Tabel 3.3 Pemeriksaan Titik Lembek Aspal (Sumber: Hasil olah data)

No.	Suhu Bola Jatuh (°C)		Waktu (Menit)	
	I	II	I	II
1	30	30	5	5
2	35	35	10	10
3	40	40	15	15
4	48	48	20	20
5	53	50	24	22

Dari hasil perhitungan berdasarkan data yang didapatkan dari pengujian, diperoleh nilai titik lembek aspal adalah T minimum 49.586 °C dan T maksimum 52.414 °C. Berdasarkan SNI 2434-2011 persyaratan yang digunakan untuk pengujian titik lembek aspal minimal 48°C.

10. Hasil Pengujian Kehilangan Berat Aspal

Tabel 3.4 Pengujian Kehilangan Berat Aspal (Sumber: Hasil olah data)

No. Sampel	A	B	C	D	E	F	G
	(Gram)	(Gram)	(Gram)	(Gram)	(Gram)	(Gram)	(%)
1	13.800	60.000	46.200	59.900	46.100	0.100	0.216
2	13.900	59.200	45.300	59.100	45.200	0.100	0.221
	1.000	59.600	45.750	59.500	45.650	0.1	0.219

Pada hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata berat tin box sebesar 1.000 gram, rata-rata berat berat (tin box + aspal) sebelum di oven sebesar 59,600 gram, rata-rata berat aspal sebelum di oven sebesar 45.750 gram, rata-rata Berat (tin box + aspal) sesudah di oven sebesar 59.500 gram, rata-rata berat aspal sesudah di oven sebesar 45.650 gram, rata-rata jumlah penurunan berat sebesar

0.1 gram. Rata-rata persentase penurunan berat aspal sebesar 0.22% masuk dalam standar spesifikasi yaitu maksimum 0.8 %.

11. Hasil pemeriksaan penetrasi bahan bahan bitumen penetrasi of bituminous materials

Tabel 3.5 Pemeriksaan penetrasi bahan bahan bitumen penetrasi of bituminous materials (sumber: Hasil olah data)

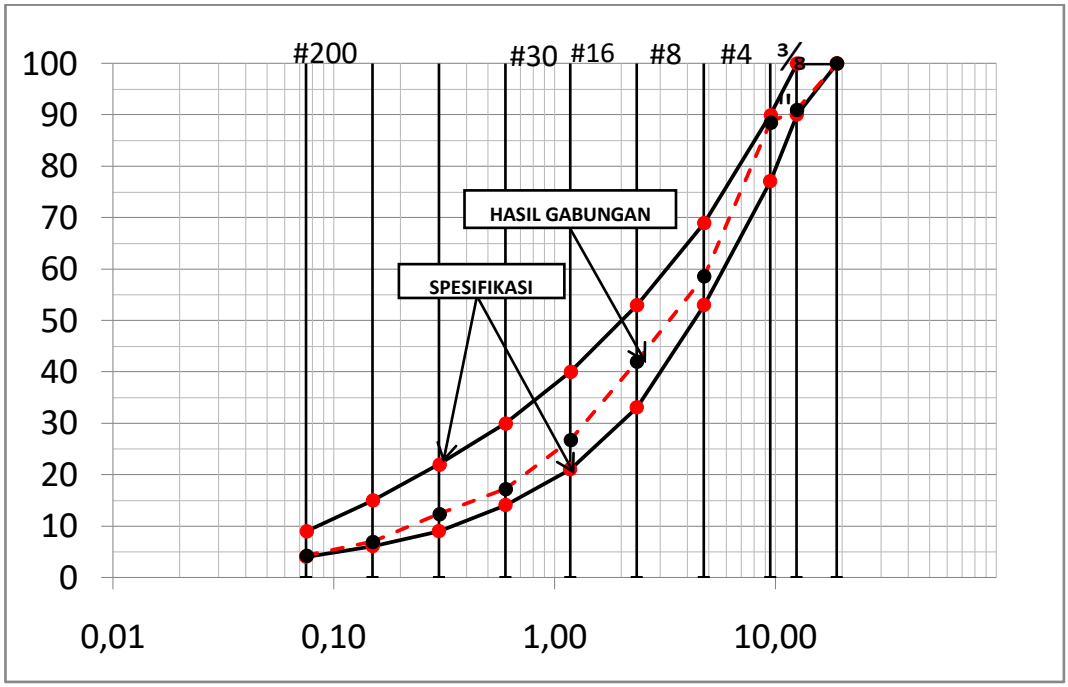
No. Sampel	Pembacaan (detik)					rata-rata
	5	5	5	5	5	
1	66	64	68	66	63	65.40
2	67	69	65	63	68	66.40
Rata - rata						65.9

Pada hasil penelitian diatas menunjukkan bahwa penetrasi yang didapat dengan rata-ra yaitu 65,9 mm ini menunjukkan bahwa memenuhi spesifikasi antara 60/70 mm.

12. Hasil Pengujian Analisa Saringan

Tabel 3.6 Pengujian Analisa Saringan (Sumber : hasil olah data)

.		19				11%	35%	53%	1%	Total	Spek
ASTM	(mm)	Agregat 1/2	Agg. 0.5/1	Abu Batu	semen	Agg1/ 2	Agg 0.5/1	Abubatu	filler		
3/4"	19	100,00	100,00	100,00	100,00	11,00	35,00	53,00	1,00	100,00	100
1/2"	12,5	18,29	100,00	100,00	100,00	2,01	35,00	53,00	1,00	91,01	90-100
3/8"	9,5	1,91	98,07	100,00	100,00	0,21	34,32	53,00	1,00	88,54	77-90
No.4	4,75	0,00	13,15	100,00	100,00	0,00	4,60	53,00	1,00	58,60	53-69
No.8	2,36	0,00	0,00	77,44	100,00	0,00	0,00	41,04	1,00	42,04	33-53
No.16	1,18	0,00	0,00	48,55	100,00	0,00	0,00	25,73	1,00	26,73	21-40
No.30	0,6	0,00	0,00	30,65	100,00	0,00	0,00	16,25	1,00	17,25	14-30
No.50	0,3	0,00	0,00	21,39	100,00	0,00	0,00	11,33	1,00	12,33	9-22
No.100	0,15	0,00	0,00	11,22	100,00	0,00	0,00	5,94	1,00	6,94	6-15
No.200	0,075	0,00	0,00	6,13	100,00	0,00	0,00	3,25	1,00	4,25	4,0 - 10
PAN		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	



Gambar 4 Grafik Hasil Gabungan Agregat (Sumber: hasil olah data)

Komposisi Campuran

Tabel 3.7 Komposisi Campuran (Sumber: Hasil olah data)

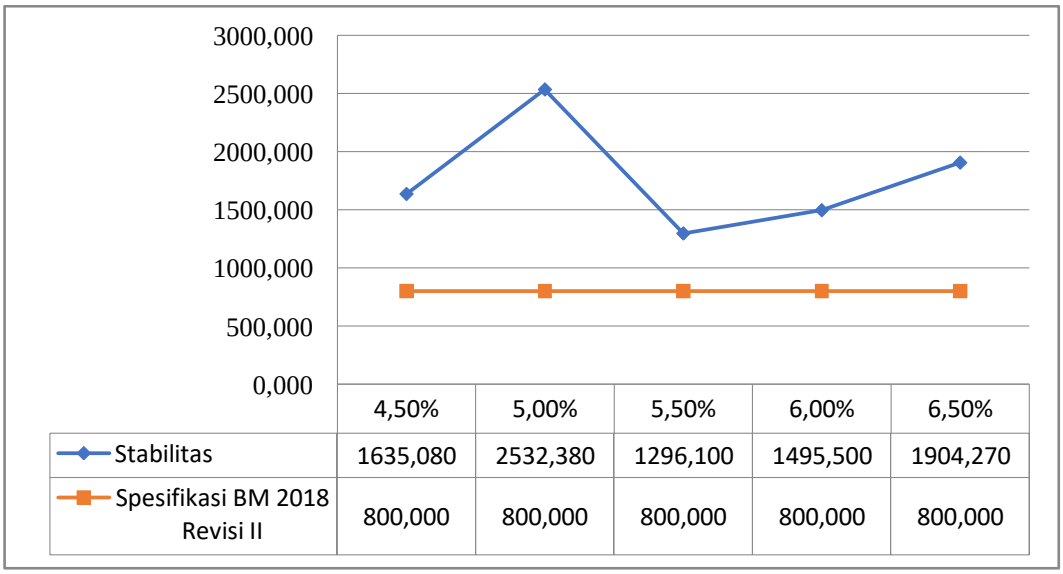
Kadar Aspal rencana		**4,50%**	**5,00%**	**5,50%**	**6,00%**	**6,50%**
total campuran		1200	1200	1200	1200	1200
Kebutuhan Aspal		54	60	66	72	78
Berat Agregat		1146	1140	1134	1128	1122
Abu Batu	**53%**	607,38	604,20	601,02	597,840	594,660
Agregat (0,5-1)	**35%**	401,10	399,00	396,90	394,800	392,700
Agregat (1-2)	**11%**	126,06	125,40	124,74	124,080	123,420
Semen	**1%**	11,460	11,400	11,340	11,280	11,220
	100%	1146	1140	1134	1128	1122
Berat Kumulatif Agregat						
Abu Batu		607,38	604,20	601,02	597,840	594,660
Agregat (0,5-1)		1008,4	1003,2	997,92	992,640	987,360
Agregat (1-2)		1134,5	1128,6	1122,6	1116,72	1110,78
Semen		1146	1140	1134	1128	1122

Setelah proporsi masing-masing agregat diketahui maka dilakukan rancangan campuran dan pembuatan benda uji sesuai komposisi yang suda ditentukan tersebut.

B. Analisis Hasil Pengujian Marshall

1. Analisis Terhadap Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan maksimum suatu benda uji dalam menahan beban sampai terjadi kelelehan plastis. Stabilitas yang terlalu tinggi juga kurang baik mengingat perkerasan akan menjadi kaku dan bersifat mudah pecah.



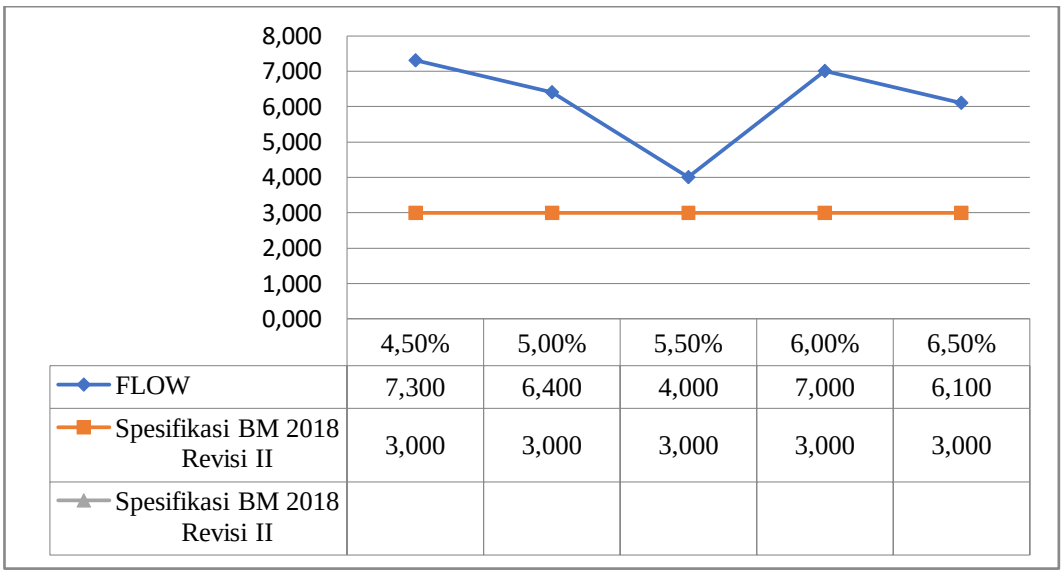
	4,50%	5,00%	5,50%	6,00%	6,50%
Stabilitas	1635,080	2532,380	1296,100	1495,500	1904,270
Spesifikasi BM 2018 Revisi II	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000

Gambar 5 Analisis Terhadap Stabilitas (Sumber: Hasil olah data)

Dari hasil pengujian di laboratorium dari variasi kadar aspal 4,5% sampai berada pada posisi 1635,080 kg, kemudian pada kadar aspal 5,0% mengalami kenaikan sebesar 2532,380 kg kemudian turun pada kadar aspal 5,5% sebesar 1296,100 kg, dan naik pada 6,0 % sebesar 1495,500 kg dan untuk kadar aspal 6.5 % naik pada nilai 1904,270 kg. mengacu pada spesifikasi yang telah ditentukan Bina Marga Min 800 kg maka nilai yang didapatkan dari hasil pengujian di laboratorium memenuhi spesifikasi.

2. Analisis terhadap FLOW (kelelehan)

FLOW adalah perubahan besarnya berbentuk plastis suatu benda uji campuran beraspal yang terjadi akibat suatu beban sampai batas keruntuhan, dinyatakan dalam suatu panjang.



	4,50%	5,00%	5,50%	6,00%	6,50%
FLOW	7,300	6,400	4,000	7,000	6,100
Spesifikasi BM 2018 Revisi II	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Spesifikasi BM 2018 Revisi II					

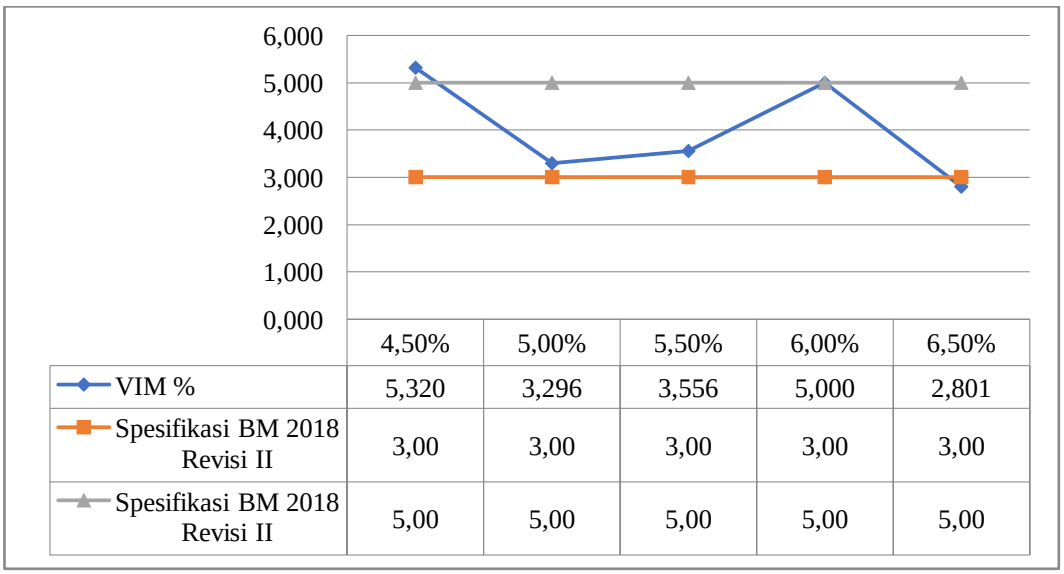
Gambar 6 Analisis Terhadap FLOW (Sumber: Hasil olah data)

Dari hasil pengujian di laboratorium diperoleh hasil untuk kadar aspal 4,5% diperoleh nilai FLOW 7,300 mm, untuk kadar aspal 5,0 % nilai FLOW yang diperoleh yaitu sebesar 6.400 mm dan nilai FLOW yang diperoleh dari kadar aspal 5,5 % yaitu sebesar 4.000 mm adapun kadar aspal 6,0% memiliki nilai kadar aspal 7.000 dan kadar aspal 6,5% memiliki nilai 6,100 mm. berdasarkan spesifikasi yang telah ditentukan Bina Marga nilai minimum yang ditentukan sebesar 3,00 mm, maka nilai FLOW pada semua nilai aspal memenuhi standar Bina Marga.Terlihat bahwa yang menggunakan kadar aspal 4,5% mempunyai nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai filler 5,0%, 5,5%, 6,0% dan

6,5%. Karena nilai filler 6,5% mengisi diantara rongga agregat dengan baik sehingga campuran menjadi padat.

3. Analisis terhadap Void In mix (VIM)

VIM (Void In Mix) menunjukkan banyaknya pori dalam campuran. Semakin besar nilai VIM semakin porous campuran, sehingga aspal akan cepat teroksidasi, sehingga keawetan menurun. Nilai VIM yang terlalu rendah juga kurang menguntungkan, karena rongga yang tersedia tidak cukup bila terjadi pemadatan tambahan akibat beban lalu lintas yang ada.



	4,50%	5,00%	5,50%	6,00%	6,50%
VIM %	5,320	3,296	3,556	5,000	2,801
Spesifikasi BM 2018 Revisi II	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Spesifikasi BM 2018 Revisi II	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00

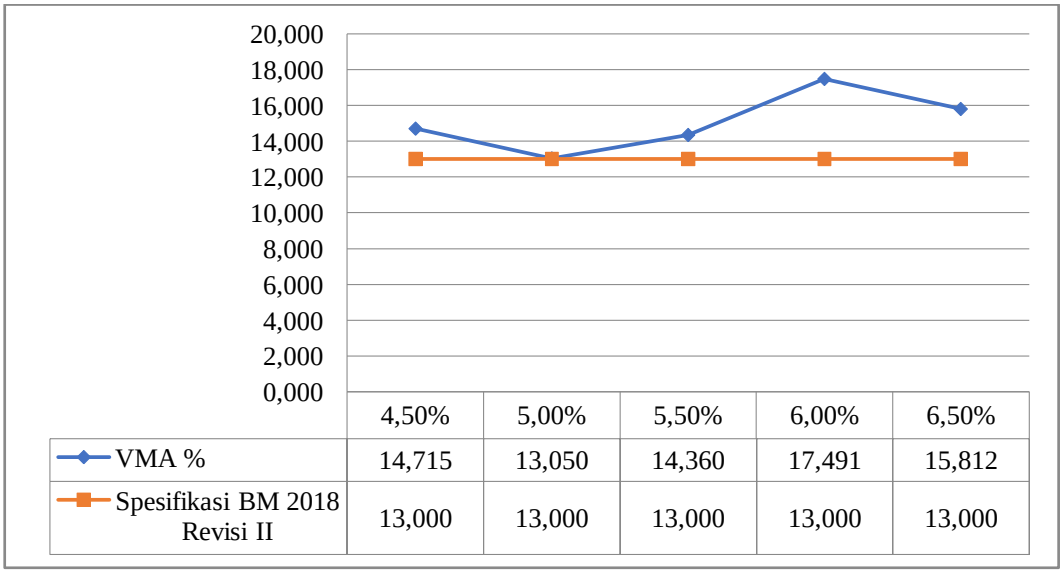
Gambar 7 Analisis Terhadap VIM (Sumber: Hasil olah data)

Dari hasil pengujian di laboratorium diperoleh hasil untuk kadar aspal 4,5% nilai VIM diperoleh yaitu 5,320% untuk kadar aspal 5,0 % nilai yang diperoleh yaitu 3,296% sedangkan nilai Vim untuk kadar aspal 5,5% nilai diperoleh sebesar 3,556% untuk kadar aspal 6,0% diperoleh 5,00% dan kadar aspal 6,5% memiliki hasil VIM dengan kadar aspal 2,801%. Jadi merujuk pada spesifikasi SNI 03-1737-1989 yang telah ditentukan oleh Bina Marga bahwa nilai minimal 3,5%

maksimum 5,0% Dari hasil penelitian di laboratorium menunjukkan bahwa kadar aspal 5%, 5,5%, dan 6% masuk dalam spesifikasi. Oleh karena itu semakin tinggi kadar aspal semakin berkurang rongga udara diantara partikel.

4. Analisis terhadap *Void In Mineral Aggregate* (VMA)

Void In mineral Agregat (VMA) menunjukkan banyaknya rongga dalam agregat semakin banyak aspal yang diserap oleh agregat dan sebaliknya semakin sedikit rongga dalam agregat semakin pula aspal yang terserat oleh agregat sebaliknya semakin banyak rongga dalam agregat maka semakin banyak aspal yang diserap oleh agregat.



	4,50%	5,00%	5,50%	6,00%	6,50%
VMA %	14,715	13,050	14,360	17,491	15,812
Spesifikasi BM 2018 Revisi II	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000

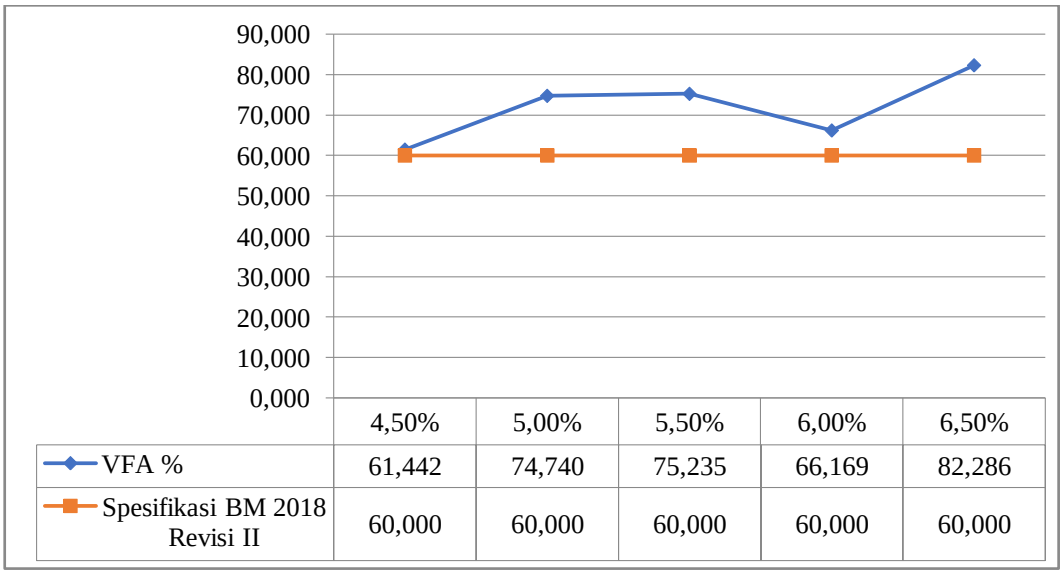
Gambar 8 Analisis Terhadap VMA (Sumber: Hasil olah data)

Dari hasil penelitian laboratorium untuk kadar aspal 4,5% dengan nilai sebesar 14,715, untuk kadar aspal 5% mengalami peningkatan penurunan 13,050, penambahan kasar aspal 5,5% menunjukkan angka sebesar 14,360, untuk kadar aspal 6% dengan peningkatan 17,491, dan untuk penambahan kadar aspal 6,5% mengalami penurunan sebesar 15,812. Jika dibandingkan dengan standar

spesifikasi yang telah ditentukan oleh Bina Marga untuk nilai VMA yang ditetapkan bahwa nilai minimum 13% maka kadar aspal 5%, 5,5%, 6% dan 6,5% masuk dalam spesifikasi yang telah ditentukan.

5. Analisis terhadap *Voids Filled Asphalt* (VFA)

VFA *(Voids Filled Asphalt)* merupakan persentase rongga udara yang terisi aspal pada campuran yang mengalami pemadatan, nilai VFA ini merupakan sifat kepadatan air dan udara maupun sifat elastis campuran.



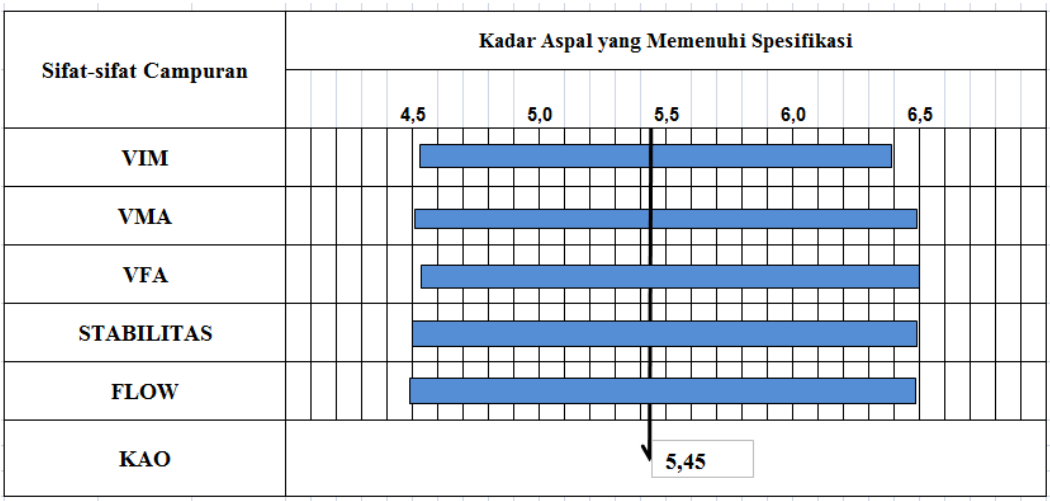
	4,50%	5,00%	5,50%	6,00%	6,50%
VFA %	61,442	74,740	75,235	66,169	82,286
Spesifikasi BM 2018 Revisi II	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000

Gambar 9 Analisis Terhadap VFA (Sumber: Hasil olah data)

Dari hasil penelitian laboratorium untuk kadar aspal 4,5% dengan nilai sebesar 61,442%, setiap penambahan kadar aspal 5,0% nilai bertambah sebesar 74,740%,untuk kadar aspal 5,5%, sebesar 75,235%, kadar aspal 6% sebesar 66,169 % dan kadar aspal 6,5% sebesar 82,286 %. Dari ketentuan Bina Marga yang ditetapkan bahwa >60%.

6. Penentuan kadar aspal optimum (KAO)

Kadar Aspal Optimum adalah jumlah aspal yang digunakan dalam campuran agar dapat tercapai persyaratan VIM, VMA, VFA, STABILITAS, FLOW. Penentuan kadar aspal optimum untuk menetapkan besarnya kadar aspal efektif dalam campuran yang diperlukan untuk pembuatan benda uji baru dengan komposisi agregat sama tetapi dengan kadar aspal optimum yang telah ditentukan. Nilai kadar aspal optimum yang diperoleh dari pengujian Marshall terlihat pada gambar.



Gambar 10 Grafik mencari KAO (Sumber: Hasil olah data)

$$\frac{4.5+6,4}{2} = 5,45\%$$

- Kadar aspal 4,5% sampai 6,5% memenuhi syarat FLOW yang telah ditentukan.
- Kadar aspal 4,5% sampai 6,5% memenuhi syarat Stabilitas yang telah ditentukan.
- Nilai VFA memenuhi syarat pada kadar aspal 4,5% sampai 6,5%.

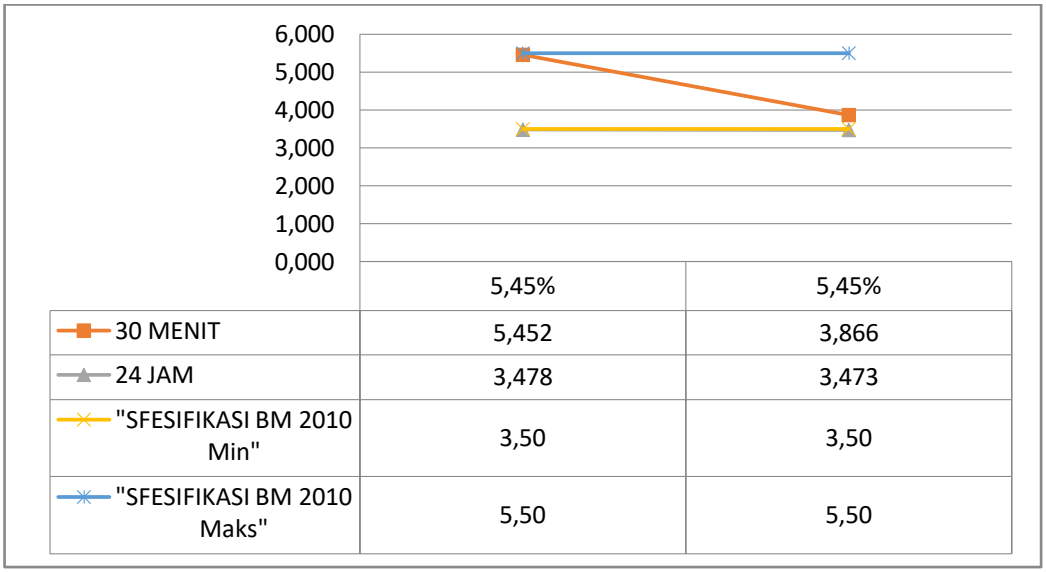
- Nilai VMA telah memenuhi syarat pada kadar aspal 4,5% sampai 6,%.
- Nilai VIM memenuhi syatar pada kadar aspal 5 % sampai 6%.
- Pada nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) dengan 5,45% telah memenuhi semua persyaratan diantaranya: FLOW, STABILITAS, VFA, VMA dan VIM.

Tabel 3.8 Hasil Perhitungan Berat Agregat Pada KAO 5,45%

KAO	5,45%	
Total campuran	1200	
Kebutuhan aspal	65	
Berat agregat	1135	
Abu batu	53%	601,338
Agregat 0,5-1	35%	397,110
Agregat 1-2	11%	124,806
Semen	1%	11,346
Bahan tambah		
Sampah kresek	4%	2,616

Tabel 3.9 Hasil Pengujian Marshall KAO 5,45%

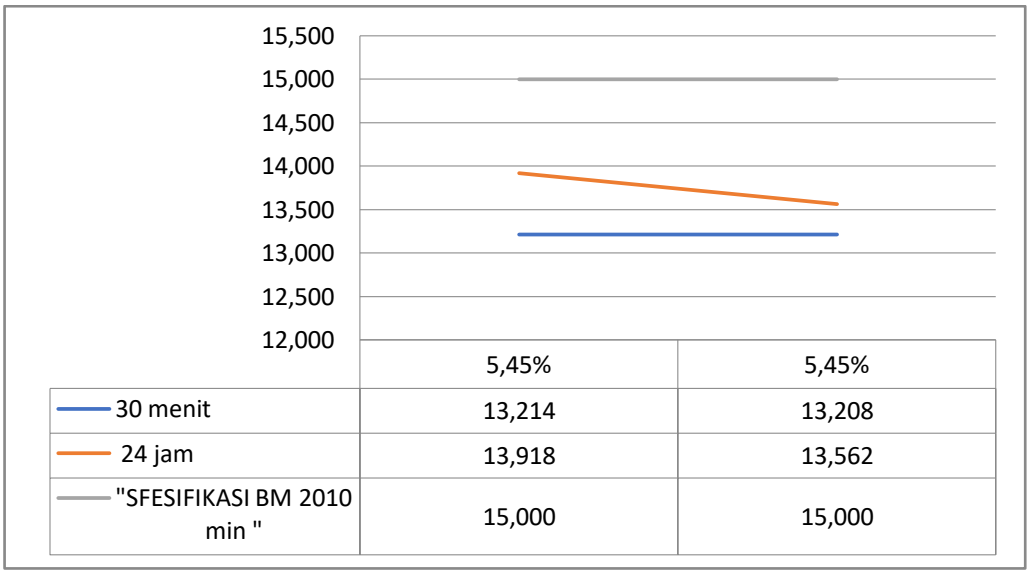
Pengujian	Kadar Aspal	VIM	VMA	VFA	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	Marshall Quotient (Kg/mm)
Sampel 1 30 menit	5,45%	5,4524	13,214	60,825	1625,11	6,1	266,4115
Sampel 2 30 menit	5,45%	3,8664	13,208	71,492	1605,17	6,31	254,3852
Sampel 1 24 jam	5,45%	3,4785	13,918	73,675	1615,14	6,2	260,5065
Sampel 2 24 jam	5,45%	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 11 Grafik Hasil Pengujian VIM (Sumber: Hasil olah data)

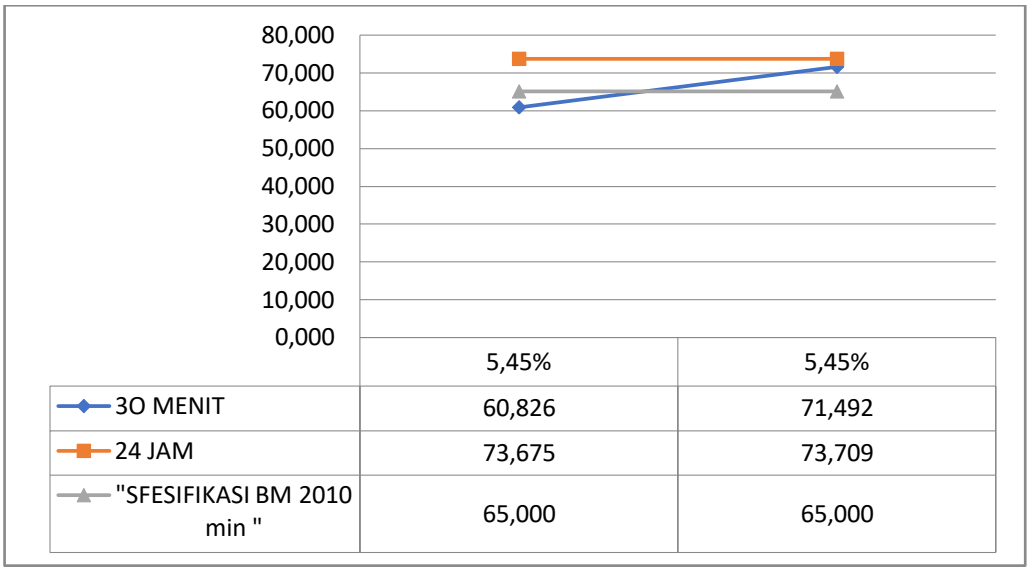
perendaman 30 menit sampel 1 5,4524% pada sampel 2 3,8664% perendaman 24 jam sampel 1 3,474% pada sampel 2 3,4727%. Minimum 3,0 – 5,0 memenuhi spesifikasi Bina Marga Tahun 2010.



	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 12 Grafik Hasil Pengujian VMA (Sumber: Hasil Olah Data)

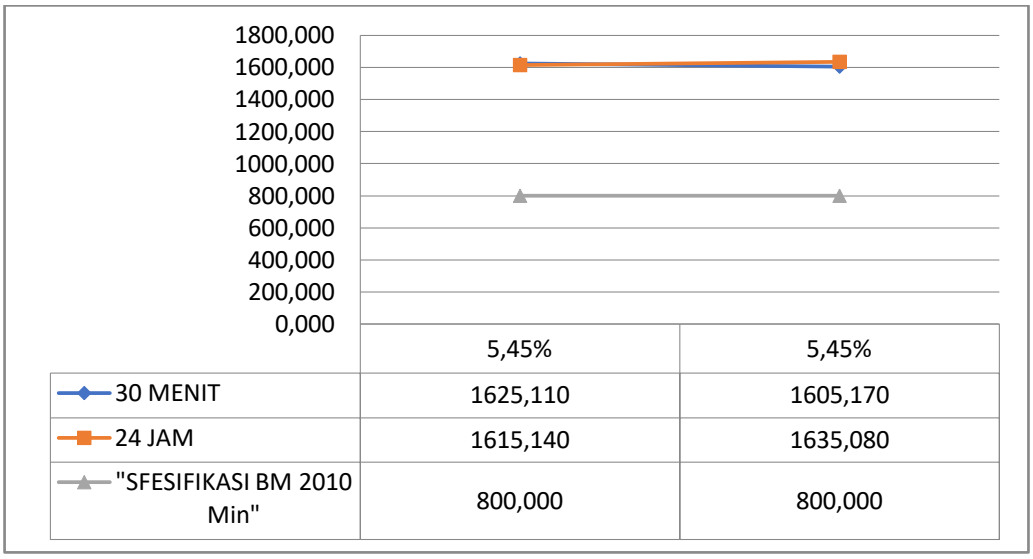
perendaman 30 menit sampel 1 13,214% pada sampel 2 13,208% perendaman 24 jam sampel 1 3,474% pada sampel 2 13,562% minimum 15% tidak memenuhi spesifikasi bina marga tahun 2010.



	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 13 Grafik Hasil Pengujian VFA (Sumber: Hasil olah data)

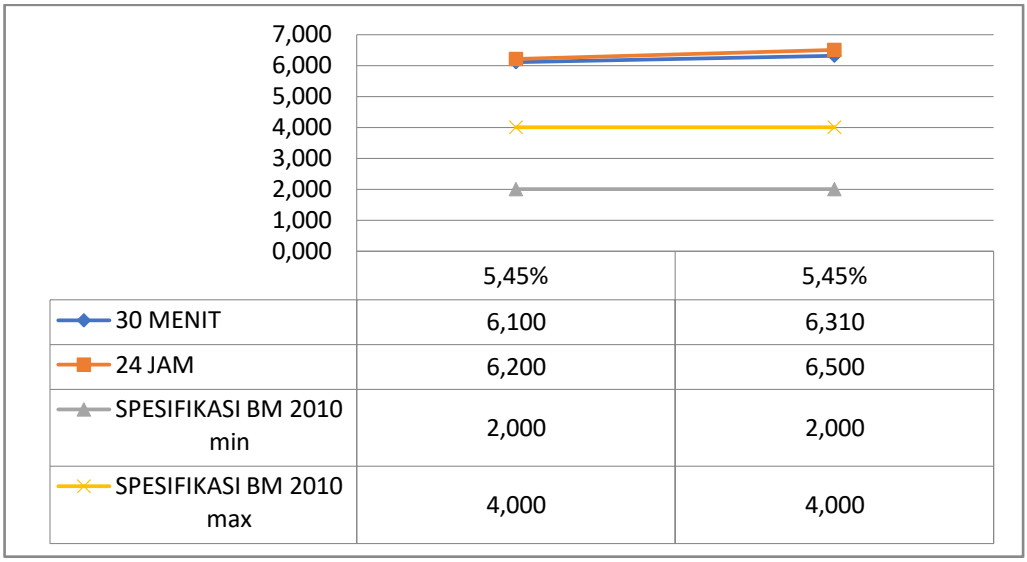
perendaman perendaman 30 menit sampel 1 60,825% pada sampel 2 71,492% perendaman 24 jam sampel 1 73,675% pada sampel 2 73,708% minimum 65 % (memenuhi spesifikasi Bina Marga Tahun 2010).



	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 14 Grafik Hasil Pengujian Stabilitas (Sumber: Hasil Olah Data)

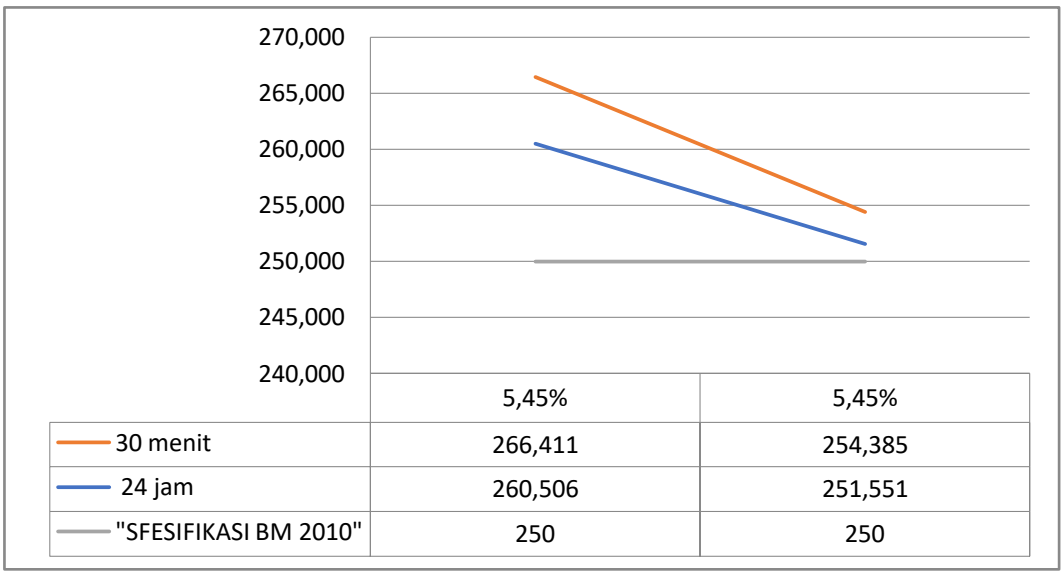
perendaman 30 menit sampel 1 1625,11 untuk sampel 2 1635,08 adapun nilai Stabilitas perendaman 24 jam sampel 1 1615,15 pada sampel 2 1635,08 Dari nilai perendaman 30 menit sampai 24 jam nilai Stabilitas memenuhi Spesifikasi Bina Marga Tahun 2010.



	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 15 Grafik Hasil Pengujian FLOW (Sumber: Hasil olah data)

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.



Gambar 16 Grafik Hasil Pengujian Marshall Quotient (Sumber: Hasil olah data)

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).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Berdasarkan dari hasil Uji Marshall penambahan limbah kresek lapisan Aus Ac – Wc sebagai berikut :
   a. Nilai Stabilitas

      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).

   b. FLOW

      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).

   c. Void In mix (VIM)

      perendaman 30 menit sampel 1 5,4524% pada sampel 2 3,8664 % perendaman 24 jam sampel 1 3,474% pada sampel 2 3,4727%. Minimum 3,0 – 5,0 (memenuhi spesifikasi Bina Marga Tahun 2010).

   d. Void In Mineral Aggregate (VMA)

      perendaman 30 menit sampel 1 13,214% untuk sampel 2 13,208% perendaman 24 jam sampel 1 13,918% pada sampel 2 13,562% minimum 15% (tidak memenuhi spesifikasi Bina Marga Tahun 2010).

e. Voids Filled Asphalt (VFA)

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).

f. Marshall Quotient (MQ)

perendaman 30 menit sampel 1 266,411 kg/mm sampel 2 254,385 kg/mm perendaman 24 jam sampel 1 260,506 kg/mm sampel 2 251,551 kg/mm minimum 250 kg/mm (memenuhi spesifikasi Bina Marga Tahun 2010).

2. Pengaruh penambahan plastik kresek indikator pengujian Marshall :

a. Stabilitas rata rata 162,5 kg minimum 800 kg (memenuhi spesifikasi Bina Marga Tahun 2010).

b. Flow rata rata 258,21 mm minimum 2,0 – 4,0 (tidak memenuhi spesifikasi Bina Marga Tahun 2010).

c. VIM rata rata 4,0% minimum 3,0 – 5,0 (memenuhi spesifikasi Bina Marga Tahun 2010).

d. VMA rata rata 13,5% minimum 15% (tidak memenuhi spesifikasi Bina Marga Tahun 2010).

e. MQ rata rata 258 kg/mm minimum 250 kg/mm (memenuhi spesifikasi Bina Marga Tahun 2010).

f. VFA rata rata 70% minimum 65% (memenuhi Spesifikasi Bina Marga Tahun 2010).

Saran

1. Penambahan Plastik Kresek pada lapisan Aus AC-WC boleh lebih di sempurnakan lagi, nilai flow dan VMA tidak memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2010.
2. Bagi Peneliti agar mendapat pengalaman dan pengetahuan secara langsung serta dapat menggali bagaimana dari pengaruh penggabungan antara plastik dan aspal sehingga mengurangi sampah di pemukiman dan di lingkungan penduduk. dan di lingkup Fa kultas Teknik Prodi Teknik Sipil agar menambah pengelolaan tentang beberapa manfaat plastik kresek sebagai salah satu upaya mengurangi penggunaan sampah plastik.

DAFTAR PUSTAKA

Abd.Razak, B., & Erdiansa, A. (2016). *Karakteristik Campuran AC-WC dengan Penambahan Limbah Plastik Low Density Polyethylene (LDPE).* Journal Intake.

Daryoso, K., Wahyuni, S. dan Saputro, S. H., (2012). *Uji Aktivitas Katalis NiMo/Zeolit pada Reaksi Hidrorengkah Fraksi Sampah Plastik (Polietilen)*, Indonesian Journal of Chemical Science, Universitas Negeri Semarang.

Desi, A.,Widarto, S., Zainul, F., H., (2018). *Pengaruh Komposisi Agregat Kasar Terhadap Campuran Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)* Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa Yogyakarta.

Imam, M., (2005). *Sifat Dan Karakteristik Material Plastik Dan Bahan Aditif*, Staf Pengajar AMNI Semarang. https://docplayer.info/24023462-Sifat-dan-karakteristik-material-plastik-dan-bahan-aditif-iman-mujiarto abstrak.html .

Iwan, S.,Nyoman, S., *Evaluasi Kinerja Campuran Beraspal Lapis Aus (AC-WC) dengan Bahan Tambah Limbah Plastik Kresek*, Balai Litbang Perkerasan Jalan, Pusat Litbang Jalan & Jembatan, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Susanto, I., & Suaryana, N. (2019). *Evaluasi Kinerja Campuran Beraspal Lapis Aus (AC-WC) dengan Bahan Tambah Limbah Plastik Kresek*. Jurnal Aplikasi Teknik Sipil.

Puji, M., (2020). *Aspal AC – WC Pengertian, Fungsi dan Spesifikasi*, https://www.hollywoodtuxedos.net/2020/05/aspal-ac-wc-pengertian-fungsi-spesifikasi/.

Suraya, F., Sofyan M., S., Muhammad , I., (2018). *Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Kresek Sebagai Substitusi Aspal Pen 60/70 Terhadap Karakteristik Campuran Laston Ac – Bc*, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala banda Aceh.

Veranita, Tripoli b, &. Fitriani S, 2020, *Studi Karakteristik Marshall pada Campuran Aspal dengan Penambahan Kresek,* teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar.

Warga Buang Sampah Dan Cemari Pantai Ujung tape, Kepala DLH Pinrang Angkat Tangan. (2020, May 31). Upeks.co.id. https://upeks.co.id/2020/05/warga-buang-sampah-dan-cemari-pantai-ujung-tape-kepala-dlh-pinrang-angkat-tangan/.