



**PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK KRESEK
DARI TPS KOTA TEGAL SEBAGAI BAHAN TAMBAH
CAMPURAN LASTON (AC-BC) TERHADAP
HASIL TES MARSHALL**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Dalam Rangka
Memenuhi Penyusunan Skripsi Jenjang S1
Program Studi Teknik Sipil

Oleh :

FERI MAULANA HIDAYAT TULLOH

NPM. 6517500049

**FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL**

2021

LEMBAR PERSETUJUAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Pengaruh Pemanfaatan Limbah Plastik Kresek Dari TPS Kota Tegal Sebagai Bahan Tambah Campuran Laston AC-BC Terhadap Hasil Tes Marshall

Nama Penulis : Feri Maulana Hidayat Tulloh

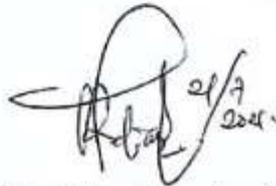
NPM : 6517500049

Disetujui oleh dosen pembimbing untuk dipertahankan dihadapan Sidang Dewan Penguji Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal.

Hari :

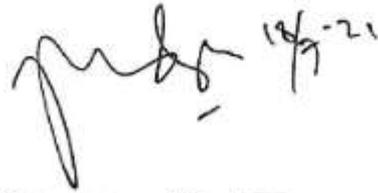
Tanggal :

Pembimbing I



Isradias Mirajhusnita, ST., MT.
NIPY. 22561051983

Pembimbing II



Weimintoro, ST., MT.
NIPY. 24561101982

HALAMAN PENGESAHAN

Telah dipertahankan dihadapan Sidang Dewan Penguji Skripsi Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.

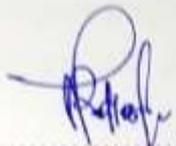
Pada Hari : Kamis

Tanggal : 5 Agustus 2021

Ketua Sidang

Isradias Mirajhusnita, ST., MT

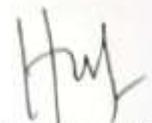
NIPY : 22561051983


(.....)

Anggota I

Okky Hendra Hermawan, ST., MT

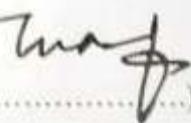
NIPY : 24461531983


(.....)

Anggota II

M. Agus Shidiq, ST., MT

NIPY : 20562111978


(.....)

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer



Agus Wibowo, ST., MT.

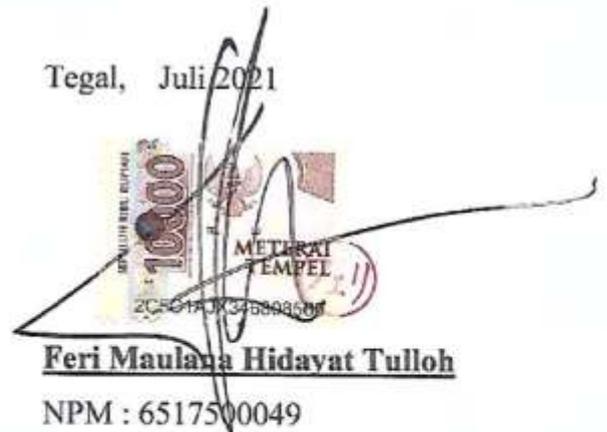
NIPY : 126518101972

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa seluruh isi skripsi dengan judul **“PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK KRESEK DARI TPS KOTA TEGAL SEBAGAI BAHAN TAMBAH CAMPURAN LASTON (AC-BC) TERHADAP HASIL TES MARSHALL”** adalah karya saya sendiri, dan tidak melakukan pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam masyarakat keilmuan sebagaimana mestinya.

Demikian pernyataan ini saya buat agar dijadikan pedoman bagi yang mempunyai kepentingan dan saya bersedia menanggung resiko apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran atas etika keilmuan dalam karya tulis ini, atau adanya klaim atas karya tulis ini.

Tegal, Juli 2021



Feri Maulana Hidayat Tulloh
NPM : 6517500049

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- ❖ “Hidup memang tidak adil, kau harus biasakan dirimu” (*patrick star*)
- ❖ Berbuat baiklah kepada sesama, maka kamu akan merasakan bahagia yang sesungguhnya.

PERSEMBAHAN

Sripsi ini saya persembahkan kepada :

- ❖ Istri dan anak saya tercinta
- ❖ Bapak dan Ibu saya tercinta
- ❖ Seluruh Dosen dan Karyawan Universitas Pancasakti Tegal
- ❖ Masyarakat Kabupaten Tegal dan Kota Tegal
- ❖ Pembaca yang berbahagia

ABSTRAK

Feri Maulana Hidayat Tulloh, 2021 **"Pengaruh Pemanfaatan Limbah Plastik Kresek dari TPS Kota Tegal Sebagai Bahan Tambah Campuran Laston (AC-BC) Terhadap Hasil Tes Marshall"**. Laporan Skripsi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal.

Diperkirakan setiap orang rata-rata menghasilkan limbah plastik sekali pakai sebanyak 170 kantong plastik dalam satu tahunnya, itu berarti ada sekitar 500 milyar – 1 triliun plastik yang digunakan di seluruh dunia dalam satu tahun. Limbah plastik ini sulit terurai di dalam tanah, sehingga keberadaannya akan semakin menjadi masalah jika tidak dikendalikan. Namun limbah plastik mempunyai potensi untuk dimanfaatkan sebagai *filler* atau sebagai bahan tambah campuran beton beraspal.

Penulis menggunakan metode eksperimen. Penambahan limbah plastik kresek diambil dari tempat pembuangan sampah Kota Tegal dengan kadar 0% 3% 6% 9% 12%, 15% dari berat aspal sebanyak 3 sampel pada setiap variasi selanjutnya dilakukan uji marshall. Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Universitas Pancasakti Tegal dan Laboratorium Teknik PT. Nisajana Hasna Rizqy.

Penambahan limbah plastik sebesar 15% mempunyai nilai *Density* sebesar 2,202 gr/cc, VMA = 19,59%, VFA = 79,23%, VIM = 4,11%, Stabilitas = 2094,9 kg, *flow* sebesar 4,0 mm, dan *Marshall Quotient* = 682,7 kg/mm. Berdasarkan hasil tersebut penambahan plastik sebesar 15% dari berat aspal dapat menambah nilai dari stabilitas campuran beton aspal dan masih masuk dari spesifikasi yang disyaratkan. Perlu dilakukan penelitian lain yang mendukung agar penerapan pemanfaatan limbah plastik sebagai campuran beton aspal pada pekerjaan di lapangan dapat dilaksanakan dengan baik dan lancar. Misalnya penelitian tentang pembuatan mesin pemilah sampah plastik, penelitian tentang mesin pencacah sampah plastik, penelitian tentang cara pembuangan sampah plastik dan penelitian-penelitian lainnya yang mendukung tentang pemanfaatan sampah plastik lainnya.

Kata Kunci : AC-BC, Limbah Plastik, *Marshall*, Teknik Sipil

ABSTRACT

Feri Maulana Hidayat Tulloh, 2021 "*The Influence of Using Plastic Waste from Tegal City Garbage Dump as an Additive to Asphalt Concrete Mixture (AC-BC) on Marshall Test Results*". Civil Engineering Thesis Report, Faculty of Engineering, University of Pancasakti Tegal.

It is estimated that each person produces on average 170 plastic single-use plastic bags in one year, that means there are around 500 billion – 1 trillion plastics used worldwide in one year. This plastic waste is difficult to decompose in the soil, so its presence will become a problem if not controlled. However, plastic waste has the potential to be used as a filler or as an additive to asphalt concrete mixtures.

The author uses the experimental method. The addition of plastic waste was taken from the Tegal City garbage dump with levels of 0% 3% 6% 9% 12%, 15% of the asphalt weight as much as 3 samples in each variation then the Marshall test was performed. The research was carried out at the Technical Laboratory of Pancasakti Tegal University and the Technical Laboratory of PT. Nisajana Hasna Rizqy.

The addition of plastic waste by 15% has a Density value of 2.202 g/cc, VMA = 19.59%, VFA = 79.23%, VIM = 4.11%, Stability = 2094.9 kg, flow of 4.0 mm, and Marshall Quotient = 682.7 kg/mm. Based on these results, the addition of plastic by 15% of the asphalt weight can increase the value of the stability of the asphalt concrete mixture and still fall within the required specifications. It is necessary to do other research that supports the application of the use of plastic waste as a mixture of asphalt concrete in the work in the field can be carried out properly and smoothly. For example, research on the manufacture of plastic waste sorting machines, research on plastic waste chopping machines, research on how to dispose of plastic waste and other studies that support the use of other plastic waste.

Keyword : AC-BC, Plastic Waste, Marshall, Civil Engineering

PRAKATA

Dengan rahmat Tuhan Yang Maha Esa penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Pengaruh Pemanfaatan Limbah Plastik Kresek Dari TPS Kota Tegal Sebagai Bahan Tambah Campuran Laston (*AC-BC*) Terhadap Hasil Tes Marshall. Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat dalam rangka menyelesaikan studi strata satu Program Studi Teknik Sipil.

Dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Agus Wibowo, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.
2. Ibu Isradias Mirajhusnita, ST., MT. Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Pancasakti Tegal sekaligus sebagai Dosen Pembimbing I.
3. Bapak Weimintoro, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing II.
4. Bapak Muhamad Yusuf, ST., MT. selaku Dosen Wali.
5. Segenap Dosen dan Staf Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.
6. Segenap pimpinan dan staf PT. Nisajana Hasna Rizqy.
7. Bapak-Ibuku yang selalu mendoakanku.
8. Istri dan anakku tercinta.
9. Teman-teman di kampus dan rekan kerja yang selalu memberikan dukungan moral dalam penyusunan skripsi ini.
10. Semua pihak yang telah membantu hingga laporan ini selesai, semoga bantuan dan bimbingan yang telah diberikan mendapat balasan yang sesuai dari Allah SWT.

Penulis telah mencoba membuat laporan dengan sesempurna mungkin sesuai kemampuan penulis, namun demikian mungkin kiranya ada kekurangan yang tidak disadari oleh penulis dengan besar hati penulis mohon maaf dan berharap diberikan masukan untuk kebaikan penulis kedepannya.

Harapan penulis, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin

Tegal, Maret 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
PRAKATA.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
LAMBANG DAN SINGKATAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah.....	5
C. Rumusan Masalah	6
D. Tujuan.....	6
E. Manfaat.....	7
BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA.....	8
A. Landasan Teori.....	8
B. Tinjauan Pustaka	33
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	39

A. Metode Penelitian.....	39
B. Waktu dan Tempat Penelitian	39
C. Sampel dan Teknik Pengambilan Sampel.....	40
D. Variabel Penelitian	40
E. Metode Pengumpulan Data	41
F. Metode Analisa Data.....	44
G. Instrumen Penelitian.....	46
H. Diagram Alur Penelitian.....	64
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	65
A. Hasil Penelitian	65
B. Pembahasan.....	72
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	81
A. Kesimpulan	81
B. Saran.....	84
DAFTAR PUSTAKA	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Jenis-jenis agregat berdasarkan ukuran butirnya	10
Gambar 2.2	Alat saringan / ayakan agregat	11
Gambar 2.3	Alat uji abrasi <i>Los Angeles</i>	13
Gambar 2.4	Perbedaan fungsi aspal pada lapisan perkerasan jalan.....	16
Gambar 2.5	Alat pemeriksaan uji penetrasi aspal	17
Gambar 2.6	Alat uji titik nyala aspal dan titik bakar aspal	17
Gambar 2.7	Alat mesin uji titik lembek <i>ring and ball</i>	19
Gambar 2.8	Alat uji <i>Marshall</i>	22
Gambar 2.9	Gambaran pengertian <i>VMA</i> dan <i>VIM</i>	24
Gambar 3.1	Alat <i>Marshall</i>	47
Gambar 3.2	<i>Water bath</i>	48
Gambar 3.3	Oven	48
Gambar 3.4	Alat penumbuk otomatis	48
Gambar 3.5	Alat pengeluar benda uji	49
Gambar 3.6	Termometer	49
Gambar 3.7	Timbangan digital	49
Gambar 3.8	Mistar geser	50
Gambar 3.9	Alat penimbang dalam air	50
Gambar 3.10	Kompore.....	50

Gambar 3.11	Wajan	51
Gambar 3.12	Spatula.....	51
Gambar 3.13	Cetakan mold untuk benda uji.....	51
Gambar 3.14	Kuas.....	52
Gambar 3.15	Pengambilan sampel plastik kresek dari TPS Kota Tegal..	53
Gambar 3.16	Sampel sampah plastik yang sudah dipilah.....	53
Gambar 3.17	Sampel sampah plastik yang sudah dicacah dan dicuci	53
Gambar 3.18	Pengelompokan agregat sesuai fraksi	55
Gambar 3.19	Pemanasan aspal sampai suhu 150 derajat celcius.....	55
Gambar 3.20	Pencampuran limbah plastik kadar 3%	56
Gambar 3.21	Pencampuran limbah plastik kadar 6%	56
Gambar 3.22	Pencampuran limbah plastik kadar 9%	56
Gambar 3.23	Pencampuran limbah plastik kadar 12%	57
Gambar 3.24	Pencampuran limbah plastik kadar 15%	57
Gambar 3.25	Pemasangan cetakan pada alat penumbuk	57
Gambar 3.26	Pelapisan kertas penghisap pada permukaan cetakan	58
Gambar 3.27	Proses pemasukan campuran ke dalam cetakan.....	58
Gambar 3.28	Penumbukan sebanyak 75 kali atas dan bawah.....	59
Gambar 3.29	Pengeluaran benda uji setelah 24 jam	59
Gambar 3.30	Pemberian tanda pada sampel benda uji	60
Gambar 3.31	Pengukuran tinggi benda uji.....	60
Gambar 3.32	Penimbangan berat kering	61

Gambar 3.33	Perendaman benda uji selama 24 jam	61
Gambar 3.34	Penimbangan benda uji dalam air	61
Gambar 3.35	Penimbangan benda uji pada kondisi SSD.....	62
Gambar 3.36	Perendaman pada suhu 60 derajat C selama 30 menit	62
Gambar 3.37	Pemasangan ke atas alat <i>Marshall</i>	63
Gambar 3.38	Diagram alur penelitian	64
Gambar 4.1	Grafik hasil penimbangan berat di udara	70
Gambar 4.2	Grafik hasil penimbangan berat dalam air	70
Gambar 4.3	Grafik hasil penimbangan berat jenuh	71
Gambar 4.4	Grafik pengaruh penambahan limbah plastik kresek terhadap nilai <i>density</i> (kepadatan).....	71
Gambar 4.5	Grafik pengaruh penambahan limbah plastik kresek terhadap nilai VIM (<i>Void In The Mix</i>)	74
Gambar 4.6	Grafik pengaruh penambahan limbah plastik kresek terhadap nilai VMA (<i>Void In Mineral Agregat</i>)	75
Gambar 4.7	Grafik pengaruh penambahan limbah plastik kresek terhadap nilai VFA (<i>Void Filled With Asphalt</i>)	76
Gambar 4.8	Grafik pengaruh penambahan limbah plastik kresek terhadap nilai stabilitas.....	77
Gambar 4.9	Grafik pengaruh penambahan limbah plastik kresek terhadap nilai <i>flow</i>	79
Gambar 4.10	Grafik pengaruh penambahan limbah plastik kresek	

terhadap nilai *Marshall Quotient* (MQ) 80

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Ketentuan agregat kasar	28
Tabel 2.2	Ketentuan agregat halus	29
Tabel 2.3	Gradasi agregat untuk campuran beraspal	30
Tabel 2.4	Ketentuan limbah plastik	31
Tabel 2.5	Persyaratan aspal pen 60-70.....	32
Tabel 2.6	Persyaratan sifat campuran Laston menggunakan limbah plastik.....	32
Tabel 2.7	Persyaratan sifat campuran laston menggunakan limbah plastik.....	33
Tabel 4.1	Hasil pengujian keausan agregat kasar	66
Tabel 4.2	Hasil pengujian analisis saringan agregat abu batu	67
Tabel 4.3	Hasil pengujian analisis saringan agregat ukuran maks. ½”	67
Tabel 4.4	Hasil pengujian analisis saringan agregat ukuran maks. ¾”	68
Tabel 4.5	Hasil pengujian analisis saringan agregat ukuran maks. 1”.....	68
Tabel 4.6	Rekapitulasi hasil pengujian agregat gabungan.....	69
Tabel 4.7	Hasil penimbangan berat di udara.....	70
Tabel 4.8	Hasil penimbangan berat dalam air.....	70
Tabel 4.9	Hasil penimbangan berat jenuh.....	71
Tabel 4.10	Hasil pengujian karakteristik <i>Marshall</i> penumbukan 2x75 campuran AC-BC dengan penambahan limbah plastik kresek	72

Tabel 4.11	Pengaruh penambahan limbah plastik kresek terhadap nilai <i>density</i> (kepadatan).....	73
Tabel 4.12	Pengaruh penambahan limbah plastik kresek terhadap nilai VIM (<i>Void In The Mix</i>)	74
Tabel 4.13	Pengaruh penambahan limbah plastik kresek terhadap nilai VMA (<i>Void In Mineral Agregat</i>)	75
Tabel 4.14	Pengaruh penambahan limbah plastik kresek terhadap nilai VFA (<i>Void Filled With Asphalt</i>)	76
Tabel 4.15	Pengaruh penambahan limbah plastik kresek terhadap nilai stabilitas.....	77
Tabel 4.16	Pengaruh penambahan limbah plastik kresek terhadap nilai <i>flow</i>	79
Tabel 4.17	Pengaruh penambahan limbah plastik kresek terhadap nilai <i>Marshall Quotient</i> (MQ)	80
Tabel 5.1	Hasil pengujian karakteristik <i>Marshall</i> penumbukan 2x75 campuran AC-BC dengan penambahan limbah plastik kresek	82

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil pengujian fisik agregat di Laboratorium Teknik Sipil

Universitas Pancasakti Tegal

Lampiran 2. Hasil pengujian marshall di Laboratorium Teknik

PT. NISAJANA HASNA RIZQY

Lampiran 3. Foto dokumentasi pada saat penelitian

Lampiran 4. Pedoman SNI dalam penelitian

LAMBANG DAN SINGKATAN

<i>AASHTO</i>	=	<i>Assosiation of American Society Highway Transport Organization</i>
<i>AC-WC</i>	=	<i>Asphalt Concrete Wearing Course</i>
<i>AC-BC</i>	=	<i>Asphalt Concrete Binder Course</i>
<i>BS</i>	=	<i>British Standart Institution</i>
Gsb	=	Berat jenis kering (gr/cc)
Gse	=	Berat jenis efektif (gr/cc)
Gmb	=	Berat jenis campuran setelah pemadatan (gr/cc)
Gmm	=	Berat jenis maksimum teoritis (gr/cc)
Pb	=	Persentase kadar aspal terhadap total campuran (%)
Pba	=	Penyerapan aspal, persen total agregat (%)
Pbe	=	Kadar aspal efektif, persentase campuran (%)
Puslitbang	=	Pusat Penelitian dan Pengembangan
TPS	=	Tempat pembuangan sampah
Gb	=	Berat jenis aspal (gr/cc)
<i>VIM</i>	=	<i>Void In Mix</i> / rongga dalam campuran (%)
<i>VFA</i>	=	<i>Void Filled with Asphalt</i> / rongga terisi aspal (%)
<i>VMA</i>	=	<i>Void in Mineral Aggregate</i> / Rongga dalam agregat (%)
<i>MQ</i>	=	<i>Marshall Quotient</i>
SNI	=	Standar Nasional Indonesia
KAO	=	Kadar Aspal Optimum

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Jalan merupakan salah satu infrastruktur utama dan paling dasar yang dibutuhkan sebagai penghubung antara satu daerah dengan daerah lainnya untuk memudahkan distribusi barang atau manusia, sehingga dapat menggerakkan roda perekonomian baik nasional maupun daerah. Oleh sebab itu adanya jalan menjadi syarat mutlak untuk memudahkan orang melakukan kegiatan perekonomian, pendidikan, dan lain lain. Oleh sebab itu maka diperlukan perencanaan pembuatan struktur perkerasan jalan yang kuat, tahan lama dan mempunyai daya tahan terhadap perubahan bentuk. Di sisi lain diperkirakan setiap orang rata-rata menghasilkan limbah plastik sekali pakai sebanyak 170 kantong plastik dalam satu tahunnya, itu berarti ada sekitar 500 milyar – 1 triliun plastik yang digunakan di seluruh dunia dalam satu tahun. Hal ini membuat sampah-sampah plastik ini akan semakin banyak mencemari bumi kita ini, perlu anda ketahui bahwa apabila sampah-sampah plastik ini dibentangkan di permukaan bumi, maka setidaknya dapat menutupi permukaan bumi setidaknya 10 kali lipat. (Wantoro dkk. 2010).

Plastik diibaratkan sebagai pisau bermata dua, sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia tetapi juga memiliki dampak negatif dari penggunaan plastik yaitu limbah plastik. Limbah plastik ini sulit terurai di dalam tanah, sehingga

keberadaannya akan semakin menjadi masalah jika tidak dikendalikan. Namun limbah plastik mempunyai potensi untuk dimanfaatkan sebagai *filler* atau campuran pengisi konstruksi jalan raya. Campuran beraspal rentan mengalami *deformasi* (perubahan bentuk) secara permanen yang biasanya disebabkan oleh muatan berlebih kendaraan yang melintas jalan raya, suhu panas yang mengakibatkan retakan. Dan juga kerusakan yang diakibatkan oleh kelembaban. Ini adalah hal umum yang terjadi pada lapisan beraspal (Brown, 1990).

Filler adalah komponen campuran beraspal yang mempunyai fungsi mengurangi kepekaan terhadap suhu dan mengurangi rongga udara pada campuran beraspal, sehingga mengurangi resiko keretakan dan deformasi plastis pada campuran beraspal. Hal ini yang mendasari dilakukannya penelitian pemanfaatan limbah plastik (LDPE) sebagai *filler* dalam campuran beraspal (Wantoro dkk. 2010). Penelitian yang dilakukan oleh Sevil pada tahun 2016, dengan penambahan sebesar 1% – 4% *plastic* jenis (HDPE) *High Density Polyethylene* sebagai campuran beraspal panas, memperoleh *result* bahwa menambahkan *plastic* (HDPE) sejumlah 3% - 4% mendapatkan *result* yang positif terhadap nilai tes marshall. Sedangkan pada pencampuran *plastic* (HDPE) melebihi 4% didapatkan hasil karakteristik marshall yang tidak terpenuhi, dan jika campuran (HDPE) kurang dari 2% didapatkan campuran perkerasan aspal yang kurang elastis atau *flownya* tidak lolos persyaratannya. Savita, dkk, (2016), telah melakukan penelitian penambahan limbah plastik pada campuran beraspal dengan variasi campuran sebesar : 4,5%, 5%, 7,5%, 12,5% dari jumlah berat aspalnya. Sedangkan variasi kadar aspalnya 4,5%, 5%, 6% dari berat

keseluruhan agregat batu split yang telah lolos saringan berukuran 4,75mm dan terganjal pada saringan yang ukurannya 2,36mm, mendapatkan hasil bahwa kadar aspal 6% dan kadar *plastic* 7,5% memenuhi syarat nilai stabilitas marshall. Eriyono,dkk, (2017), bahwa penelitian yang dilakukannya memperoleh hasil pada penggunaan limbah plastik (HDPE) dengan kadar 3% dan 6% dapat memenuhi syarat spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi III. Rahmawati, (2017), dengan menambahkan *Polypropilene* (PP) dan *High Density Polyethylene* sejumlah 0%, 2%, 4%, 6% dikalikan jumlah berat aspalnya, terdapat kesimpulan bahwasanya *flow*, stabilitasnya, dan (VFB) menghasilkan peningkatan nilai apabila ditambahkannya *plastic* (PP) + (HDPE) pada variasi 3% - 6% ini menghasilkan (VIM), (VMA) yang terpenuhi sesifikasinya.

Limbah plastik (HDPE) berupa : Plastik kresek sekali pakai, botol minuman kemasan, botol sampo, botol kemasan minyak pelumas yang berdanda (HDPE) mempunyai daya tahan pada suhu rendah -40 derajat Celcius sampai dengan suhu tinggi 90 derajat Celcius serta mempunyai titik leleh yang tinggi kurang lebih 134 derajat Celcius, sedangkan mempunyai titik lembek hanya 48 derajat Celcius. Oleh sebab itu dengan menambahkannya limbah *plastic* kedalam campuran beraspal maka dapat menaikkan tital level lembek, sehingga aspal yang termodifikasi ini tahan pada iklim ekstrim (Sumiati, dkk, 2019). Aspal modifikasi harus memenuhi spesifikasi persyaratan antara lain : daktilitas, penetrasi, titik lembek, titik nyala, titik bakar, dan berat jenis untuk digunakan sebagai campuran aspal beton (laston). Sedangkan aspal beton (AC-BC) wajib untuk terpenuhi persyaratan spesifikasinya. Rongga di dalam campurannya,

rongga di dalam agregatnya, rongga yang terisi aspalnya, flow, dan stabilitasnya sesuai Spesifikasinya Bina Marga, supaya didapat jalanan yang kuat terhadap iklim, pembebanan lalu lintas yang melewatinya (Bina Marga, 2010). Material batu dari Sungai Gung desa Danawarih, Balapulang, Kab. Tegal mempunyai nilai keausan 32,81%, artinya masih masuk dalam spesifikasi yang disyaratkannya senilai maksimal 40%. (Aulia, 2021). Batuan agregat dari Gunung Balapulang memiliki tingkat kekeausan sebesar 25,35% sehingga itu artinya masih masuk dalam spesifikasi yang disyaratkannya maksimal 40%. Hasil dari pengujian kadar aspal optimalnya adalah 5,5% (Nurjana, Haris, Hendra, & Farid, 2021).

Dengan melihat *problem* di atas ini, maka dengan penambahan limbah *plastic* dengan kadar antara 2% - 5% dikalikan berat aspalnya, didapat kadar persentase jumlah limbah *plastic* yang bisa dicampurkan pada rancangan aspal beton (AC – BC) supaya tetap terpenuhi spesifikasi persyaratan nilai Marshallnya (Spesifikasi Umum Divisi VI Revisi III, Bina Marga, 2010). Berdasarkan teori dan permasalahan di atas perlu dilakukan penelitian **”Pengaruh Pemanfaatan Limbah Plastik Kresek dari TPS Kota Tegal Sebagai Bahan Tambah Campuran Laston (AC-BC) Terhadap Hasil Tes Marshall”**. Pada penelitiannya ini, penulis akan memakai sampah plastik kresek diambil dari tempat pembuangan sampah Kota Tegal. Alasan penulis ingin mengambil penelitian ini adalah agar terjadi peningkatan kualitas jalan beraspal dan disisi lain juga dapat menjadi jawaban akan permasalahan sampah plastik khususnya di Kota Tegal dan sekitarnya.

B. Batasan Masalah

Agar masalah-masalah yang dibahas dalam penelitian ini tidak melebar karena penelitian ini saling berkaitan, maka penulis membuat batasan – batasan masalahnya yang akan dibahas dalam penelitian ini. Berikut batasan masalahnya :

1. Material dan sumbernya dalam penelitian ini :
 - a) Aspal Pertamina dengan penetrasi 60 / 70.
 - b) Batu split dari PT. Nisajana Hasna Rizqy.
 - c) *filler* menggunakan semen dengan merk *Indocement* Tigaroda.
 - d) Bahan limbah plastik kresek yang diambil dari tempat pembuangan sampah Kota Tegal.
2. Rancangan campuran beton aspal dalam penelitian ini adalah Laston *Asphalt Concrete – Binder Course* (AC-BC) dari PT. Nisajana Hasna Rizqy.
3. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian abrasi agregat, pengujian gradasi agregat, dan pengujian marshall terdiri dari stabilitas, *flow*, *Marshall Quotient* dinyatakan dalam uji perendaman marshall selama 30 menit dengan suhu 60°C ($\pm 1^\circ\text{C}$)
4. Pengujian dilakukan terhadap campuran Laston AC-BC dengan penambahan limbah plastik kresek variasi kadar plastik kresek 0%; 3%; 6%; 9%; 12% 15% terhadap berat aspal.
5. Jumlah spesimen yang dibuat per variasi kadar plastik adalah 3 spesimen, sehingga totalnya adalah 18 sampel.

6. Penelitian yang dilakukan terbatas pada pengujian di laboratorium.

C. Rumusan Masalah

Dari masalah-masalah yang melatarbelakangi penelitian ini, maka penulis tentukan rumusan masalahnya adalah:

1. Mengetahui pengaruh penambahan sampah plastik kresek dengan kadar 0%; 3%; 6%; 9%; 12% 15% terhadap berat aspal pada campuran laston (AC-BC) terhadap hasil uji marshall.
2. Mengetahui perbandingan hasil antara aspal yang tidak ditambahkan limbah plastik dengan yang ditambahkan limbah plastik dengan kadar 0%; 3%; 6%; 9%; 12% 15% terhadap berat aspal, mana yang lebih baik?

D. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah antara lain:

1. Mengetahui dampak atau manfaat dari penambahan limbah plastik kresek dengan kadar 0%; 3%; 6%; 9%; 12% 15% terhadap kualitas beton aspal laston (AC-BC).
2. Dapat mengetahui campuran laston (AC-BC) yang masuk dalam spesifikasi yang disyaratkan dengan penambahan plastik kresek dengan kadar 0%, 3%, 6%, 9%, 12%, 15% terhadap berat aspal pada campuran beton aspal laston (AC-BC).

E. Manfaat

1. Penelitian ini diharapkan agar memperoleh hasil yang positif, sehingga dapat memberikan informasi dan masukan kepada semua pihak yang mempunyai kepentingan seperti pejabat pemerintahan, aktifis lingkungan, pengusaha konstruksi, maupun akademisi, serta dapat memberikan jawaban mengenai masalah sampah dan kualitas jalan aspal khususnya di Kota Tegal dan sekitarnya.
2. Dapat diketahui berapa kadar campuran limbah plastik pada variasi 0%, 3%, 6%, 9%, 12%, 15% terhadap berat aspal yang dalam campuran beton aspal agar didapatkan hasil yang sesuai dengan Spesifikasi Campuran Beraspal Panas Menggunakan Limbah Plastik Kementerian PUPR tahun 2019. Sehingga penerapannya dalam pekerjaan di lapangan dapat dikerjakan dengan hasil yang baik.

BAB II

LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

Beton beraspal adalah pencampuran agregat batuan dengan aspal panas, baik menggunakan bahan yang ditambahkan ataupun tidak. Penyerapan, gradasi, tingkat keausan, tingkat penetrasi, tingkat kekentalan aspal, daktilitas aspal dan lain – lainya adalah sifat – sifat wajib dari aspal dan agregat (Sukirman, 2003).

Lapisan aspal yang baik harus memenuhi syarat stabilitas, keawetan, kelenturan dan tahan geser. Tingkat kepadatan dan stabilitas yang baik akan didapatkan apabila nilai gradasinya rapat, rongga tidak boleh terlalu kecil karena kelenturannya akan kurang dari persyaratan spesifikasi akibatnya dari tahanan geser yang kecil dan penambahan beban lalu lintas adalah sebab dari mencairnya aspal karena pengaruh cuaca. Sebaliknya kelenturan yang baik akan dihasilkan dengan menggunakan komposisi agregat gradasi terbuka tetapi mempunyai stabilitas yang buruk. Kekurangan jumlah aspal dan terlalu besarnya rongga didalam campuran akan mengakibatkan lapisan pengikat aspal mudah terlepas. Oleh sebab itu diperlukan perencanaan yang baik dan matang untuk memperoleh jumlah kadar aspal optimum dengan mutu terbaik dan sifat - sifat campurannya memiliki mutu yang bagus (Tenriajeng, 1999).

Limbah plastik (HDPE) berupa : Plastik kresek sekali pakai, botol minuman kemasan, botol sampo, botol kemasan minyak pelumas yang berdanda (HDPE) mempunyai daya dahan pada suhu rendah -40 derajat Celcius sampai dengan suhu tinggi 90 derajat Celcius serta mempunyai titik leleh yang tinggi kurang lebih 134 derajat Celcius, sedangkan mempunyai titik lembek hanya 48 derajat Celcius. Oleh sebab itu dengan menambahkannya limbah *plastic* kedalam campuran beraspal maka dapat menaikkan titik level lembek, sehingga aspal yang termodifikasi ini tahan pada iklim ekstrim (Sumiati, dkk, 2019). Aspal modifikasi harus memenuhi spesifikasi persyaratan antara lain : daktilitas, penetrasi, titik lembek, titik nyala, titik bakar, dan berat jenis untuk digunakan sebagai campuran aspal beton (laston). Sedangkan aspal beton (AC-BC) wajib untuk terpenuhi persyaratan spesifikasinya. Rongga di dalam campurannya, rongga di dalam agregatnya, rongga yang terisi aspalnya, flow, dan stabilitasnya sesuai Spesifikasinya Bina Marga, supaya didapat jalanan yang kuat terhadap iklim, pembebanan lalu lintas yang melewatinya (Bina Marga, 2010).

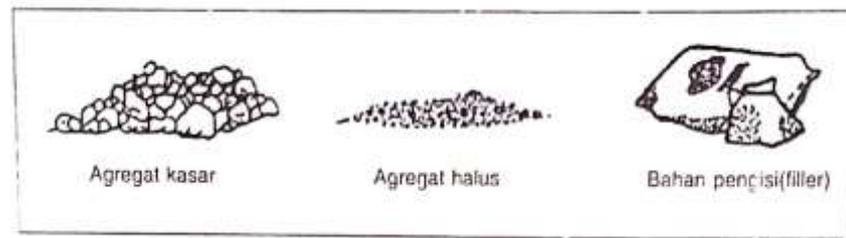
1. Agregat

Menurut *American Society for Testing and Material* agregat didefinisikan sebagai suatu bahan mineral padat, yang berupa masa besar maupun berfragmen-fragmen.

Ada beberapa jenis agregat berdasarkan ukuran butirnya :

1. Agregat kasar adalah material yang tertahan saringan 4,75mm.
2. Agregat halus adalah material yang lolos ayakan 4,75 mm.

3. *filler* adalah material seperti semen, *fly ash*, atau batu kapur yang mempunyai ukuran lolos saringan 0,075mm sejumlah 75% dari total berat material yang diuji.



Gambar 2.1 Jenis-jenis agregat berdasar ukuran butirnya

Sumber : (Silvia Sukirman, 2003)

a) Sifat-sifat agregat material perkerasan jalan aspal

Perlunya pemeriksaan sifat-sifat agregat dalam rancangan beton aspal yang bertujuan untuk mengetahui kelayakan material tersebut digunakan untuk bahan utama pembuatan beton aspal.

Pemeriksaan kualitas agregat antaralain :

1) Gradasi / ukuran agregat

Gradasi / ukuran agregat adalah susunan dari butir agregat sesuai dengan ukurannya. Dengan pemeriksaan analisis saringan dapat mengetahui gradasi agregat. Metode analisis saringan yaitu cara pemeriksaan untuk menguji pembagian ukuran butir agregat halus serta agregat kasar menggunakan cara penyaringan. Pengujian ini berpedoman SNI (SNI ASTM C136:2012, 2012).



Gambar 2.2 Alat saringan / ayakan agregat

Sumber : (Silvia Sukirman, 2003)

Rumus perhitungan massa setiap ukuran pada jumlah contoh uji total :

$$A = \frac{W_1}{W_2} \times B \dots\dots\dots (1)$$

dengan :

A = massa setiap ukuran pada jumlah contoh uji total

W_1 = massa setiap fraksi lolos saringan No.4 (4,75 mm)

W_2 = massa bagian yang berkurang pada contoh uji lolos saringan No.4 (4,75 mm)

B = jumlah massa agregat halus dari agregat gabungan

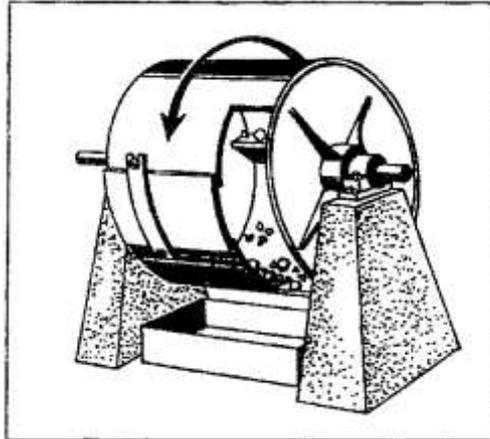
2) Kebersihan material agregat

Kebersihan material agregat dapat diukur dengan menggunakan pemeriksaan material yang lolos saringan nomor 200 yang dilakukan dengan cara pencucian. Setelah agregat kering pada suhu 150 derajat Celsius dan ditimbang kemudian dicuci menggunakan saringan Nomor 200 sehingga akan didapatkan partikel dengan ukurannya kurang dari ukuran 0,075mm sehingga tingkat kebersihan material agregat tersebut dapat ditentukan nilainya (SNI ASTM C136, 2012).

Ada juga cara lain untuk mengetahui kebersihan agregat dengan cara pengujian kadar gumpalan lempung. Dengan cara mengeringkan agregat kasar dalam oven kemudian mencucinya memakai saringan. Kadar gumpalan lempung diukur dari persentase selisih kehilangan berat material selepas proses pencucian (SNI 03-4141-1996, 1996).

3) Keausan / kekuatan agregat

Dengan melakukan uji keausan daya tahan agregat dapat dikethui nilainya. Pengujian ini memberikan informasi tentang kekuatan tahanan material agregat kasar terhadap nilai keausan dikerjakan menggunakan mesin yang bernama mesin abrasi *los angeles*. Hasil pengujian ini dinyatakan memakai angka perbandingan antara berat bahan uji ausan terhadap bobot semula dengan menggunakan satuan % (SNI 2417, 2008).



Gambar 2.3 Alat uji abrasi *Los Angeles*

Sumber : (Sukirman, 2003)

Untuk menghitung hasil dari pengujian menggunakan rumus :

$$\text{Keausan} = \frac{a-b}{a} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

dengan :

a = berat benda uji semula, gram

b = berat benda uji tertahan saringan No.12 (1,70 mm), gram

4) Berat jenis agregat

Berat jenis dari agregat dibutuhkan dalam perencanaan rancangan campuran aspal sebagai acuan berat. Berat jenis dari agregat ialah perbandingan berat antara berat volum dari agregat dibandingkan dengan berat volum air. Bila agregat mempunyai berat jenis yang minimal maka, akan mempunyai volum yang besar tetapi mempunyai bobot yang tidak besar (Silvia Sukirman, 2003).

$$\text{Berat jenis bulkk} = \frac{Bk}{(Vs+Vi+Vp+Vc)ya} = \frac{Bk}{Bj-Ba} \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{Berat jenis kering} = \frac{Bj}{(Vs+Vi+Vp+Vc)ya} = \frac{Bj}{(Bj-Ba)} \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{Bk}{(Vs+Vi)ya} = \frac{Bk}{(Bk-Ba)} \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{Berat jenis efektif} = \frac{Bk}{(Vs+Vi+Vp)ya} \dots\dots\dots (6)$$

dengan :

Bk = Berat benja uji kering oven

Vs = Volume Bagian Masif

Vi = Volume pori yang tidak dapat diserap air

Vp = Volume pori yang tidak dapat diersapi aspal, tetapi dapat diresapi air

Vc = Volume pori dapat diresapi aspal dan air

Bj = Berat benda uji kering permukaan

Ba = Berat benda uji dalam air

2. Aspal

Ada beberapa jenis dari aspal menurut penulis Suprpto Tm tahun 2004 diantaranya adalah :

a) Aspal Minyak

Aspal minyak bumi atau juga disebut *petroleum asphalt* adalah aspal diperoleh dari proses penyaringan minyak mentah atau *crude oil* , tetapi tidak semua jenis *crude oil* dapat menjadi aspal, semuanya tergantung dari jenisnya *crude oil* itu sendiri.

b) Aspal Karet (Asret)

Aspal karet adalah aspal hasil percampuran antara aspal minyak dan karet. Aspal semen, aspal cair atau aspal emulsi adalah yang biasa digunakan dalam aspal karet, untuk karetnya sendiri bisa dalam bentuk butiran, karet padat ataupun karet kecil.

c) Aspal alam

Aspal alam adalah jenis aspal yang diambil atau ditambah dari alam, contohnya :

1) Aspal batu beton (Asbuton) dikenal juga dengan sebutan Buton *asphalt* (Butas) adalah suatu batuan kapur (CaCO_3) yang didalamnya mengandung aspal, Batuan ini banyak terdapat di pulau Buton (Sulawesi Tenggara). Pada umumnya kandungan dari Asbuton terdiri dari 30% material bitumen, 65% bahan-bahan mineral, dan 5% material lainnya.

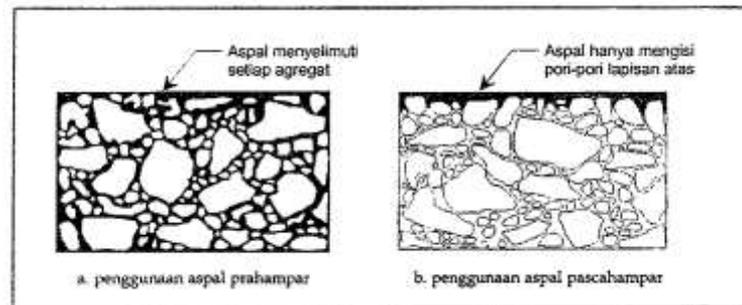
2) *Lake Asphalt* banyak didapat di (Bermuda). Kandungan dari aspal ini terdiri dari 40% bitumen, 30% bahan eteris, 25% bahan mineral, 5% bahan organik.

a) Fungsi dari aspal sebagai bshsn perkerasan jalan

Menurut (Sukirman, 2003), aspal sebagai bahan perkerasan jalan berfungsi untuk :

1) Aspal sebagai material pengikat yang memberikan daya ikat yang kuat antara aspal dan material agregat.

- 2) Aspal sebagai material *filler* atau pengisi, dapat mengisi rongga pori-pori antara partikel agregat.



Gambar 2.4 Perbedaan fungsi aspal pada lapisan perkerasan jalan

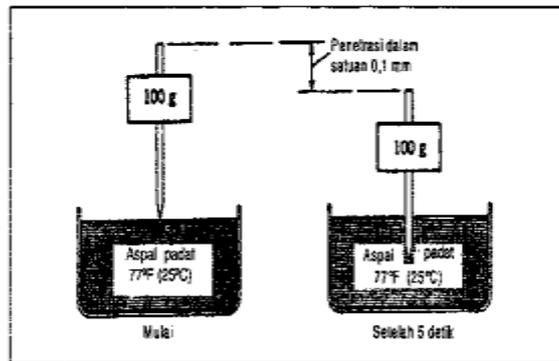
Sumber : (Silvia Sukirman, 2003)

- b) Pemeriksaan sifat dari aspal

Metode pemeriksaan material aspal :

- 1) Uji Penetrasi

Pengujian penetrasi digunakan untuk menguji kekerasan bahan aspal. Pengujian penetrasi adalah mengukur kedalaman jarum penetrator setandar secara tegak lurus ditulis dengan satuan 0,1mm pada saat kondisi beban, saat waktu dan suhu yang ditentukan. Pengujian ini dibutuhkan untuk perancangan campurannya dan berpedoman pada SNI (SNI 2430:2011, 2011).

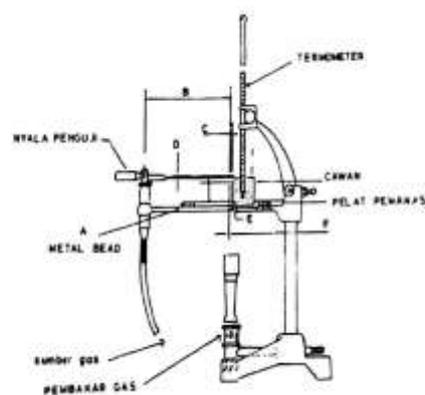


Gambar 2.5 Alat pemeriksaan uji penetrasi aspal

Sumber : (Silvia Sukirman, 2003)

2) Titik nyala aspal dan titik bakar aspal

Pengujian titik nyala dan titik bakar bertujuan untuk mengetahui suhu paling rendah aspal mulai menyala dan suhu paling rendah aspal mulai terbakar. Informasi titik nyala dan titik bakar ini diperlukan sebagai data pada proses pembuatan aspal agar menjaga keselamatan kerja (SNI 2433, 2011).



Gambar 2.6 Alat uji titik nyala aspal dan titik bakar aspal

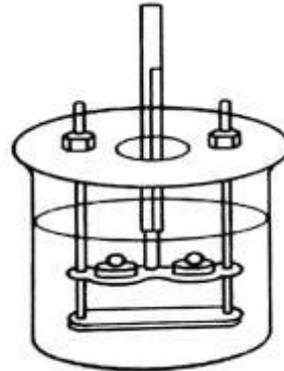
Sumber : (SNI 2433:2011, 2011)

3) Uji daktilitas

Sifat daktilitas adalah sifat pemuluran dari aspal yang dapat diukur pada saat aspal putus. Mesin alat yang digunakan dalam pemeriksaan daktilitas adalah daktilometer, berfungsi untuk mengukur pengujian daktilitas aspal yang menggunakan bak perendaman dan mesin penarik aspal dalam cetakan dan mempunyai kecepatan penarikan 50 mm per menit. Pemeriksaan ini berpedoman SNI (SNI 2432:2011, 2011).

4) Titik Lembek

Pemeriksaan titik lembek berfungsi untuk mengetahui kepekaan aspal terhadap suhu panas. Titik lembek adalah suhu aspal pada saat bola besi yang beratnya telah ditentukan menekan turun pada lapisan aspal yang masih tertahan pada cincin dengan ukuran tertentu sampai aspalnya menyentuh dasar pelat cincin dengan jarak 25,4mm sebab dari pemanasan. Data dalam pemeriksaain ini dibutuhkan dan digunakan untuk menentukan campuran beton aspal (SNI 2433, 2011).



Gambar 2.7 Alat mesin uji titik leleh *Ring and Ball*

Sumber : (SNI 2434, 2011)

5) Berat jenis aspal

Berat jenis aspal adalah perbandingan antara suatu massa benda dengan massa air pada volume dan suhu yang setara. Alat yang digunakan dalam uji ini bernama piknometer yang cara pemeriksaan berat benda dibagikan dengan volume benda. Data yang diperoleh dalam pemeriksaan ini sangat diperlukan teknisi dalam merancang campuran dari beton aspal (SNI 2441:2008, 2008).

3. Beton aspal

a) Sifat-sifat beton aspal

Karakteristik yang harus dimiliki beton aspal antara lain :

- 1) Stabilitas adalah kemampuan lapisan perkerasan beton aspal untuk menerima beban lalu lintas tanpa terjadinya perubahan bentuk tetap misalnya : bergelombang, beralur atau *bleeding*.

- 2) Durabilitas (daya tahan) adalah kemampuan lapisan perkerasan untuk dapat menahan pengikisan akibat pengaruh iklim cuaca, air hujan dan perubahan suhu maupun akibat gesekan dari roda kendaraan yang melewatinya.
- 3) Fleksibilitas adalah kemampuan dari lapisan beton aspal untuk mengikuti perubahan bentuk yang terjadi sebab dari adanya beban lalu lintas yang melewatinya tanpa menimbulkan retakan ataupun perubahan dari volume.
- 4) Kekuatan tahanan leleh (*fatigue resistance*) merupakan kemampuan dari perkerasan beton aspal untuk menerima beban berulang dari lalu lintas tanpa menyebabkan lelehan yang berupa retakan ataupun alur (*rutting*).
- 5) Tahanan geser (*skid resistance*) adalah kemampuan beton aspal untuk mengkesatkan air pada permukaan perkerasan yang ditentukan dengan koefisien gesek antara permukaan jalan dengan roda kendaraan. Sehingga kendaraan terhindar dari tergelincir akibat dari permukaan jalan yang basah.
- 6) *Work ability* / mudah dalam pelaksanaan adalah tingkat kemudahan dari campuran aspal pada saat pelaksanaan penghamparan dan pemadatan sehingga dapat diperoleh hasil yang kepadatannya memenuhi apa yang telah direncanakan (Tenriajeng, 1999).

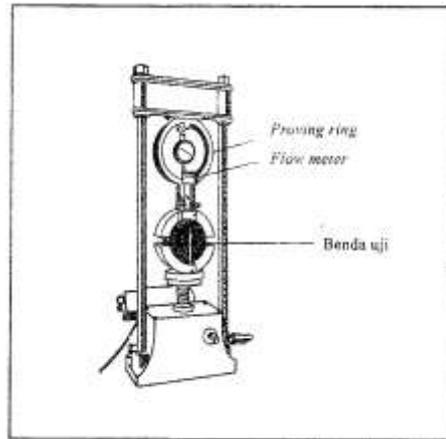
b) Pengujian *Marshall*

Kualitas kinerja campuran beton aspal padat dapat diketahui melalui pengujian marshall terhadap benda uji yang meliputi :

- a. Menentukan berat volume dari benda uji
- b. Pengujian nilai stabilitas, yaitu kemampuan dari beton aspal untuk menerima beban secara maksimum sampai terjadinya kelelahan plastis
- c. Pengujian *flow* (kelelahan), yaitu nilai perubahan bentuk plastis benda uji yang diakibatkan adanya beban sampai pada batas keruntuhan
- d. Perhitungan volume pori dalam sampel antara lain (VIM, VMA, dan VFA)
- e. Perhitungan dari Kuosien marshall, yaitu perbandingan dari nilai stabilitas dan *flow*
- f. Perhitungan film aspal (tebal selimut)

Alat Marshall adalah suatu alat tekan yang berkapasitas 22,2 KN (5000 lbf) yang dilengkapi dengan *proving ring* (cincin penguji) dan *flowmeter*. *Proving ring* digunakan untuk mengukur nilai dari stabilitas sedangkan *flowmeter* digunakan untuk mengukur *flow* atau kelelahan plastis. Benda uji untuk pengujian marshall berbentuk silinder dengan diameter benda uji 4 inchi (10,2 cm) dengan tinggi 2,5 inchi (6,35 cm). Prosedur dalam pengujian

marshall berpedoman pada SNI 06-2489-1991, atau AASHTO T 245-90, atau ASTM D 1559-76.



Gambar 2.8 Alat uji *Marshall*

Sumber : (Sukirman, 2003)

c) Berat isi campuran beton aspal

Menurut Sukirman (2003) pada hukum *Archimedes* ini dapat digunakan dalam menentukan berat isi beton aspal.

$$Gmb = \frac{Bk}{Bssd - Ba} \dots\dots\dots (7)$$

dengan :

Gmb = Berat jenis *bulkk* beton aspal

Bk = Berat kering dari beton aspal

Bssd = Berat kering dari beton aspal padat

Ba = Berat beton aspal padat di dalam air dengan suhu kamar

$Bssd - Ba =$ Volume *bulk* dari beton aspal padat, jika berat jenis air diasumsikan = 1

d) Berat jenis maksimum campuran beton aspal belum dipadatkan :

$$G_{mm} = \frac{100}{\frac{P_s - P_a}{G_{se}} + \frac{P_a}{G_a}} \dots\dots\dots (8)$$

dengan :

G_{mm} = Berat jenis maksimum dari campuran

G_a = Berat jenis aspal

G_{se} = Berat jenis efektif

P_a = Kadar aspal terhadap berat beton aspal dalam %

P_s = Kadar agregat dalam % terhadap berat beton aspal padat

e) Volume pori-pori dalam agregat (VMA)

VMA merupakan volum antara rongga pada mineral agregat dan ditulis dalam %.

$$VMA = \left(100 - \frac{G_{mb} \times P_s}{G_{sb}}\right) \dots\dots\dots (9)$$

dengan :

VMA = Rongga diantara mineral agregat dalam %

G_{sb} = Berat jenis *bulk*

G_{mb} = Berat jenis padat

P_s = Kadar agregat dalam % terhadap berat beton aspal padat

f) Rongga di dalam campuran (VIM)

VIM merupakan volum rongga dalam campuran beton beraspal yang telah dipadatkan dan dinyatakan dalam %.

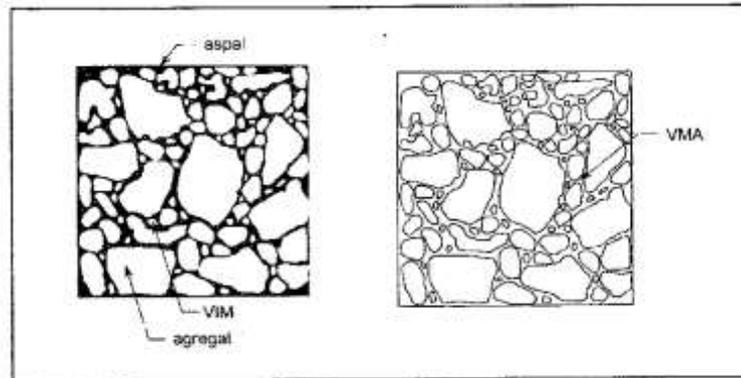
$$VIM = \left(100 \times \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}}\right) \dots\dots\dots (10)$$

dengan :

VIM = Rongga dalam campuran, %

Gmb = Berat jenis *bulk*, gr/cc

Gmm = Berat jenis maksimum campuran, gr/cc



Gambar 2.9 Gambaran pengertian VIM dan VMA

Sumber : (Silvia Sukirman, 2003)

g) Rongga yang terisi aspal (VFA)

VFA merupakan rongga-rongga yang terisi oleh aspal dan dituliskan dalam bentuk persen.

$$VFA = \frac{100 (VMA - VIM)}{VMA} \dots\dots\dots(11)$$

dengan :

VMA = Rongga diantara mineral-mineral agregat, %

VFA = Rongga terisi aspal, %

VIM = Rongga di dalam campuran, %

h) Kadar dari aspal yang terserap ke dalam pori-pori agregat (Pab)

Aspal di dalam beton yang aspal padat itu berfungsi menyelimuti butiran material agregat dan mengisi pori-pori dalam tiap-tiap butiran agregatnya (terserap masuk kedalam butir-butir agregat).

$$Pab = 100 \frac{Gse - Gsb}{Gsb \times Gse} Ga \dots\dots\dots (12)$$

dengan :

Pab = Kadar aspal yang terserap kedalam pori-pori butiran agregatnya, % dari berat material agregat

Gsb = Berat jenis (*bulk*) dari agregat penyusun beton aspal

Gse = Berat jenis efektif dari agregat penyusun campuran beraspal

Ga = Berat jenis dari aspal

i) Kadar aspal efektif yang membalut agregat (Pae)

Kadar aspal efektif adalah jumlah dari aspal yang dicampurkan ke dalam campuran beton beraspal dikurangi dengan bagian yang terserap masuk ke dalam pori-pori butiran agregat.

$$Pae = Pa - \frac{Pab}{100} Ps \dots\dots\dots (13)$$

dengan :

Pae = Kadar aspal efektif yang membalut butiran agregat, dinyatakan % dari berat campuran

Pa = Kadar aspal dari berat campuran beraspal, (%)

Ps = Kadar dari agregat, (%) terhadap berat campuran beraspal

Pab = Kadar dari aspal yang terabsorpsi kedalam pori-pori butiran agregat, (%) dari berat agregat

j) Berat jenis (*bulk*) agregat campuran (Gsb)

$$Gsb = \frac{P1+P2+P3\dots Pn}{\frac{P1}{G1} + \frac{P2}{G2} + \frac{P3}{G3} + \dots \frac{Pn}{Gn}} \dots\dots\dots (14)$$

dengan :

G_{sb} = Berat jenis (*bulk*) agregat campuran beraspal

P_1, P_2, \dots, P_n = Persentase berat masing - masing bagian terhadap bobot total material agregat dari campuran beton aspal

G_1, G_2, \dots, G_n = Berat jenis (*bulk*) masing - masing bagian agregat

k) Berat jenis efektif dari material agregat campuran (G_{se})

$$G_{se} = \frac{100 - P_a}{\frac{100}{G_{mm}} - \frac{P_s}{G_a}} \dots\dots\dots(15)$$

dengan :

G_{se} = Berat jenis efektif material agregat penyusun beton aspal yang padat

G_{mm} = Berat jenis maksimall dari campuran

P_a = Kadar aspal terhadap bobot beton beraspal padat, (%)

G_a = Berat jenis dari aspal

4. Lapisan aspal beton (Laston)

Mengutip dari Spesifikasi Campuran Beraspal Panas Menggunakan Limbah Plastik Kementrian PUPR (2019), Lapisan aspal beton atau (laston) / (*Asphalt Concrete*) adalah sesuatu campuran beraspal panas yang mempunyai gradasi material agregat yang terbilang rapat dengan penggunaan bahan pengikat berupa aspal keras penetrasi 60 / 70 tanpa dimodifikasi (*straight bitumen*).

Ada 3 macam laston yaitu :

- 1) Lapis beton permukaan limbah *plastic* (AC-WC_{LP}) adalah laston yang menggunakan aspal penetrasi 60--70 dengan ukuran dari agregat maksimall 19mm yang dipasang pada bagian jalan paling atas yang berfungsi menjadi lapisan permukaan menggunakan bahan tambahan limbah plastk.
 - 2) Lapis beton lapis antara (AC--BC_{LP}) adalah laston dengan penggunaan aspal penetrasi 60--70 dengan ukuran material agregatnya maksimall 25mm yangl etaknya dipasang antara lapisan permukaan dan lapisan pondasi dengan menggunakan bahan tambahan limbah plastik.
 - 3) Laston lapis pondasi (AC-Base_{LP}) adalah laston dengan aspal penetrasi 60-70 dengan ukuran agregat maksimum 37,5 mm yang dipasang di bawah lapis antara atau dapat juga dibawah lapis permukaan dengan bahan tambah limbah plastik.
5. Persyaratan bahan agregat

Agregat yang digunakan harus dapat membentukan camputan beraspal panas yang susunannya sesuai dengan rumus dari perbandingan campurannya dan memenuhi semua syarat-syarat yang ditentukan. Bahan agregat harus ditumpuk secara terpisah sehingga tidak saling bercampur dengan lainnya. Penyerapan air oleh material agregat adalah maksimalnya 4% seperti yang disyaratkan pada SNI 1969:2016 dan SNI 1970:2016. Selisih berat jenis (*bulk specific grafity*) agregat halus dan agregat kasar tidak boleh melebihi dari 0,2.

a) Agregat kasar

Fraksi-fraksi agregat kasar pada rancangan beton aspal harus bersih dari kontaminasi, keras, awet, tahan lama bebas dari berlempung dan bahan lain-lainnya. Fraksi-fraksi agregat kasar harus itu berupa batu pecah ataupun kerikil yang telah pecah yang mempunyai ukuran maksimum dan minimum yang telah ditentukan. Agregat kasar harus mempunyai butiran yang telah disyaratkan, Butiran agregat kasar dinyatakan dalam persen dari berat material agregat yang ukurannya lebih besar dari ayakan dengan No.4 (4,76mm) dengan satu atau lebih muka bagian pecah.

Tabel 2.1 Ketentuan agregat kasar

Jenis pengujian		Standar	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan	Natrium sulfat	SNI 3407:2008	Maks.12%
	Magnesium Sulfat		Maks.18%
Abrasi dengan mesin Los Angeles	100 putaran	SNI 2417:2008	Maks.8%
	500 putaran		Maks.40%
Kelekatan agregat terhadap aspal		SNI 2439:2011	Min.95%
Butir Pecah pada Agregat Kasar		SNI 7619:2012	95/90 ¹⁾
Partikel Pipih dan Lonjong		ASTM D4791-10 Perbandingan 1:5	Maks.10%
Material Lolos Ayakan No.200		SNI ASTM C117:2012	Maks.1%
¹⁾ 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			

Sumber : (Spesifikasi Campuran Beraspal Panas Menggunakan

Limbah Plastik Kementerian PUPR, 2019)

b) Agregat halus

Agregat halus dari sumber bahan manapun harus terdiri dari pasir penyaringan batu pecah dan lolos ayaka No.4 (4,75mm) sesuai (SNI 03-6819-2002). Fraksi agregat halus hasil pemecahan batu harus ditumpuk terpisah. Pasir boleh digunakan dalam campuran aspal namun persentase yang disarankan adalah maksimum 15% terhadap total berat agregat. Agregat halus harus bersih, keras, bebas dari lempung atau bahan yang tidak lainnya yang tidak dikehendaki.

Tabel 2.2 Ketentuan agregat halus

Jenis pengujian	Metode pengujian	Nilai
Nilai setara pasir	SNI 0-4428-1997	Min.50%
Angularitas dengan uji kadar rongga	SNI 03-6877-2002	Min. 45%
Gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat	SNI 03-4141-2015	Maks. 1%
Material lolos ayakan No.200	SNI ASTM C117:2012	Maks. 10%

Sumber : (Spesifikasi Campuran Beraspal Panas Menggunakan Limbah Plastik Kementerian PUPR, 2019)

c) Bahan pengisi (*filler*)

Bahan pengisi yang dapat ditambahkan (*filler added*) terdiri dari debu batu kapur (*limestone dust*), debu kapur padam, debu kapur magnesium, dolomit yang sesuai dengan AASHTO M30-89 (2014) yang sesuai dengan ketentuan AASHTO M30-89 (2006), abu terbang ataupun semen. Bahan pengisi/*filler* yang

akan ditambahkan itu harus kering dan juga bebas dari gumpalan dan apabila diujikan dengan metode uji pengayakan pada SNI ASTM C136:2012 harus mengandung bahan-bahan yang dari lolos ayakan dengan No.200 (0,075mm) tidak kurangnya dari 75% terhadap total berat materialnya. Campuran beraspal panas harus mengandung didalamnya berupa bahan pengisi, untuk semen kadarnya 1% sampai dengan 2% terhadap berat total agregat, sedangkan pengisi lainnya harus dalam kadar 1% sampai dengan 3% terhadap berat total agregat.

d) Gradasi agregat gabungan

Gradasi material agregat gabungan pada campuran beraspal panas yang menggunakan limbah plastik ditunjukkan dalam persen terhadap total berat agregat dan bahan pengisi. Rancangan dan perbandingan campuran untuk gradasi agregat gabungan harus mempunyai jarak terhadap batas-batas pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.3 Gradasi agregat untuk campuran beraspal

Ukuran ayakan (mm)	Persen berat lolos terhadap total agregat dalam campuran				
	Laston (HRS)		Laston (AC)		
	(WC _{LP})	(Base _{LP})	(WC _{LP})	(BC _{LP})	(Base _{LP})
37.5					100
25				100	90--100
19	100	100	100	90--100	76--90
12.5	90--100	90--100	90--100	75--90	60--78
9.5	75--85	65--90	77--90	66--82	52--71
4.75	-	-	53--69	46--64	35--54
2.36	50--72	35--55	33--53	30--49	23--41
1.18	-	-	21--40	18--38	13--30
0.600	35--60	15--35	14--30	12--28	10--22
0.300	-	-	9--22	7--20	6--15
0.150	-	-	6--15	5--13	4--10
0.075	6--10	2--9	4--9	4--8	3--7

Sumber : (Spesifikasi Campuran Beraspal Panas Menggunakan Limbah Plastik Kementerian PUPR, 2019)

e) Limbah *plastic*

Limbah *plastic* yang akan digunakan adalah harus dari hasil olahan yang sudah dipilah-pilah, dicacah dan dihaluskan kemudian dicuci. Cacahan dari limbah *plastic* yang akan digunakan harus kering dan bersih serta tidak tercampur oleh material atau bahan-bahan *organic* yang tidak diperlukan. Kadar penggunaan penambahan limbah *plastic* berkisar antara 4% sampai dengan 6% terhadap total berat aspalnya. Limbah *plastic* harus memenuhi dari persyaratan yang ditunjukkan pada *table* dibawah ini :

Tabel 2.4 Ketentuan limbah plastik

Pengujian	Standar	Persyaratan
Dimensi panjang dan lebar maksimum 5 mm (% berat)	SNI ASTM C 136-2012	90
Ketebalan (mm)	ASTM D 6988-13	Maks. 0,07
Kadar air (%)	SNI 1965-2008	Maks. 5

Sumber : (Spesifikasi Campuran Beraspal Panas Menggunakan Limbah Plastik Kementerian PUPR, 2019)

f) Aspal

Bahan aspal yang digunakan untuk campuran beraspal panas menggunakan limbah plastik adalah aspal Pen 60-70 dan harus

memenuhi persyaratan seperti yang ditunjukkan pada table dibawah ini :

Tabel 2.5 Persyaratan aspal pen 60--70

No.	Jenis Pengujian	Moode uji	Tipe I Aspal Pen. 60--70
1	Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	SNI 2456:2011	60--70
2.	Viskositas Kinematis 135°C (cSt)	ASTM D 2170-10	≥ 300
3.	Titik Lembek (°C)	SNI 2434:2011	≥ 48
4.	Daktilitas pada 25°C, (cm)	SNI 2432:2011	≥ 100
5.	Titik Nyala (0 °C)	SNI 2433:2011	≥ 232
6.	Kelarutan dalam Trichloroethylene (%)	SNI 2438:2015	≥ 99
7.	Berat Jenis	SNI 2441:2011	≥ 1,0
Pengujian Residu hasil TFOT (SNI-06-2440-1991) atau RTFOT(SNI-03-6835-2002) :			
8.	Berat yang Hilang (%)	SNI 06-2440-1991 atau SNI 03-6835-2002	≤ 0,8
9.	Penetrasi pada 25°C (%)	SNI 2456:2011	≥ 54
10.	Daktilitas pada 25°C (cm)	SNI 2432:2011	≥ 100

Sumber : (Spesifikasi Campuran Beraspal Panas Menggunakan Limbah Plastik Kementerian PUPR, 2019)

g) Campuran

Sifat campuran beraspal panas menggunakan limbah plastic harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut yang ditunjukkan pada table di bawah ini :

Tabel 2.6 Persyaratan sifat-sifat campuran Lataston menggunakan limbah plastik

Sifat campuran	Standar pengujian	Lataston (HRS)	
		(WCLP)	(BaseLP)
Kadar aspal efektif (%)	-	Min. 5,9	Min. 5,5
Jumlah tumbukan per bidang	-	75	
Penyerapan aspal (%)	AASHTO M 323	Maks. 1,7	
Rongga dalam campuran (VIM, %)		4 -- 6	
Rongga di antara mineral agregat (VMA, %)		Min. 18	Min. 17
Rongga terisi aspal (VFB, %)		Min. 68	
Stabilitas (kg)	ASTM D6927-06 dan ASTM D5581-07a	Min. 900	

Pelelehan (mm)		Min. 3
Stabilitas marshall sisa setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C ⁽²⁾	SNI 6753:2015	Min. 90

Sumber : (Spesifikasi Campuran Beraspal Panas Menggunakan Limbah Plastik Kementerian PUPR, 2019)

Tabel 2.7 Persyaratan sifat-sifat campuran laston menggunakan limbah *plastic*

Sifat Campuran	Standar pengujian	Laston (AC)		
		(WC _{L,P})	(BC _{L,P})	(Base _{L,P})
Jumlah tumbukan per bidang	-	75		112 ⁽¹⁾
Rasio abu terhadap aspal	AASHTO M 323	0,6 – 1,4		
Rongga dalam campuran (VIM, %)		3,0 – 5,0		
Rongga di antara mineral agregat (VMA, %)		Min. 15	Min. 14	Min. 13
Rongga terisi aspal (VFB, %)		Min. 65		
Stabilitas (kg)	ASTM D6927-06 dan	Min. 900		Min. 2000 ⁽¹⁾
Pelelehan (mm)	ASTM D5581-07a	2 – 4		3 – 6
Stabilitas marshall sisa setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C ⁽²⁾	SNI 6753:2015	Min. 90		
Catatan :				
1) Modifikasi marshall sesuai ASTM D 5581-07a (diameter benda uji 15 cm).				
2) Sebagai alternatif pengujian kepekaan terhadap pengaruh air dapat dilakukan sesuai AASHTO T283-14. Pengondisian beku cair (<i>freeze thaw conditioning</i>) tidak diperlukan. Nilai <i>Indirect Tensile Strength</i> (ITSR) minimum 80% pada VIM (rongga dalam campuran) 7% ± 0,5%. Untuk mendapatkan VIM 7% ± 0,5%, buat benda uji marshall dengan variasi tumbukan pada kadar aspal optimum, misal 2 x 25 tumbukan, 2 x 50 tumbukan dan 2 x 75 tumbukan. Kemudian dari setiap benda uji tersebut, hitung nilai VIM dan buat hubungan antara jumlah tumbukan dan VIM. Dari grafik tersebut dapat diketahui jumlah tumbukan yang memiliki nilai VIM 7% ± 0,5%, kemudian lakukan pengujian ITS untuk mendapatkan <i>Tensile Strength Ratio</i> (TSR) sesuai SNI 6753:2015 tanpa pengondisian -18±3°C.				

Sumber : (Spesifikasi Campuran Beraspal Panas Menggunakan Limbah Plastik Kementerian PUPR, 2019)

B. Tinjauan Pustaka

1. Penelitian **Sevil**, 2016, dengan ditambahkannya *plastic* sebanyak 1--4% Plastik jenis (*High Density Polyethylene*) (HDPE) sebagai campuran beraspal perkerasan jalan, telah didapatkan hasil dengan ditambahkannya *plastic* (HDPE) sebanyak 3--4% mendapatkan hasil yang positif terhadap nilai

tes marshall. Sedangkan pada penambahan *plastic* (HDPE) melebihi 4% didapatkan hasil karakteristik marshall yang tidak terpenuhi, dan jika campuran (HDPE) kurang dari 2% didapatkan campuran aspal beton yang tidak fleksibel atau nilai *flow*nya tidak terpenuhi syarat spesifikasi.

2. **Savita, dkk**, 2016, telah melakukan penelitian penambahan limbah plastik pada campuran beraspal dengan variasi campuran sebesar : 4,5% / 5% / 7,5% / 10%; dan 12,5% terhadap tptal berat aspal. Sedangkan variasi kadar aspalnya yang telah digunakan itu sebesar: 4,5% / 5% / 5,5% dan 6% terhadap total agregat yang lolos saringan dengan ukuran 4,75mm dan tertahan pada saringan ukuran 2,36mm, mendapatkan hasil bahwa kadar aspal 6% dan kadar plastik 7,5% memenuhi syarat nilai stabilitas marshall.
3. **Eriyono, dkk**, 2017, bahwa penelitian yang dilakukannya memperoleh hasil pada penggunaan limbah plastik (HDPE) dengan kadar 3% dan 6% dapat memenuhi syarat spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi III.
4. **Rahmawati**, 2017, dengan menambahkan *Polypropilene* (PP) dan *High Density Polyethylene* sebesar 0% 2% 4% dan 6% dari total berat aspalnya, telah didapatkan kesimpulan bahwa nilai dari stabilitasnya, *flow* dan juga (VFB) memiliki kecenderungan yang positif peningkatan dengan

ditambahkannya kadar *plastic* (PP) dan *plastic* (HDPE) yang digunakan sampai dengan 8% dari berat aspal. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan (PP) dan (HDPE) pada kadar 3%--6% akan menghasilkan nilai dari (VIM) dan nilai dari (VMA) yang memenuhi dan masuk spesifikasi nilai marshall.

5. **Sumiati, dkk.** 2019, hasil dari penelitian yang telah dilakukan pada benda uji campuran laston AC-BC dengan menambahkan limbah plastik HDPE diperoleh hasil sebagai berikut :

1) Aspal modifikasi yang ditambahkan limbah *plastic* HDPE akan memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum Divisi 6 Revisi 3, Bina Marga, tahun 2010 adalah dengan kadar campuran limbah plastik sebesar kurang dari 4%.

2) Kadar limbah plastik HDPE yang dapat ditambahkan agar didapatkan campuran beton aspal yang memenuhi nilai karakteristik marshall adalah berkisar antara 2% sampai dengan 4% terhadap berat aspal.

6. **Bustamin, dkk.** 2016, telah melakukan penelitian dengan judul Karakteristik Campuran AC-WC dengan Penambahan Limbah Plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE) dengan hasil penelitiannya adalah bahwa penambahan limbah plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE) pada campuran beton aspal lapis

AC-WC dapat menambah volumetric campurannya, dimana campuran beton aspal yang telah ditambahkan dengan limbah plastik (LDPE) akan menurunkan nilai VIM dan VMA. Sedangkan nilai VFB akan mengalami kenaikan. Jika berdasarkan sifat fisik campurannya mengalami kenaikan dan penurunan yang tidak stabil.

7. **Franky E. P. Lapian**, dkk. (2019). Dalam jurnal penelitiannya PENGARUH LIMBAH PLASTIK PET (*POLYETHYLENE TEREPHTHALATE*) TERHADAP NILAI KADAR ASPAL OPTIMUM CAMPURAN AC-WC hasil yang diharapkan adalah : pemanfaatan limbah plastik tipe (PET) sebagai bahan tambah campuran aspal beton AC-WC dapat meningkatkan nilai kadar aspal optimum pada masing-masing benda uji. Dapat merumuskan hubungan antara nilai stabilitas dengan kadar penggunaan limbah plastik jenis (PET).
8. **Wantoro, W., dkk**, 2010 bahwa : berdasarkan penelitian dan analisa dari penambahan plastik (LDPE) sebagai *filler* campuran beton aspal telah diperoleh hasil sebagai berikut :
 - a. Nilai VIM pada penambahan LDPE 2% meningkat dengan rata-rata 9,77%, penambahan LDPE 4% meningkat dengan rata-rata 11,56%, dan penambahan LDPE 6% meningkat dengan rata-rata 13,75%.

- b. Nilai VMA pada penambahan LDPE 2% meningkat dengan rata-rata 2,88%, penambahan LDPE 4% meningkat dengan rata-rata 3,15%, dan penambahan LDPE 6% meningkat dengan rata-rata 4,18%.
 - c. Nilai VFA pada penambahan LDPE 2% menurun dengan rata-rata 2,80%, penambahan LDPE 4% menurun dengan rata-rata 3,46%, dan penambahan LDPE 6% menurun dengan rata-rata 4,14%.
9. Penelitian dari **Veranita, dkk**, 2020, mendapatkan hasil yang diperoleh dari penambahan plastik ke dalam campuran beton aspal adalah sebagai berikut :
- a. Kadar aspal optimum pada campuran laston AC-BC dengan penambahan plastik kresek 6% adalah sebesar 5,5%, pada kadar plastik kresek 9% adalah 6,25%. Kesimpulannya adalah penambahan plastik kresek akan meningkatkan nilai Kadar Aspal Optimum.
 - b. Hasil pengujian rendaman selama 30 menit dan 24 jam menunjukkan hasil yang memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga revisi I divisi VI, dengan nilai stabilitas tertinggi adalah pada kadar 6% penambahan plastik kresek dan nilai stabilitas yang terendah adalah pada kadar 9% penambahan plastik kresek.

- c. Hasil pengujian durabilitas pada campuran beton aspal AC-BC dengan kadar penambahan plastik sebesar 6% adalah 96,238% dan pada kadar 9% adalah 95,927%.

10. Penelitian **Fitri, S.,dkk**, (2018), dengan hasil penelitiannya bahwa penambahan limbah plastik bekas dapat mempengaruhi karakteristik nilai marshall yang terutama pada nilai stabililitasnya. Penggunaan limbah plastik pada kadar 1,3% terhadap berat aspal mempunyai nilai stabilitas dan durabilitas sebesar 1470,48 kg, 1286,42 kg dan 87,48%, pada kadar 3,3% limbah plastik yang ditambahkan menghasilkan nilai stabilitas dan durabilitas sebesar 1476,28 kg, 1316,35 kg dan 89,17%, sedangkan pada kadar 5,3% penambahan limbah plastik diperoleh nilai stabilitas dan durabilitas sebesar 1481,83 kg, 1338,68 kg dan 90,34% pada lama perendaman 30 menit dan 24 jam.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Pada penelitian Pengaruh Pemanfaatan Limbah Plastik Kresek Sebagai Bahan Tambah Campuran Laston (AC-BC) Terhadap Hasil Tes Marshall, penulis menggunakan metode eksperimental. Akan dilakukan penambahan limbah plastik kresek yang diambil dari tempat pembuangan sampah Kota Tegal dengan kadar yang telah ditentukan yaitu 0%; 3%; 6%; 9%; 12%, 15% sebanyak 3 sampel pada setiap variasi pada campuran beraspal panas selanjutnya akan dilakukan uji marshall pada benda uji yang telah dibuat.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

1. Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilakukan pada 1 Maret 2021 – 1 Juli 2021

2. Tempat Penelitian

Tempat penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik PT NISAJANA HASNA RIZQY yang beralamatkan di Jalan Raya Yomani--Guci Km.3 Desa Danawarih, Kecamatan Balapulang, Kabupaten Tegal dan Laboratorium Teknik Sipil Universitas Pancasakti Tegal.

C. Sampel dan Teknik Pengambilan Sampel

Dalam penelitian ini, yang berjudul Pengaruh Pemanfaatan Limbah Plastik Kresek Sebagai Bahan Tambah Campuran Laston (AC-BC) Terhadap Hasil Tes Marshall, bahan agregat yang digunakan diambil dari material AMP PT. NISAJANA HASNA RIZQY ini yang merupakan material agregat hasil dari proses pemecahan batu menggunakan mesin pemecah batuan (*stone crusher*).

D. Variabel Penelitian

Variabel penelitian Pengaruh Pemanfaatan Limbah Plastik Kresek Sebagai Bahan Tambah Campuran Laston (AC-BC) Terhadap Hasil Tes Marshall, jenis campuran beton beraspal yang akan diteliti adalah penambahan limbah plastik kresek yang diambil dari tempat pembuangan sampah (TPS) Kota Tegal dengan kadar yang ditentukan yaitu :

1. Kadar limbah plastik 0%, sebanyak 3 sampel.
2. Kadar limbah plastik 3%, sebanyak 3 sampel.
3. Kadar limbah plastik 6%, sebanyak 3 sampel.
4. Kadar limbah plastik 9%, sebanyak 3 sampel.
5. Kadar limbah plastik 12%, sebanyak 3 sampel.
6. Kadar limbah plastik 15%, sebanyak 3 sampel.

E. Metode Pengumpulan Data

1. Formulir pengujian abrasi agregat menggunakan mesin abrasi *Los Angeles* :

SNI 2417:2008

Lampiran B (normatif)

Formulir pengujian

Formulir pengujian keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles

No. Contoh : Tanggal :
Pekerjaan : Dikerjakan :
Diperiksa :

Gradasi pemeriksaan		Jumlah putaran = putaran	
Ukuran saringan		I	II
Lolos	Tertahan	Berat (a)	Berat (a)
76,2 (3")	63,5 (2 ½")		
63,5 (2 ½")	50,8 (2")		
50,8 (2")	38,1 (1 ½")		
38,1 (1 ½")	25,4 (1")		
25,4 (1")	19,1 (¾")		
19,1 (¾")	12,7 (½")		
12,7 (½")	9,52 (3/8")		
9,52 (3/8")	6,35 (1/4")		
6,35 (1/4")	4,75 (No. 4)		
4,75 (No. 4)	2,36 (No. 8)		
Jumlah berat			
Berat tertahan saringan No. 12 sesudah percobaan (b)			

I. a = gram II. a = gram
b = gram b = gram
a - b = gram a - b = gram

$$\text{Keausan I} = \frac{a - b}{a} \times 100\% =$$

$$\text{Keausan II} = \frac{a - b}{a} \times 100\% =$$

Keausan rata - rata =

Penyelia,

Teknisi,

F. Metode Analisa Data

Data dari hasil masing-masing pengujian yang sudah didapat didalam formulir-formulir pengujian, selanjutnya data-data tersebut akan dianalisa dan dihitung terlebih dahulu sesuai dengan metode uji yang ada dalam SNI sehingga menghasilkan data-data pengujian yang sesuai dengan standar.

1. Pengujian abrasi agregat menggunakan mesin abrasi *Los Angeles* :

$$\text{Keausan} = \frac{a-b}{a} \times 100\% \dots\dots\dots(16)$$

dengan :

a = berat benda uji semula, gram

b = berat benda uji tertahan saringan No.12 (1,70 mm), gram

2. Pengujian saringan agregat:

$$A = \frac{W_1}{W_2} \times B \dots\dots\dots(17)$$

dengan :

A = massa setiap ukuran pada jumlah contoh uji total

W_1 = massa setiap fraksi lolos saringan No.4 (4,75 mm)

W_2 = massa bagian yang berkurang pada contoh uji lolos saringan No.4 (4,75 mm)

B = jumlah massa agregat halus dari agregat gabungan

3. Pengujian tes *Marshall* :

$$f = e - d \dots\dots\dots(18)$$

$$g = \frac{c}{f} \dots\dots\dots(19)$$

$$h = \frac{(100-b)g}{\frac{(100-b)}{Gse} + \frac{b}{f}} \dots\dots\dots(20)$$

$$i = 100 - \frac{(100-b)g}{Gsb} \dots\dots\dots(21)$$

$$j = 100 - \frac{100 \times g}{h} \dots\dots\dots(22)$$

$$k = \frac{100(i-j)}{i} \dots\dots\dots(23)$$

$$n = \text{bacaan dari arloji} \times \text{factor kalibrasi alat} \times \text{koreksi benda uji} \dots(24)$$

$$p = \frac{n}{o} \dots\dots\dots(25)$$

$$q = b - \frac{\text{Abs Asp}(100-b)}{100} \dots\dots\dots(26)$$

$$Gsb = \frac{100}{\frac{\%BP BT}{BJ AB BT} + \frac{\%BP 1/2''}{BJ BP 1/2''} + \frac{\%BP 3/4''}{BJ BP 3/4''} + \frac{\%F}{BJ F}} \dots\dots\dots(27)$$

$$Gse = \frac{100 - \%Aspal opt.}{\frac{100}{Gmm} + \frac{\%Aspal opt.}{T}} \dots\dots\dots(28)$$

$$\text{Abs Asp} = 100 \times \frac{Gse - Gsb}{Gse \times Gsb} \times T \dots\dots\dots(29)$$

dimana :

a = Tebal dari sampel benda uji, (mm)

b = Persentase dari berat total campuran, (%)

c = Berat dari sampel benda uji kering, (gr)

d = Berat dari sampel benda uji di dalam air, (gr)

e = Berat dari sampel benda uji pada kondisi jenuh, (gr)

f = Volume dari sampel benda uji, (cc)

g = Berat dari isi (Kepasatan), (gr/cc)

h = Berat jenis maksimum secara teoritis (Gmm), (gr/cc)

- i = Rongga-rongga di antara agregat (VMA), (%)
- j = Rongga-rongga di dalam campuran (VIM), (%)
- k = Rongga-rongga yang terisi oleh aspal (VFA), (%)
- n = Stabilitas sampel benda uji, (kg)
- o = Kelelehan atau flow, (mm)
- p = Hasil bagi dari *marshall* (*Marshall Quotient*), (kg/mm)
- q = Kadar aspal efektif campuran, (%)
- T = Berat jenis dari aspal, (gr/cc)
- Gsb = Berat jenis mentah agregat campuran, (gr/cc)
- Gse = Berat jenis efektif dari agregat, (gr/cc)
- Abs Asp = Penyerapan dari aspal, (%)

G. Instrumen Penelitian

1. Alat

- a. Satu set alat saringan / ayakan ukuran sesuai standar dari ASTM
- b. Mesin getar / *Sieve shaker*
- c. Timbangan digital elektrik ketelitian mencapai 0,1 gram
- d. *Cone* dan *tamper*
- e. Oven
- f. Termometer
- g. Tempat atau wadah air
- h. Gelas pengukur
- i. Piknometer dengan kapasitas 30ml
- j. Gelas bejana dengan kapasitas 1liter / 1000ml

- k. Cawan aluminium
- l. Alat pengujian *marshall* 1 set
- m. *Mold*/cetakan *specimen* sesuai standar
- n. Alat tumbuk manual
- o. Alat tumbuk otomatis elektrik
- p. Alat pendorong benda uji hidrolik (*extruder*)
- q. Pemanas air listrik (*water bath*)
- r. Wajan
- s. Kompor
- t. Bak penampung kapasitas 8liter
- u. Alat Desikator
- v. Wadah dan penampan
- w. Sikat kawat
- x. Kuas
- y. Sepatula
- z. Sendok penyerok material



Gambar 3.1 Alat *Marshall*



Gambar 3.2 *Water bath*



Gambar 3.3 Oven



Gambar 3.4 Alat penumbuk otomatis



Gambar 3.5 Alat pengeluar benda uji



Gambar 3.6 Termometer



Gambar 3.7 Timbangan digital



Gambar 3.8 Mistar geser



Gambar 3.9 Alat penimbang dalam air



Gambar 3.10 Kempor



Gambar 3.11 Wajan



3.12 Spatula



Gambar 3.13 Cetakan *mold* untuk benda uji



Gambar 3.14 Kuas

2. Bahan

- a. Aspal Pertamina penetrasi 60/70
- b. Batu split sebagai agregat kasar dan halus
- c. Bahan pengisi atau *filler* berupa semen merek Tigaroda
- d. Limbah plastik kresek diambil dari tempat pembuangan sampah (TPS) Kota Tegal

3. Tahap Pengujian

a. Tahap I

Pada tahap ini meliputi proses dari persiapan ketersediaan bahan-bahan dan peralatan-peralatan yang akan digunakan / dipakai dalam proses-proses penelitian, sehingga pada saat pelaksanaan tahap selanjutnya dapat dikerjakan dengan lancar.



Gambar 3.15 Pengambilan sampel plastik kresek dari TPS Kota

Tegal



Gambar 3.16 Sampel sampah plastik kresek yang sudah dipilah



Gambar 3.17 Sampel sampah plastik yang sudah dicacah dan

dicuci

b. Tahap II

Pada tahap ini dilakukan pengujian fisik agregat dan pembuatan benda uji dengan cara membuat perencanaan campuran (*desain mix formula*) dari PT. NISAJANA HASNA RIZQY,

selanjutnya melakukan pengujian *marshall* pada benda uji yang telah dibuat.

Berikut adalah langkah kerja pada tahap ini :

- 1) Pengujian sifat fisik agregat
 - a. Pengujian analisis saringan agregat (SNI ASTM C136:2012)
 - b. Pengujian keausan agregat (SNI 2417:2008)
 - 2) Proses pembuatan benda untuk uji *marshall*
 - 3) Proses pengujian tes *marshall*
- c. Tahap III

Pada tahap ini data-data yang telah didapat pada pengujian benda uji dengan menggunakan tes *marshall* dikumpulkan dan dianalisa, sehingga akan didapat suatu kesimpulan hasil dari penelitian ini.

4. Sampel benda uji

Sampel-sampel campuran beton beraspal panas menggunakan limbah plastic berbentuk tabung dengan diameter yang telah ditentukan yaitu 101,6 mm dengan tingginya 50--70 mm. berikut ini adalah langkah-langkah pengujian *marshall* menurut (SNI 06-2489-1991, 1991) :

Persiapan pada pembuatan benda uji antarlain :

- a) Panaskan agregat menggunakan oven pada suhu 105 derajat Celsius – 110 derajat Celsius dengan waktu minimum selama 4 jam.
- b) Mengelompokkan agregat sesuai fraksi.



Gambar 3.18 Pengelompokan agregat sesuai fraksi-fraksi

- c) Memanaskan aspal pada tingkat kekentalan yang sesuai pedoman (viskositas) yang telah disyaratkan pada saat proses pencampuran maupun pada saat proses pemadatan.



Gambar 3.19 Pemanasan aspal sampai suhu 150 derajat celcius

- d) Proses pencampuran dilakukan sebagai berikut :
- 1) Berat specimen dibuat 1200 gram, agar didapat spesimen dengan ukuran tinggi $63,5 \text{ mm} \pm 1,27 \text{ mm}$.
 - 2) Memanaskan wadah untuk pencampuran agregat sekitar 28 derajat Celsius diatas suhu pencampuran aspal padat, apabila menggunakan aspal cair pemanasan 140 derajat Celsius diatas suhu pencampuran.
 - 3) Mencampurkan agregat, limbah plastik dan aspal yang telah dipanaskan suhunya pada suhu yang telah disyaratkan, kemudian mengaduknya sampai pada keadaan yang homogen.



Gambar 3.20 Pencampuran limbah plastik kadar 3%



Gambar 2.21 Pencampuran limbah plastik kadar 6%



Gambar 2.22 Pencampuran limbah plastik kadar 9%



Gambar 3.23 Pencampuran limbah plastik kadar 12%



Gambar 3.24 Pencampuran limbah plastik kadar 15%

e) Proses pemadatan pada pembuatan benda uji dilakukan sebagai berikut :

- 1) Memanaskan bagian ujung dari alat penumbuk dan cetakan specimen sampai dengan suhu sekitar $93,3^{\circ}\text{C}$ – $148,9^{\circ}\text{C}$
- 2) Memasang cetakan pada alat penumbuk dengan benar.



Gambar 3.25 Pemasangan cetakan pada alat mesin penumbuk

- 3) Melapisi satu lembar kertas penghisap pada permukaan cetakan.



Gambar 3.26 Pelapisan kertas pada permukaan cetakan

- 4) Campuran yang sudah tercampur dengan rata dimasukkan ke dalam cetakan kemudian menusuk-nusuk campuran dengan keras menggunakan spatula yang telah dipanaskan sebanyak 15 kali tusukan.



Gambar 3.27 Proses pemasukan campuran ke dalam cetakan

- 5) Menumbuk menggunakan mesin penumbuk sebanyak 75 kali tumbukan pada bagian atas dan bawah.



Gambar 3.28 penumbukan 75 kali bagian atas dan bagian bawah

- 6) Setelah proses penumbukkan selesai, melepaskan cetakan *mold* dari alat penumbuk, dan kemudian menunggu sampai suhunya mendingin.
- 7) Mengeluarkan benda uji dengan hati-hati, letakkan pada permukaan yang rata kemudian diamkan selama 24 jam pada suhu kamar.



Gambar 3.29 Pengeluaran benda uji setelah 24 jam

- f) Persiapan proses pengujian
- 1) Untuk mendapatkan hasil yang akurat, bersihkan permukaan setian benda uji (spesimen).
 - 2) Memberi tanda pada setiap benda uji sesuai dengan kadar atau desain campurannya dan mencatatnya.



Gambar 3.30 Pemberian tanda pada sampel benda uji

- 3) Mengukur tinggi benda uji dengan menggunakan mistar geser dan mencatatnya.



Gambar 3.31 Pengukuran tinggi benda uji

- 4) Menimbang benda uji pada keadaan kering dan mencatatnya.



Gambar 3.32 Penimbangan berat kering

- 5) Merendam benda uji di dalam air pada suhu kamar selama 24 jam.



Gambar 3.33 Perendaman benda uji selama 24 jam

- 6) Menimbang benda uji di dalam air untuk mendapatkan volume dan mencatatnya.



Gambar 3.34 Penimbangan benda uji dalam air

- 7) Menimbang benda uji pada kondisi jenuh (SSD) dan mencatatnya.



Gambar 3.35 Penimbangan benda uji pada kondisi SSD

- g) Pengujian

Perlu diperhatikan, segera lakukan pengujian benda uji pada alat pengujian setelah benda uji diangkat dari tempatnya tidak melebihi 30 detik. Proses pemeriksaan sebaiknya dilakukan oleh dua orang. Berikut adalah langkahnya :

- 1) Merendam benda uji ke dalam bak perendaman (*water bath*) selama 30-40 menit dengan suhu tetap 60 derajat Celsius.



Gambar 3.36 Perendaman pada suhu 60 derajat Celcius

selama 30 menit

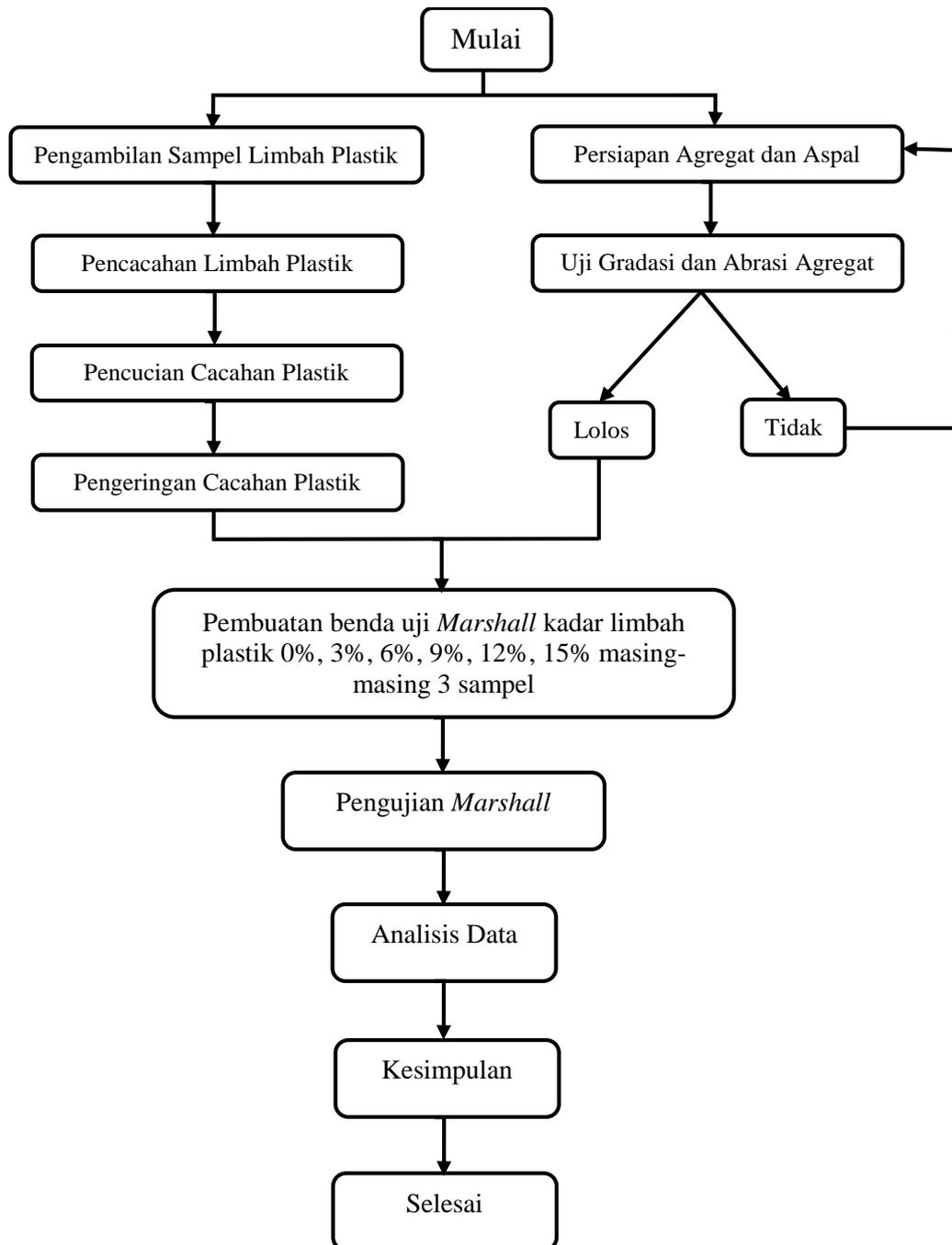
- 2) Mengeluarkan benda uji dari *water bath* kemudian pasang pada alat penguji.
- 3) Meletakkan alat penekan berikut benda uji di atas alat uji *marshall*, kemudian luruskan dengan *proving ring*.



Gambar 3.37 Pemasangan ke atas alat marshall

- 4) Memasang arloji pengukur *flow* pada dudukannya dan mengatur jarum pengukur pada angka nol
- 5) Menahan batang pengukut (*sleeve*) agar tidak bergeser dari segmen atas kepala penekan.
- 6) Mengatur alat penekan beserta benda uji sampai menyentuh batang *proving ring*.
- 7) Mengatur jarum pengukur *flow* ke angka nol.
- 8) Lakukan pemeriksaan tingkat dari nilai stabilitas sampai dengan pada kondisi dari beban yang maksimum.
- 9) Memeriksa dengan teliti nilai kelelahan plastis *flow* pada saat benda uji mencapai pada tingkat stabilitasnya maksimum.

H. Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.38 Diagram alur penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1) Hasil pengujian sifat fisik agregat

Hasil pengujian sifat fisik agregat yang digunakan dalam penelitian ini akan dijelaskan pada table-tabel di bawah ini. Berdasarkan hasil dari pengujian agregat yang diambil dari material AMP PT. NISAJANA HASNA RIZQY ini yang merupakan material batuan hasil dari proses pemecahan batu menggunakan mesin pemecah batuan (*stone crusher*) yang pengujiannya dilakukan di laboratorium teknik PT. NISAJANA HASNA RIZQY dan laboratorium Teknik Sipil Universitas Pancasakti Tegal dengan rincian hasil sebagai berikut :

a. Keausan

Keausan adalah perbandingan antara bobot agregat yang hilang atau terkikis oleh bola-bola besi terhadap berat total agregat pada awal pengujian. Pengujian keausan dilakukan menggunakan alat uji abrasi *Los Angeles* dengan putaran sebanyak 500 kali dan menambahkan bola-bola besi sebanyak 11 buah untuk dimasukkan dan di putar bersamaan bersama agregat yang akan diuji ke dalam mesin abrasi *Los Angeles*. Dari pengujian ini dihasilkan nilai keausan agregat kasar sebesar 31%. Nilai keausan agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini masih masuk dalam spesifikasi yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini yang bersumber

dari (Spesifikasi Campuran Beraspal Panas Menggunakan Limbah Plastik Kementerian PUPR, 2019) yaitu maksimal sebesar 40%.
Dibawah ini adalah hasil dari pengujian keausan yang diuraikan dalam bentuk tabel pada hasil pengujian :

Tabel 4.1 Hasil pengujian keausan agregat kasar

Gradasi Agregat		Jumlah Putaran = 500 Putaran	
Ukuran Saringan		Jumlah Bola Besi = 11 Buah	
Lolos	Tertahan	Berat 1	Berat 2
19,1 (3/4")	12,7 (1/2")	2.500,8	2.500,0
12,7 (1/2")	9,52 (3/8")	2.500,0	2.500,2
9,52 (3/8")	6,35 (1/4")		
6,35 (1/4")	4,75 (No.4)		
Jumlah Berat (a)		5.000,8	5.000,2
Berat tertahan saringan No.12 sesudah pengujian (b)		3.527,7	3.375,3
1. a = 5.000,8 gram b = 3.527,7 gram a-b = 1.473,1 gram Keausan 1 = $\frac{a-b}{a} \times 100\% = 29,45\%$		2. a = 5.000,2 gram b = 3.375,3 gram a-b = 1.624,9 gram Keausan 2 = $\frac{a-b}{a} \times 100\% = 32,49\%$	
Keausan rata-rata = 30,97% Dibulatkan = 31%			

b. Gradasi agregat

Gradasi adalah susunan butir agregat sesuai ukurannya. Dengan pemeriksaan analisis saringan dapat mengetahui gradasi agregat. Pemeriksaan uji analisis saringan agregat adalah metode pemeriksaan yang telah digunakan untuk menguji pembagian-pembagian partikel agregat kasar dan halus dengan cara penyaringan. Pengujian gradasi agregat ini berpedoman pada

(Metode uji untuk analisis saringan agregat halus dan agregat kasar SNI ASTM C 136-06, IDT). Berikut adalah rincian hasil pengujian analisis saringan :

Tabel 4.2 Hasil pengujian analisis saringan agregat abu batu

Saringan	Massa tertahan	Jumlah tertahan	Persentase kumulatif		Spesifikasi
			Gram (a)	Gram (b)	
76,2 mm (3 inci)	0	0	0	100	
63,5 mm (2,5 inci)	0	0	0	100	
50,8 mm (2 inci)	0	0	0	100	
36,1 mm (1,5 inci)	0	0	0	100	
25,4 mm (1 inci)	0	0	0	100	
19,1 mm (3/4 inci)	0	0	0	100	
12,7 mm (1/2 inci)	0	0	0	100	
9,52 mm (3/8 inci)	0	0	0	100	
4,75 mm (No.4)	0	0	0	100	
2,36 (No.8)	136,3	136,3	13,13	86,87	
1,18 mm (No.16)	195,8	332,1	32,00	68,00	
0,6 mm (No.30)	150,9	483,0	46,54	53,46	
0,3 mm (No.50)	189,2	672,2	64,77	35,23	
0,15 mm (No.100)	182,2	854,4	82,32	17,68	
0,075 mm (No.200)	93,2	947,6	91,31	8,69	
Pan	90,2	10038	100		
Jumlah berat benda uji 1.038 gram					
Modulus kehalusan					

Tabel 4.3 Hasil pengujian analisis saringan agregat ukuran maksimal ½”

Saringan	Massa tertahan	Jumlah tertahan	Persentase kumulatif		Spesifikasi
			Gram (a)	Gram (b)	
76,2 mm (3 inci)	0	0	0	100	
63,5 mm (2,5 inci)	0	0	0	100	
50,8 mm (2 inci)	0	0	0	100	
36,1 mm (1,5 inci)	0	0	0	100	
25,4 mm (1 inci)	0	0	0	100	
19,1 mm (3/4 inci)	0	0	0	100	
12,7 mm (1/2 inci)	0	0	0	100	
9,52 mm (3/8 inci)	932,7	932,7	22,58	77,42	
4,75 mm (No.4)	1905,1	2837,8	68,70	31,30	

2,36 (No.8)	1001,0	3838,8	92,94	7,06	
1,18 mm (No.16)	203,7	4042,5	97,87	2,13	
0,6 mm (No.30)	40,8	4083,2	98,86	1,14	
0,3 mm (No.50)	4,4	4087,6	98,96	1,04	
0,15 mm (No.100)	10,9	4098,5	99,23	0,77	
0,075 mm (No.200)	5,2	4103,7	99,35	0,65	
Pan	26,8				
Jumlah berat benda uji 4.130,5 gram					
Modulus kehalusan					

Tabel 4.4 Hasil pengujian analisis saringan agregat ukuran maksimal $\frac{3}{4}$ "

Saringan	Massa tertahan	Jumlah tertahan	Persentase kumulatif		Spesifikasi
			Tertahan (c)	Lolos (d)	
mm (inci)	Gram (a)	Gram (b)			
76,2 mm (3 inci)	0	0	0	100	
63,5 mm (2,5 inci)	0	0	0	100	
50,8 mm (2 inci)	0	0	0	100	
36,1 mm (1,5 inci)	0	0	0	100	
25,4 mm (1 inci)	0	0	0	100	
19,1 mm (3/4 inci)	0	0	0	100	
12,7 mm (1/2 inci)	3902,6	3902,6	59,89	40,11	
9,52 mm (3/8 inci)	2150,2	6052,8	92,89	7,11	
4,75 mm (No.4)	403,0	6455,8	99,07	0,93	
2,36 (No.8)	21,7	6477,5	99,41	0,59	
1,18 mm (No.16)	0,4	6477,9	99,41	0,59	
0,6 mm (No.30)	0,5	6478,4	99,42	0,58	
0,3 mm (No.50)	1,3	6479,7	99,44	0,56	
0,15 mm (No.100)	6,4	6486,1	99,54	0,46	
0,075 mm (No.200)	7,9	6494,0	99,66	0,34	
Pan	22,2	6516,2			
Jumlah berat benda uji 6516,2 gram					
Modulus kehalusan					

Tabel 4.5 Hasil analisis saringan agregat ukuran maksimal 1"

Saringan	Massa tertahan	Jumlah tertahan	Persentase kumulatif		Spesifikasi
			Tertahan (c)	Lolos (d)	
mm (inci)	Gram (a)	Gram (b)			
76,2 mm (3 inci)	0	0	0	100	
63,5 mm (2,5 inci)	0	0	0	100	

50,8 mm (2 inci)	0	0	0	100	
36,1 mm (1,5 inci)	0	0	0	100	
25,4 mm (1 inci)	0	0	0	100	
19,1 mm (3/4 inci)	4216,0	4216,0	61,03	38,97	
12,7 mm (1/2 inci)	2460,0	6676,0	96,63	3,37	
9,52 mm (3/8 inci)	116,1	6792,1	98,31	1,69	
4,75 mm (No.4)	35,3	6827,4	98,82	1,18	
2,36 (No.8)	6,2	6833,6	98,91	1,09	
1,18 mm (No.16)	6,0	6839,6	99,00	1,00	
0,6 mm (No.30)	6,4	6846,0	99,09	0,91	
0,3 mm (No.50)	9,5	6855,5	99,23	0,77	
0,15 mm (No.100)	18,6	6874,1	99,50	0,50	
0,075 mm (No.200)	11,7	6885,8	99,67	0,33	
Pan	22,8	6908,6	100		
Jumlah berat benda uji 6908,6 gram					
Modulus kehalusan					

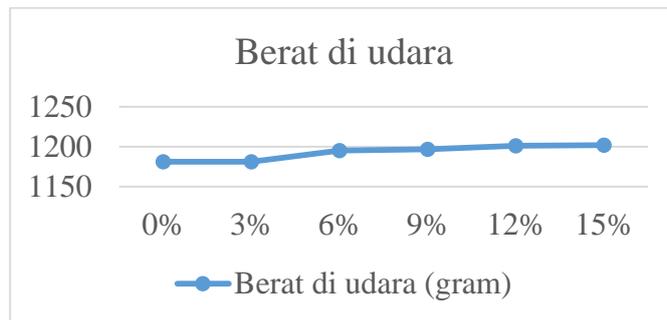
Tabel 4.6 Rekapitulasi hasil pengujian agregat gabungan

No	Pengujian	Standar pengujian	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
1	Keausan	SNI 2417:2008	Maks. 40%	31%	Terpenuhi
2	Gradasi Agregat	SNI ASTM C136:2012	Spesifikasi Laston (AC)	Hasil gradasi % lolos	Terpenuhi
	mm (inci)		BC _{LP}		
	36,1 mm (1,5 inci)		100	100	
	25,4 mm (1 inci)		100	100	
	19,1 mm (3/4 inci)		90--100	92,68	
	12,7 mm (1/2 inci)		75--90	80,62	
	9,52 mm (3/8 inci)		66--82	68,68	
	4,75 mm (No.4)		46--64	52,59	
	2,36 (No.8)		30--49	39,30	
	1,18 mm (No.16)		18--38	30,14	
	0,6 mm (No.30)		12--28	24,00	
	0,3 mm (No.50)		7--20	16,66	
	0,15 mm (No.100)		5--13	9,51	
	0,075 mm (No.200)		4--8	5,84	

c. Hasil penimbangan di udara

Tabel 4.7 Hasil penimbangan berat di udara

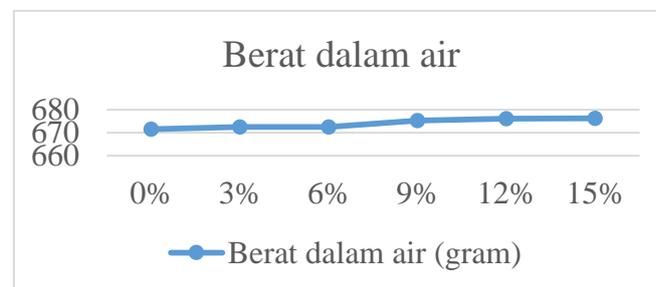
Penimbangan	Kadar limbah plastik terhadap berat aspal					
	0%	3%	6%	9%	12%	15%
Di udara (gram)	1181,3	1181,4	1195,1	1196,9	1201,2	1202,1

**Gambar 4.1** Grafik hasil penimbangan berat di udara

d. Hasil penimbangan dalam air

Tabel 4.8 Hasil penimbangan berat dalam air

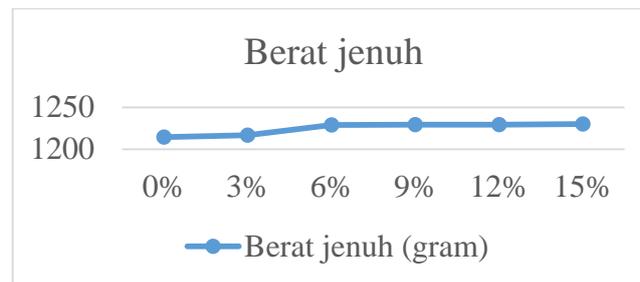
Penimbangan	Kadar limbah plastik terhadap berat aspal					
	0%	3%	6%	9%	12%	15%
Dalam air (gram)	671,5	667,8	672,5	675,3	676,1	676,3

**Gambar 4.2** Grafik hasil penimbangan berat dalam air

e. Hasil penimbangan kondisi jenuh

Tabel 4.9 Hasil penimbangan berat jenuh

Penimbangan	Kadar limbah plastik terhadap berat aspal					
	0%	3%	6%	9%	12%	15%
Berat jenuh	1214,4	1216,8	1229	1229,2	1229,5	1220,6

**Gambar 4.3** Grafik hasil penimbangan berat jenuhf. Hasil pengujian *marshall*

Hasil dari pengujian sampel campuran aspal AC-BC yang ditambah dengan limbah plastik kresek dengan variasi kadar 0%, 3%, 6%, 9%, 12%, 15% dari berat aspal diperoleh karakteristik *Marshall* dengan rincian pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.10 Hasil pengujian karakteristik *Marshall* penumbukan 2x75 campuran AC-BC dengan penambahan limbah plastik kresek

No	Karakteristik	Spesifikasi	Kadar limbah plastik terhadap berat aspal					
			0%	3%	6%	9%	12%	15%
1	Kepadatan (gr/cc)	-	2,177	2,152	2,148	2,168	2,171	2,202
2	VMA (%)	Min. 14	20,49	21,41	21,54	20,83	20,72	19,59
3	VFA (%)	Min. 65	70,99	69,96	71,93	73,68	75,37	79,23

4	VIM (%)	3--5	5,99	6,45	6,09	5,53	5,11	4,11
5	Stabilitas (kg)	Min. 900	1171, 5	1319, 6	1516, 0	1467, 8	1553, 9	2094, 9
6	Kelelehan (mm)	2--4	3,5	4,5	5,87	2,73	3,0	4,0
7	<i>Marshall Quotient</i> (kg/mm)	Min. 250	340	308,0	267,3	541,2	518,0	682,7

Keterangan :

	= Spesifikasi
	= Masuk Spesifikasi
	= Tidak Masuk Spesifikasi

B. Pembahasan

1. Pengaruh penambahan limbah plastik kresek terhadap nilai parameter *Marshall*.

Penambahan limbah plastik kresek pada campuran Laston AC-BC dengan kadar 0%, 3%, 6%, 9%, 12%, 15% terhadap berat aspal dapat mempengaruhi nilai karakteristik marshall. Berikut ini adalah pembahasan pengaruh penambahan limbah plastik kresek terhadap nilai tes marshall :

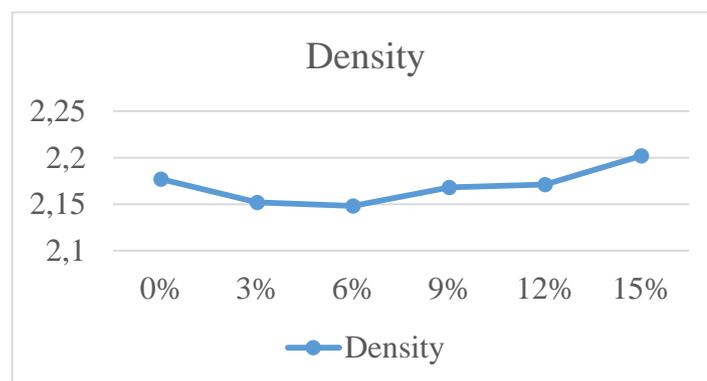
a) Pengaruh penambahan limbah plastik kresek terhadap nilai kepadatan (*density*).

Density atau nilai kepadatan adalah besaran derajat kepadatan dari campuran aspal yang sudah dipadatkan. Apabila nilai dari *density* semakin tinggi maka semakin padat pula campuran aspal tersebut. Campuran aspal yang mempunyai nilai *density* tinggi maka akan

mempunyai ketahanan dari beban yang kuat juga. Beberapa factor yang dapat mempengaruhi nilai kepadatan suatu campuran aspal adalah suhu pemadatan, gradasi agregat, kadar filler, kekuatan pemadatan dan kadar aspal dari campuran aspal.

Tabel 4.11 Pengaruh penambahan limbah plastik kresek terhadap nilai *density* (kepadatan)

Karakteristik	Kadar limbah plastik terhadap berat aspal					
	0%	3%	6%	9%	12%	15%
Kepadatan	2,177	2,152	2,148	2,168	2,171	2,202



Gambar 4.4 Grafik pengaruh penambahan limbah plastik kresek terhadap nilai *density* (kepadatan)

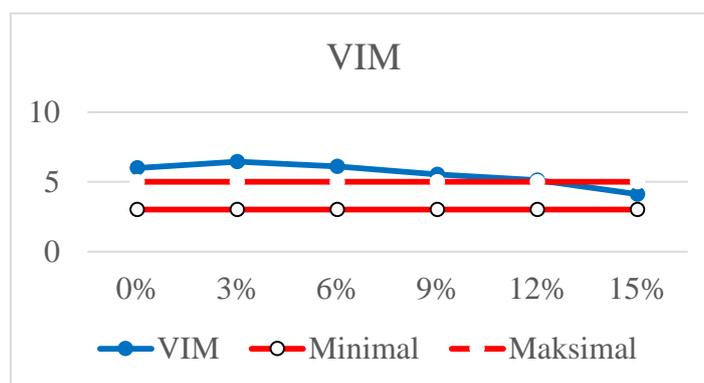
Dilihat dari tabel di atas penambahan limbah plastik mempunyai pengaruh terhadap nilai kepadatan campuran. Nilai *density* cenderung menurun namun masih dalam batas yang wajar. Adapun pada penambahan limbah plastik dengan kadar 15% terhadap berat aspal justru menambah nilai kepadatan campuran aspal.

- b) Pengaruh penambahan limbah plastik kresek terhadap nilai dari VIM (*Void In The Mix*)

VIM merupakan syarat yang penting dalam spesifikasi, karena VIM menyatakan nilai dari persentasi rongga dalam campuran. Nilai dari VIM sangat dipengaruhi oleh kadar dari aspal dalam campuran. Apabila kadar aspal itu bertambah, maka jumlah dari aspal yang akan mengisi rongga-rongga antar material agregat juga akan bertambah, sehingga volume pada rongga-rongga pada campuran akan berkurang.

Tabel 4.12 Pengaruh penambahan limbah plastik kresek terhadap nilai VIM (*Void In The Mix*)

Karakteristik	Kadar limbah plastik terhadap berat aspal					
	0%	3%	6%	9%	12%	15%
VIM (%)	5,99	6,45	6,09	5,53	5,11	4,11



Gambar 4.5 Grafik Pengaruh penambahan limbah plastik kresek terhadap nilai VIM (*Void In The Mix*)

Berdasarkan dari hasil pengujian di atas, penambahan limbah plastik kresek pada campuran Laston AC-BC dapat mempengaruhi nilai

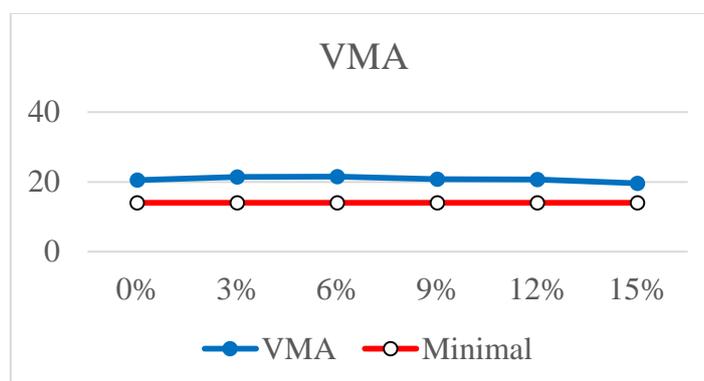
dari VIM. Dapat disimpulkan bahwa penambahan limbah plastik kresek dapat mengurangi nilai dari VIM, hal ini karena lelehan plastik dapat menutup atau mengisi rongga pada campuran layaknya aspal.

- c) Pengaruh penambahan limbah plastik kresek terhadap nilai VMA (*Void In Mineral Agregat*)

VMA (*Void In Mineral Agregat*) adalah rongga udara yang terdapat diantara mineral agregat pada campuran aspal yang telah dipadatkan termasuk dalam ruang yang terisi aspal. Nilai dari VMA dipengaruhi oleh kadar aspal, gradasi agregat campuran, jumlah penumbukan, dan suhu pada proses pemadatan. VMA adalah ruang untuk menampung rongga udara dan juga aspal.

Tabel 4.13 Pengaruh penambahan limbah plastik kresek terhadap nilai VMA (*Void In Mineral Agregat*)

Karakteristik	Kadar limbah plastik terhadap berat aspal					
	0%	3%	6%	9%	12%	15%
VMA (%)	20,49	21,41	21,54	20,83	20,72	19,59



Gambar 4.6 Grafik pengaruh penambahan limbah plastik kresek terhadap nilai VMA (*Void In Mineral Agregat*)

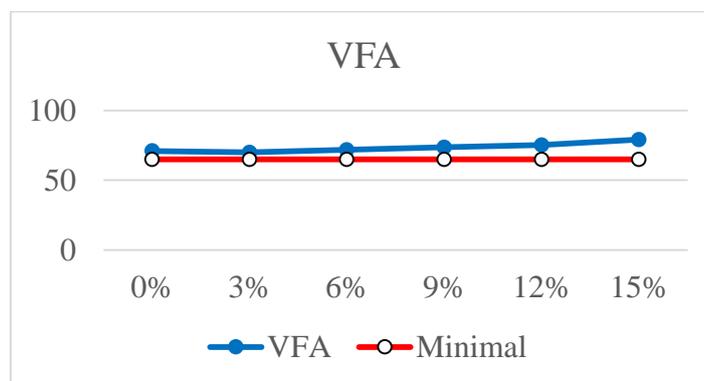
Dari data hasil pengujian di atas dapat disimpulkan bahwa penambahan limbah plastik kresek pada campuran Laston AC-BC cenderung menaikkan nilai dari VMA.

d) Pengaruh penambahan limbah plastik kresek terhadap nilai VFA (*Void Filled With Asphalt*)

Nilai dari VFA adalah persentasi dari besar rongga yang dapat terisi aspal. VFA dapat menentukan kualitas dan keawetan dari campuran aspal, apabila nilai VFA semakin besar artinya nilai dari VIM semakin kecil hal ini berarti rongga yang terdapat dalam campuran aspal menjadi semakin sedikit sehingga keawetan dari campuran aspal panas ini kan semakin tinggi.

Tabel 4.14 Pengaruh penambahan limbah plastik kresek terhadap nilai VFA (*Void Filled With Asphalt*)

Karakteristik	Kadar limbah plastik terhadap berat aspal					
	0%	3%	6%	9%	12%	15%
VFA (%)	70,99	69,96	71,93	73,68	75,37	79,23



Gambar 4.7 Grafik pengaruh penambahan limbah plastik kresek terhadap nilai VFA (*Void Filled With Asphalt*)

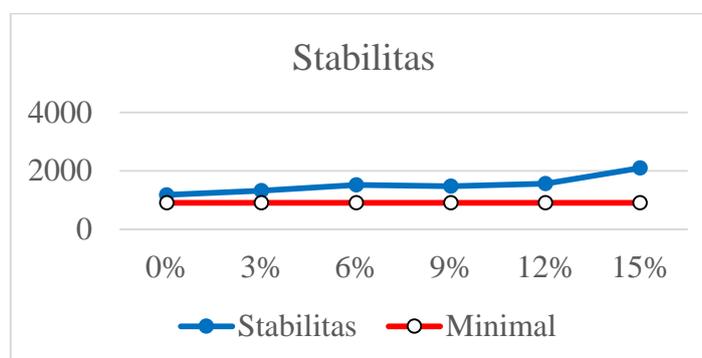
Dari data hasil pengujian di atas menunjukkan bahwa nilai VFA semakin tinggi atau bertambah. Bisa disimpulkan bahwa penambahan limbah plastik pada campuran Laston AC-BC dapat menambah nilai dari VFA yang berarti mempunyai dampak yang positif.

e) Pengaruh penambahan limbah plastik kresek terhadap nilai uji stabilitas

Stabilitas adalah nilai dari beban maksimum dari pengujian uji marshall dinyatakan dalam nilai satuan kilogram. Stabilitas adalah indikator-indikator dari kekuatan dari lapisan perkerasan jalan untuk menahan beban yang ditopangnya. Stabilitas minimum yang disyaratkan pada Laston AC-BC adalah sebesar 900 kg. Apabila nilai stabilitas yang didapat dalam pengujian adalah dibawah spesifikasi yang disyaratkan maka akan mudah terjadi kerusakan pada jalan berupa alur atau (*rutting*) bilamana dilalui oleh kendaraan dengan beban yang berat.

Tabel 4.15 Pengaruh penambahan plastik kresek terhadap stabilitas

Karakteristik	Kadar limbah plastik terhadap berat aspal					
	0%	3%	6%	9%	12%	15%
Stabilitas (kg)	1171,5	1319,6	1516,0	1467,8	1553,9	2094,9



Gambar 4.8 Grafik pengaruh penambahan limbah plastik kresek terhadap nilai stabilitas

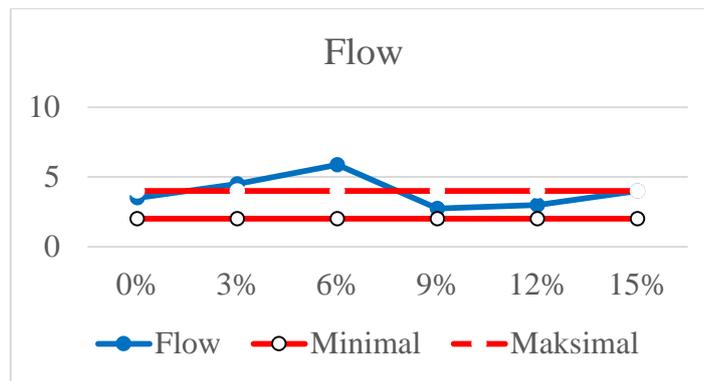
Melihat dari data di atas, terlihat dengan jelas bahwa penambahan limbah plastik pada campuran Laston AC-BC dapat menaikkan nilai stabilitas dengan signifikan. Hal ini sangat bermanfaat karena stabilitas yang tinggi juga akan meningkatkan mutu dari campuran aspal.

f) Pengaruh Penambahan limbah plastik kresek terhadap nilai *flow* (Kelelehan)

Flow atau kelelehan adalah besaran dari penurunan pada campuran aspal benda uji ini akibat dari beban atau gaya, sampai pada batas runtuhnya dan dinyatakan dengan dalam satuan millimeter. *Flow* ini adalah indikator dari kelenturan/elastis suatu campuran beraspal dalam menahan beban atau gaya. Nilai dari *flow* itu bahwa besarnya perubahan bentuk atau deformasi pada benda uji. Jika campuran beraspal mempunyai nilai *flow* yang rendah atau kecil dengan stabilitas yang tinggi maka cenderung akan menghasilkan suatu campuran beraspal yang mempunyai sifat kaku dan getas atau *brittle*, maka dari itu akan mudah terjadi retak pada saat terkena gaya / beban dari lalu lintas yang melewatinya. Sebaliknya apabila nilai dari *flow* terlalu besar maka akan mempunyai sifat plastis sehingga mudah untuk berubah bentuk atau deformasi plastis. Pada campuran Laston AC-BC terdapat nilai *flow* yang disyaratkan yaitu 2--4 milimeter. Nilai *flow* dapat dipengaruhi oleh gradasi agregat campurannya, kadar aspal, dan viskositas dari aspal.

Tabel 4.16 Pengaruh penambahan limbah plastik kresek terhadap nilai *flow*

Karakteristik	Kadar limbah plastik terhadap berat aspal					
	0%	3%	6%	9%	12%	15%
<i>Flow</i> (mm)	3,5	4,5	5,87	2,73	3,0	4,0



Gambar 4.9 Grafik pengaruh penambahan limbah plastik kresek terhadap nilai *flow*

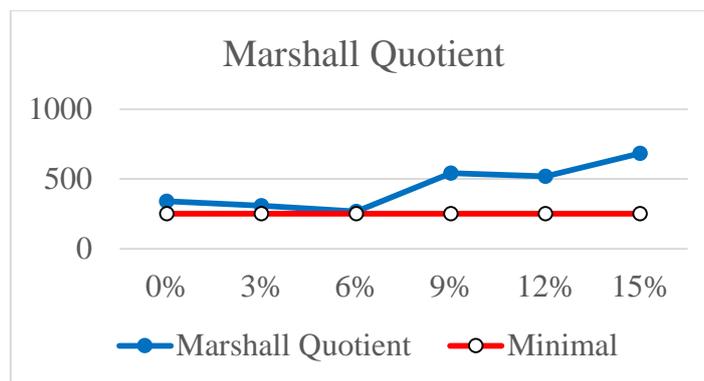
Dari data hasil pengujian *flow* di atas terlihat bahwa penambahan limbah plastik pada campuran Laston AC-BC akan meningkatkan nilai dari *flow* secara signifikan.

- g) Pengaruh penambahan limbah plastik kresek terhadap nilai *Marshall Quotient* (MQ)

Marshall Quotient (MQ) adalah nilai dari hasil bagi antara stabilitas dan *flow* yang menjadi indikator kekuatan dan kelenturan campuran aspal. Besaran dari nilai MQ dipengaruhi dari besarnya nilai *flow* dan stabilitas. Nilai MQ yang disyaratkan pada Laston AC-BC adalah Minimum 250 kg/mm

Tabel 4.17 Pengaruh penambahan limbah plastik kresek terhadap nilai*Marshall Quotient (MQ)*

Karakteristik	Kadar limbah plastik terhadap berat aspal					
	0%	3%	6%	9%	12%	15%
<i>MQ</i> (kg/mm)	340	308,0	267,3	541,2	518,0	682,7

**Gambar 4.10** Grafik pengaruh penambahan limbah plastik kresek terhadap nilai *Marshall Quotient (MQ)*

Dari data tabel di atas terlihat bahwa nilai MQ pada campuran laston AC-BC dengan penambahan limbah plastik kresek cenderung meningkat, hal ini disebabkan dari meningkatnya nilai dari stabilitas campuran.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Penambahan limbah plastik kresek pada campuran AC-BC dapat meningkatkan nilai stabilitas, *Marshall Quotient*, VFA pada pengujian Marshall, hal ini berarti bahwa penambahan limbah plastik kresek mempunyai manfaat yang positif terhadap kualitas campuran aspal.
2. Berdasarkan hasil pengujian karakteristik *Marshall* terhadap campuran AC-BC dengan penambahan limbah plastik kresek dengan kadar 0%, 3%, 6%, 9%, 12%, 15% terhadap berat aspal didapatkan hasil sebagai berikut :
 - a. Penambahan limbah plastik sebesar 0% mempunyai nilai Density sebesar 2,177 gr/cc, VMA = 20,49%, VFA = 70,99%, VIM = 5,99%, Stabilitas = 1171,5 kg, flow sebesar 3,5 mm, dan Marshall Quotient = 340 kg/mm. Nilai VIM melebihi spesifikasi yang disyaratkan.
 - b. Penambahan limbah plastik sebesar 3% mempunyai nilai Density sebesar 2,152 gr/cc, VMA = 21,41%, VFA = 69,96%, VIM = 6,45%, Stabilitas = 1319,6 kg, flow sebesar 4,5 mm, dan Marshall Quotient = 308,0 kg/mm. Nilai VIM dan *flow* melebihi spesifikasi yang disyaratkan.
 - c. Penambahan limbah plastik sebesar 6% mempunyai nilai Density sebesar 2,148 gr/cc, VMA = 21,54%, VFA = 71,93%, VIM = 6,09%,

Stabilitas = 1516,0 kg, flow sebesar 5,87 mm, dan Marshall Quotient = 267,3 kg/mm. Nilai VIM dan *flow* melebihi spesifikasi yang disyaratkan.

- d. Penambahan limbah plastik sebesar 9% mempunyai nilai Density sebesar 2,168 gr/cc, VMA = 20,83%, VFA = 73,68%, VIM = 5,53%, Stabilitas = 1467,8 kg, flow sebesar 2,73 mm, dan Marshall Quotient = 541,2 kg/mm. Nilai VIM melebihi spesifikasi yang disyaratkan.
- e. Penambahan limbah plastik sebesar 12% mempunyai nilai Density sebesar 2,171 gr/cc, VMA = 20,72%, VFA = 75,73%, VIM = 5,11%, Stabilitas = 1553,9 kg, flow sebesar 3,0 mm, dan Marshall Quotient = 518,0 kg/mm. Nilai VIM melebihi spesifikasi yang disyaratkan.
- f. Penambahan limbah plastik sebesar 15% mempunyai nilai Density sebesar 2,202 gr/cc, VMA = 19,99%, VFA = 79,23%, VIM = 4,11%, Stabilitas = 2094,9 kg, flow sebesar 4,0 mm, dan Marshall Quotient = 682,7 kg/mm. Lolos spesifikasi yang disyaratkan.

Tabel 5.1 Hasil pengujian karakteristik *Marshall* penumbukan 2x75 campuran AC-BC dengan penambahan limbah plastik kresek

No	Karakteristik	Spesifikasi	Kadar limbah plastik terhadap berat aspal					
			0%	3%	6%	9%	12%	15%
1	Kepadatan (gr/cc)	-	2,177	2,152	2,148	2,168	2,171	2,202
2	VMA (%)	Min. 14	20,49	21,41	21,54	20,83	20,72	19,59
3	VFA (%)	Min. 65	70,99	69,96	71,93	73,68	75,37	79,23
4	VIM (%)	3--5	5,99	6,45	6,09	5,53	5,11	4,11

5	Stabilitas (kg)	Min. 900	1171, 5	1319, 6	1516, 0	1467, 8	1553, 9	2094, 9
6	Kelelehan (mm)	2--4	3,5	4,5	5,87	2,73	3,0	4,0
7	<i>Marshall Quotient</i> (kg/mm)	Min. 250	340	308,0	267,3	541,2	518,0	682,7

Keterangan :

	= Spesifikasi
	= Masuk Spesifikasi
	= Tidak Masuk Spesifikasi

Saya menyimpulkan bahwa dalam penelitian ini penambahan limbah plastik kresek dengan kadar 0%, 3%, 6%, 9%, 12%, 15% terhadap berat aspal pada campuran Laston AC-BC dengan **kadar 15%** terhadap berat aspal adalah yang memenuhi spesifikasi pada Pedoman Spesifikasi Campuran Beraspal Panas Menggunakan Limbah Plastik Kementerian PUPR tahun 2019. Penambahan limbah plastik sebesar 15% mempunyai nilai Density sebesar 2,202 gr/cc, VMA = 19,59%, VFA=79,23%, VIM = 4,11%, Stabilitas = 2094,9 kg, flow sebesar 4,0 mm, dan Marshall Quotient = 682,7 kg/mm. Berdasarkan hasil tersebut penambahan plastik sebesar 15% dari berat aspal dapat menambah nilai dari stabilitas campuran beton aspal dan masih masuk dari spesifikasi yang disyaratkan.

Sedangkan penambahan plastik dengan kadar 3%, 6%, 9%, 12% tidak lolos spesifikasi karena mempunyai nilai VIM yang melebihi batas spesifikasi yang disyaratkan yaitu sebesar VIM = 3% - 5%, dan pada

kadar plastik 6% mempunyai nilai *flow* yang melebihi batas spesifikasi yang disyaratkan yaitu $flow = 2 \text{ mm} - 4 \text{ mm}$.

B. Saran

1. Sebaiknya dilakukan penyaringan terlebih dahulu pada cacahan plastik kresek yang akan digunakan dengan menggunakan saringan No.4 (4,75 mm) sehingga didapat cacahan plastik dengan ukuran tidak melebihi 5 mm.
2. Pada saat mencampurkan limbah plastik saat pencampuran dengan agregat panas sebaiknya dimasukkan sedikit demi sedikit, hal ini bertujuan untuk mengurangi resiko tergumpalnya limbah plastik pada saat pencampuran, sehingga proses pencampurannya bisa lebih merata.
3. Perlu dilakukan penelitian lain yang mendukung agar penerapan pemanfaatan limbah plastik sebagai campuran beton aspal pada pekerjaan di lapangan dapat dilaksanakan dengan baik dan lancar. Misalnya penelitian tentang pembuatan mesin pemilah sampah plastik, penelitian tentang mesin pencacah sampah plastik, penelitian tentang cara pembuangan sampah plastik dan penelitian-penelitian lainnya yang mendukung tentang pemanfaatan sampah plastik lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aulia, R. (2021). Pengaruh Komposisi Agregat Terhadap Karakteristik Beton Aspal (AC-WC) Dengan Menggunakan Batuan Lokal Sungai Gung Di Desa Danawarih Kecamatan Balapulang Kabupaten Tegal, 7(1), 15–26.
- Bustamin Abd. Razak, Andi Erdiansa. (2016). Karakteristik Campuran AC-WC dengan penambahan Limbah Plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE). *Journal Intek*, April 2016, Volume 3 (1):8-14.
- Eriyono, R., Puspito, I. (2016). PENGARUH PENAMBAHAN PLASTIK *HIGH DENSITY POLYETHYLENE* PADA LAPISAN PERKERASAN ASPAL BETON AC-BC. *Teknik Sipil Universitas Pancasila*.
- Fitri Suraya, Sofyan M. Saleh, Muhammad Isya. (2018). PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH PLASTIK KRESEK SEBAGAI SUBSTITUSI ASPAL PEN 60/70 TERHADAP KARAKTERISTIK CAMPURAN LASTON AC-BC. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala*.
- Franky E. P. Lopian, M. Irsan Ramli, Mubassirang Pasra, Ardy Arsyad. (2019). PENGARUH LIMBAH PLASTIK PET (*POLYETHYLENE TEREPHTHALATE*) TERHADAP NILAI KADAR ASPAL OPTIMUM CAMPURAN AC-WC. *Bandung. PROSIDING KONFERENSI NASIONAL PASCASARJANA TEKNIK SIPIL (KNPTS) X 2019*.
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Bina Marga. (2019). Spesifikasi Umum 2018 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 1). *Direktorat Jendral Bina Marga, Revisi-1*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- Nurjana, M., Haris, T., Hendra, O., & Farid, A. (2021). Optimasi Kadar Aspal Pertamina Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton (Ac-Bc) Menggunakan Variasi Agregat Batuan Lokal Gunung (Balapulang), 12(1), 1–11.

- Pd 09-2019-B (2019). Spesifikasi Campuran Beraspal Panas Menggunakan Limbah Plastik. In *Jakarta*. Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Pd 10-2019-B (2019). Perancangan dan Pelaksanaan Campuran Beraspal Panas Menggunakan Limbah Plastik. In *Jakarta*. Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Rahmawati, Anita. (2017). Perbandingan Penggunaan Polypropilene (PP) dan High Density Polyethylene (HDPE) pada Campuran LASTON (AC-WC). *Media Teknik Sipil*, Volume 15.
- SNI ASTM C136:2012. (2012). Metode Uji Untuk Analisis Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar (ASTM C 136-06, IDT). In *Jakarta*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-4141-1996. (1996). Metode Pengujian Gumpalan Lempung dan Butir-Butir Mudah Pecah Dalam Agregat. In *Jakarta*. Pusjatan-Balitbang PU.
- SNI 03-4428-1997. (1997). Metode Pengujian Agregat Halus atau Pasir yang Mengandung Bahan Plastik dengan Cara Setara Pasir. In *Jakarta*. Pusjatan-Balitbang PU.
- SNI 06-2489-1991. (1991). Metode Pengujian Campuran Aspal dengan Alat Marshall. In *Jakarta*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 1969:2008. (2008). Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. In *Jakarta*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 1970:2008. (2008). Standar Nasional Indonesia Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. In *Jakarta*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 2417:2008. (2008). Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi *Los Angeles*. In *Jakarta*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 2432:2011a. (2011). Cara Uji Daktilitas Aspal. In *Jakarta*. Badan Standarisasi Nasional.

- SNI 2432:2011b. (2011). Cara Uji Penetrasi. In *Jakarta*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 2433:2011. (2011). Cara Uji Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal dengan Alat *Cleveland Open Cup*. In *Jakarta*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 2434:2011. (2011). Cara Uji Titik Lembek Aspal dengan Alat Cincin dan Bola (*Ring and Ball*). In *Jakarta*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 2441:2008. (2008). Cara Uji Berat Jenis Aspal Keras. In *Jakarta*. Badan Standarisasi Nasional.
- Savita Devi, Rupesh kumar, Shad Ahmad, Jitendra Kumar Dhawan dan Premchand Yadav. (2016). *Partial Replacement of Bitumen by using Plastic Waste in Bitumen Concrete [Electronic version]*. *SSRG International Journal of Civil Engineering*, volume 3, Issue 7, July, pp. 79-81.
- Sevil Kofteci. (2016). *Effect of HPDE Based Wastes on the Performance of Modified Asphalt Mixtures [Electronic version]*. *Procedia Engineering* 161, pp.1268 – 1274.
- Sukirman, S. (2003). *Beton Aspal Campuran Panas* (Jakarta). Granit.
- Sumiati, Mahmuda, Syapawi A. (2019). PERKERASAN ASPAL BETON (AC-BC) LIMBAH PLASTIK HDPE YANG TAHAN TERHADAP CUACA EKSTREM. Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Suprpto Tm. (2004). *Bahan dan Struktur Jalan Raya* (Yogyakarta). Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada.
- Tenriajeng, A. T. (1999). *Rekayasa Jalan 2* (Depok). Gunadarma.
- Veranita, Tripoli B., Fitriani, S. (2020). Studi Karakteristik Marshall pada Campuran Aspal dengan Penambahan Kresek. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Teuku Umar*.

Wantoro, W., Kusumaningrum, D., Setiadji, B.H., Kushardjoko, W. (2010).
PENGARUH PENAMBAHAN PLASTIK BEKAS *TIPE LOW DENSITY POLYETHYLENE (LDPE)* TERHADAP KINERJA CAMPURAN BERASPAL. Teknik Sipil Universitas Diponegoro.

LAMPIRAN 1

HASIL PENGUJIAN FISIK AGREGAT DI LABORATORIUM

TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL

Alamat : Jl. Halmahera KM. 01 Mintaragen, Tegal Timur, Kota Tegal, Jawa Tengah 52121

Formulir pengujian keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles

No. Formulir : 01/LAB-TS/FT/UPS/VI/2021

Sumber Material : PT. NHR

Pekerjaan : Propertis Agregat

Tanggal : 10 Juni 2021

Material : Batu Split

Metode uji/SNI : SNI 2417 : 2008

Gradasi Agregat		Jumlah putaran = 500 Putaran Jumlah bola baja = 11 buah	
Ukuran Saringan		I	II
Lolos	Tertahan	Berat (a)	Berat (a)
76,2 (3")	63,5 (2 ½")		
63,5 (2 ½")	50,8 (2")		
50,8 (2")	36,1 (1 ½")		
36,1 (1 ½")	25,4 (1")		
25,4 (1")	19,1 (¾")		
19,1 (¾")	12,7 (½")	2.500,8	2.500,0
12,7 (½")	9,52 (3/8")	2.500,0	2.500,2
9,52 (3/8")	6,35 (¼")		
6,35 (¼")	4,75 (No.4)		
4,75 (No. 4)	2,36 (No. 8)		
Jumlah Berat (a)		5.000,8	5.000,2
Berat tertahan saringan No.12 sesudah pengujian (b)		3.527,7	3.375,3

1. a = 5.000,8 gram

b = 3.527,7 gram

a-b = 1.473,1 gram

Keausan II = $\frac{a-b}{a} \times 100\% = 29,45\%$

2. a = 5.000,2 gram

b = 3.375,3 gram

a-b = 1.624,9 gram

Keausan II = $\frac{a-b}{a} \times 100\% = 32,49\%$

Keausan rata-rata = 30,97%

Dibulatkan = 31%

Tegal, 10 Juni 2021
Mengetahui

Pengetua Laboratorium



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL

Alamat : Jl. Halmahera KM. 01 Mintaragen, Tegal Timur, Kota Tegal, Jawa Tengah 52121

Formulir pengujian analisis saringan

No. Formulir : 06/LAB-TS/FT/UPS/VI/2021

Sumber Material : PT. NHR

Pekerjaan : Propertis Agregat

Tanggal : 10 Juni 2021

Material : Agregat Gabungan

Metode uji/SNI : SNI ASTM C136:2012

Saringan mm (inci)	Gradasi agregat					Kombinasi agregat	Spesifikasi
	Abu batu	Maks. ¼"	Maks. ¾"	Maks. 1"	filler		
76,2 mm (3 inci)	100	100	100	100	100	100	100
63,5 mm (2,5 inci)	100	100	100	100	100	100	100
50,8 mm (2 inci)	100	100	100	100	100	100	100
36,1 mm (1,5 inci)	100	100	100	100	100	100	100
25,4 mm (1 inci)	100	100	100	100	100	100	100
19,1 mm (¾ inci)	100	100	100	38,97	100	92,68	90--100
12,7 mm (½ inci)	100	100	40,11	3,37	100	80,62	75--90
9,52 mm (3/8 inci)	100	77,42	7,11	1,69	100	68,68	66--82
4,75 mm (No.4)	100	31,30	0,93	1,18	100	52,59	46--64
2,36 (No.8)	86,87	7,06	0,59	1,09	100	39,30	30--49
1,18 mm (No.16)	68,00	2,13	0,59	1,00	100	30,14	18--38
0,6 mm (No.30)	53,46	1,14	0,58	0,91	100	24,00	12--28
0,3 mm (No.50)	35,23	1,04	0,56	0,77	99,18	16,66	7--20
0,15 mm (No.100)	17,68	0,77	0,46	0,50	98,64	9,51	5--13
0,075 mm (No.200)	8,69	0,65	0,34	0,33	98,00	5,84	4--8

Tegal, 10 Juni 2021
Mengetahui

(...*P. Asyunnis*...)
Pengelola Laboratorium



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL

Alamat : Jl. Halmahera KM. 01 Mintaragen, Tegal Timur, Kota Tegal, Jawa Tengah 52121

Formulir pengujian analisis saringan

No. Formulir : 02/LAB-TS/FT/UPS/VI/2021

Sumber Material : PT. NHR

Pekerjaan : Propertis Agregat

Tanggal : 10 Juni 2021

Material : Abu Batu

Metode uji/SNI : SNI ASTM C136:2012

Saringan	Massa tertahan Gram (a)	Jumlah tertahan Gram (b)	Persentase Kumulatif (%)		Spesifikasi
			Tertahan (c)	Lolos (d)	
76,2 mm (3 inci)	0	0	0	100	
63,5 mm (2,5 inci)	0	0	0	100	
50,8 mm (2 inci)	0	0	0	100	
36,1 mm (1,5 inci)	0	0	0	100	
25,4 mm (1 inci)	0	0	0	100	
19,1 mm (3/4 inci)	0	0	0	100	
12,7 mm (1/2 inci)	0	0	0	100	
9,52 mm (3/8 inci)	0	0	0	100	
4,75 mm (No.4)	0	0	0	100	
2,36 (No.8)	136,3	136,3	13,13	86,87	
1,18 mm (No.16)	195,8	332,1	32,00	68,00	
0,6 mm (No.30)	150,9	483,0	46,54	53,46	
0,3 mm (No.50)	189,2	672,2	64,77	35,23	
0,15 mm (No.100)	182,2	854,4	82,32	17,68	
0,075 mm (No.200)	93,2	947,6	91,31	8,69	
Pan	90,2	10038	100		

Jumlah berat benda uji 1.038 gram

Tegal, 10 Juni 2021
Mengetahui

(Sta. Agunika L.)
Pengelola Laboratorium



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL

Alamat : Jl. Halmahera KM. 01 Mintaragen, Tegal Timur, Kota Tegal, Jawa Tengah 52121

Formulir pengujian analisis saringan

No. Formulir : 03/LAB-TS/FT/UPS/VI/2021

Sumber Material : PT. NHR

Pekerjaan : Propertis Agregat

Tanggal : 10 Juni 2021

Material : Agregat ukuran maks. 1/2"

Metode uji/SNI : SNI ASTM C136:2012

Saringan mm (inci)	Massa tertahan Gram (a)	Jumlah tertahan Gram (b)	Persentase Kumulatif (%)		Spesifikasi
			Tertahan (c)	Lolos (d)	
76,2 mm (3 inci)	0	0	0	100	
63,5 mm (2,5 inci)	0	0	0	100	
50,8 mm (2 inci)	0	0	0	100	
36,1 mm (1,5 inci)	0	0	0	100	
25,4 mm (1 inci)	0	0	0	100	
19,1 mm (3/4 inci)	0	0	0	100	
12,7 mm (1/2 inci)	0	0	0	100	
9,52 mm (3/8 inci)	932,7	932,7	22,58	77,42	
4,75 mm (No.4)	1905,1	2837,8	68,70	31,30	
2,36 (No.8)	1001,0	3838,8	92,94	7,06	
1,18 mm (No.16)	203,7	4042,5	97,87	2,13	
0,6 mm (No.30)	40,8	4083,2	98,86	1,14	
0,3 mm (No.50)	4,4	4087,6	98,96	1,04	
0,15 mm (No.100)	10,9	4098,5	99,23	0,77	
0,075 mm (No.200)	5,2	4103,7	99,35	0,65	
Pan	26,8				

Jumlah berat benda uji 4.130,5 gram

Tegal, 10 Juni 2021
Mengetahui

H. Anuraga L.
Pengelola Laboratorium



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL

Alamat : Jl. Halmahera KM. 01 Mintaragen, Tegal Timur, Kota Tegal, Jawa Tengah 52121

Formulir pengujian analisis saringan

No. Formulir : 04/LAB-TS/FT/UPS/VI/2021
Pekerjaan : Propertis Agregat
Material : Agregat ukuran maks. 3/4"

Sumber Material : PT. NHR
Tanggal : 10 Juni 2021
Metode uji/SNI : SNI ASTM C136:2012

Saringan	Massa tertahan	Jumlah tertahan	Persentase Kumulatif (%)		Spesifikasi
			Tertahan (c)	Lolos (d)	
mm (inci)	Gram (a)	Gram (b)			
76,2 mm (3 inci)	0	0	0	100	
63,5 mm (2,5 inci)	0	0	0	100	
50,8 mm (2 inci)	0	0	0	100	
36,1 mm (1,5 inci)	0	0	0	100	
25,4 mm (1 inci)	0	0	0	100	
19,1 mm (3/4 inci)	0	0	0	100	
12,7 mm (1/2 inci)	3902,6	3902,6	59,89	40,11	
9,52 mm (3/8 inci)	2150,2	6052,8	92,89	7,11	
4,75 mm (No.4)	403,0	6455,8	99,07	0,93	
2,36 (No.8)	21,7	6477,5	99,41	0,59	
1,18 mm (No.16)	0,4	6477,9	99,41	0,59	
0,6 mm (No.30)	0,5	6478,4	99,42	0,58	
0,3 mm (No.50)	1,3	6479,7	99,44	0,56	
0,15 mm (No.100)	6,4	6486,1	99,54	0,46	
0,075 mm (No.200)	7,9	6494,0	99,66	0,34	
Pan	22,2	6516,2			

Jumlah berat benda uji 6516,2 gram

Tegal, 10 Juni 2021
Mengetahui

(A. A. A. L.)
Pengelola Laboratorium





LABORATORIUM TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL

Alamat : Jl. Halmahera KM. 01 Mintaragen, Tegal Timur, Kota Tegal, Jawa Tengah 52121

Formulir pengujian analisis saringan

No. Formulir : 05/LAB-TS/FT/UPS/VI/2021
Pekerjaan : Propertis Agregat
Material : Agregat ukuran maks. 1"

Sumber Material : PT. NHR
Tanggal : 10 Juni 2021
Metode uji/SNI : SNI ASTM C136:2012

Saringan	Massa tertahan Gram (a)	Jumlah tertahan Gram (b)	Persentase Kumulatif (%)		Spesifikasi
			Tertahan (c)	Lolos (d)	
76,2 mm (3 inci)	0	0	0	100	
63,5 mm (2,5 inci)	0	0	0	100	
50,8 mm (2 inci)	0	0	0	100	
36,1 mm (1,5 inci)	0	0	0	100	
25,4 mm (1 inci)	0	0	0	100	
19,1 mm (3/4 inci)	4216,0	4216,0	61,03	38,97	
12,7 mm (1/2 inci)	2460,0	6676,0	96,63	3,37	
9,52 mm (3/8 inci)	116,1	6792,1	98,31	1,69	
4,75 mm (No.4)	35,3	6827,4	98,82	1,18	
2,36 (No.8)	6,2	6833,6	98,91	1,09	
1,18 mm (No.16)	6,0	6839,6	99,00	1,00	
0,6 mm (No.30)	6,4	6846,0	99,09	0,91	
0,3 mm (No.50)	9,5	6855,5	99,23	0,77	
0,15 mm (No.100)	18,6	6874,1	99,50	0,50	
0,075 mm (No.200)	11,7	6885,8	99,67	0,33	
Pan	22,8	6908,6	100		

Jumlah berat benda uji 6908,6 gram



LAMPIRAN 2

HASIL PENGUJIAN MARSHALL DI LABORATORIUM TEKNIK

PT. NISAJANA HASNA RIZQY



PT. NISAJANA HASNA RIZQY

Jl. SEMBOJA NO. 3 PAKEMBARAN SLAWI KAD. TEGAL

Nomor : /NHR/VI/2021

TELP./FAX. (0283) 491157

Lampiran : -

Perihal : Ijin Penelitian

Kepada Yth.

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Pancasakti Tegal

Di Tempat

Dengan Hormat,

Berdasarkan surat yang kami terima dengan nomor 159/K/E/FTIK/UPS/V/2021 tanggal 24 Mei 2021 perihal Ijin Penelitian, dengan ini memberitahukan bahwa :

Nama : Feri Maulana Hidayat Tulloh

NPM : 6517500049

Program Studi : Teknik Sipil

Smt / Thn. Akad : VIII / 2017-2018

Pembimbing Skripsi : 1. Isradias Mirajhusnita, ST, MT
2. Weimintoro, ST, MT

Judud Skripsi : **PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK
KRESEK DARI TPS KOTA TEGAL SEBAGAI BAHAN TAMBAH
CAMPURAN LASTON AC-BC TERHADAP HASIL TES MARSHALL**

Nama tersebut di atas dapat kami terima untuk melakukan penelitian di laboratorium PT. NISAJANA HASNA RIZQY.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Tegal, 25 Mei 2021

PT. NISAJANA HASNA RIZQY

IFANTRI SUGIONO
Kepala Produksi



PT. NISAJANA HASNA RIZQY

JL. SEMBOJA NO. 3 PAKEMBARAN SLAWI KAB. TEGAL

TELP. / FAX. (0283) 491157

SURAT KETERANGAN

No : /NHR/VI/2021

Laboratorium PT. NISAJANA HASNA RIZQY menerangkan bahwa :

Nama : Feri Maulana Hidayat Tulloh

NPM : 6517500049

Program Studi : Teknik Sipil

Institusi : Universitas Pancasakti Tegal

Telah melaksanakan pembuatan dan pengujian sampel marshall pada tanggal 25 Mei 2021 – 17 Juni 2021 di Laboratorium PT. NISAJANA HASNA RIZQY untuk penelitian skripsi dengan judul **“PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK KRESEK DARI TPS KOTA TEGAL SEBAGAI BAHAN TAMBAH CAMPURAN LASTON AC-BC TERHADAP HASIL TES MARSHALL”**.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Tegal, 18 Mei 2021

PT. NISAJANA HASNA RIZQY

IFANTRI SUGIONO

Kepala Produksi



PT. NISAJANA HASNA RIZQY

JL. BEMBOJA NO. 3 PAREMBANAN SLAWIKAB. TERJAL
 TELP./FAX (0283) 491157

SIFAT-SIFAT CAMPURAN ASPAL DENGAN METODA MARSHALL
 (SNI - 06 - 2459 - 1999)

- Nomor Job. : Penelitian Skripsi
- Kepalaan : Penambunan Lumbah Plastik
- Felangan : Laskon Laps Antara (ACSC)
- Jenis Campuran : Job Mix Design.
- Sifat :

- Metode uji : SNI 06-2489-1991
- Jenis Pelujian : Marshall Penyerbukan Plastik
- Dugi oleh : Fer Maslana
- Tanggal : 17 Juni 2021

Kal. Proding ring (V) = 10,34 kg/bdv

Kode Berkas	Kadar Aspal		Berat Benda Uji		Kepadatan	Berat Jenis Maksimum (teoritis)	Rongga Dalam Agregat (VMA)	Rongga Tersisi Aspal (VFA)	Stabilitas		Fleksi (Flow)	Hati Bagi Marshall	Koder Aspal Efektif	Tebal Film Aspal
	%	d	cc	g/cc					Bocoran Pada Adu	Kalibrasi Proding Ring				
0% 1	5,6	1148,7	532,8	2,156	2,311	21,26	6,90	63,53	1076,0	1075,0	4,00	348,8	5,33	6,77
0% 2	5,6	1208,4	545,0	2,217	2,322	4,16	4,16	77,63	1323,4	1323,4	3,50	372,1	5,33	6,77
0% 3	5,6	1188,4	500,7	2,158	2,319	31,19	6,82	67,85	1137,9	1137,9	3,00	379,0	5,33	6,77
Ratio 2	5,6	1188,4	500,7	2,177	2,316	20,69	5,89	70,59	1171,5	1171,5	3,50	340,0	5,33	6,77
3% 1	5,6	1185,4	607,3	2,174	2,324	21,28	6,30	70,39	1323,1	1323,1	4,00	330,6	5,33	6,77
3% 2	5,6	1181,5	672,3	2,174	2,321	20,59	5,48	71,39	1292,1	1292,1	3,50	369,2	5,33	6,77
3% 3	5,6	1176,2	661,7	2,126	2,286	22,35	7,58	66,10	1343,8	1343,8	6,00	254,0	5,33	6,77
Ratio 2	5,6	1176,2	661,7	2,152	2,309	21,43	6,45	69,86	1319,6	1319,6	4,50	288,0	5,33	6,77
6% 1	5,6	1224,9	677,9	2,154	2,286	21,34	5,84	72,62	1800,6	1800,6	6,00	310,1	5,33	6,77
6% 2	5,6	1194,5	588,1	2,113	2,269	22,83	7,63	66,58	1240,4	1240,4	7,00	177,2	5,33	6,77
6% 3	5,6	1185,9	671,9	2,178	2,307	20,46	6,78	76,58	1447,1	1447,1	4,50	314,6	5,33	6,77
Ratio 2	5,6	1185,9	671,9	2,148	2,289	21,54	6,09	71,93	1516,0	1516,0	5,87	267,3	5,33	6,77
9% 1	5,6	1226,2	682,6	2,158	2,294	20,06	4,64	76,91	1571,2	1571,2	2,50	628,5	5,33	6,77
9% 2	5,6	1189,9	673,4	2,189	2,304	20,04	4,59	77,69	1374,8	1374,8	2,70	509,2	5,33	6,77
9% 3	5,6	1184,6	669,9	2,126	2,277	22,37	7,37	67,06	1467,5	1467,5	3,00	485,8	5,33	6,77
Ratio 2	5,6	1184,6	669,9	2,189	2,289	20,83	5,53	73,68	1467,8	1467,8	2,73	541,2	5,33	6,77
12% 1	5,6	1204,6	674,4	2,163	2,272	21,00	5,45	74,06	1788,2	1788,2	3,00	596,1	5,33	6,77
12% 2	5,6	1193,5	673,0	2,164	2,263	20,98	5,42	74,17	1374,8	1374,8	3,00	468,1	5,33	6,77
12% 3	5,6	1205,6	681,0	2,165	2,268	20,18	4,45	77,09	1498,8	1498,8	3,00	499,6	5,33	6,77
Ratio 2	5,6	1205,6	681,0	2,171	2,268	20,71	5,11	75,37	1553,9	1553,9	3,00	518,0	5,33	6,77

G_{min} (0) : 2,403 Kg G_{min} (0) : 5,60 B₁ agregat baik (0) : 2,585 B₁ aspal (0) : 1,034 Abs. Aspal (0) : 0,183

Keterangan
 a = % aspal terhadap agregat
 b = % aspal terhadap campuran
 c = Berat kering (gr)
 d = Berat dalam air (gr)
 e = Berat dalam udara kepadatan teoritis (gr)
 f = berat (g)
 g = berat isi (g)
 h = berat jenis maksimum (teoritis)
 i = % rongga isi agregat $\frac{100 \times (g - f)}{(g - h) \times 100}$ (0) (teoritis)
 j = % rongga isi campuran $\frac{100 \times (g - f)}{(g - h) \times 100}$ (0) (teoritis)
 k = % rongga isi aspal $\frac{100 \times (g - f)}{(g - h) \times 100}$ (0) (teoritis)
 l = persentase rongga stabilitas
 m = stabilitas (x konversi)
 n = stabilitas (kg)
 m x konversi benda uji
 SNI 06-2489-1991

G_{min} : ditentukan dengan cara ASTM T-209 pada kadar aspal optimum perkerasan (0%)
 P₁ = 0,035(%Ca) + 0,045(%Asa) + 0,18(%Rf) + K
 K = 0,5-1, untuk Lantai: 3-3 untuk Lantai
 * * * B₁ Eff. Ag = $\frac{100 \times (B_1 \text{ Eff. Ag} - B_1 \text{ Bulk Ag})}{100 \times (B_1 \text{ Eff. Ag} - B_1 \text{ Bulk Ag})} \times B_1 \text{ Aspal}$
 * * * Absorpsi aspal terhadap total agregat = $\frac{100 \times (B_1 \text{ Eff. Ag} - B_1 \text{ Bulk Ag})}{100 \times (B_1 \text{ Eff. Ag} - B_1 \text{ Bulk Ag})} \times B_1 \text{ Aspal}$



Diketahui oleh :

 Fer Maslana
 NPM 6517500049



PT. NISAJANA HASNA RIZQY

Jl. SEMBICA NO. 3 PAKEMBARAN SLAWIKAB, TEGAL
TELP. / FAX. (0289) 491157

SIFAT-SIFAT CAMPURAN ASPAL DENGAN METODE MARSHALL
SNI - 06 - 2489 - 1999

1. Nomor Job : Penelitian Skripsi
2. Kegiatan : Rancangan Limbah Plastik
3. Pekerjaan : Lantai Lapis Antara (ACBC)
4. Jenis Campuran : Job Mix Design
5. Sifat :

6. Metode uji : SNI 06-2489-1991
7. Jenis Pengujian : Marshall Pematangan Plastik
8. Dergi oleh : Feni Mardiana
9. Tanggal : 17 Juni 2021

Kes. Proving ring (V) = 10.34 kg/25

Kode Beker	Kadar Aspal		Besar Benda Uji		Jumlah	Jenis Benda Uji	Kepadatan	Berat Jenis Campuran Maksimum (teoritis)	Rongga Dalam Agregat (VMA)	Rongga Terhadap Cembukan (VFA)	Rongga Total Aspal (VTB)	Beban Field Arah	Stabilitas		Fleksikan (Finw)	Hosil Aspal Marshall	Kadar Aspal Efektif	Tebal Film Aspal
	%	1	g'	d									kg	m ³				
15% 1	5,6	1202,1	674,7	1250,1	190	72,57	2164	2.279	5,75	1964,0	7,00	190	1964,0	1964,0	7,00	280,6	5,33	6,77
15% 2	5,6	1196,4	677,1	1216,9	190	61,71	2.216	2.304	3,48	1964,0	7,00	190	1964,0	1964,0	7,00	902,0	5,33	6,77
15% 3	5,6	1195,9	677,3	1214,8	228	63,40	2.225	2.306	3,11	2396,8	3,90	228	2396,8	2396,8	3,90	765,6	5,33	6,77
Ring 2	5,6					79,33	2.202	2.296	4,11		4,00		2084,9		4,00	682,7	5,33	6,77

G _{max} (g)	2,403	M _a G _{max} (g)	0,00	B ₁ agregat bulk (g)	2,585	B ₂ aspal (w)	2,503	B ₁ aspal (w)	1,034	Alas Aspal (g)	0,263
----------------------	-------	-------------------------------------	------	---------------------------------	-------	--------------------------	-------	--------------------------	-------	----------------	-------

Keterangan :
 a = % aspal terhadap agregat
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat kering (gr)
 d = berat dalam air (gr)
 e = berat dalam keadaan jenuh (gr)

f = $\frac{B_1}{(e-d)}$
 g = berat (g/cf)
 h = berat jenis maksimum (teoritis)

i = % rongga total agregat $100 \cdot \frac{(g' - (100 - b) \cdot f)}{h}$ (teoritis)
 j = % rongga total campuran $100 \cdot \frac{(100 - b) \cdot f}{h}$
 k = % rongga total aspal $(100 - b) \cdot f$
 l = pombacaan nilai stabilitas
 m = stabilitas (x korveksi)
 n = stabilitas (kg)
 m x korveksi benda uji

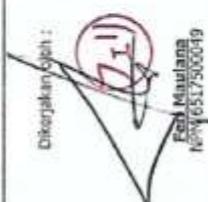
o = Kadar aspal (gr/m)
 p = Hasil bagi Marshall
 q / o (kg/mm)
 q = Kadar aspal eff. (%)
 b = (Alas aspal / 100) * (100 b)
 r = Total film aspal (mikron)
 $100 \cdot \frac{V_{FA}}{V_{MA}}$
 SNI 06-2489-1999

* G_{max} : ditetapkan design cara AASHTO T 209 pada kadar aspal optimum perkaratan (P_a)
 $P_a = 0,035(\%CO) + 0,015(\%FA) + 0,18(\%PP) + K$
 K = 0,5-1 untuk Lagoon; 2-3 untuk Lulutan

** B₁ Eff Agg = $\frac{100 \cdot P_a}{(100 - G_{max}) \cdot (P_a / B_1 \text{ aspal})}$ x B₁ Aspal

*** Absorpsi aspal terhadap total agregat = $100 \cdot \frac{100 \cdot P_a - (B_1 \text{ Eff. Agg} - B_1 \text{ bulk aspal})}{(100 - G_{max}) \cdot (100 \cdot P_a - B_1 \text{ bulk aspal})}$ x B₁ Aspal

Dikerjakan oleh :



Mengarahkan
Lab Tech



PT. NISAJANA HASNA RIZQY



YAYASAN PENDIDIKAN PANCASAKTI TEGAL
UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
JL. HALMAHERA KM. 1 TEGAL 52121 TELP. / FAX . (0283) 342519

Nomor : 159/K/E/FTIK/UPS/V/2021
Lampiran : -
Perihal : **Ijin Penelitian**

Tegal, 24 Mei 2021

Kepada Yth : **Pimpinan**
PT. Nisajana Hasna Rizqy
Jl. Raya Yomani Guci Km.3, Ds. Danawari, Balapulang
di
Kabupaten Tegal

Disampaikan dengan hormat,

Guna memperoleh bahan-bahan dan informasi untuk penyusunan Skripsi dengan judul :

**PENGARUH PEMNAFAATAN LIMBAH PLASTIK KRESEK DARI TPS
KOTA TEGAL SEBAGAI BAHAN TAMBAH CAMPURAN PLASTON
AC - BC TERHADAP HASIL TES MARSHALL**

yang disusun oleh :

Nama : **Feri Maulana Hidayat Tulloh**
NPM : 6517500049
Program Studi : Teknik Sipil - S1
Smt / Thn. Akad : VIII / 2017 - 2018
Pembimbing Skripsi : 1. Isradias Mirajhusnita, S.T., M.T
2. Weimintoro, S.T., M.T
Keterangan lain : -

Kami mohon perkenan Bpk/Ibu untuk mengizinkan mahasiswa yang bersangkutan guna melaksanakan penelitian di PT. Nisajana Hasna Rizqy yang Bpk/Ibu pimpin.

Demikian, atas perhatian dan kerjasamanya, kami sampaikan terima kasih.

a.n. Dekan,
Wakil Dekan III



LAMPIRAN 3

FOTO DOKUMENTASI PADA SAAT PENELITIAN

FOTO DOKUMENTASI

Alat Marshall



Water bath



Oven



Alat penumbuk otomatis



Mesin abrasi Los Angeles



Ayakan agregat



Timbangan digital



Termometer



Kompor



Alat ejector



Spatula



Sarung tangan



Kuas



Mesin penggetar



Wajan



Mistar geser



Persiapan bahan
“Pengambilan sampel plastik”



Persiapan bahan
“Pencacahan sampah plastik”



Persiapan bahan
“Pengambilan sampel agregat kasar”



Persiapan bahan
“Pengambilan sampel agregat halus”



Pengujian keausan agregat
“Pencucian sampel agregat”



Pengujian keausan agregat
“Pengeringan sampel agregat”



Pengujian keausan agregat
“Penimbangan benda uji”



Pengujian keausan agregat
“Pemasukan ke dalam mesin abrasi”



Pengujian keausan agregat
“Pengeluaran dari mesin abrasi”



Pengujian keausan agregat
“Penimbangan sampel selesai dari mesin abrasi”



Pengujian analisis saringan
“Penimbangan sampel”



Pengujian analisis saringan
“Pemasukan sampel ke dalam ayakan”



Pengujian analisis saringan
“Penggetaran menggunakan mesin”



Pengujian analisis saringan
“Penimbangan hasil saringan”



Pengujian Marshall
“Penimbangan campuran”



Pengujian Marshall
“Penimbangan cacahan plastik”



Pengujian Marshall
“Pengukuran suhu agregat”



Pengujian Marshall
“Pencampuran agregat, plastik, dan aspal”



Pengujian Marshall
“Pengadukan campuran sampai homogen”



Pengujian Marshall
“Pemasukan ke dalam cetakan dan mesin penumbuk”



Pengujian Marshall
“Pengeluaran sampel setelah dingin”



Pengujian Marshall
“Pemberian tanda pada sampel”



Pengujian Marshall
“Perendaman 30 menit pada suhu 60 derajat C”



Pengujian Marshall
“Pengujian memakai alat Marshall”



