



**PENGARUH PENGGUNAAN SAMPAH PLASTIK JENIS  
LDPE PADA ASPAL PEN. 60/70 TERHADAP CAMPURAN  
LASTON AC-BASE DENGAN METODE MARSHALL TEST**

**SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Dalam Rangka  
Memenuhi Persyaratan Mencapai Gelar Sarjana  
Program Studi Teknik Sipil

Oleh:

**MOH. JAFAR SIDIQ**

**NPM. 6520600007**

**FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL  
2024**



## LEMBAR PERSETUJUAN NASKAH SKRIPSI

Skripsi yang berjudul “PENGARUH PENGGUNAAN SAMPAH PLASTIK  
JENIS LDPE PADA ASPAL PEN. 60/70 TERHADAP CAMPURAN LASTON  
AC-BASE DENGAN METODE MARSHALL TEST”

Nama Penulis : Moh. Jafar Sidiq

NPM : 6520600007

Telah disetujui oleh dosen pembimbing untuk di pertahankan di hadapan  
sidang dewan penguji skripsi Fakultas Teknik dan Ilmu komputer Universitas  
Pancasakti tegal.

Hari : Kamis

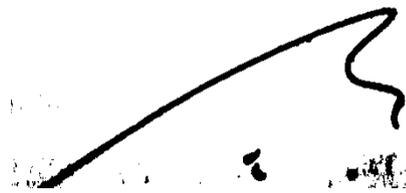
Tanggal : 18 juli 2024

Dosen Pembimbing 1



(Ir. M. Yusuf, MT)  
NIPY. 24762061967

Dosen Pembimbing 2



(Dr. Agus Wibowo, ST., MT)  
NIPY.126518101972

## HALAMAN PENGESAHAN

Telah Dipertahankan Dihadapan Sidang Dewan Penguji Skripsi Fakultas Teknik  
Dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.

Pada Hari : Kamis

Tanggal : 18 Juli 2024

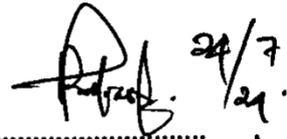
### **Ketua penguji :**

Ahmad Farid, ST., MT  
NIPY. 191511101978



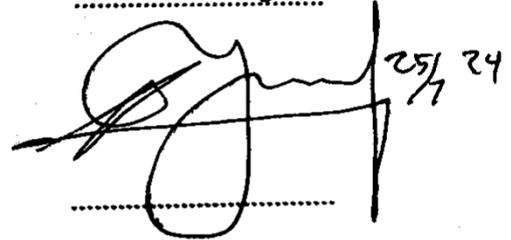
### **Penguji utama :**

Isradias Mirajhusnita, ST., MT  
NIPY. 22561051983



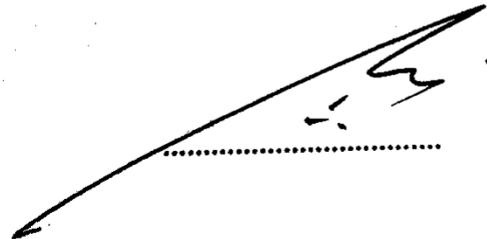
### **Penguji 1**

M. Yusuf, MT  
NIPY. 24762061967



### **penguji 2**

Dr. Agus wibowo, ST., MT  
NIPY. 126518101972



## HALAMAN PERNYATAAN

Dalam penulisan skripsi ini saya tidak melakukan penjiplakan, dengan ini saya menyatakan bahwa sekripsi yang berjudul **“PENGARUH PENGGUNAAN SAMPAH PLASTIK JENIS LDPE PADA ASPAL PEN. 60/70 TERHADAP CAMPURAN LASTON AC-BASE DENGAN METODE MARSHALL TEST”** ini dan seluruh isinya adalah benar benar karya sendiri atau tidak melakukan pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam masyarakat keilmuan sebagaimana mestinya.

Demikian pernyataan ini untuk dijadikan sebagai pedoman bagi yang berkepentingan dan saya siap menanggung segala resiko dan sangsi yang di berikan kepada saya apa bila dikemudian hari di temukan adanya pelanggaran atas etika keilmuan dalam karya tulis ini, atau adanya klaim atas karya tulis ini.

Tegal, juli 2023



Moh. Jafar Sidiq  
NPM: 6520600007

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO :**

"orang tua'ku bukan orang yang kaya raya, Mereka tidak mewariskanku dengan harta. akan tetapi, mereka mewariskanku melalui

Pendidikan yang tinggi."

-(Moh. Jafar sidiq)-

“saya tidak percaya pada keberuntungan karena keberuntungan adalah ketika kesempatan bertemu dengan kemampuan, kemampuan bisa di asah, kesempatan bisa di cari, jadi keberuntungan pada dasarnya

Bisa di ciptakan”

-deddy corbuzier-

### **PERSEMBAHAN :**

Skripsi ini saya persembahkan kepada semua pihak yang berpengaruh dalam terbentuknya skripsi ini dan saya ucapkan terima kasih kepada:

- ❖ Allah SWT, karena hanya atas izin dan karunianya maka skripsi ini dapat di buat dan selesai pada waktunya.
- ❖ Skripsi atau tugas akhir ini saya persembahkan untuk ayah dan ibu, terimakasih atas doa, semangat, motivasi, pengorbanan, nasehat serta kasih sayang yang tidak pernah henti sampai saat ini.
- ❖ Almamaterku, Universitas Pancasaki Tegal yang telah

menjadikanku seseorang yang jauh lebih baik dalam segala hal.

- ❖ Teruntuk teman-teman saya Zydane, sulton, fajar dan nadim  
terimakasih sudah berjuang bersama hingga di titik penghujung.
- ❖ Serta teman-teman mahasiswa teknik sipil yang telah berjuang  
bersama selama masa kuliah.

## **KATA PENGANTAR**

Puji Syukur Kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan serta karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Penggunaan Sampah Plastik Jenis LDPE Pada Aspal Pen.60/70 Terhadap Campuran Laston Ac-Base Dengan Metode Marshall Test”. Penyusunan skripsi ini di maksudkan untuk memenuhi salah satu syarat dalam rangka menyelesaikan studi strata Program Studi Teknik Sipil.

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

1. Bapak Dr. Agus wibowo,ST., MT. Selaku dekan fakultas dan ilmu komputer universitas pancasakti tegal dan juga selaku dosen pembimbing II.
2. Bapak Ir. M. Yusuf., MT selaku Dosen pembimbing I.
3. Segenap dosen dan staf fakultas teknik dan ilmu komputer universitas pancasakti tegal.
4. Bapak dan Ibuku yang telah mendukung dan mendoakan selama ini.
5. Semua pihak yang telah membantu hingga laporan ini selesai, semoga bantuan dan bimbingan yang telah di berikan mendapat balasan yang sesuai dari Allah SWT.

Namun, penulis menyadari bahwa penulisan proposal skripsi ini masih terdapat kekurangan karena keterbatasan penulis, harapan penulis skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pribadi penulis, pembaca, khususnya di lingkungan Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.

Tegal, juli 2024

Penulis

## ABSTRAK

Moh. Jafar sidiq, 2024 “**Pengaruh Penggunaan Sampah Plastik Ldpe Pada Aspal Pen.60/70 Terhadap Campuran Laston Ac-Base Dengan Metode Marshall** “ Laporan Skripsi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal 2024.

Aspal merupakan material perkerasan yang sangat penting dan sering digunakan dalam pembangunan jalan raya di Indonesia. Laston AC-BASE merupakan perkerasan jalan raya yang terletak di bagian dasar yang menompang penemuan baru yang berhubungan dengan perkerasan jalan yakni penggunaan bahan plastik LDPE sebagai bahan tambah pengganti aspal. Teknologi baru ini merupakan salah satu solusi bagi Negara kita yang berdasarkan data dari kementerian lingkungan hidup pada tahun 2020 timbunan sampah plastik yang ada di kab. Tegal mencapai 53.441 m<sup>3</sup>. /hari karena konsumsi dan pembuangan sampah pun meningkat.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menganalisa tentang pengaruh karakteristik marshall dengan menggunakan limbah plastik LDPE sebagai bahan campuran aspal pada perkerasan AC-BASE. Metode yang dilakukan dengan mengadakan kegiatan percobaan untuk mendapatkan data. Penelitian yang dilaksanakan merupakan penelitian dengan metode eksperimental, sehingga akan dibuat benda uji untuk kemudian di uji dan di amati sehingga di dapatkan data serta keterkaitan antar variabel. Dalam pembuatan benda uji diperlukan bahan serta alat sebagai penunjang dan memudahkan proses pelaksanaan pembuatan benda uji

Dari hasil analisa di dapatkan nilai kadar aspal optimum yang memenuhi ke enam syarat kriteria campuran aspal sesuai spesifikasi Bina Marga 2018 yaitu 5,00%. Setelah itu dilanjutkan proses variasi dengan penambahan plastik *low linear density polyethylene* ( LDPE ) dengan kadar persen 0 %, 3 %, 6 %, 9 %, 12% dan 20% di hitung dari berat aspal. di dapat nilai stabilitas sebesar 2730,0 kg dengan kadar plastik 6%, Flow dengan nilai 6,03 mm dengan kadar plastik 12%, VIM dengan nilai 7,32% dengan kadar plastik 20% tetapi tidak memenuhi spesifikasi bina marga 2018, VFB dengan nilai 83,96% dengan kadar plastik 12%, dan untuk MQ sebesar 754,4% dengan kadar plastik 20%. Sedangkan nilai aspal tanpa kadar plastik (0%) cenderung menurun dengan nilai nilai stabilitas dengan nilai 2402 kg, Flow dengan nilai 4,67 mm, VIM dengan nilai 4,65 %, VFB dengan nilai 80,66 %, VMA dengan nilai 23,85 %, dan MQ dengan nilai 525,4%. Kadar penambahan plastik yang baik untuk campuran aspal yaitu 6% karena selain nilai stabilitasnya tinggi, parameter Marshall seperti VIM, Flow, VMA, dan VFB juga telah memenuhi syarat Spesifikasi Direktorat Jendral Bina Marga 2018.

Kata Kunci : Limbah sampah plastik LDPE, laston AC-BASE

## ABSCTRACT

Moh. Jafar Sidiq, 2024 "*The Effect Of Using Ldpe Plastic Waste In Pen.60/70 Asphalt On Laston Ac-Base Mixtures Using The Marshall Method*" Civil Engineering Thesis Report, Faculty of Engineering and Computer Science, Pancasakti University, Tegal, 2024.

*Asphalt is a very important pavement material and is often used in road construction in Indonesia. Laston AC-BASE is a highway pavement located at the base which supports the entire load of vehicle wheels. Along with technological developments, there are new discoveries related to road pavement, namely the use of LDPE plastic material as an additional material to replace asphalt. This new technology is one solution for our country which is based on data from the Ministry of Environment in 2020 of plastic waste piles in the district. Tegal reaches 53,441 m<sup>3</sup>. /day because consumption and waste disposal also increase.*

*The method used in this research is to analyze the influence of marshall characteristics by using LDPE plastic waste as an asphalt mixture on AC-BASE pavement. The method used is to conduct experimental activities to obtain data. The research carried out is research using experimental methods, so test objects will be made to then be tested and observed so that data and relationships between variables can be obtained. In making test objects, materials and tools are needed to support and facilitate the process of making test objects*

*From the results of the analysis, the optimum asphalt content value was obtained which meets the six requirements for asphalt mixture criteria according to the 2018 Bina Marga specifications, namely 5.00%. After that, the variation process continued with the addition of low linear density polyethylene (LDPE) plastic with percentage levels of 0%, 3%, 6%, 9%, 12% and 20% calculated from the weight of the asphalt. obtained a stability value of 2730.0 kg with a plastic content of 6%, Flow with a value of 6.03 mm with a plastic content of 12%, VIM with a value of 7.32% with a plastic content of 20% but did not meet the 2018 Bina Marga specifications, VFB with the value is 83.96% with a plastic content of 12%, and for MQ it is 754.4% with a plastic content of 20%. Meanwhile, the value of asphalt without plastic content (0%) tends to decrease with a stability value of 2402 kg, Flow with a value of 4.67 mm, VIM with a value of 4.65%, VFB with a value of 80.66%, VMA with a value of 23, 85%, and MQ with a value of 525.4%. The good plastic addition level for asphalt mixtures is 6% because apart from its high stability value, Marshall parameters such as VIM, Flow, VMA and VFB also meet the requirements of the 2018 Directorate General of Highways Specifications.*

*Keywords: LDPE plastic waste, laston AC-BASE*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>ABSTRAK</b> .....	viii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xii
<b>LAMBANG DAN SINGKATAN</b> .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Batasan Masalah.....	5
C. Rumusan Masalah .....	6
D. Tujuan Penelitian .....	6
E. Manfaat Penelitian .....	6
F. Sistematika Penelitian Skripsi.....	7
<b>BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	8
A. Landasan Teori.....	8

1. Lapis aspal beton (laston).....	8
2. Jenis aspal .....	13
3. Pemeriksaan aspal .....	15
4. Bahan susunan campuran aspal.....	17
5. Komponen perkerasan lentur ( <i>flexible pavement</i> ).....	21
6. Lapis aspal beton ( laston ac-base).....	24
7. <i>Low density polyethylene (LDPE)</i> .....	27
8. Metode marshall test .....	28
9. Metode pengujian marshall .....	30
B. Tinjauan Pustaka .....	40
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>51</b>
A. Metodologi Penelitian .....	51
B. Waktu dan tempat penelitian.....	51
C. Teknik pengumpulan data .....	55
1. Data primer.....	56
2. Data skunder.....	56
D. Persiapan alat dan bahan .....	56
1. Alat penunjang pengujian karakteristik aspal .....	57
2. Alat penunjang pengujian berat jenis material.....	63
3. Alat penunjang pengujian karakteristik agregat.....	65
4. Bahan penelitian.....	73
E. Tahapan-Tahapan penelitian .....	73
1. Tahapan Persiapan .....	77
2. Pengujian bahan.....	78
3. Pembuatan benda uji.....	83
4. Pengujian marshall .....	87
5. Variabel penelitian.....	92
6. Presentasi hasil .....	93
F. Diagram alir penelitian.....	94
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>86</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 kondisi TPA panujuh.....	2
Gambar 2.1 jenis agregat berdasarkan ukuran butir.....	19
Gambar 2.2 kantong plastik jenis LDPE.....	30
Gambar 2.3 Alat marshall test.....	32
Gambar 3.1 laboratorium universitas panca sakti tegal .....	33
Gambar 3.2 laboratorium PT. Anugerah beton .....	33
Gambar 3.3 panetrometer.....	54
Gambar 3.4 cawan.....	55
Gambar 3.5 stopwatch.....	56
Gambar 3.6 kawat kasa .....	57
Gambar 3.7 tabung ukur.....	62
Gambar 3.8 cincin kuningan .....	63
Gambar 3.9 bola baja .....	63
Gambar 3.10 <i>celeveland open cup</i> .....	64
Gambar 3.11 penjepit thermometer.....	65
Gambar 3.12 timbangan .....	66
Gambar 3.13 picnometer labu .....	66
Gambar 3.14 satu set saringan .....	67
Gambar 3.15 timbangan digital.....	68
Gambar 3.16 mesin los angles .....	68

Gambar 3.17 thermometer .....	69
Gambar 3.18 kompor gas .....	69
Gambar 3.19 wajan .....	70
Gambar 3.20 jangka sorong .....	70
Gambar 3.21 sendok spesi .....	71
Gambar 3.22 mold.....	71
Gambar 3.23 automatic asphalt compaktor .....	72
Gambar 3.24 sendok besi .....	72
Gambar 3.25 dudukan mold dan dongkrak .....	73
Gambar 3.26 waterbath .....	73
Gambar 3.27 alat uji marshall .....	74
Gambar 3.28 Agregat kasar .....	74
Gambar 3.29 Agregat halus.....	76
Gambar 3.30 Bahan penisi (filler).....	77
Gambar 3.31 bahan pengikat (aspal).....	77
Gambar 3.32 plastik LDPE .....	78
Gambar 3.33 pengujian penetrasi.....	80
Gambar 3.34 pengujian titik nyala dan bakar .....	81
Gambar 3.35 pengujian titik lembek.....	81
Gambar 3.36 pengujian berat jenis aspal .....	82
Gambar 3.37 pengujian keausan .....	83

Gambar 3.38 pengujian berat jenis agregat.....	84
Gambar 3.39 pengujian gradasi.....	84
Gambar 3.40 pencampuran job mix .....	85
Gambar 3.41 pencampuran aspal panas .....	86
Gambar 3.42 pembuatan benda uji.....	86
Gambar 3.43 pelepasan benda uji .....	87
Gambar 3.44 proses pembersihan benda uji .....	87
Gambar 3.45 perendaman benda uji.....	88
Gambar 3.46 pengeringan menggunakan kanebo .....	88
Gambar 3.47 penimbangan benda uji.....	89
Gambar 3.48 penimbangan agregat.....	90
Gambar 3.49 penimbangan plastik.....	90
Gambar 3.50 pemadatan benda uji.....	91
Gambar 3.51 pemadatan benda uji.....	91
Gambar 3.52 pelepasan benda uji .....	92
Gambar 3.53 penimbangan berat jenis .....	93
Gambar 3.54 perendaman sempel .....	93
Gambar 3.55 pengujian marshall .....	94

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 ketentuan Sifat Campuran laston yang di modifikasi .....	9
Tabel 1.2 spesifikasi gradasi campuran beton aspal AC-BASE .....	10
Tabel 2.3 Ketentuan agregat kasar .....	20
Tabel 2.4 ketentuan agregat halus .....	21
Tabel 2.4 ketentuan sifat-sifat laston .....	34
Tabel 2.5 Tabel korelasi stabilitas.....	39
Tabel 3.1 Waktu penelitian .....	52
Tabel 3.2.persyaratan agregat kasar .....	71
Tabel 3.2.persyaratan agregat halus .....	72

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 hasil pengujian analisa saringan agregat.....	130
Grafik 4.2 hasil uji kepadatan (density) .....	118
Grafik 4.3 hasil pengujian marshall VIM (rongga udara).....	120
Grafik 4.4 hasil pengujian marshall VMA (rongga di dalam agregat) .....	122
Grafik 4.4 hasil pengujian marshall VFB (rongga terisi aspal) .....	124
Grafik 4.5 hasil pengujian marshall FLOW (pelelehan) .....	126
Grafik 4.1 hasil pengujian marshall Stabilitas .....	128
Grafik 3.2.hasil pengujian marshall MQ (marshall quotien) .....	130

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 2 surat balasan dari laboratorium PT. ANUGERAH BETON .....	137
Lampiran 3 surat balasan dari laboratorium PT. KAMAJATI .....	138
Lampiran 4 hasil pengujian penetrasi aspal .....	139
Lampiran 5 hasil penujian titik lembek aspal .....	140
Lampiran 6 hasil pengujian berat jenis aspal .....	141
Lampiran 7 hasil pengujian GMM.....	142
Lampiran 8 hasil pengujian agregat abu batu .....	143
Lampiran 9 hasil pengujian berat jenis 0-5 .....	144
Lampiran 10 hasil penujian berat jenis 1/2 .....	145
Lampiran 11 hasil berat jenis 1/2 .....	146
Lampiran 12 parameter aspal .....	147
Lampiran 13 hasil pengujian berat jenis agregat 2/3 .....	148
Lampiran 14 hasil pengujian gradasi abu batu.....	149
Lampiran 15 hasil pengujian gradasi abu batu.....	150
Lampiran 16 hasil gradasi agregat 1/2 .....	151
Lampiran 17 hasil gradasi agregat 2/3 .....	152
Lampiran 18 hasil perhitungan <i>JOB MIX FORMULA</i> .....	153
Lampiran 19 hasil pengujian <i>marshall test</i> .....	154
Lampiran 20 hasil sertifikat kalibrasi.....	155
Lampiran 21 hasil sertifikat kalibrasi poving ring .....	156

## LAMBANG DAN SINGKATAN

### Daftar arti lambang :

%	: Persen
>	: Kurang dari
/	: Per
°C	: Derajat Celcius
+	: Jumlah
=	: Sama dengan
<	: Lebih dari
*	: Kali
-	: Minus

### Daftar arti singkatan :

Gmm	: Generalized method of moment
$m^3$	: Meter kubik
mm	: millimeter
m	: Meter
cm	: Centimeter
kgf	: Kilogram-force
kg	: Kilogram
gr	: Gram

cc	: Cubic centimeter
LDPE	: Lowdensity polyetlene
AC- BASE	: Asphlat Concrete-base
VMA	: <i>Void Mix Agregat</i>
VIM	: <i>Void in Mix</i>
VFB	: <i>Viods filld button</i>
MQ	: Marshall Quotient



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Di Indonesia dengan jumlah penduduk mencapai angka 270,20 juta jiwa, menghasilkan 33.133.277,69 ton timbulan sampah pada tahun 2020. Dari angka timbulan sampah tersebut, hanya 15.167.553,06 ton atau sekitar 45,81% sampah yang tertangani. Sebanyak 17,07% dari keseluruhan timbulan sampah di Indonesia merupakan sampah plastik, menempatkan jenis sampah ini di urutan kedua terbanyak dalam komposisi timbulan sampah berdasarkan jenis di Indonesia.

Menyikapi fenomena sampah di atas, pemerintah tentu perlu mengevaluasi kebijakan pengelolaan sampah di Indonesia merujuk pada fakta tersebut. Menurut Novrizal Tahar, Direktur Pengelolaan Sampah Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), terdapat 6 (enam) masalah mendasar terkait pengelolaan sampah di Indonesia. Pertama, rendahnya kapasitas pemerintah daerah dalam mengelola sampah. Kedua, ke tidak pedulian masyarakat Indonesia dengan lingkungan. Ketiga, tren sampah yang semakin meningkat. Ke empat, rendahnya tanggung jawab industri. Kelima, masalah regulasi. Ke enam, terkait impor sampah.

Volume sampah yang masuk ke TPA Penujah pada tahun 2023 sampai dengan bulan April sebesar 53.441 m<sup>3</sup>. Kondisi tersebut menyebabkan daya tampung TPA Penujah sudah tidak mencukupi lagi di karenakan laju volume sampah yang masuk tidak sebanding dengan luas TPA Penujah. Berdasarkan

hal tersebut dan perhitungan kami dilapangan maka daya tampung TPA hanya akan mencukupi 2 - 5 tahun kedepan.



(dokumen pribadi)

Pemerintah melalui Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) terus melaksanakan pembangunan proyek infrastruktur jalan. Untuk itu, diperlukan inovasi untuk mencari metode pembangunan alternatif yang dapat meningkatkan efektivitas penggunaan biaya yang ada. Penelitian-penelitian terdahulu menjelaskan bahwa penambahan limbah plastik LDPE atau sampah plastik kresek dapat meningkatkan mutu pada campuran aspal beton dan mengurangi biaya konstruksi.

Bahan plastik yang digunakan merupakan limbah plastik jenis Low density polyethylene (LDPE) yaitu jenis limbah plastik kresek yang telah di sortir di bersihkan dan di cacah. Campuran aspal dengan menggunakan plastik ini akan di uji di labolatorium untuk mencari nilai-nilai campuran beraspal panas dengan metode Marshall Tes. Pada penelitian ini akan dicoba persentase yang berbeda dari penelitian-penelitian sebelumnya dengan variasi persentase plastik yaitu 0%, 3%, 6%, 9%, 12%, dan 20% dari berat aspal. Dari data hasil pengujian maka akan didapatkan perbedaan aspal plastik dengan aspal biasa

dan perbedaan dari variasi persentase dari percobaan sebelumnya.

Limbah sampah plastik ini bisa dimanfaatkan dengan berbagai cara, salah satunya dengan cara menambahkan plastik yang berjenis *Low Density Poly Ethylene* (LPDE) ke dalam suatu campuran aspal. Mencampur sampah plastik ke dalam konstruksi jalan raya mempunyai dua tujuan, yaitu meminimalkan sampah plastik dan meningkatkan kualitas jalan. Plastik mutu tinggi untuk bahan tambah aspal tidak digunakan pada penelitian ini, karena harganya cukup mahal dan bentuknya pelet sehingga percampuran di SMA membutuhkan alat pengaduk (mixer). Untuk itu dicari alternatif pencampuran plastik ke dalam campuran beraspal yaitu dengan cara menambahkan plastik kedalam agregat panas pada temperatur campuran dengan menggunakan cara kering.

Penambahan limbah kantong plastik ke dalam aspal diharapkan dapat memberikan daya tahan aspal terhadap suhu tinggi dan dapat meningkatkan daya lekat aspal terhadap agregat sehingga air akan susah meresap kedalam lapisan perkerasan jalan. Salah satu penyebab rusaknya jalan adalah air karena meresap ke dalam badan jalan dan menyebabkan daya lekat aspal menjadi berkurang.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Dinda Aprilia Sasti 2019. Pertumbuhan sampah plastik pada lingkungan masyarakat menjadi masalah yang krusial sampai saat ini dengan berbagai macam jenis sampah yang tergolong menjadi beberapa macam salah satunya yaitu jenis sampah plastik LDPE. Pada penelitian ini jenis plastik LDPE digunakan sebagai

campuran aspal pada perkerasan AC-Base . Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen pencampuran plastik LDPE pada aspal pen 60/70 dengan kondisi basah menggunakan campuran 6 variasi yaitu 0%, 3%, 6% 9% 12% dan 20%. Maka di dapat hasil penelitian menggunakan metode Marshall. Variasi penambahan plastik LDPE sangat berpengaruh dengan hasil yang di dapat, jika terlalu banyak campuran plastik maka aspal akan menjadi lebih mudah mengalami deformasi (penurunan). Bertambahnya plastik juga mempengaruhi penyerapan aspal pada campuran maupun pengisian rongga pada campuran. Pada stabilitas setelah perendaman aspal campuran plastic LDPE lebih bagus dikarenakan plastik yang berperan sebagai pengikat

Dari latar belakang diatas, penulis ingin melakukan penelitian dengan pemanfaatan sampah LDPE atau sampah limbah plastik kresek sebagai bahan tambahan campuran aspal, maka penulis mengambil penelitian tentang

***”PENGARUH PENGGUNAAN SAMPAH PLASTIK JENIS LDPE  
PADA ASPAL PEN. 60/70 TERHADAP CAMPURAN LASTON AC-BASE  
DENGAN METODE MARSHALL TEST”***

## **B. Batasan Masalah**

Agar penelitian ini tidak meluas maka penulis memberi batasan masalah yang akan di batasi daalam penelitian ini, sebagai berikut:

1. Bahan yang di gunakan sebagai bahan subtitusi aspal adalah plastik kresek yang bekas berjenis *low density polyethylene* (LDPE), kemudian di campurkan bersamaan dengan campuran aspal yang dipanaskan.
2. Untuk bahan aspal menggunakan aspal Pertamina dengan penetrasi 60/70.
3. Agregat yang digunakan berasal dari CV. PRIMA LOGAM.
4. Penelitian ini di lakukan melalui pengujian skala laboratorium, tidak dilakukan pengujian skala lapangan.
5. Pengujian di laboratorium meliputi pekerjaan uji stabilitas statis dengan metode Marshall.

### **C. Rumusan Masalah**

Dibawah ini adalah rumusan masalah penelitian:

1. Berapa penambahan kadar aspal yang paling optimal untuk mengetahui campuran sampah plastik LDPE dengan variasi 0%, 3%, 6%, 9%, 12%, dan 20% terhadap campuran aspal AC-Base?
2. Apakah penggunaan limbah sampah plastik memberikan pengaruh terhadap karakteristik marshall pada campuran lapis aspal beton (laston-BASE)?
3. Bagaimana perbandingan kinerja pencampuran aspal konvensional dengan campuran aspal yang mengandung plastik?

### **D. Tujuan Penelitian**

Tujuan pada penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan kadar aspal yang paling optimal untuk campuran sampah plastik LDPE dengan variasi 0%, 3%, 6%, 9%, 12%, dan 20% terhadap campuran aspal AC-Base?
2. Untuk mengetahui pengaruh limbah sampah plastik terhadap karakteristik marshall pada campuran lapis aspal beton (laston-BASE)
3. Untuk mengetahui perbandingan kinerja campuran aspal konvensional dengan campuran yang mengandung plastik.

#### **E. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini yaitu agar bisa mengurangi limbah sampah plastik yang sangat susah di urai oleh tanah. Dan diharapkan dari hasil penelitian ini dapat memberikan informasi dan bahan pertimbangan tentang pentingnya menggunakan bahan-bahan bekas seperti limbah plastik untuk memanfaatkan penggunaan campuran aspal.

#### **F. Sistematika Penulisan Skripsi**

Sistematika penyusunan Laporan Penelitian ini secara garis besar di bagi dalam lima bagian sebagai berikut:

##### **BAB I : PENDAHULUAN**

Pada bagian ini berisikan penjelasan secara umum latar belakang, masalah, Batasan masalah, rumusan masalah, tinjauan penelitian, manfaat penelitian serta sistematika penulis yang di gunakan pada proposal skripsi ini.

## BAB II : LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi uraian mengenai aspal, agregat dan sampah lastik jenis LDPE sebagai bahan tambah aspal, jenis pengujian yang digunakan yaitu Marshall Test serta penelitian terdahulu.

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi prosedur yang dilakukan dalam penelitian, dimulai dari tahap persiapan, tahap pemeriksaan material, tahap pembuatan benda uji, tahap pengujian dan tahap pengolahan data.

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang pelaksanaan penelitian yang dilakukan mencakup hasil pengumpulan data, pengolahan data, analisis dan pembahasan data berdasarkan hasil yang diperoleh dan teori yang ada.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan berisi kesimpulan yang diambil dari penelitian ini dan saran. Pada akhir penulisan skripsi ini akan dilampirkan daftar pustaka sebagai referensi penunjang yang digunakan dan lampiran yang berisikan data–data penunjang dalam proses pengolahan data.

## **BAB II**

## LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

### A. Landasan Teori

#### 1. Lapis Aspal Beton (Laston)

Laston adalah suatu lapis permukaan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menerus, dicampur, dihamparkan dan dipadatkan dalam kondisi panas dan suhu tertentu. Laston bersifat kedap air, mempunyai nilai struktural, awet, kadar aspal berkisar 4-7% terhadap berat campuran, dan dapat digunakan untuk lalu lintas ringan, sedang, hingga berat. Campuran ini memiliki tingkat kekakuan yang tinggi. Menurut Kimpraswil tahun 2000 (dalam Hardiyatmo, 2015) aspal beton menjadi 3 macam campuran, yaitu laston lapis aus (AC-WC), laston lapis pengikat (AC-BC), dan laston lapis pondasi.

Lapisan aspal beton terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu. Bahan Laston terdiri dari agregat kasar, agregat halus, filler (jika diperlukan) dan aspal keras. Bahan harus terlebih di teliti mutu dan gradasinya. Penggunaan hasil pencampuran aspal dari beberapa pabrik yang berbeda tidak dibenarkan walaupun jenis aspal sama. Laston *AC-binder course* adalah lapisan perkerasan yang letaknya dibawah lapisan aus (AC-WC) dan tidak berhubungan langsung dengan cuaca, tetapi perlu memiliki 9 stabilitas untuk memikul beban lalu-lintas yang dilimpahkan melalui roda kendaraan (Sukirman,S 2003). Tebal minimum lapis AC-BC adalah 5 cm. Ketentuan sifat

– sifat campuran beraspal panas di Indonesia seperti campuran beraspal jenis AC-BC (*Binder Course*) adalah ketentuan yang telah dikeluarkan oleh Departemen Perhubungan dan Prasarana Wilayah bersamasama dengan Bina Marga, hal itu menjadi acuan dalam penelitian ini.

Tabel 1.1 Ketentuan sifat campuran laston yang dimodifikasi (*AC modified*)

Sifat-sifat campuran		Lapis aspal beton (Laston)		
		Lapis aus	Lapis antara	Pondasi
Jumlah tumbukan per bidang		75		112
Rasio partikel lolos ayakan 0,075 mm dengan kadar aspal efektif	Min	0,6		
	Maks.	1,2		
Rongga dalam campuran (%)	Min	3,0		
	Maks.	5,0		
Rongga dalam agregat(VMA) (%)	Min	15	14	13
Rongga terisi aspal (%)	Min	65	65	65
Stabilitas marshall (kg)	Min	800		1800
Pelelehan (mm)	Min	2		3
	Maks	4		6
Stabilitas marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam,60°C	Min	90		
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membuat (refusal)	Min	2		

Sumber: Spesifikasi Direktorat jendral bina marga, 2018

**Tabel 1.2** Spesifikasi Gradasi Campuran Beton Aspal AC-BASE

Ayakan		Gradasi
No.Saringan	Ukuran Saringan (Mm)	Ac-Base
1 ½ in	3,75 mm	100
1 in	25 mm	90-100
¾ in	19 mm	76-90
½ in	12,5 mm	60-78
3/8 in	9,5 mm	52--71
No.4	4,75 mm	35-54
No. 8	2,36 mm	23-41
No.16	1,18 mm	14-30
No.30	0,60 mm	10-22
No.50	0,30 mm	6-15
No.100	0,15 mm	4-10
No.200	0,075 mm	3-7

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018

Menurut Asphalt Institute MS-22 (dalam Hardiyatmo, 2015), suatu campuran aspal beton harus memiliki karakteristik campuran yang baik. Karakteristik tersebut meliputi stabilitas, kelenturan atau fleksibilitas, daya tahan/durabilitas, kekesatan permukaan, kemudahan pekerjaan, kedap air, dan ketahanan terhadap kelelahan. Berikut penjelasan masing-masing karakteristik marshall:

a. Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan campuran beraspal dalam melawan deformasi plastis atau perubahan bentuk permanen akibat beban lalu lintas. Stabilitas juga dapat didefinisikan sebagai kemampuan lapisan perkerasan dalam melayani beban lalu lintas dengan tanpa mengalami deformasi permanen, seperti gelombang dan timbulnya alur-alur. Stabilitas akan maksimal apabila agregat memiliki permukaan kasar dan volume aspal yang cukup, sehingga adhesi dengan permukaan agregat dapat disebarkan dengan merata. Nilai stabilitas marshall dinyatakan dalam pon yang menyebabkan keruntuhan dari benda uji campuran beton aspal panas padat yang diuji dalam alat marshall. Stabilitas marshall bertambah apabila kadar aspal bertambah sampai nilai tertentu, setelah nilai tersebut stabilitasnya berkurang.

b. Kelenturan/fleksibilitas

Kelenturan adalah campuran aspal harus mampu mengakomodasi lendutan permanen dalam batas-batas tertentu dengan tanpa mengalami retak-retak. Untuk mendapatkan kelenturan yang tinggi, maka dapat digunakan agregat yang bergradasi terbuka atau gradasi senjang. Aspal yang digunakan harus lunak (penetrasi tinggi).

c. Daya tahan/durabilitas

Daya tahan atau durabilitas maksudnya daya tahan suatu lapis perkerasan terhadap keausan akibat beban lalu lintas dan pengaruh perubahan cuaca dengan tanpa mengalami pelepasan film aspal dari

butirean agregat. Perubahan cuaca dapat mengakibatkan penuaan aspal. Faktor-faktor yang dapat meningkatkan durabilitas campuran agregat aspal adalah kadar aspal tinggi, gradasi agregat rapat, pemadatan sempurna, campuran agregat kedap air, serta batuan penyusun lapis perkerasan cukup keras.

d. Kekesatan permukaan

Kekesatan permukaan adalah lapisan permukaan aspal harus mempunyai kekesatan yang cukup tinggi, sehingga menjamin keselamatan pengguna jalan, terutama apabila dalam kondisi basah. Untuk mempertinggi kekesatan maka jadar aspal harus tepat dan permukaan agregat harus kasar.

e. Kemudahan pekerjaan

Kemudahan dalam pekerjaan adalah campuran aspal harus mudah dikerjakan dalam pelaksanaan di lapangan termasuk penghamparan dan pematatannya.

f. Kedap air

Kedap air maksudnya adalah kekedapan campuran beraspal terhadap masuknya air dan udara. Hal ini diperlukan untuk mencegah lolosnya air dan kontak langsung aspal dengan udara. Air dan udara akan mempercepat penuaan aspal. Selain itu, air juga dapat menyebabkan pengelupasan lapis film aspal yang berada di permukaan agregat.

g. Ketahanan terhadap kelelahan

Ketahanan terhadap kelelahan adalah ketahanan campuran beraspal dalam menahan lendutan yang disebabkan oleh beban lalu lintas yang berulang-ulang, sehingga campuran tidak cepat mengalami keretakan.

2. Jenis Aspal

Menurut Sukirman (2016) Berdasarkan tempat diperolehnya, aspal dibedakan atas aspal alam dan aspal minyak. Aspal alam yaitu aspal yang didapatkan di suatu tempat di alam dan dapat digunakan sebagaimana diperolehnya atau dengan sedikit pengolahan. Aspal minyak adalah aspal yang merupakan residu pengilangan minyak bumi.

a. Aspal Alam

Aspal alam ada yang diperoleh di gunung-gunung seperti aspal di Pulau Buton, dan ada pula yang diperoleh di danau seperti di Trinidad. Aspal alam terbesar di dunia terdapat di Trinidad, berupa aspal danau (*Trinidad Lake Asphalt*). Indonesia memiliki aspal alam yaitu di Pulau Buton, yang berupa aspal gunung, terkenal dengan nama Asbuton (Aspal Batu Buton). Asbuton merupakan campuran antara bitumen dengan bahan mineral lainnya dalam bentuk batuan. Karena asbuton merupakan mineral yang ditemukan begitu saja di alam, maka kadar bitumen yang dikandungnya sangat bervariasi dari rendah sampai tinggi.

## b. Aspal Minyak

Setiap minyak bumi yang menghasilkan residu jenis asphaltic base crude oil yang banyak mengandung aspal, parafin base crude oil yang banyak mengandung parafin atau mix base crude yang banyak mengandung campuran antara parafin dan aspal. Untuk perkerasan jalan umumnya digunakan aspal minyak jenis asphaltic base crude oil. Jika dilihat bentuknya pada temperatur ruang, aspal minyak dibedakan atas:

### 1) Aspal padat

Aspal padat adalah aspal yang berbentuk padat atau semi padat pada suhu ruang dan menjadi cair jika dipanaskan. Aspal padat dikenal dengan nama semen aspal (asphalt cement).

### 2) Aspal cair

Aspal cair (cutback asphalt) yaitu aspal yang berbentuk cair pada suhu ruang. Aspal cair merupakan semen aspal yang dicairkan dengan bahan pencair hasil penyulingan minyak bumi seperti minyak tanah, bensin, atau solar.

### 3) Aspal emulsi

Aspal emulsi (emulsified asphalt) adalah suatu campuran aspal dengan air atau bahan pengemulsi, yang dilakukan di pabrik pencampur. Aspal emulsi ini lebih cair daripada aspal cair. Di dalam aspal emulsi, butir-butir aspal larut dalam air. Untuk menghindari

butiran aspal saling menarik membentuk butir-butir yang lebih besar maka butiran tersebut diberi muatan listrik.

### 3. Pemeriksaan Aspal

Sifat-sifat aspal harus selalu di periksa dan aspal yang memenuhi syarat yang telah ditetapkan dapat dipergunakan sebagai bahan pengikat perkerasan lentur. Pemeriksaan yang dilakukan untuk aspal keras adalah sebagai berikut:

#### a. Pemeriksaan Penetrasi Aspal

Pemeriksaan penetrasi aspal bertujuan untuk memeriksa tingkat kekerasan aspal. Pengujian dilaksanakan pada suhu 25°C dan kedalaman penetrasi diukur setelah beban dilepaskan selama 5 detik.

#### b. Pemeriksaan Titik Lembek (*Softening Point Test*)

Pemeriksaan titik lembek bertujuan untuk mengetahui kepekatan aspal terhadap temperatur. Suhu pada saat aspal mulai menjadi lunak tidaklah sama pada setiap hasil produksi aspal walaupun mempunyai nilai penetrasi yang sama. Titik lembek adalah suhu rata-rata (dengan beda suhu  $\geq 1^\circ\text{C}$ ) pada saat bola baja menembus aspal karena leleh dan menyentuh plat dibawahnya (sejarak 1 inch = 25,4 mm). pengujian dilaksanakan dengan alat "*Ring and Ball Apparatus*". Manfaat dari pengujian titik lembek ini adalah digunakan untuk menentukan temperatur kelelahan dari aspal.

#### c. Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar

Beperiksaan titik nyala dan titik bakar bertujuan untuk menentukan suhu pada aspal terlihat nyala singkat di permukaan aspal (titik nyala) dan suhu pada saat terlihat nyala sekurang-kurangnya 5 detik. Titik nyala dan titik bakar perlu diketahui untuk memperkirakan temperatur maksimum pemanasan aspal sehingga aspal tidak terbakar.

#### d. Berat jenis aspal

Berat jenis aspal adalah perbandingan antara berat jenis dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu, 25°C. data berat jenis aspal dipergunakan untuk perhitungan dalam perencanaan dan evaluasi sifat campuran aspal beton (perhitungan Sgmix dan porositas).

### 4. Bahan Susunan Campuran Aspal

bahan susun perkerasan aspal adalah aspal, agregat kasar, agregat halus, dan filler. Berikut penjelasan masing-masing bahan penyusun campuran aspal beton:

#### a. Aspal

Hardiyatmo (2015:66), aspal merupakan bahan pembentuk lapis permukaan dari perkerasan lentur maupun perkerasan komposit. Aspal juga digunakan sebagai bahan pengikat dalam stabilisasi tanah dasar atau lapis pondasi. Aspal adalah material hasil penyaringan minyak mentah dan merupakan hasil dari industri perminyakan. Aspal merupakan material untuk perekat, yang berwarna coklat gelap sampai

hitam, dengan unsur pokok yang dominan adalah bitumen. Hidrokarbon merupakan bahan dasar utama dari aspal yang sering disebut bitumen ini. Aspal yang dibentuk dari banyak molekul hidrokarbon ini mempunyai komposisi kimia yang bermacam-macam. Pembentukan koloid aspal bergantung pada sifat kimia dan persen dari molekul hidrokarbon, serta hubungan satu dengan yang lain. Ter (tar) diperoleh dari kondensasi destilasi yang dihasilkan dari destilasi destruktif bahan organik seperti batu bara dan kayu.

Bahan dasar dari aspal adalah hidrokarbon yang umum disebut sebagai bitumen. Aspal yang umum digunakan saat ini terutama berasal dari salah satu hasil destilasi minyak bumi, dan disamping itu mulai banyak pula digunakan aspal yang berasal dari pulau Buton. Sebagai salah satu material konstruksi perkerasan lentur, aspal merupakan salah satu komponen kecil, umumnya 4%-10% berdasarkan berat atau 10%-15% berdasarkan volume, tetapi merupakan komponen yang relatif mahal (Sukirman,. 1992).

Aspal minyak digunakan untuk konstruksi jalan raya, bersifat mengikat agregat, memberikan lapisan kedap air, tahan terhadap pengaruh asam, basa dan garam. Jika lapisan perkerasan dibuat dengan aspal yang bermutu baik, maka akan tahan terhadap pengaruh cuaca dan reaksi kimia, serta memberikan lapisan kedap air. Sifat aspal akan berubah dipengaruhi oleh panas dan umur. Aspal akan kaku dan rapuh, daya adesi terhadap partikel agregat akan berkurang. Oleh karena itu

diperlukan upaya untuk menganalisis lebih lanjut terhadap sifat aspal dan proses pelaksanaan di lapangan (Sukirman, 1995)

Menurut Sukirman, (2007), aspal didefinisikan sebagai material perekat berwarna hitam atau coklat tua, dengan unsur utama bitumen. Aspal dapat diperoleh di alam ataupun merupakan residu dari pengilangan minyak bumi. Aspal adalah material yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, dan bersifat termoplastis. Jadi aspal akan mencair jika dipanaskan pada suhu tertentu, dan kembali membeku jika temperature turun. Bersama dengan agregat, aspal merupakan material pembentuk campuran perkerasan jalan. Banyaknya aspal dalam campuran perkerasan berkisar antara 4-10% berdasarkan berat campuran, atau 10-15% berdasarkan volume campuran.

Menurut Sukirman, (1992), aspal yang dipergunakan pada konstruksi perkerasan jalan berfungsi sebagai:

- 1) Bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan antara aspal dengan bahan pengikat itu sendiri.
- 2) Bahan pengisi, mengisi rongga antara butir-butir agregat dan pori-pori yang ada dari agregat itu sendiri.



Gambar 2.1 Jenis agregat berdasarkan ukuran butir

(Sumber: Sukirman 2003)

b. Agregat kasar

Agregat kasar yaitu batuan yang tertahan di saringan 2,36 mm, atau sama dengan saringan standar ASTM No. 8. Dalam campuran agregat - aspal, agregat kasar sangat penting dalam membentuk kinerja karena stabilitas dari campuran diperoleh dari interlocking antar agregat. Fungsi agregat kasar adalah untuk memberikan kekuatan pada campuran dan memperluas mortar, sehingga campuran menjadi lebih ekonomis. Selain memperkecil biaya, tingginya kandungan agregat kasar juga memberi keuntungan berupa meningkatkan tahanan gesek lapis perkerasan. Tingginya kandungan agregat kasar membuat lapis perkerasan lebih permeabel. Hal ini menyebabkan rongga udara meningkat, sehingga air mudah masuk dan menurunnya daya lekat bitumen, maka terjadinya pengelupasan aspal dari batuan.

Agregat kasar pada umumnya harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan. Berikut ini adalah Tabel 2 yang berisi tentang ketentuan untuk agregat kasar.

**Tabel 2.3** Ketentuan agregat kasar

Pengujian		Metoda pengujian	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan	<i>Natrium sulfat</i>	SNI 3407:2008	Maks. 12%
	<i>Magnesium sulfat</i>		Maks. 18%
Abrasi dengan mesin <i>Los Angeles</i>	Campuran AC modifikasi dan SMA	100 putaran	Maks. 6%
		500 putaran	Maks. 30%
	Semua jenis campuran beraspal bergradasi lainnya	100 putaran	Maks. 8%
		500 putaran	Maks. 40%
Kelekatan agregat terhadap aspal		SNI 2439:2011	Min 95%
Butir pecah pada agregat kasar	SMA	SNI 7619:2012	100/90
	Lainnya		95/90
Partikel pipih dan Lonjong	SMA	ASTM D4791-10	Maks. 5%
	Lainnya	Perbandingan 1:5	Maks. 10%
Material lolos ayakan No. 200		SNI ASTM C117:2012	Maks. 1%

(Sumber : Spesifikasi direktorat jendral bina marga 2018)

c. Agregat halus

Agregat halus yaitu batuan yang lolos saringan No. 8 (2,36 mm) dan tertahan pada saringan No. 200 (0,075 mm). Fungsi utama agregat halus adalah memberikan stabilitas dan mengurangi deformasi permanen dari campuran melalui *interlocking* dan gesekan antar partikel. Bahan ini dapat terdiri dari butiran-butiran batu pecah atau pasir alam atau campuran dari keduanya tertera pada Tabel 3.

**Tabel 2.4** ketentuan agregat halus

Pengujian	Metoda pengujian	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	Min 50%
Uji Kadar Rongga Tanpa Pemasatan	SNI 03-6877-2002	Min. 45%
Gumpalan Lempung dan Butir-butir Mudah Pecah dalam Agregat	SNI 03-4141-1996	Maks. 1%
Agregat Lolos Ayakan No. 200	SNI ASTM C117:2012	Maks. 10%

(Sumber : spesifikasi direktorat jendral bina marga, 2018)

Berikut ini adalah data hasil pengujian berat jenis agregat yang di dapatkan dari PT. Anugerah beton yang sebelumnya sudah di lakukan. Agregat tersebut adalah agregat yang akan dipakai sebagai bahan campuran AC-BASE dengan data sebagai berikut.

**Tabel 2.5** berat jenis agregat halus abu batu

<b>GRAVITAS KHUSUS &amp; PENYERAPAN AGREGAT HALUS</b>					
<b>Bahan</b> : Abu Batu ( Hot Bin I )		<b>Nomor Referensi</b> : -			
<b>Sumber</b> : Sungai margasari		<b>tanggal pengambilan sampel</b> : 2 April 2024			
<b>Pemasok</b> : CV Logam prima		<b>tanggal pengujian</b> : 3 April 2024			
<b>KETERANGAN</b>					
		<b>Satuan</b>	<b>Sampel I</b>	<b>Sampel II</b>	<b>Rata-rata</b>
Berat sampel dalam kondisi SSD	S	gram	500	500	
Berat piknometer + sampel + air	C	gram	1032	1033	
Berat piknometer + air	B	gram	716,0	716,5	
Berat sampel ( kondisi kering oven )	A	gram	490,3	491,2	
Gravitasi Spesifik Massal (kondisi ssd)	$\frac{S}{B + S - C}$		2,713	2,717	2,715
Gravitasi Spesifik Massal	$\frac{A}{B + S - C}$		2,660	2,670	2,665
Gravitasi Spesifik Nyata	$\frac{A}{B + A - C}$		2,808	2,804	2,806
Penyerapan	$\frac{500 - A}{A} \times 100$	%	1,978	1,792	1,885

(sumber : dokumen pengujian PT. Anugerah beton)

**Tabel 2.6** berat jenis agregat kasar ukuran ½

<b>GRAVITAS SPESIFIK &amp; PENYERAPAN AGREGAT HALUS (10-20 mm)</b>						
<b>ASTM C.127</b>						
<b>Bahan</b>	<b>: Agregat 1-2 ( Hot Bin III )</b>	<b>Nomor Referensi</b>	<b>: -</b>			
<b>Sumber</b>	<b>: sungai margasari</b>	<b>tanggal pengambilan sampel</b>	<b>: 2 April 2024</b>			
<b>Pemasok</b>	<b>: CV Logam prima</b>	<b>tanggal pengujian</b>	<b>: 3 April 2024</b>			
<b>KETERANGAN</b>		<b>Satuan</b>	<b>SEMPEL I</b>	<b>SEMPEL II</b>	<b>Rata-rata</b>	
Berat sampel dalam kondisi ssd di udara	B	gram	2000	2000		
Berat sampel jenuh dalam air	C	gram	1253,1	1251,3		
Berat sampel ( kondisi kering oven )	A	gram	1974,0	1972,3		
Gravitasi Spesifik Massal (kondisi ssd)	$\frac{B}{B - C}$	gram	2,678	2,671	2,675	
Gravitasi Spesifik Massal	$\frac{A}{B - C}$		2,643	2,634	2,639	
Gravitasi Spesifik Nyata	$\frac{A}{A - C}$		2,738	2,736	2,737	
Penyerapan	$\frac{B - A}{A} \times 100$	%	1,317	1,404	1,361	

(sumber : dokumen pengujian PT. Anugerah beton)

Tabel 2.6 kombinasi berat jenis agregat

<b><i>berat jenis gabungan</i></b>					
No	uraian agregat	komposisi agregat	Bj. Bulk agregat	Bj. Apparent agregat	penyerapan air agregat
1	Hot bin 1 ( abu batu )	30,00	2,665	2,806	1,885
2	Hot bin 2 (agregat ukuran 0,5)	33,00	2,729	2,992	3,226
3	Hot bin 3 (agregat ukuran 1/2)	15,00	2,639	2,737	1,361
4	Hot bin 4 (agregat ukuran 2/3)	20,00	3,098	3,254	1,555
5	filler (semen)	2	3.136		
6	Total campuran	100			
<b>Bj Aspal</b>					1.038
<b>Bj. Bulk agreat campuran</b>					
<b>100</b>					
$\frac{\% BT(8-11)}{Bj.Bulk} + \frac{\% BT(5-8)}{Bj.Bulk} + \frac{\% ABU}{Bj.Bulk} + \frac{\% FILLER}{Bj}$					2,818
<b>Bj.apparent Agregat Campuran</b>					
<b>100</b>					
$\frac{\% BT(8-11)}{Bj.App} + \frac{\% BT(5-8)}{Bj.App} + \frac{\% ABU}{Bj.App} + \frac{\% FILLER}{Bj}$					2,999
<b>Bj.Efektif Agregat</b>					
$\frac{100 - K.Aspal}{100} + \frac{K.Aspal}{GMM Pb \times Bj.Aspal}$					2,260
<b>Penyerapan aspal terhadap total agregat</b>					
$100 \times \left[ \frac{Bj. Agg Eff - Bj.agg Bulk}{Bj. Agg Eff \times Bj.agg Bulk} \right] \times Bj aspal$					-9086
<b>perkiraan kadar aspal optimum ( %aspal )</b>					
$pb = 0,35(\%CA)+0,45(\%FA)+0,18(\%FF)+k$					5,3
<b>Perkiraan kadar aspal efektif ( pbe )</b>					
$aspal = \frac{\% Penyerapan aspal}{100} \times \% agregat$					8610
<b>Berat Jenis Campuran Maximum T-209 (GMM)</b>					
<b>Dengan Kadar Aspal (Pb) = 4,90 %</b>					2,376

(sumber : dokumen pengujian PT. Anugerah beton)

d. Filler

Mineral pengisi (*filler*) yaitu material yang lolos saringan No.200 (0,075 mm). *Filler* dapat berfungsi untuk mengurangi jumlah rongga dalam campuran, namun demikian jumlah *filler* harus dibatasi pada suatu batas yang menguntungkan. Terlampaui tinggi kadar *filler* cenderung menyebabkan campuran menjadi getas dan akibatnya akan mudah retak akibat beban lalu lintas, pada sisi lain kadar filler yang terlampaui rendah menyebabkan campuran menjadi lembek pada temperatur yang relatif tinggi.

5. Agregat Campuran Laston (AC-BASS)

Menurut (Sukirman, 1999) agregat /batuan merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan yaitu mengandung 90-95% agregat berdasarkan persentase Berat 75-85% agregat berdasarkan persentase volume. Dengan demikian daya dukung, keawetan dan mutu perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain.

a. Sifat Agregat

Sifat agregat menentukan kualitasnya sebagai bahan material perkerasan jalan, dimana agregat itu sendiri merupakan bahan yang kaku dan keras. Agregat dengan kualitas dan mutu yang baik dibutuhkan untuk lapisan permukaan yang langsung memikul beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan dibawahnya. (Silvia Sukirman, 1995). Sifat

agregat yang menentukan kualitasnya sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan dapat dikelompokkan menjadi :

1. Kekuatan dan keawetan yang dipengaruhi oleh:

- a) Gradasi
- b) Ukuran maksimum
- c) Kadar lempung
- d) Kekerasan
- e) Bentuk butir
- f) Tekstur permukaan

2. Kemampuan yang dilapisi dengan aspal yang baik dipengaruhi oleh:

- a) Porositas
- b) Bentuk butir
- c) Jenis agregat

3. Kemudahan dalam pelaksanaan dan menghasilkan lapisan yang nyaman dan aman dipengaruhi oleh:

- a) Tahanan geser
- b) Campuran yang memberikan kemudahan dalam pelaksanaan
- c) Gradasi Agregat

Gradasi merupakan hal yang penting dalam menentukan stabilitas perkerasan. Gradasi agregat biasanya mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang akan menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan. Gradasi agregat diperoleh dari hasil analisa saringan dengan menggunakan 1 set saringan dimana saringan yang paling kasar diletakkan diatas dan yang paling halus terletak paling bawah. 1 set saringan dimulai dari pan dan diakhiri dengan tutup. Gradasi agregat dibedakan atas :

1. Gradasi seragam (*uniform graded*)

Gradasi seragam adalah gradasi agregat dengan ukuran yang hampir sama. Gradasi seragam disebut juga gradasi terbuka (*open graded*) karena hanya mengandung sedikit agregat halus sehingga terdapat banyak rongga atau ruang kosong antar agregat. Campuran beraspal yang dibuat dengan gradasi ini bersifat porus atau memiliki permeabilitas yang tinggi, stabilitas yang rendah dan memiliki berat isi yang kecil.

2. Gradasi rapat (*Dense graded*)

Gradasi rapat adalah gradasi agregat dimana terdapat butiran dari agregat kasar sampai halus dalam porsi yang seimbang, sehingga sering disebut gradasi menerus atau gradasi baik (*well graded*). Agregat dengan gradasi rapat akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan stabilitas yang tinggi, kurang kedap air, sifat drainase jelek dan berat volume besar.

### 3. Gradasi senjang (*Gap graded*)

Gradasi senjang adalah gradasi agregat dimana ukuran agregat yang ada tidak lengkap atau ada fraksi agregat yang tidak ada atau jumlahnya sedikit sekali. Agregat dengan gradasi senjang akan menghasilkan lapisan perkerasan yang mutunya terletak antara agregat bergradasi seragam dan agregat bergradasi rapat.

### 6. Komponen perkerasan lentur (*flexible pavement*)

Menurut Nur Khaerat Nur., dkk 2021 ada beberapa bagian perkerasan jalan yang terdiri dari:

#### a. Tanah dasar (*sub grade*)

Tanah Dasar adalah permukaan tanah semula atau permukaan galian atau permukaan tanah timbunan, yang dipadatkan dan merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat- sifat dan daya dukung tanah dasar. Umumnya persoalan yang menyangkut tanah dasar adalah sebagai berikut:

- 1) Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) dari macam tanah tertentu akibat beban lalu lintas.
- 2) Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air.

- 3) Daya dukung tanah yang tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah dengan macam tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya, atau akibat pelaksanaan.

b. Lapis Pondasi Bawah (*sub base course*)

Lapis Pondasi Bawah adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis pondasi dan tanah dasar.

Fungsi lapis pondasi bawah antara lain:

- 1) Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban roda.
- 2) Mencapai efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan-lapisan selebihnya dapat dikurangi tebalnya (penghematan biaya konstruksi).
- 3) Untuk mencegah tanah dasar masuk ke dalam lapis pondasi. d. Sebagai lapis pertama agar pelaksanaan dapat berjalan lancar. Hal ini sehubungan dengan terlalu lemahnya daya dukung tanah dasar terhadap roda-roda alat-alat besar atau karena kondisi lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca.

Bermacam-macam tipe tanah setempat ( $CBR > 20\%$ ,  $PI < 10\%$ ) yang relatif lebih baik dari tanah dasar dapat digunakan sebagai bahan pondasi bawah. Campuran-campuran tanah setempat dengan kapur atau semen portland dalam beberapa hal sangat dianjurkan, agar dapat bantuan yang efektif terhadap kestabilan konstruksi perkerasan

c. Lapis Pondasi (*base course*)

Lapis Pondasi adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dengan lapis pondasi bawah (atau dengan tanah dasar bila tidak menggunakan lapis pondasi bawah).

Fungsi lapis pondasi antara lain:

- 1) Sebagai bagian perkerasan yang menahan beban roda,
- 2) Sebagai perletakan terhadap lapis permukaan.

Bahan-bahan untuk lapis pondasi umumnya harus cukup kuat dan awet sehingga dapat menahan beban-beban roda. Sebelum menentukan suatu bahan untuk digunakan sebagai bahan pondasi, hendaknya dilakukan penyelidikan dan pertimbangan sebaik-baiknya sehubungan dengan persyaratan teknik. Berbagai macam bahan alam/bahan setempat (CBR > 50%, PI < 4%) dapat digunakan sebagai bahan lapis pondasi, antara lain: batu pecah, kerikil pecah dan stabilisasi tanah dengan semen atau kapur.

d. Lapis permukaan (*Surface course*)

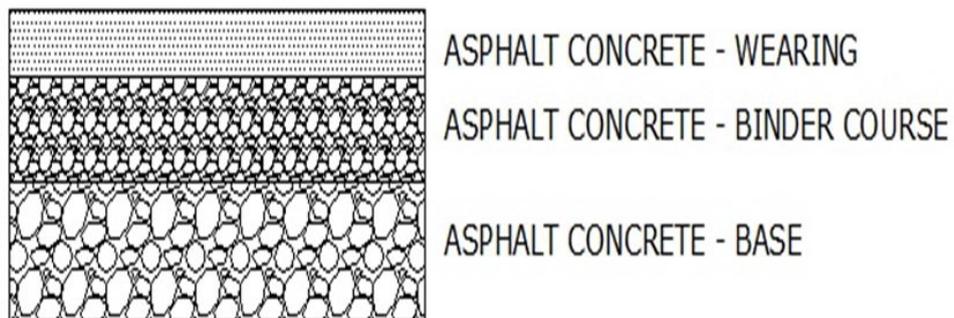
Lapis Permukaan adalah bagian perkerasan yang paling atas. Fungsi lapis permukaan antara lain:

Sebagai bahan perkerasan untuk menahan beban roda

- 1) Sebagai lapisan rapat air untuk melindungi badan jalan kerusakan akibat cuaca.
- 2) Sebagai lapisan aus (*wearing course*).

Bahan untuk lapis permukaan umumnya adalah sama dengan bahan untuk lapis pondasi, dengan persyaratan yang lebih tinggi. Penggunaan bahan aspal diperlukan agar lapisan dapat bersifat kedap air, disamping itu bahan aspal sendiri memberikan bantuan tegangan tarik, yang berarti mempertinggi daya dukung lapisan terhadap beban roda lalu lintas. Pemilihan bahan untuk lapis permukaan perlu dipertimbangkan kegunaan, umur rencana serta pentahapan konstruksi, agar dicapai manfaat yang sebesar-besarnya dari biaya yang dikeluarkan.

#### 7. Lapis aspal beton ( laston ac-base)



(gambar 2.2 gambar lapisan AC BASE)

Departemen PU Dirjen Bina Marga (1983) menjelaskan Laston Atas atau lapis pondasi (AC — Base) merupakan pondasi perkerasan Yang terdiri dari campuran agregat dan aspal dengan perbandingan tertentu di campur dan di padatkan dalam keadaan panas Lapis pondasi (AC — Base) mempunyai fungsi memberi dukungan lapis permukaan, mengurangi regangan dan tegangan, menyebarkan dan meneruskan beban konstruksi jalan dibawahnya.

Beton aspal (Asphalt Concrete), di Indonesia dikenal dengan nama lain Laston (Lapisan Aspal Beton), adalah suatu lapisan pada konstruksi jalan raya, Yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat Yang bergradasi menerus, dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. umumnya digunakan untuk jalan-jalan dengan lalu lintas berat, maka karakteristik Yang terpenting dalam campuran adalah stabilitas. Tebal nominal minimum laston 4-6 cm. Laston sebagai lapis pondasi, di kenal sebagai nama AC- BASE (*Asphalt concret – base*), tebal nominal minimum adalah 6 cm.

Asphalt institut (1996) menjelaskan beton aspal untuk lapis pondasi (AC – BASE ), Merupakan lapisan perkerasan yang terletak di bawah lapisan pengikat (AC-Binder Course)

#### 8. Low density polyethylene (LDPE)

LDPE atau disebut Polietilena (disingkat PE) biasa digunakan untuk membungkus makanan, LDPE merupakan plastik polietilen berat jenis rendah. Sesuai urutannya, LDPE adalah plastik berlogo segitiga dengan kode 4 pertama kali diproduksi oleh Imperial Chemical Industries (ICI). LDPE dapat bertahan pada temperature 90°C. plastik jenis ini jika dibakar dengan suhu 170°C akan mengeluarkan zat beracun. dalam agregat, aspal, dan bahan pengisi (filler). Secara kimia LDPE mirip dengan HDPE. Tetapi secara fisik LDPE lebih fleksibel. Telah diproduksi LDPE yang memiliki bentuk linier dan dinamakan LLDPE (*Low Linier Density Polyethylene*). Kelebihan LDPE sebagai material pembungkus adalah harganya yang

murah, proses pembuatan mudah, sifatnya yang fleksibel, dan mudah didaur ulang. Selain itu LDPE mempunyai daya proteksi yang baik terhadap uap air, namun kurang baik terhadap gas lainnya seperti oksigen LDPE juga memiliki ketahanan kimia yang sangat tinggi namun melarut dalam benzena dan Tetrachlorocarbon (CC14) (Billmeyer, 1971 dalam Sari Permata Dian 2014).

Menurut Wantoro dkk, (2013) LDPE bisa tembus cahaya, sangat kuat, sangat lentur, kedap air dan tidak dapat dihancurkan seperti plastik lain yang lebih keras. Menurut Suroso dkk, (2003) menyebutkan aspal modifikasi polimer dapat menaikkan titik leleh aspal sehingga indeks penetrasi aspal naik, dengan demikian aspal tidak mudah terpengaruh oleh perbedaan temperatur dengan naiknya indeks penetrasi maka naiknya stiffness modulus akan naik yang pada akhirnya akan menghasilkan lapisan perkerasan yang lebih tahan terhadap beban berat dan padat. Menurut Mohammad dan Lina (2007) penggunaan limbah plastik LDPE sebagai substitusi aspal penambahan kadar 6-18% dari berat kadar aspal optimum dapat mengurangi deformasi pada perkerasan jalan dan bisa memberikan peningkatan daya adhesi antara aspal dan agregat.

Vasudevan (2013), penggunaan limbah plastik sebesar 10% dalam campuran perkerasan akan dapat mengurangi 3% rongga dari campuran konvensional. Penggunaan limbah plastik LDPE sebagai pelapis agregat diharapkan dapat memberikan perbaikan kualitas campuran perkerasan terutama dari segi karakteristik campuran beton aspal. Vasudevan (2013),

ketika plastik cair ditambah ke batu dan campuran aspal, sesuai dengan sifat plastik yaitu melekat cepat dan mengikat kedua bahan menjadi satu, plastik yang dimodifikasi dengan aspal akan membuat jalan tahan lama dikarenakan lapisan plastik cair mampu mengisi ruang antara kerikil dan aspal sehingga membuat air hujan tidak meresap dan pada akhirnya akan merusak jalanan. Aspal plastik dapat mencegah pembentukan lubang.



Gambar 2.2 Kantong plastik jenis LDPE

(Sumber : [www.google.com](http://www.google.com))

#### 9. Metode Marshall Test

Konsep dasar dari metode Marshall test dikembangkan oleh Bruce Marshall, seorang insinyur bahan aspal bersama-sama dengan The Mississippi State Highway Department. Kemudian pada tahun 1984 U.S. *Army Corp of Engineering* meningkatkan dan menambah beberapa kriteria pada prosedur tesnya, dan pada akhirnya mengembangkan kriteria rancangan campuran pengujiannya, kemudian distandarisasikan di dalam *America Society For Test and Material* 1989 (ASTM d-1559). Sejak itu test ini banyak yang diadopsi oleh berbagai organisasi dan pemerintahan.

Parameter penting yang ditentukan pengujian ini adalah beban maksimum yang dapat dipikul beton aspal padat sebelum hancur atau Marshall Stability dan jumlah akumulasi deformasi sampel hancur yang disebut Marshall Flow. Dan juga turunan dari keduanya yang merupakan nilai kekakuan berkembang (*Pseudo stiffness*), yang menunjukkan ketahanan campuran terhadap deformasi permanen (Shell Bitumen 1990). Parameter lain yang penting adalah analisis *Void* yang terdiri dari *Void in The Mineral Aggregate* (VAM), *Void in Mix* (VIM), *Void Filled with Aspal* (VFA) yang ditentukan pada kondisi *Marshall* Standar (2 x 112 tumbukan).

Pada sebagian besar agregat, daya ikat terhadap air jauh lebih besar jika dibandingkan terhadap aspal, karena air memiliki wetting power yang jauh lebih besar dari aspal. Keberadaan air yang terlalu lama pada permukaan beton aspal dan agregat juga akan berakibat kegagalan peningkatan ataupun berakibat munculnya potensi kehilangan daya ikat campuran beraspal. Uji peredaman Marshall (Marshall Immersion Test) merupakan uji lanjutan dari uji Marshall sebelumnya, dengan maksud menguji ketahanan daya ikat/adhesi campuran beraspal terhadap pengaruh air dan suhu (*water sensitivity temperature susceptibility*). Ada beberapa cara yang digunakan untuk menilai tingkat durabilitas campuran beraspal, salah satunya adalah dengan mencari *Marshall Retained Stability* atau *durabilitas* standar dan dengan cara lain menghitung Indeks Penurunan Stabilitas atau yang bisa disebut durabilitas modifikasi. Perbedaan keduanya adalah dasar perbandingan dari variasi lamanya peredaman dalam alat

*Water Bath*. Prosedur pengujian durabilitas mengikuti rujukan SNI M58-2990.



Gambar 2.3 alat *marshall test*  
(Sumber : Dokumen Pribadi)

#### 10. Metode Pengujian Marshall

Marshall test merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan proving ring (cincin penguji) yang berkapasitas 2500 kg atau 5000 ton. Proving ring ini dilengkapi dengan arloji pengukur yang berguna untuk mengukur stabilitas campuran, sedangkan arloji kelelahan (*flow meter*) berfungsi untuk mengukur plastis (*flow*).

Setelah dilakukan semua benda uji akan dibuat dengan tahapan, maka selanjutnya akan melakukan pengujian untuk memperoleh hasil yang diinginkan dengan alat yang bernama *Marshall Test*. Pemeriksaan dengan *Marshall Test* ini pertama kali diperkenalkan oleh Bruce Marshall dan dikembangkan oleh *US Corps Of Engineer*. Hasil dari pemeriksaan Marshall tersebut menggunakan dengan prosedur PC- 0201-76, AASHTO T 245-74 atau ASTM D 1559-62T (Sukirman, 2010).

a. Berikut ini akan diperoleh data-data sebagai berikut.

- 1) Stabilitas yang dinyatakan dalam bidang bilangan bulat, maka stabilitas ini menunjukkan kekuatan dan ketahanan terhadap terjadinya alur (*rutting*).
- 2) Kelelehan plastis (*flow*) yang dinyatakan dalam mm atau 0,01 inch, *flow* juga dapat digunakan sebagai indikator terhadap lentur.
- 3) VIM (*Voids in Mixture*) ini merupakan persen rongga dalam campuran dan dinyatakan dalam bilangan desimal dengan satu angka dibelakang koma, VIM juga merupakan indikator dari durabilitas.
- 4) VMA (*Voids in Mineral Agregat*) merupakan persen rongga terhadap agregat dan dinyatakan dalam bilangan bulat, maka VMA sama dengan VIM juga merupakan indikator dari durabilitas
- 5) VFB (*Voids Filled Button*) merupakan volume pori di antara partikel-partikel agregat yang terisi aspal dalam campuran padat terhadap volume total campuran.

**Tabel 2.10** Ketentuan Sifat-sifat Laston

Sifat-sifat Campuran		Laston		
		Lapis Aus	Lapis Antara	Fondasi
Jumlah tumbukan per bidang		75		112 <sup>(3)</sup>
Rasio partikel lolos ayakan 0,075mm dengan kadar aspal efektif	Min.	0,6		
	Maks.	1,2		
Rongga dalam campuran (%) <sup>(4)</sup>	Min.	3,0		
	Maks.	5,0		
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min.	15	14	13
Rongga Terisi Aspal (%)	Min.	65	65	65
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	800		1800 <sup>(3)</sup>
Pelelehan (mm)	Min.	2		3
	Maks.	4		6 <sup>(3)</sup>
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C <sup>(5)</sup>	Min.	90		
Rongga dalam campuran (%) pada Kepadatan membal (refusal) <sup>(6)</sup>	Min.	2		

(Sumber : Spesifikasi Direktorat Jendral Bina Marga, 2018)

b. Berikut adalah rumus-rumus yang akan digunakan untuk mencari nilai dari parameter-parameter marshall sebagai berikut:

1) Isi benda uji

$$f = e - d \dots \dots \dots \text{rumus 2.1}$$

Dengan :

f : Isi benda uji (cc)

e : Berat benda uji jenuh (gr)

d : Berat benda uji dalam air (gr)

2) Kepadatan

$$g = \frac{c}{f} \dots \dots \dots \text{rumus 2.2}$$

Dengan :

g : Kepadatan (gr/cc)

c : Berat benda uji di udara (gr)

f : Isi benda uji (cc)

3) Rongga dalam agregat (VMA)

$$i = 100 - \left( \frac{g \times (100 - b)}{u} \right) \dots\dots\dots \text{rumus 2.3}$$

Dengan :

i : Rongga dalam agregat (VMA) (%)

g : Kepadatan (gr/cc)

b : Kadar aspal terhadap berat campuran (%)

u : Berat jenis agregat bulk

4) Terhadap rongga campuran (VIM)

$$j = 100 - \left( 100 \times \frac{h}{g} \right) \dots\dots\dots \text{rumus 2.4}$$

Dengan :

j : Rongga terhadap campuran (VIM) (%)

h : Berat jenis campuran maksimum (gr/cc)

g : Kepadatan (gr/cc)

5) Rongga terisi aspal (VFB)

$$k = 100 \times \frac{i - j}{j} \dots\dots\dots \text{rumus 2.5}$$

Dengan :

k : Rongga terisi aspal (VFB) (%)

i : Rongga dalam agregat (VMA) (%)

j : Rongga terhadap campuran (VIM) (%)

6) Stabilitas kalibrasi proving ring

$$m = l \times y \dots\dots\dots\text{rumus 2.6}$$

Dengan :

m : Stabilitas kalibrasi proving ring (kg)

l : Bacaan pada alat stabilitas

y : Kalibrasi proving ring (div/kgf)

7) Stabilitas setelah dikoreksi

$$n = m \times \text{koreksi BU} \dots\dots\dots\text{rumus 2.7}$$

Dengan :

n : Stabilitas setelah dikoreksi (kg)

m : Stabilitas kalibrasi proving ring (kg)

koreksi BU: Tabel rasio korelasi stabilitas

8) Hasil bagi Marshall

$$p = \frac{n}{o} \dots\dots\dots\text{rumus 2.8}$$

Dengan :

p : Hasil bagi marshall (kg/mm)

n : Stabilitas setelah dikoreksi (kg)

o : Pelelehan (mm)

9) Kadar aspal efektif

$$q = b - \left( \left( \frac{x}{100} \right) \times (100 - b) \right) \dots\dots\dots\text{rumus 2.9}$$

Dengan :

q : Kadar Aspal Efektif (%)

b : Kadar Aspal Terhadap Berat Campuran (%)

x : Absorpsi aspal

10) Tebal film aspal

$$r = \frac{1000x(b-x)}{\text{agregat surface area} \times w \times (100-b)} \dots \text{rumus 2,10}$$

Dengan :

r : Tebal aspal film (mikron)

b : kadar aspal terhadap berat campuran (%)

agg. Surface area : total agregat surface area ( $m^3/kg$ )

11) % tertahan (e)

$$e = \frac{d}{g} \times 100 \dots \text{rumus 2.11}$$

Dengan :

e = % tertahan (%)

d : jumlah berat tertahan (gr)

g : berat total (gr)

12) % lolos (f)

$$f = e - 100 \dots \text{rumus 2.12}$$

Dengan :

f : % lolos (%)

e : % tertahan (%)

13) Kombinasi agregat hotbin (h)

$$h = \frac{c \times k}{100} + \frac{d \times l}{100} + \frac{e \times m}{100} + \frac{f \times n}{100} \dots \text{rumus 2.13}$$

Dengan :

h : kombinasi agregat hotbin (%)

c : % lolos abu batu

d : % lolos agregat 1/2

e : % lolos agregat 3/4

f : % lolos agregat 1

k : agregat hotbin rasio abu batu

l : agregat hotbin rasio agregat 1/2

m : agregat hotbin rasio agregat 3/4

n : agregat hotbin rasio agregat 1

14) Total agregat surface area

$$q = \frac{h_1 \times i_1}{100} + \frac{h_2 \times i_2}{100} + \frac{h_3 \times i_3}{100} \dots \dots \frac{h_{13} \times i_{13}}{100} \dots \dots \text{rumus 2.14}$$

dengan :

q : total agregat surface area ( $m^3/kg$ )

h : kombinasi agregat hotbin

I : agregat surface area

## B. Tinjauan Pustaka

1. (Weimintoro et al., 2021) dengan judul penelitian “Pengaruh Komposisi Agregat Terhadap Karakteristik Beton Aspal (AC-WC) Dengan Menggunakan Batuan Lokal Sungai Gung Di Desa Danawarih Kecamatan Balapulung Kabupaten Tegal” maka dapat menunjukkan hasil penelitian sebagai berikut:
  - a. Material agregat yang berasal dari Sungai Gung di desa Danawarih Kecamatan Balapulung Kabupaten Tegal memiliki tingkat keausan sebesar 32,8%, hasil ini masih belum melampaui spesifikasi maksimal yang diisyaratkan yaitu 40%. Selain itu dari fraksi-fraksi agregat tersebut juga memiliki tingkat distribusi gradasi adregat yang bisa digunakan sebagai rancangan dari agregat gabungan dalam pembuatan campuran beton aspal.
  - b. Material aspal pertamina pen 60-70 ex Pt.Karyagraha Bitumenajaya Cilacap yang masih memenuhi spesifikasi yang diisyaratkan dan bisa menjadi bahan campur dalam pembuatan aspal beton.
  - c. Dari hasil pemeriksaan dan analisis didapat untuk komposisi campuran AC-WC bergradasi halus didapat Kadar Aspal Optimum 5,95%, komposisi campuran AC-WC bergradasi sedang didapat kadar optimum 5,90% dan komposisi campuran AC-WC bergradasi kasar didapat Kadar Aspal Optimum 5,75%.
  - d. Dari karakteristik *marshall* yang didapat nilai kelelehan plastis (*flow*) dan rongga terisi aspal (VFA) semakin meningkat seiring

bertambahnya penggunaan aspal. Dari masing-masing komposisi campuran memiliki nilai berat isi padat, stabilitas dan hasil bagi *marshall* (MQ) yang paling tinggi yaitu pada komposisi campuran AC-WC bergradasi sedang.

2. Okky hendra hermawan (2021) dalam penelitian tugas akhir yang berjudul “Pengaruh Lama Perendaman Benda Uji Ac-Wc Terhadap Nilai Stabilitas Dan Nilai Kelelahan (Flow) Dengan Berdasarkan Spesifikasi Bina Marga 2018”. Penelitian ini dilakukan dengan membedakan lamanya perendaman benda uji. pada penelitian ini mengalami perubahan pada parameter-parameter Marshall. Perubahan yang memenuhi standar Bina Marga 2018 yaitu dari segi kekuatan stabilitas, nilai Flow dan Marshall Quotient. yang memenuhi standar Bina Marga 2018 yaitu nilai kepadatan rongga (VIM), rongga terisi agregat (VMA) dan rongga terisi aspal (VFB). Penelitian ini membuktikan bahwa dengan adanya variasi perendaman pada campuran AC-WC (Asphalt Concrete-Wearing Course) berpengaruh terhadap karakteristik Marshall. Semakin tinggi kadar penambahan maka nilai stabilitas akan meningkat tetapi untuk nilai kadar rongga dalam campuran semakin tinggi persentasenya.

- a. Pada penelitian yang dilakukan oleh bapak okky hendra hermawan. 2021 Penelitian ini membahas mengenai pengaruh perendaman aspal ac-wc penambahan terhadap nilai Marshall yang ada pada campuran aspal. Perendaman aspal ini juga dapat mengurangi membandingkan variasi perendaman yang ada. Variasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah

variasi suhu perendaman. Variasi kadar suhu perendaman sebesar 4%, 5% dan 6% sedangkan variasi suhu perendaman 45°C, 60°C, dan 75°C. Jumlah benda uji untuk mencari KAO yang dibuat sebanyak 9 buah benda uji. Benda uji Marshall Immersion sebanyak 9 buah benda uji. Penelitian ini menggunakan metode analisis ANOVA Dua Arah. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh dari penambahan serbuk kayu jati terhadap nilai Marshall pada campuran aspal porus.

3. (Ardi Wigoyo, Andi Syaiful Amal, Alik Ansyori Alamsyah 2021) “Pengaruh Pemakaian Plastik LDPE Sebagai Substitusi Aspal Terhadap Karakteristik *Marshall* HRS-WC” maka dapat menunjukkan hasil penelitian sebagai berikut:

- a. Pengaruh plastik Low Density Polyethylen (LDPE) sebagai pengganti sebagian aspal terhadap karakteristik campuran beaspal Lataston Lapis Aus (HRS-WC) dari penelitian yang telah dilakukan adalah dengan semakin banyaknya kadar plastik LDPE yang dipakai pada campuran lataston HRS-WC maka akan semakin mengurangi nilai VFA, dan stabilitas, Stabilitas Sisa, dan Marshall Quotient (MQ) tetapi nilai VIM dan VMA semakin meningkat seiring semakin banyaknya kadar plastik LDPE yang dipakai.
- b. Perbandingan karakteristik marshall pada sampel tanpa plastik LDPE pada sampel kadar optimum (KAO) menunjukkan bahwa campuran aspal dengan LDPE menunjukkan peningkatan hasil pada kadar LDPE 2% tapi mengalami penurunan kembali seiring bertambahnya kadar

LDPE. Dapat disimpulkan aspal dengan LDPE 2% lebih baik dari pada aspal konvensional.

4. (Novita Sariyani., 2022) dengan judul penelitian “Pengaruh penggunaan limbah botol plastik terhadap karakteristik Marshall campuran lapis aspal beton (LASTON)” Penelitian ini dilakukan dengan meningkatkan kualitas permukaan jalan dapat dilakukan perubahan campuran (LASTON) yang diharapkan memiliki kualitas aspal yang sesuai dengan standar. Contoh penelitian sering menggunakan bahan limbah kota sebagai alternatif untuk memodifikasi campuran perkerasan. Limbah botol plastik PET boro/p/astik PET (polyethylene terephthalate) digunakan sebagai bahan dalam penelitian ini. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan sifat dan membandingkan nilai parameter Marshall, Proses pencampuran menggunakan proses kering dimana ditambahkan plastik dan agregat. kemudian dipanaskan dan kemudian ditambahkan aspal panas. Kandungan PET yang ditambahkan adalah 0%, 2,5%, 8% dari berat aspal. Berdasarkan analisis data perhitungan dan percobaan laboratorium, penambahan kepingan botol plastik PET (polyethylene terephthalate) terhadap pengendalian campuran AC-WC menyebabkan penurunan skor, stabilitas sebesar Nilai VFA (Void filled with asphalt) mengalami penurunan sebesar 5.22%, sedangkan kuat luluh mengalami penurunan sebesar 15.522 %. Nilai VMA (void in mineral aggregate) meningkat sebesar 1.196%. namun nilai VIM (void in mix) meningkat sebesar 0.540. sedangkan Marshall ratio meningkat sebesar 0.452%. hasil uji parameter Marshall menunjukkan penggunaan limbah botol

plastik PET dengan variasi kandungan plastik 0%, 2%, 5 dan 8% masih belum optimal untuk di gunakan sebagai bahan tambahan AC-WC laston bina marga 2018 di bawah kondisi yang di tentukan pada spesifikasi umum divisi 6, karena nilai VFA dan VIM yang ditentukan pada penelitian tidak memnuhi persyaratan.

5. Menurut Hilda Nur Hidayati et al (2021) Pengaruh penambahan plastik LDPE pada campuran aspal beton lapis AC-BC. Perancangan campuran dilakukan secara kering (dry process) dengan menggunakan variasi kadar plastik 0%, 2%, 3%, dan 4% dengan masing-masing kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6,0% dan 6,5 %, jumlah benda uji yang dibuat sebanyak 75 benda uji. Dari hasil pengujian Marshall didapatkan nilai KAO sebesar 6,5% dengan variasi kandungan plastik LDPE sebesar 3%. Dengan nilai stabilitas 1878,40 kg, nilai alir 3,81 mm, nilai MQ 472,5 kg/mm, nilai VFB/VFA 72,55%, nilai VIM 4,29%, dan nilai VMA 17,74%. Pengaruh penambahan plastik LDPE mempengaruhi nilai stabilitas dan flow yang semakin tinggi, sedangkan pada nilai VIM, VMA, VFA/VFB yang dihasilkan semakin rendah.
6. (Menurut Johannes E. Simangunsong 2021) dengan judul penelitian “Pemanfaatan Limbah Plastik Pet Sebagai Bahan Tambah Aspal Pada Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (Ac-Wc)” Penelitian ini dilakukan dengan meningkatkan kualitas permukaan jalan dapat dilakukan perubahan campuran (LASTON) yang diharapkan memiliki kualitas aspal yang sesuai dengan standar. Contoh penelitian sering menggunakan bahan

limbah kota sebagai alternatif untuk memodifikasi campuran perkerasan. Limbah botol plastik PET boro/ p/astik PET (polyethylene terephthalate) digunakan sebagai bahan dalam penelitian ini. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan sifat dan membanding nilai parameter Marshall, Proses pencampuran menggunakan proses kering dimana ditambahkan plastik dan agregat. kemudian dipanaskan dan kemudian ditambahkan aspal panas. Kandungan PET yang ditambahkan adalah 0%, 2%, 5%, 8% dari berat aspal. Berdasarkan analisis data perhitungan dan percobaan laboratorium, penambahan kepingan botol plastik PET (polyethylene terephthalate) terhadap pengendalian campuran AC-WC menyebabkan penurunan skor, stabilitas sebesar Nilai VFA (Void filled with asphalt) mengalami penurunan sebesar 5.22%, sedangkan kuat luluh mengalami penurunan sebesar 2.354 %. Nilai VMA (void in mineral aggregate) meningkat sebesar 6.87%. namun nilai VIM (void in mix) meningkat sebesar 0.540. sedangkan marshall ratio meningkat sebesar 0.452%. hasil uji parameter marshall menunjukkan penggunaan limbah botol plastik PET dengan variasi kandungan plastik 0%, 7%, 8 dan 10% masih belum optimal untuk di gunakan sebagai bahan tambahan AC-WC laston bina marga 2018 di bawah kondisi yang di tentukan pada spesifikasi umum divisi 6, karena nilai VFA dan VIM yang ditentukan pada penelitian tidak memnuhi persyaratan.

7. (Dody Pagewang. 2020) Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh penggunaan limbah kantong plastic sebagai bahan tambah dalam

campuran Ac-Base. Metode dalam penelitian ini adalah melakukan serangkaian pengujian karakteristik agregat kasar, halus, filler dan aspal kemudian merancang komposisi campuran AC-BASE serta pengujian Marshall untuk mendapatkan karakteristik campuran dengan pengujian Marshall Immersion untuk memperoleh indeks kekuatan sisa (IKS) dengan menggunakan kadar aspal optimum. Hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium Jalan dan Aspal Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, menunjukkan bahwa karakteristik bahan perkerasan berupa agregat dari Sungai Jeneberang yang di tambahkan dengan limbah kantong plastik memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 sebagai bahan lapisan perkerasan jalan. Melalui uji Marshall diperoleh karakteristik campuran AC-BASE dengan kadar plastik 0.00%, 0.50, 1.00%, 1.50%, 2.00%. Hasil pengujian Marshall Immersion campuran AC-BASE dengan kadar plastik optimum 2.00% diperoleh Indeks Kekuatan Sisa (IKS) sebesar 98,31% yang memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 yaitu 90%.

8. (Hasrullah. 2023) Pemanfaatan limbah plastik sebagai bahan substitusi aspal dari jenis PET (Polyethylene Terephthalate) banyak ditemukan pada kemasan makanan dan minuman seperti botol minuman, botol saus, dan lainnya. Adapun fly ash diperoleh dari sisa pembakaran PLTU digunakan sebagai bahan pengisi (filler) pada campuran perkerasan. Tahapan penelitian ini dilakukan berupa pengujian aspal, pengujian agregat, pembuatan benda uji dari campuran limbah plastik dan fly ash serta uji

Marshall. Pencampuran limbah plastik dengan aspal dilakukan dengan metode basah, yaitu mencampur limbah plastik kedalam aspal cair yang sedang dipanaskan hingga menjadi campuran homogen. Dari hasil pengujian diperoleh nilai KAO (Kadar Aspal Optimum) pada benda uji berupa laston AC-WC dengan aspal pen 60/70 adalah 6%, untuk substitusi 10% limbah plastik nilai KAO sebesar 7,2%, substitusi 20% limbah plastik nilai KAO 7,9%, sedangkan nilai KAO substitusi limbah plastik 30% sebesar 9,6%. Massa aspal yang digunakan pada campuran aspal dengan 30% limbah plastik lebih sedikit dibanding dengan campuran aspal pen 60/70, namun mampu memberikan peningkatan nilai stabilitas yang lebih tinggi sampai 12,30%. Selain dari segi teknis, pemanfaatan limbah plastik juga menguntungkan dari segi ekonomi karena mengurangi biaya pengadaan aspal sebesar 3,47% serta menghemat anggaran sebesar 5% per 1 m<sup>3</sup>. Dari segi lingkungan, dapat mengurangi penumpukan sampah plastik.

9. (Alvi Maulana Putera. 2023) “Pengaruh Dan Perbandingan Penambahan Beberapa Jenis Limbah Plastik Terhadap Kekuatan Jalan Aspal AC – WC” dalam penelitian ini penggunaan plastik yang terus meningkat setiap tahunnya dan tidak diimbangi dengan cara pengolahan limbahnya akan berakibat pada kerusakan lingkungan dan menjadikan lingkungan menjadi kumuh. Limbah plastik dapat di manfaatkan sebagai bahan tambah pada campuran aspal beton ( AC –WC ). Pencampuran limbah plastik ke dalam bahan campuran aspal memiliki beberapa tujuan, yaitu mengetahui pengaruh pencampuran limbah plastik pada campuran aspal dengan cara

substitusi dan mengetahui jenis plastik apa yang lebih baik digunakan untuk bahan tambahan untuk campuran jalan beraspal. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis plastik terbaik yang dapat digunakan sebagai bahan tambah aspal beton lapis pengikat ( AC – WC ) dan mengacu pada Spesifikasi Bina Marga 2010. Penelitian ini menggunakan limbah plastik jenis LDPE ( Low Density Polyethylene ) 4%, HDPE ( High density polyethylene ) 4% dan PET ( Polyethylene Therephthalate ) 4%, metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental di laboratorium. Semua limbah plastik yang digunakan sebagai bahan tambah dalam penelitian ini sebelumnya telah di potong / dicacah menjadi ukuran yang kecil kurang lebih 1cm x 1cm. Langkah awal yang dilakukan adalah membuat benda uji untuk mengetahui nilai Kadar Aspal Optimum ( KAO ), dari pengujian tersebut diperoleh nilai KAO 5,7%. Selanjutnya dilakukan penambahan limbah plastik pada lapisan pengikat ( aspal ) dengan kadar plastik LDPE 4%, HDPE 4% dan PET 4%, setelah melakukan pembuatan benda uji dengan penambahan limbah plastik pada lapisan pengikat ( aspal ) dilakukan pengujian dan analisa data test Marshall Dapat disimpulkan bahwa pada campuran limbah plastik jenis PET 4% memiliki hasil yang cenderung memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2010 hal tersebut dapat dilihat pada hasil test sebagai berikut : Nilai Stabilitas 1.604 Kg > Spesifikasi Bina Marga 2010 min 800 Kg ; Nilai Flow / Kelelahan 4,5 mm > Spesifikasi Bina Marga 2010 2 – 5 mm ; Nilai Rongga dalam Agregat ( VMA ) 24,61 % >

Spesifikasi Bina Marga 2010 min 15 % ; Nilai VIM 4,97 % > Spesifikasi Bina Marga 2010 3 – 5 %.

10. (Ani Firda. 2022) dalam penelitian ini Penggunaan plastik di Indonesia terus meningkat, dapat dilihat dari terus meningkatnya volume sampah plastik dari tahun ke tahun. Hal ini menimbulkan masalah bagi lingkungan karena dibutuhkan waktu yang lama agar plastik dapat terurai. Plastik PET (polyethylene terephthalate) merupakan jenis plastik yang banyak digunakan sehingga dapat dimanfaatkan sebagai material dalam konstruksi jalan raya bila plastik tersebut menjadi limbah. Untuk mengurangi jumlah sampah plastik, pada penelitian ini menambahkan 0%, 1%, 2%, 3% dan 4% PET terhadap berat total dalam campuran laston AC-WC. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan plastik PET variasi 0%, 1%, 2%, 3%, dan 4% dengan penggunaan aspal rencana 5%, 5.5%, 6%, 6.5%, dan 7% pada campuran AC-WC (Asphalt Concrete - Wearing Course). Campuran laston AC-WC menggunakan metode pencampuran kering. Pengujian karakteristik campuran menggunakan Marshall Test yang ditentukan oleh parameter stabilitas, flow, Marshall quotient, VIM, VMA, dan VFA, dimana hasilnya diperoleh kadar optimum aspal laston ACWC pada kadar 6,1% dan untuk campuran laston AC-WC dengan cacahan plastik PET diperoleh kadar optimum aspal sebesar 0,5%

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **A. Metodologi Penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menganalisa tentang pengaruh karakteristik marshall dengan menggunakan limbah plastik LDPE sebagai bahan campuran aspal pada perkerasan AC-BASE. Metode yang dilakukan dengan mengadakan kegiatan percobaan untuk mendapatkan data. Data tersebut diolah untuk mendapatkan suatu hasil perbandingan dengan syarat-syarat yang ada. Penyelidikan eksperimen dilaksanakan di dalam laboratorium. Dalam penelitian ini dilakukan di laboratorium dengan variasi persentase plastik yaitu 0%, 3%, 6%, 9%, 12%, dan 20% terhadap berat total agregat. Hasil pengujian ini adalah nilai Marshall.

Di dalam penelitian ini pengujian di lakukan secara bertahap, yaitu terdiri atas pengujian aspal, pengujian agregat (kasar, halus, dan filler), dan pengujian terhadap campuran (uji marshall).

#### **B. Waktu Dan Tempat Penelitian**

##### **1. Waktu**

Ada juga estimasi waktu penelitian yang di perlukan untuk menyelesaikan penelitian ini yaitu:

Tabel 3.1 Waktu Penelitian

Tahapan Penelitian	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	mei	Jun	jul	ags
Penentuan Judul											
Pencarian Referensi											
Penentuan Studi Kasus											
Penyusunan Proposal											
Bimbingan Proposal											
Seminar Proposal											
Pengumpulan Data											
Analisa Data											
Penyusunan Skripsi											
Bimbingan Skripsi											
Ujian Skripsi											

(Sumber : Penelitian pribadi)

## 2. Lokasi penelitian

Lokasi pelaksanaan pengujian dilakukan di tiga tempat diantaranya Laboratorium Universitas Pancasakti Tegal, laboratorium anugerah beton dan laboratorium PT. Kamajati yang beralamatkan di JL. Halmahera Km.1 Tegal dan JL. Raya yomani- Guci Km. 01.



Gambar 3.1 Laboratorium universitas pancasakti tegal

(Sumber : Dokumen pribadi)



Gambar 3.2 Laboratorium PT. Anugerah beton  
(Sumber : Dokumen pribadi)



Gambar 3.3 Laboratorium PT. Anugerah beton  
(sumber : Dokumen pribadi)

### **C. Teknik Pengumpulan Data**

Teknik pengumpulan data dilaksanakan dengan metode eksperimen terhadap beberapa benda uji dari berbagai kondisi perlakuan yang baik. Untuk beberapa hal pada pengujian bahan, digunakan data skunder yang di karenakan penggunaan bahan dan sumber yang sama. Jenis data dari penelitian ini dikelompokkan menjadi dua yaitu primer dan skunder.

### 1. Data primer

Data Primer adalah data yang dikumpulkan secara langsung melalui serangkaian kegiatan percobaan yang di lakukan sendiri dengan mengacu kepada petunjuk manual yang ada, misalnya mengadakan penelitian atau pengujian secara langsung.

### 2. Data Skunder

Data Skunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung (dapat dari penelitian lain) untuk bahan / jenis yang sama dan masih berhubungan dengan penelitian.

## **D. Persiapan alat dan bahan**

Penelitian yang dilaksanakan merupakan penelitian dengan metode eksperimental, sehingga akan dibuat benda uji untuk kemudian diuji dan diamati sehingga didapatkan data serta keterkaitan antar variabel. Dalam pembuatan benda uji diperlukan bahan serta alat sebagai penunjang dan memudahkan proses pelaksanaan pembuatan benda uji

Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan benda uji campuran aspal porus dengan penambahan plastik dapat dikelompokkan ke dalam beberapa kelompok yaitu, penunjang pengujian karakteristik aspal yang meliputi (pengujian penetrasi, titik lembek, titik nyala dan bakar), alat penunjang pengujian berat jenis material, alat pengujian karakteristik agregat, alat pembuatan benda uji, alat penunjang pengujian karakteristik marshall, dan alat umum penunjang pengujian.

## 1. Alat Penunjang Pengujian Karakteristik Aspal

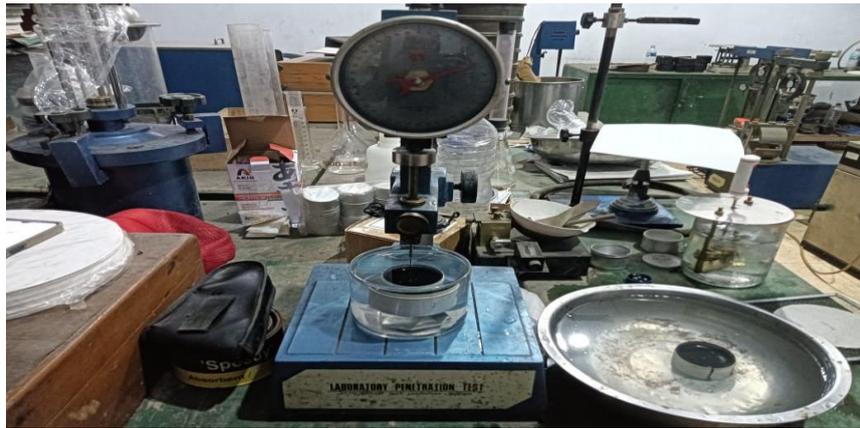
### a. Alat Penunjang Pengujian Penetrasi

Alat penunjang pengujian penetrasi merupakan semua alat yang dipakai untuk pengujian penetrasi. Adapun alat-alat tersebut meliputi:

#### 1) Penetrometer

Penetrometer merupakan alat yang digunakan untuk pengujian penetrasi atau penusukan secara vertikal. Terdapat dua jenis penetrometer, yaitu manual dan otomatis. Satu hal yang membedakan antara kedua jenis penetrometer tersebut adalah pada penetrometer manual memerlukan stopwatch untuk pengukuran waktu, sedangkan penetrometer otomatis tidak memerlukan stopwatch karena sudah terdapat penghitung waktu otomatis yang terhubung dengan penetrometer.

Menurut SNI 06-2456-1991, jarum penetrasi harus terbuat dari stainless steel dan dari bahan yang kuat, Grade 440-C atau yang setara, HRC 54 sampai 60. Memiliki berat 2,50 gram  $\pm 0,05$  gram serat panjang sekitar 50 mm sedangkan jarum panjang sekitar 60 mm (2,4 inc) dengan bagian jarum standar yang tampak harus antara 40 mm sampai 45 mm sedangkan untuk jarum panjang antara 50 mm-55 mm (1,97-2,17 inc), diameter 1,00 mm sampai 1,02 mm dan diameter ujung kerucut 0,14 mm sampai 0,16 mm. Ujung jarum harus terletak satu garis dengan sumbu badan jarum dan berupa kerucut terpacung dengan sudut antara 8,7 $^{\circ}$  dan 9,7 $^{\circ}$  dan maksimal perbedaan tidak boleh melebihi 0,2 mm. Ujung jarum harus runcing, tajam, dan halus.



Gambar 3.3 panetrometer  
(Sumber : Dokumen pribadi)

## 2) Cawan

Cawan digunakan sebagai tempat menaruh aspal untuk pengujian penetrasi. Cawan yang digunakan untuk pengujian penetrasi dibagi menjadi tiga dan harus memiliki spesifikasi sesuai dengan SNI 06-2456-1991 yaitu untuk pengujian penetrasi di bawah 200 harus menggunakan cawan yang memiliki diameter 50 mm dengan tinggi bagian 35 mm, untuk pengujian penetrasi antara 200 hingga 300 harus memiliki diameter 55-75 mm dan tinggi 45-70 mm, untuk pengujian penetrasi antara 350 hingga 500 harus memiliki diameter 55 mm dan tinggi 70 mm.



Gambar 3.4 cawan  
(Sumber : Dokumen pribadi)

#### 4) Stopwatch

Dikarenakan penetrometer yang digunakan merupakan jenis penetrometer manual sehingga waktu dari penetrasi jarum tidak terhitung secara otomatis, sehingga diperlukan penghitung waktu yang efektif dan tepat untuk petunjuk kisaran waktu lamanya jarum penetrometer menusuk bebas sampel aspal. Dalam SNI 06-2456- 1991 syarat stopwatch haruslah terkalibrasi dan mempunyai skala terkecil 0,1 detik atau kurang dengan kesalahan tertinggi 0,1 detik untuk setiap 60 detik.



Gambar 3.5 stopwatch  
(Sumber : sumber pribadi)

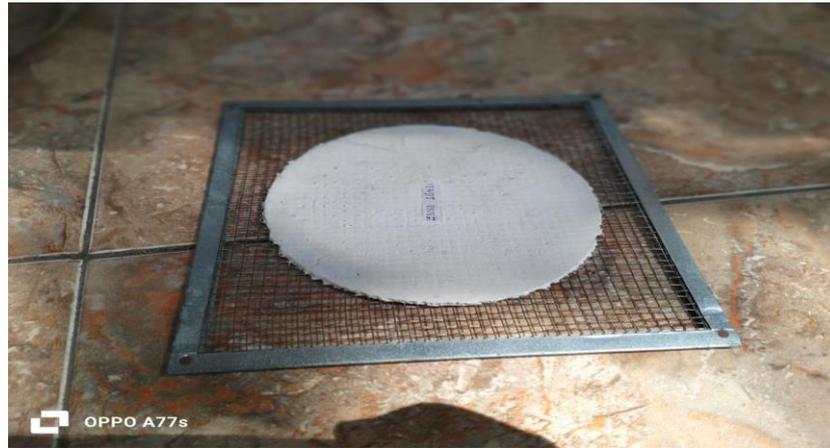
#### b. Alat Penunjang Pengujian Titik lembek

Alat penunjang pengujian titik lembek merupakan semua alat yang dipakai untuk menunjang pengujian titik lembek aspal . Adapun alat-alat tersebut meliputi :

##### 1) Kawat Kasa

Kawat kasa merupakan landasan sekaligus pembatas tabung ukur dengan kompor listrik agar tidak bersinggungan secara langsung. Selain

sebagai penyekat, kawat kasa juga berfungsi sebagai perata panas pada dasar tabung ukur yang terbuat dari kaca, sehingga apabila panas yang mengenai dasar tabung ukur rata maka risiko pecah akibat kenaikan panas yang signifikan tidak akan terjadi.



Gambar 3.6 kawat kasa  
(Sumber : Dokumen pribadi)

## 2) Tabung Ukur

Tabung ukur merupakan silinder berbahan kaca dengan petunjuk ukuran isi yang berfungsi sebagai wadah air untuk dipanaskan dalam pengujian titik leleh. Umumnya bahan yang digunakan untuk tabung ukur adalah kaca pirex yang kuat dan tahan dalam suhu tinggi.

Di dalam tabung ukur digunakan landasan sebagai tempat untuk meletakkan benda uji aspal dalam pengujian titik leleh terdiri dari pelat berbentuk lingkaran dibagian atas dengan dua buah besi menggantung dengan pelat landasan peletakan cincin berisi sampel pengujian. Pada bagian tengah antara landasan meletakkan cincin benda uji terdapat lubang kecil untuk meletakkan thermometer.



Gambar 3.7 tabung ukur  
(Sumber : Dokumen pribadi)

### 3) Cincin Kuningan

Cincin kuningan merupakan benda bulat melingkar dengan lubang ditengahnya, untuk setiap set terdiri dari satu cincin dan satu cincin pengarah bola yang berada di atasnya. Kedua cincin tersebut merupakan satu pasangan yang dapat disatukan dan memiliki ukuran cincin menurut SNI2434-2011 dengan 19.8 mm untuk sisi bawah dan 15.9 mm untuk sisi bawah, serta cincin pengarah bola dengan ukuran diameter 23,0 mm dan lubang untuk bola 9,5 mm.



Gambar 3.8 cincin kuning  
(Sumber : Dokumen pribadi)

#### 5) Bola Baja

Bola baja merupakan bagian dari alat pengujian titik lembek yang akan membebani sampel aspal. Dengan ukuran diameter 9,3mm dan berat 3,45 gram hingga 3,55 gram. Dalam sekali pengujian titik lembek dibutuhkan dua buah bola baja.



Gambar 3.9 cincin kuning  
(Sumber : Dokumen pribadi)

#### b. Alat Pengujian Titik Nyala dan Bakar

##### 1) Cleveland Open Cup

Cleveland open cup merupakan cawan untuk pengujian titik lembek dan titik nyala yang terbuat dari besi tebal dengan gagang yang memiliki ukuran standar dalam SNI 2433-2011 diameter dalam minimum 63 mm hingga 64 mm, tinggi 31 mm hingga 32.5 mm. Cawan cleveland open cup dibuat dari besi tebal dengan tujuan agar tahan apabila dipanaskan dalam suhu yang tinggi.



Gambar 3.10 cleveland open cup  
(Sumber : Dokumen pribadi)

## 2) Penjepit Thermometer

Penjepit thermometer merupakan besi tegak dengan alas dan gagang penjepit thermometer. Penjepit thermometer digunakan untuk pengujian titik nyala dan bakar sebagai antisipasi keamanan pada saat mengukur suhu pada pengujian dikarenakan pengujian sampai pada suhu tinggi.



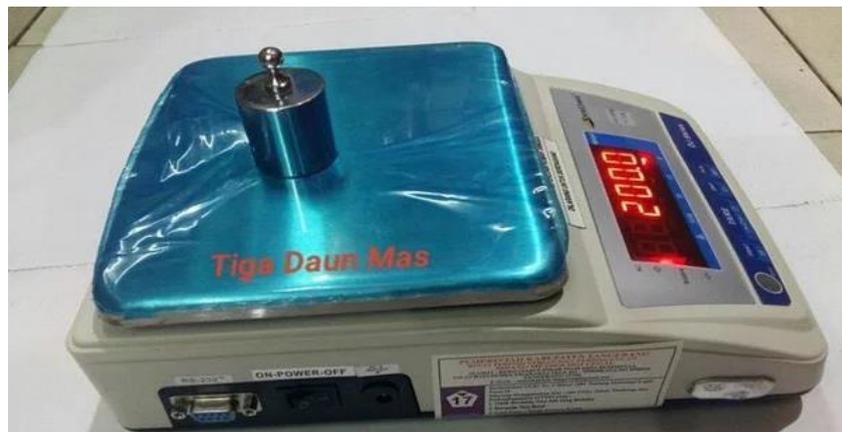
Gambar 3.11 penjepit thermometer  
(Sumber : Dokumen pribadi)

## 2. Alat Penunjang Pengujian Berat Jenis Material

Alat penunjang pengujian berat jenis material terdiri dari beberapa alat meliputi :

a. Timbangan

merupakan alat untuk mengukur berat suatu benda. Dalam pengujian terdapat tiga jenis timbangan yang digunakan, yaitu neraca ohaus tiga lengan untuk menimbang sesuatu yang cukup berat, kemudian timbangan neraca ohaus kecil dengan ketelitian 0,01 gram untuk menimbang sesuatu ringan dan membutuhkan ketelitian lebih, dan yang terakhir adalah timbangan digital digunakan untuk menimbang sesuatu yang sedang dengan hasil cepat.



Gambar 3.12 Timbangan Digital  
( Sumber : Dokumen pribadi )

b. Picnometer Labu

Picnometer labu merupakan wadah berbentuk bulat lonjong dengan ujung atas mengerucut seperti labu dan berbahan kaca dengan penanda batas air yang digunakan untuk mengukur berat jenis material.



Gambar 3.13 picnometer labu  
(Sumber : Dokumen pribadi)

### 3. Alat Penunjang Pengujian Karakteristik Agregat

Alat penunjang pengujian karakteristik agregat yang meliputi pengujian keausan agregat dengan los angles machine dan pengujian gradasi agregat, digunakan alat meliputi :

#### a. Satu Set Saringan (Sieve)

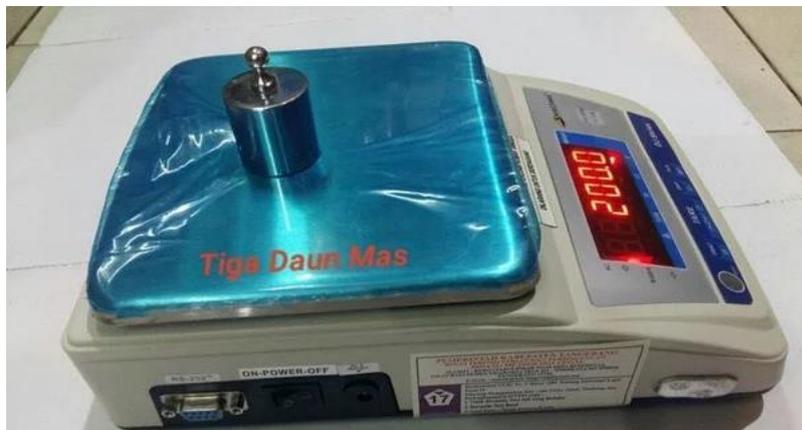
Satu set saringan dengan ukuran; 37,5 mm (3"); 63,5 mm (2½"); 50,8 mm (2"); 19,1 mm (¾"); 12,5 mm (½"); 9,5 mm (⅜"); No.4 (4.75 mm); No.8 (2,36 mm); No.16 (1,18 mm); No.30 (0,600 mm); No.50 (0,300 mm); No.100 (0,150 mm); No.200 (0,075 mm) Alat ini digunakan untuk memisahkan agregat berdasarkan gradasi.



Gambar 3.14 Satu Set Saringan (Sieve)  
(Sumber : Dokumen pribadi)

b. Timbangan digital dengan ketebalan 01 gr

Timbangan ini digunakan untuk menimbang bahan dan briket, digunakan karena memiliki ketelitian 0,1 gr.



Gambar 3.15 Timbangan Digital  
Sumber : (dokumen pribadi)

c. Mesin Los Angeles

Mesin Los Angeles digunakan untuk menguji keausan agregat kasar. Mesin ini akan berputar sebanyak 500 putaran dan didalamnya terdapat 11 butir kelereng baja.



Gambar 3.16 Mesin Los Angeles

Sumber : (Dokumen pribadi)

d. Thermometer

Thermometer digunakan untuk menghitung suhu agregat agar stabil dan mencapai titik didih tertentu.



Gambar 3.17 Thermometer

(Sumber : Dokumen Pribadi)

e. Kompor Gas

Alat pemanas tersebut digunakan untuk memasak agregat halus dan kasar dalam unsur campuran Briket.



Gambar 3.18 Kompor Gas  
(Sumber : Dokumen Pribadi)

f. Wajan

Berfungsi untuk memasak agregat kerikil, Abu batu, dan Semen sampel yang akan diujikan



Gambar 3.19 Wajan  
(Sumber : Dokumen Pribadi)

g. Jangka Sorong / *Digital Capiler*

Alat ukur ini digunakan karena dirancang untuk mengukur diameter, ketebalan, kedalaman dan jarak benda memiliki ketelitian 0,1 mm.



Gambar 3.120 Jangka Sorong Digital  
(Sumber : Dokumen Pribadi)

h. Sendok Spesi

Sendok Spesi digunakan untuk mengambil agregat yang akan diuji.



Gambar 3.21 Sendok Spesi  
(Sumber : Dokumen Pribadi)

i. Mold

Fungsi cetakan silinder (*mould*) adalah sebagai alat untuk mencetak aspal yang sudah bercampur agregat pada saat ditumbuk. Berdasarkan SNI 06-2489-1991, cetakan silinder berukuran diameter 15 cm dan tinggi 9,5 cm.



Gambar 3. 22 Mold  
(Sumber : Dokumen Pribadi)

j. *compation hammer asphalt*

*Alat compation hammer asphalt/Manual Asphalt Compactor* digunakan untuk memadatkan campuran AC-BASE dalam kondisi panas yang sudah dimasukkan ke dalam cetakan. Berat penumbuk yang berbentuk silinder adalah 4,536 kg dan tinggi jatuh bebas 457,2 mm,



Gambar 3.23 *Automatic Asphalt Compactor*  
(Sumber : Dokumen Pribadi)

k. Sendok besi

Alat untuk mengaduk antara agregat dengan aspal yang di panaskan



Gambar 3.24 sendok besi

(Sumber : Dokumen Pribadi)

l. Dudukan Mold Dan Dongkrak

Alat ini berfungsi untuk mengeluarkan sampel silinder aspal dari mould dan juga dilengkapi dengan dongkrak yang berfungsi sebagai pendorong dari bawah keatas sehingga benda uji akan keluar dari Mould



Gambar 3.25 Udukan Mold dan Dongkrak

(Sumber : Dokumen Pribadi)

m. *Waterbath*

Fungsi dari *WaterBath* ini adalah untuk memberikan suhu konstan pada air, karena water bath ini bisa menghasilkan suhu mulai dari 30°C-100°C.



Gambar 3.26 *Waterbath*  
(Sumber : Dokumen Pribadi)

n. Alat uji marshall

Alat untuk menekan benda uji setelah benda uji yang terdiri dari aspal yang bercampur dengan agregat menjadi campuran keras berbentuk silinder. Berdasarkan SNI 06-2489-1991, alat marshall dilengkapi dengan kepala penekan berbentuk lengkung (*breaking head*), cincin penguji yang berkapasitas 2500 kg dengan ketelitian 12,5 kg, dan arloji tekan dengan ketelitian 0,0025 cm (0,001 inch)



Gambar 3.27 *Marshall Test*  
(Sumber : dokumen Pribadi)

#### 4. Bahan penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

##### a. Agregat Kasar



Gambar 3.28 Agregat kasar  
(Sumber : Dokumen Pribadi)

Agregat kasar adalah material batuan yang tertahan oleh saringan no 8 (2.36mm) pada saat penyaringan. Menurut peraturan Bina Marga tahun 2018, divisi 6 agregat kasar untuk perkerasan jalan harus memenuhi persyaratan seperti tertera pada Tabel berikut ini.

Tabel 3. 1 Persyaratan Agregat Kasar

pengujian		Standar	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium dan magnesium sulfat		SNI 3407-2008	Maks.30%
Abrasi dengan mesin Los Angeles	Campuran AC bergradasi kasar	SNI 2417-2008	Maks.30%
	Semua jenis aspal bergradasi lainnya		Maks.40%
Kelekatan agregat terhadap aspal		SNI 03-2439-1991	Min.95%
Partikel pipih dan lonjong		ASTM D4791	Maks.10%
Material lolos ayakan No.200		SNI-4142-1996	Maks.1%
Berat jenis dan penyerapan agregat kasar		SNI 03-1969-1990	Bj Bulk > 2,5 Penyerapan < 3%
Aggregate Impact Value (AIV)		BS 812:bag.3:1975	Maks.30%
Aggregate Crushing Value (ACV)		BS 812:bag.3:1075	Maks.30%

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (2018)

b. Agregat Halus



Gambar 3.29 Agregat halus

(Sumber : Dokumen Pribadi)

Agregat Halus Agregat halus yaitu material yang lolos saringan no.4 (4,75 mm) dan tertahan di saringan no.200 (0,075 mm). Bahan ini dapat terdiri dari butir-butiran batu pecah atau pasir alam atau campuran dari keduanya. Sama seperti agregat kasar, agregat halus juga memiliki ketentuan agar memenuhi syarat sebagai material perkerasan jalan, seperti tampak pada Tabel 3.2 berikut ini.

Tabel 3. 2 Persyaratan Agregat Halus

Pengujian	Standar	Nilai
Nilai setara pasir	SNI 03-4428-1997	Min 50% untuk SS, HRS dan AC bergradasi halus
		Min 70% untuk AC bergradasi kasa
Material lolos ayakan no.200	SNI 03-4428-1997	Maks. 8%
Kadar lempung	SNI 3423: 2008	Maks. 1%
Berat jenis dan penyerapan agregat halus	SNI 03-1969-1990	Bj Bulk > 2,5 Penyerapan < 5%

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (2018)

c. Bahan Pengisi (Filler)



Gambar 3.30 Agregat halus

(Sumber : Dokumen Pribadi)

Bahan pengisi (filler) merupakan material yang 75% lolos ayakan no.200, pada saat penyaringan dan dapat terdiri dari abu batu.

d. Bahan Pengikat (Aspal)



Gambar 3.31 Aspal

(Sumber : Dokumen Pribadi)

Menurut Sukirman (2003) Aspal merupakan material perekat berwarna hitam atau coklat tua dengan unsur utamanya bitumen. Aspal dapat diperoleh dari alam misalnya Asbuton atau residu dari pengilangan minyak bumi. Aspal pada material perkerasn jalan memiliki fungsi sebagai bahan pengikat artinya memberikan ikatan antara fraksi agregat agar tidak saling terlepas dan sebagai bahan pengisi rongga kosong diantara campuran agregat.

e. Plastik (LDPE)

Jenis plastik yang banyak beredar di masyarakat yaitu kantong kresek (LDPE). Selain itu dengan banyaknya kantong kresek yang belum dimanfaatkan akan mengurangi jumlah sampah plastik yang ada di masyarakat. Salah satu pemanfaatan sampah plastik yaitu dengan memanfaatkan sampah plastik sebagai campuran aspal. Aspal adalah

bahan pengikat campuran yang merupakan faktor utama dan mempengaruhi kinerja campuran beraspal.



Gambar 3.32 Plastik LDPE  
(Sumber : Dokumen Pribadi)

#### **E. Tahap-Tahap Penelitian**

Tahap-tahap penelitian yang akan dilakukan mulai dari awal sampai akhir seperti pada gambar (gambar diagram alir penelitian) yang di jelaskan sebagai berikut:

##### **1. Tahap persiapan**

Dalam tahap persiapan adalah tahap pengumpulan material yang di gunakan/ di butuhkan dalam penelitian, alat dan bahannya pun harus dalam kondisi persyaratan yang benar sesuai peraturan Bina Marga. Dalam penelitian ini menggunakan material aspal sebagai bahan pelekak yang diperoleh dari PT Anugrah beton, Agregat kasar dan agregat halus dengan gradasi menerus sesuai dengan peraturan Bina Marga. Dan juga limbah sampah plastik jenis LDPE sebagai campuran aspal yang di dapatkan dari TPA penunjah.

## 2. Pengujian Bahan

Melakukan Pengujian sesuai material yang digunakan dengan perlakuan yang berbeda-beda, Agregat yang di uji abrasi dan kelekatan terhadap aspal, lalu pengujian aspal berupa pengujian penetrasi, titik lembek, berat jenis, serta uji titik nyala.

### a. Pengujian Penetrasi



Gambar 3.33 pengujian penetrasi

(Sumber : Dokumen Pribadi)

Menggunakan alat bernama penetrometer, penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai penetrasi aspal keras maupun aspal lunak dengan cara menusuk aspal dengan jarum penetrasi dengan ukuran, beban dan waktu tertentu pada saat suhu aspal  $25^{\circ}$  C. Pengujian ini di pengaruhi oleh beban yang digunakan, sudut dan kehalusan permukaan jarum, waktu dan suhu aspal maupun ruang. Hasil dari pengujian penetrasi digunakan untuk mengetahui mutu aspal dalam pembangunan, peningkatan, pemeliharaan dan perbaikan jalan.

b. Pengujian Titik Nyala Dan Bakar



Gambar 3.34 pengujian titik nyala dan bakar  
(Sumber : Dokumen Pribadi)

Pengujian untuk mengukur suhu dimana didapatkan nyala pertama di atas aspal yang di hamparkan di atas kompor dan menentukan suhu saat adanya titik bakar di atas aspal yang di hamparkan. Setelah mendapatkan nilai titik nyala dan titik bakar aspal akan didapatkan nilai suhu maksimum diwaktu aspal belum berada pada titik bakarnya.

c. Pengujian Titik Lembek



Gambar 3.35 pengujian titik lembek  
(Sumber : Dokumen Pribadi)

Aspal memiliki sifat termoplastis yang dapat mencair akibat bertambahnya suhu dan membeku akibat penurunan suhu. Pengujian ini dilakukan karena aspal yang dapat melunak dengan mudah. Nilai titik leleh berkisar antara  $30^{\circ}\text{C}$  -  $200^{\circ}\text{C}$ . Nilai titik leleh tidak boleh sama dengan nilai titik leleh suhu perkerasan jalan, sehingga aspal tidak leleh saat digunakan menjadi bahan perkerasan jalan. Metode yang dilakukan dalam pengujian menggunakan bola baja yang diletakkan dalam aspal dan dipanaskan hingga bola baja jatuh menyentuh pelat dasar. Untuk meningkatkan nilai titik leleh dapat dilakukan penambahan filler pada campuran aspal. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi titik leleh adalah cairan penghantar, berat dari bola bajanya, jarak ring bola baja dengan pelat dasar.

d. Pengujian berat jenis aspal



Gambar 3.36 pengujian berat jenis aspal

(Sumber : Dokumen Pribadi)

Melakukan perbandingan antara berat air suling dengan isi yang sama pada suhu  $25^{\circ}\text{C}$ . Masukkan aspal yang sudah di butirkan ke dalam

piknometer lalu di isi air aquades yang sudah di didihkan dan lalu didiamkan pada suhu ruang. Perbandingan piknomer aspal dengan air suling memiliki isi yang sama dan tidak boleh sama sekali ada rongga udara yang berada di dalam piknometer saat melakukan pengujian. Dilakukannya pengujian berat jenis aspal memiliki tujuan, yaitu mendapatkan nilai berat jenis dan berat isi aspal dengan menggunakan piknometer untuk benda uji menggunakan 2 sampel dalam pengujian Berat Jenis Aspal.

e. Pengujian Keausan



Gambar 3.37 uji keausan  
(Sumber : Dokumen Pribadi)

Agregat Pengujian yang memiliki tujuan untuk mendapatkan nilai keausan dengan menggunakan perbandingan berat setelah aus dan berat awalnya dalam satuan persen, dan juga agar mendapatkan nilai kekuatan agregat terhadap keausan dengan mesin abrasi *Los Angeles*. Disini memiliki parameter daya tahan, yang maknanya adalah ketahanan agregat terhadap konstruksi perkerasan diharuskan memiliki daya tahan

terhadap gradasi yang muncul saat pencampuran dan pemadatan saat diberikan beban yang berulang hingga menjadi butiran yang lebih kecil akibat proses tersebut diatas. Persyaratan minimum pada alat uji abrasi *Los Angeles* terdapat dua metode, salah satunya adalah 500 kali putaran abrasi dengan 11 bola baja, dan hasil dari pengujian abrasi tidak boleh lebih dari 40% terhadap berat semulanya. Pengujian ini menggunakan 2 sampel.

f. Pemeriksaan Berat Jenis



Gambar 3.38 pengujian berat jenis agregat

(Sumber : Dokumen Pribadi)

Agregat Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat jenis (*bulk*), berat jenis kering permukaan jenuh (*saturated surface dry = SSD*), berat jenis semu (*apparent*) dari agregat kasar.

g. Gradasi (Analisis Saringan)



Gambar 3.39 pengujian gradasi

(Sumber : Dokumen Pribadi)

Pengujian analisis saringan mengacu pada SNI 03-1986-1990. Pengujian ini bertujuan untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah presentase pembagian butiran agregat kasar. Penentuan presentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan kemudian angka-angka presentase digambarkan pada grafik pembagian butir

3. Pembuatan Benda Uji.

- a. Menimbang agregat sesuai dengan persentase agregat campuran yang telah dihitung, kemudian benda uji dibuat sebanyak tiga buah pada masing-masing variasi kadar aspal.



Gambar 3.40 pencampuran job mix

(Sumber : Dokumen Pribadi)

- b. Memanaskan aspal untuk pencampuran, agar temperatur pencampuran agregat dan aspal tetap maka pencampuran dilakukan diatas pemanas dan di aduk hingga rata. Suhu pencampuran antara agregat dengan aspal dilakukan pada suhu  $155\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan pemadatan suhu nya berkisar antara  $145\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



Gambar 3.41 Pencampuran aspal panas

(Sumber : Dokumen Pribadi)

- d. Kemudian melakukan pemadatan standar dengan alat Marshall Automatic Compactor dengan jumlah tumbukan 112 kali dibagian sisi atas kemudian 112 kali tumbukan pada sisi bawah mold.



Gambar 3.42 pembuatan benda uji  
(Sumber : Dokumen Pribadi)

- e. proses pemadatan selesai benda uji di diamkan agar suhunya turun, setelah dingin benda uji dikeluarkan dengan ejektor dan diberi kode dengan menggunakan tipe-ex.



Gambar 3.43 pelepasan benda uji  
(Sumber : Dokumen Pribadi)

- f. Benda uji dibersihkan dari kotoran yang menempel dan diukur tinggi benda uji dengan ketelitian 0,1 mm di ke empat sisi benda uji dengan menggunakan jangka sorong dan ditimbang beratnya untuk mendapatkan berat benda uji kering.



Gambar 3.44 proses pembersihan benda uji  
(Sumber : Dokumen Pribadi)

- g. Benda uji direndam dalam air selama 10 menit supaya jenuh.



Gambar 3.45 perendaman benda uji  
(Sumber : Dokumen Pribadi)

- h. Kemudian benda uji di keluarkan dari bak perendam dan di keringkan kain lap sehingga kering permukaan dan didapatkan berat benda uji kering permukaan jenuh (saturated surface dry, SSD).



Gambar 3.46 pengeringan menggunakan kanebo  
(Sumber : Dokumen Pribadi)

- i. Setelah jenuh benda uji di timbang dalam air untuk mendapatkan berat benda uji dalam air.



Gambar 3.47 penimbangan benda uji  
(Sumber : Dokumen Pribadi)

#### 4. Pengujian Marshall

Hasil yang didapatkan dari pengujian marshall terdapat 2 parameter, yaitu nilai kelelahan atau yang biasa disebut dengan flow dan nilai stabilitas. Dan parameter lanjutan yang di dapatakan dari pengujian marshall adalah nilai kepadatan dan pori dari campuran aspal yang diuji. Pengujian ini

menggunakan agregat dengan campuran plastik kresek dan aspal. Dengan pengujian campuran aspal menggunakan alat uji marshall ini akan mendapatkan juga nilai kadar aspal optimum yang digunakan. Untuk pelaksanaan dari pengujian marshall adalah seperti berikut ini :

- a. Persiapan agregat sebanyak 3650 gram yang akan dicetak ditimbang dengan aturan prosentase dari gradasi yang sudah ditentukan, dan buat 3 benda uji tiap kadar aspal yang digunakan. Setelah tercampur, panaskan campuran antara aspal dan agregat hingga suhu  $165^{\circ}\text{C}$ .



Gambar 3.48 penimbangan agregat  
(Sumber : Dokumen Pribadi)

- b. Panaskan aspal hingga suhu  $155^{\circ}\text{C}$ , lalu campur aspal dengan plastik kresek yang sudah dimasak pada suhu  $165^{\circ}\text{C}$  dan aduk dengan merata pada suhu  $160^{\circ}\text{C}$ .



Gambar 3.49 proses pencampuran plastik  
(Sumber : Dokumen Pribadi)

- a. Setelah tercampur merata, masukkan campuran dengan kondisi panas tersebut langsung ke dalam cetakan (mold) yang sudah di lumuri dengan oli, agar benda uji yang nantinya di masukkan mudah untuk dikeluarkan. Masukkan kertas filter pada bagian dasar cetakan, dan masukkan job mix yang sudah di buat setiap  $\frac{1}{3}$  dari tinggi cetakan dan tusuk sebanyak 15 kali dengan spatula pada bagian tepi cetakan bagian dalam dan 10 kali tusukan pada bagian tengah, dan lakukan cara tersebut hingga campuran aspal terisi penuh dalam cetakan. Lalu berikan kertas filter lagi pada bagian atas.



Gambar 3.50 pepadatan benda uji  
(Sumber : Dokumen Pribadi)

- b. Cetakan denga isi campuran aspal dengan kondisi panas tersebut masukkan kedalam alat pemadatan, dan lakukan pemadatan sebanyak 112 kali pada permukaan bawah dan sebanyak 112 kali juga pada bagian atas.



Gambar 3.51 pemadatan benda uji  
(Sumber : Dokumen Pribadi)

- c. Benda uji yang sudah ditumbuk dikeluarkan menggunakan ekstruder dan diamkan selama kurang lebih 24 jam hingga siap untuk pengujian marshall.



Gambar 3.52 pelepasan benda uji  
(Sumber : Dokumen Pribadi)

- d. Ukur dimensi dari benda uji yang telah di diamkan menggunakan kaliper, timbang benda uji dalam ke adaan kering, lalu rendam dalam air selama 10 menit, rendam dalam air untuk mendapatkan nilai berat dalam airnya. Lalu keluarkan benda uji dari air, ambil data berat kering permukaan jenuh dengan mengusap bagian permukaan benda uji jenuh air menggunakan kain lap.



Gambar 3.53 penimbangan berat jenis

(Sumber : Dokumen Pribadi)

- e. Rendam benda uji selama 30 menit ke dalam bak perendam yang sudah diatur suhunya sebesar  $60^{\circ}$  C. Keluarkan benda uji dan beri plastik pada bagian tepi luar agar saat pengujian tidak menempel pada alat uji marshall. Letakkan benda uji di tengah bawah pada bagian kepala yang menekan benda uji kemudian letakkan pada bagian atas kepala dengan cara memasukkan benda uji melalui batang penuntunnya



Gambar 3.54 perendaman sampel  
(Sumber : Dokumen Pribadi)

- f. Kepala penekan diposisikan tepat hingga menyentuh cincin alat uji, yang kemudian gauge penekan dan gauge penunjuk kelelahan diatur hingga jarum menunjukkan angka nol.



Gambar 3.55 Uji marshall  
(Sumber : Dokumen Pribadi)

## 6. Variabel Penelitian

Variabel – variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- j. Plastik LDPE

Menggunakan kadar variasi 0%, 3%, 6%, 9%, 12%, dan 20% sebagai bahan campuran, yang ukuran gradasinya sudah ditentukan

untuk agregat kasar, sedang dan halus. Dengan berat yang sama untuk menentukan pengaruh penambahan campuran plastik LDPE pada campuran aspal panas.

## 7. Presentasi Hasil

Data-data yang didapatkan setelah pengujian marshall dapat di jadikan acuan dalam menentukan nilai VIM, VFA, stabilitas dan flow. Dalam pengujian di dapatkan nilai stabilitas dan flow dari gauge saat pengujian marshall. Lalu nilai VIM dan VFA didapatkan dari data penimbangan benda uji dan dari perhitungan berat benda uji yang di analisis hubungannya dalam bentuk grafik hubungan antara :

- a. Kadar plastik dan aspal terhadap nilai VIM
- b. Kadar plastik dan aspal terhadap nilai VMA
- c. Kadar plastik dan aspal terhadap nilai VFB
- d. Kadar plastik dan aspal terhadap nilai Stabilitas
- e. Kadar plastik dan aspal terhadap nilai flow
- f. Kadar plastik dan aspal terhadap nilai Marshall Quotient

## F. Diagram Alir penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan secara bertahap dan saling berurutan, sehingga tidak dilakukan secara bersamaan sekaligus. Adapun langkah-langkah serta proses dalam penelitian dapat disajikan dalam diagram alir sebagai berikut:

