

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Jalan raya merupakan prasarana transportasi yang sangat dibutuhkan oleh manusia untuk melakukan mobilisasi keseharian baik dalam bidang ekonomi, sosial budaya, politik, pendidikan, pertahanan, dan lain – lain. Sebagai prasarana transportasi darat, jalan raya memegang peranan penting dalam sektor perhubungan terutama untuk kesinambungan distribusi barang dan jasa, begitu juga dengan kegiatan ekonomi yang meningkatkan di suatu tempat melalui komoditi yang dialirkan dalam daerah maupun antar daerah lainnya.

Sebagian besar kegiatan transportasi manusia menggunakan jalan raya. Pengaruh yang besar tersebut mengakibatkan jalan raya memegang peranan yang sangat penting dalam meningkatkan kesejahteraan dan perekonomian serta pembangunan nasional. Perkerasan jalan yang berkualitas diperlukan untuk menjamin keamanan dan kenyamanan serta dapat memperlancar segala kegiatan yang menggunakan prasarana transportasi darat ini. Agar perkerasan jalan sesuai dengan mutu yang diharapkan, maka dibutuhkan pengetahuan tentang sifat, pengadaan dan pengelolaan dari bahan penyusun perkerasan jalan tersebut.

Di Indonesia banyak sekali ditemukan jalan – jalan rusak yang disebabkan oleh deformasi (perubahan bentuk) permanen, dikarenakan adanya tekanan beban yang terlalu berat oleh muatan kendaraan yang melebihi kapasitas jalan tersebut dan tingginya frekuensi lalu lintas kendaraan di jalan raya. Kerusakan jalan beraspal lainnya yaitu permukaan aspal yang tidak merata dan aliran pembuangan drainase yang tidak mengalir dengan baik. Akibatnya pada musim hujan terjadi genangan air di permukaan aspal yang tidak merata dan kurangnya daya serap aspal terhadap air.

Aspal merupakan material pengikat yang digunakan pada perkerasan lentur. Salah satu cara mencegah terjadinya kerusakan jalan pada akibat beban muatan kendaraan dengan meningkatkan kualitas dan stabilitas perkerasan tersebut. Semakin banyak kendaraan yang melintasi jalan seharusnya pelayanan jalan juga harus semakin ditingkatkan. Di era globalisasi ini, sangat diperlukan perkerasan jalan yang memiliki kuat tekan yang tinggi. Banyak metode yang telah digunakan dan dikembangkan untuk meningkatkan kualitas jalan dan kualitas kuat tekan jalan. Salah satunya dengan melakukan substitusi pada agregat. Penggunaan bahan tambah (*additive*) menjadi salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas lapisan perkerasan yang baik.

Dalam penelitian ini, bahan tambah yang digunakan yaitu limbah LDPE pada campuran aspal. Limbah LDPE (*Low Density Polyethylene*) merupakan limbah kantong plastik yang sulit diuraikan senyawa organik tanah. Limbah plastik merupakan bahan fleksibel dan mudah didapat yang dapat dimanfaatkan sebagai alternatif bahan tambah. Pemanfaatan ini dilakukan untuk mengurangi keberadaan sampah kantong plastik yang selama ini membawa dampak negatif bagi lingkungan. Hal ini juga diharapkan dapat meningkatkan kualitas aspal dan memenuhi persyaratan teknik untuk digunakan sebagai bahan perkerasan jalan. Pada penelitian ini yang ditinjau adalah pengaruh penambahan limbah kantong plastik (LDPE) sebagai bahan tambah pada campuran aspal terhadap karakteristik Marshall yang meliputi : *stability, flow, void in mineral aggregate (VMA), void in mix (VIM), void filled with asphalt (VFA)*, dan *Marshall Quotient (QM)*.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, bahwa salah satu upaya dalam meningkatkan kualitas aspal yaitu dengan menambahkan bahan tambah (*additive*). Oleh karena itu peneliti mencoba meneliti bagaimana pengaruh penambahan limbah LDPE (*Low Density Polyethylene*) sebagai bahan tambah dengan variasi kadar limbah yang beragam yaitu 0%, 2%, 4%, dan

6%, terhadap karakteristik *Marshall* dan untuk mendapatkan kadar aspal optimum (KAO) dari setiap variasi kadar limbah yang digunakan.

### **1.3 Batasan Masalah**

Didalam penelitian ini, agar permasalahan tidak terlalu luas dan memudahkan dalam penyampaian masalah sesuai dengan tujuan yang hendak dicapai maka ruang lingkup pembahasannya dibatasi sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya meneliti sifat karakteristik *Marshall*, dengan membandingkan aspal normal dan aspal dengan campuran LDPE.
2. LDPE yang digunakan tidak melihat merk dan warna.
3. Variasi campuran LDPE yang digunakan adalah 0%, 2%, 4%, dan 6% terhadap berat aspal.
4. Variasi kadar aspal yang digunakan adalah 5%, 6%, dan 7%.
5. Lapisan perkerasan aspal pada penelitian ini adalah perkerasan lentur.
6. Penelitian ini tidak menghitung anggaran biaya yang diperlukan.
7. Penelitian ini tidak melihat dari umur pemakaian.
8. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Universitas HKBP Nommensen Medan.
9. Penelitian ini dilakukan hanya di laboratorium dan tidak melakukan percobaan di lapangan.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain :

1. Untuk mengetahui karakteristik *Marshall* akibat penambahan LDPE (*Low Density Polyethylene*) pada campuran aspal.
2. Untuk mengetahui persentase kandungan pada limbah LDPE dalam campuran aspal yang menghasilkan kekuatan yang optimum.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini antara lain :

1. Dapat menambah wawasan yang luas serta mengembangkan pola pikir untuk membuat inovasi baru tentang campuran aspal menggunakan limbah LDPE.
2. Untuk mengetahui sejauh mana penggunaan limbah LDPE sebagai bahan tambah dalam meningkatkan kekuatan lapisan perkerasan jalan.
3. Dengan dilakukannya penelitian ini, dapat membantu mengurangi keberadaan sampah kantong plastik yang selama ini membawa dampak negatif bagi lingkungan.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini sebagai berikut :

### **1. Bab I Pendahuluan**

Bab ini berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

### **2. Bab II Tinjauan Pustaka**

Bab ini membahas teori – teori, spesifikasi dan rumus – rumus yang digunakan oleh penulis untuk menunjang penelitian yang diperoleh dari referensi berbagai sumber yang penulis dapatkan.

### **3. Bab III Metodologi Penelitian**

Bab ini menjelaskan tentang metode yang digunakan dalam penelitian untuk mendapatkan data – data yang dibutuhkan dalam proses pengolahan data.

### **4. Bab IV Analisa dan Pembahasan**

Bab ini berisi tentang pelaksanaan penelitian yang dilakukan di laboratorium mencakup pengumpulan data, pengolahan data, analisa, dan pembahasan data berdasarkan hasil yang telah diperoleh dari pengujian di laboratorium dan teori yang ada.

## 5. Bab V Kesimpulan dan Saran

Bab ini merupakan bagian akhir yang berisi kesimpulan dan saran mengenai Tugas Akhir ini. Pada akhir penulisan akan dilampirkan daftar pustaka dan lampiran yang berisi data – data penunjang dalam proses pengolahan data.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Perkerasan Jalan**

Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak diantara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan yang telah mendapatkan pemadatan yang berfungsi untuk memikul beban lalu lintas kemudian menyebarkan beban, baik ke arah horizontal maupun ke arah vertikal dan akhirnya meneruskan beban ke tanah dasar (*subgrade*) sehingga beban pada tanah dasar tidak melampaui daya dukung tanah yang diijinkan. Selain itu juga berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti. Agar perkerasan jalan yang sesuai dengan mutu yang diharapkan, maka pengetahuan tentang sifat, pengadaan dan pengolahan dari bahan penyusun perkerasan jalan sangat diperlukan.

Konstruksi perkerasan jalan terdiri dari beberapa jenis dengan bahan pengikatnya yang digunakan serta komposisi dari komponen konstruksi perkerasan itu sendiri antara lain :

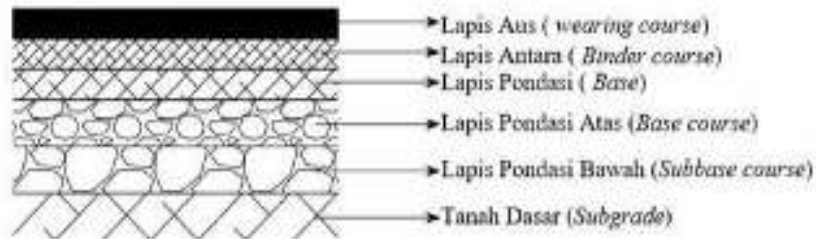
1. Konstruksi Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan lentur adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya. Contohnya Laston (Lapis Aspal Beton), Lataston (Lapis Atas Aspal Beton), HRA (*Hot Rolled Asphalt*), HRS (*Hot Rolled Sheet*), SMA (*Split Mastic Asphalt*). Pada umumnya, perkerasan lentur digunakan untuk jalan yang melayani beban lalu lintas ringan sampai sedang, seperti jalan perkotaan, jalan dengan sistem utilitas terletak di bawah perkerasan jalan, perkerasan bahu jalan, atau perkerasan dengan konstruksi bertahap.

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan – lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan – lapisan tersebut untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkan ke lapisan

bawah. Karena sifat penyebaran gaya maka muatan yang diterima oleh masing – masing lapisan berbeda dan semakin ke bawah akan semakin mengecil.

Lapisan – lapisan yang terdapat pada konstruksi perkerasan lentur dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.1 Komponen Perkerasan Lentur

Ada beberapa karakteristik perkerasan lentur, antara lain :

- a. Memakai bahan pengikat aspal.
- b. Sifat dari perkerasan ini adalah memikul beban lalu lintas dan menyebarkan ke tanah dasar (*subgrade*).
- c. Pengaruhnya terhadap repitisi beban adalah timbulnya *rutting* (lendutan pada jalur roda).
- d. Pengaruhnya terhadap penurunan tanah dasar yaitu jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar).

Dalam penggunaannya perkerasan lentur juga memiliki keuntungan dan kerugian, antara lain :

- 1) Keuntungan menggunakan perkerasan lentur :
  - a. Dapat digunakan pada daerah dengan perbedaan penurunan (*differential settlement*) terbatas.
  - b. Tambahan lapisan perkerasan dapat dilakukan kapan saja.
  - c. Memiliki tahanan geser yang baik.
  - d. Mudah diperbaiki.
  - e. Warna perkerasan tidak silau bagi pengguna jalan.
  - f. Dapat dilaksanakan bertahap, terutama pada kondisi biaya pembangunan terbatas atau kurangnya data untuk perencanaan.

2) Kerugian menggunakan perkerasan lentur :

- a. Menggunakan agregat lebih banyak.
- b. Kelenturan dan sifat kohesi berkurang selama masa pelayanan.
- c. Tidak baik digunakan jika sering digenangi oleh air.
- d. Tebal total struktur perkerasan lebih tebal dibandingkan perkerasan kaku.

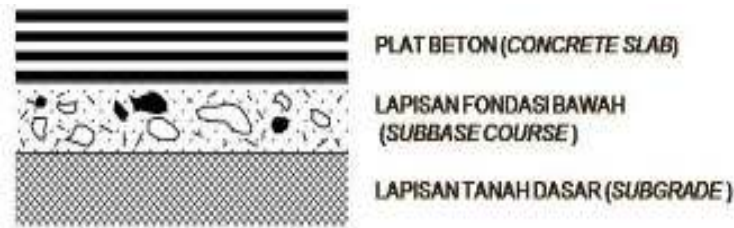
## 2. Konstruksi Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan kaku adalah perkerasan yang terdiri dari komponen batuan (*aggregate*) kerikil dan pasir yang dicampur dan diikat oleh bahan pengikat *Cement Portland* (PC). Perkerasan ini terdiri dari pelat beton yang diletakkan langsung ditanah dasar dengan atau tanpa lapisan pondasi bawah.

Perbedaan utama dari perkerasan lentur dan perkerasan kaku adalah bagaimana cara struktur tersebut melimpahkan beban lalu lintas ke tanah dasar (*subgrade*). Perkerasan kaku mampu menyebarkan beban pada tanah dasar dengan daerah penyebaran yang luas, sehingga tekanan yang diterima tanah dasar persatuan luas akibat beban – beban lalu lintas menjadi sangat kecil. Kekakuan yang dimiliki oleh perkerasan kaku dapat ditingkatkan dengan memperbaiki mutu bahan penyusunnya yang berarti menaikkan mutu beton semennya. Berbeda dengan perkerasan kaku, perkerasan lentur terdiri dari beberapa lapis sehingga kemampuan untuk melimpahkan beban lalu lintas ke tanah tergantung dari sifat – sifat penyebaran beban oleh masing – masing lapisan. Berdasarkan kenyataan di atas maka kekuatan dari jenis perkerasan lentur ini ditentukan oleh kekuatan bahan penyusunnya, tebal masing – masing lapisan dan kekuatan tanah dasarnya.



Lapisan – lapisan yang terdapat pada konstruksi perkerasan kaku dapat dilihat pada gambar di bawah ini :

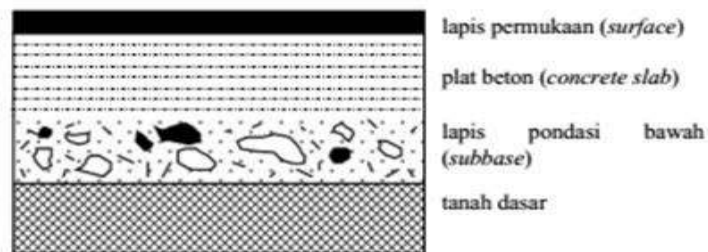


Gambar 2.2 Komponen Perkerasan Kaku

### 3. Konstruksi Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)

Perkerasan komposit adalah perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur, dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku atau perkerasan kaku diatas perkerasan lentur.

Lapisan – lapisan yang terdapat pada konstruksi perkerasan komposit dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.3 Komponen Perkerasan Komposit

#### 2.1.1 Fungsi Perkerasan Jalan

Adapun fungsi dari perkerasan yang berlapis – lapis agar perkerasan mempunyai daya dukung dan keawetan yang memadai, akan tetapi tetap ekonomis. Adapun penjelasan tentang lapisan – lapisan tersebut adalah :

##### 1. Lapisan Permukaan

Lapis permukaan terletak dibagian perkerasan yang paling atas. Berikut fungsi lapis permukaan :

- a. Struktural, ikut mendukung dan menyebarkan beban kendaraan yang diterima oleh perkerasan, baik beban horizontal maupun beban vertikal. Dengan demikian persyaratan yang harus dipenuhi yaitu kokoh, kuat, dan stabil.
- b. Non struktural
  - 1) Lapis kedap air, mencegah masuknya air kedalam lapisan perkerasan yang ada di bawahnya.
  - 2) Menyediakan permukaan yang tetap rata, agar kendaraan dapat berjalan dengan kenyamanan yang cukup.
  - 3) Membentuk permukaan yang tidak licin, sehingga tersedia koefisien gerak (*skid resistance*) yang cukup untuk menjamin keamanan lalu lintas.
  - 4) Sebagai lapisan aus, yaitu lapisan yang dapat aus yang selanjutnya dapat diganti lagi dengan lapis yang baru.

Lapis permukaan juga masih dibagi menjadi dua lapisan lagi, yaitu :

- 1) Lapis aus (*wearing course*), merupakan bagian dari lapis permukaan yang terletak di atas lapis antara (*binder course*).
- 2) Lapis antara (*binder course*), merupakan bagian dari lapis permukaan yang terletak diantara lapis pondasi atas (*base course*) dengan lapis aus (*wearing course*).

## 2. Lapis Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapis pondasi atas merupakan lapisan perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah atau dengan tanah apabila tidak menggunakan lapis pondasi bawah.

## 3. Lapis Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

Lapis pondasi bawah merupakan lapisan perkerasan yang terletak antara lapisan pondasi dan tanah dasar.

#### 4. Tanah Dasar (*Subgrade*)

Tanah dasar adalah permukaan tanah semula, permukaan tanah galian atau permukaan tanah timbunan yang dipadatkan dan merupakan permukaan tanah dasar untuk perletakan bagian – bagian perkerasan lainnya.

### 2.2 Lapisan Aspal Beton (LASTON)

Lapisan aspal beton (laston) adalah suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat, dicampur dan dihampar dalam keadaan panas serta dipadatkan pada suhu tertentu. Ciri lain yang dimiliki laston yaitu memiliki sedikit rongga dalam struktur agregatnya, saling mengunci satu dengan yang lainnya, oleh karena itu aspal beton memiliki sifat stabilitas tinggi dan relatif kaku.

Sesuai dengan fungsinya, lapisan aspal beton mempunyai 3 macam campuran yaitu :

1. Laston sebagai lapisan aus, dikenal dengan nama AC – WC (*Asphalt Concrete – Wearing Course*), dengan tebal nominal minimum adalah 4 cm.
2. Laston sebagai lapisan antara, dikenal dengan nama AC – BC (*Asphalt Concrete – Binder Course*), dengan tebal nominal minimum adalah 6 cm.
3. Laston sebagai lapisan pondasi, dikenal dengan nama AC – Base (*Asphalt Concrete – Base*), dengan tebal nominal minimum adalah 7,5 cm.

Sebagai lapis permukaan perkerasan jalan, laston mempunyai nilai struktur, kedap air, dan mempunyai stabilitas tinggi. Ketentuan sifat – sifat campuran beraspal panas menurut Spesifikasi Bina Marga 2010 menjadi acuan dalam penelitian ini, tertera pada Tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1 Ketentuan Sifat – Sifat Campuran Lapis Aspal Beton

Sifat – Sifat Campuran		Lapis Aspal Beton (Laston)		
		Lapis Aus	Lapis Pengikat	Pondasi
Jumlah tumbukan perbidang		75		112
Rasio partikel lolos ayakan 0,075 mm dengan kadar aspal efektif	Min.	0,6		
	Maks	1,2		

Lanjutan Tabel 2.1 Ketentuan Sifat – Sifat Campuran Lapis Aspal Beton

Sifat – Sifat Campuran		Lapis Aspal Beton (Laston)		
		Lapis Aus	Lapis Pengikat	Pondasi
Rongga dalam campuran	Min.	3,0		
	Maks	5,0		
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min.	15	14	13
Rongga terisi aspal (VFA) (%)	Min.	65	65	65
Stabilitas Marshall (Kg)	Min.	800		1800
Pelelehan (mm)	Min.	2		4
	Maks	4		6
Stabilitas Marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C	Min.	90		
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (refusal)	Min.	2		

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Divisi 6 , Perkerasan Aspal

### 2.2.1 Karakteristik Campuran Aspal Beton

Adapun karakteristik yang harus dimiliki oleh campuran aspal beton campuran panas yaitu :

#### 1. Stabilitas (*Stability*)

Stabilitas lapisan perkerasan jalan adalah kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur ataupun *bleeding*. Kebutuhan akan stabilitas setingkat dengan jumlah lalu lintas dan beban kendaraan yang akan memakai jalan tersebut. Kestabilan yang terlalu tinggi menyebabkan lapisan itu menjadi kaku dan cepat mengalami retak, disamping itu karena volume antar agregat kurang maka kadar aspal yang dibutuhkan pun rendah. Hal ini menghasilkan ikatan aspal mudah lepas sehingga durabilitas menjadi rendah. Stabilitas terjadi dari hasil geseran antar butir, pengunciam antar partikel, dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal.

Faktor – faktor yang mempengaruhi nilai stabilitas beton aspal adalah :

- a. Gesekan internal yang dapat berasal dari kekasaran permukaan butir – butir agregat, luas bidang kontak antar butir atau bentuk butir, gradasi agregat, kepadatan campuran, dan tebal film (selimut) aspal.
  - b. Kohesi yang merupakan gaya ikat aspal yang berasal dari daya lekatnya, sehingga mampu memelihara tekanan antar butir agregat.
2. Durabilitas (Keawetan/Daya Tahan)

Durabilitas diperlukan pada lapisan permukaan sehingga lapisan dapat mampu menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air, dan perubahan suhu ataupun keausan akibat gesekan roda kendaraan. Faktor–faktor yang mempengaruhi durabilitas lapis aspal beton adalah:

- a. VIM kecil sehingga lapis kedap air dan udara tidak masuk ke dalam campuran yang menyebabkan terjadinya oksidasi dan aspal menjadi rapuh (*getas*).
  - b. VMA besar sehingga film aspal dapat dibuat tebal. Jika VMA dan VIM kecil serta kadar aspal tinggi maka kemungkinan terjadinya *bleeding* cukup besar, untuk mencapai VMA yang besar ini digunakan agregat bergradasi senjang.
  - c. Film (selimut) aspal, film aspal yang tebal dapat menghasikan lapis aspal beton yang durabilitas tinggi, tetapi kemungkinan terjadinya *bleeding* menjadi besar.
3. Fleksibilitas (Kelenturan)

Fleksibilitas pada lapisan perkerasan adalah kemampuan lapisan perkerasan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume. Untuk mendapatkan fleksibilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan :

- a. Penggunaan agregat bergradasi senjang sehingga diperoleh VMA yang besar.
- b. Penggunaan aspal lunak (aspal dengan penetrasi yang tinggi).

c. Penggunaan aspal yang cukup banyak sehingga diperoleh VIM yang kecil.

#### 4. Kekesatan (*Skid Resistance*)

Tahanan geser adalah kekesatan yang diberikan oleh perkerasan sehingga kendaraan tidak mengalami slip baik diwaktu hujan (basah) maupun diwaktu kering. Kekesatan dinyatakan dengan koefisien gesek antara permukaan jalan dengan roda kendaraan. Tingginya nilai tahanan geser ini dipengaruhi oleh :

- a. Penggunaan agregat dengan permukaan kasar.
- b. Penggunaan kadar aspal yang tepat sehingga tidak terjadi *bleeding*.
- c. Penggunaan agregat kasar yang cukup.

#### 5. Ketahanan Kelelahan (*Fatigue Resistance*)

Ketahanan kelelahan adalah ketahanan dari lapis aspal beton dalam menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelahan yang berupa alur (*rutting*) dan retak. Faktor – faktor yang mempengaruhi ketahanan terhadap kelelahan adalah :

- a. VIM yang tinggi dan kadar aspal yang rendah akan mengakibatkan kelelahan yang lebih cepat.
- b. VMA dan kadar aspal yang tinggi dapat mengakibatkan lapis perkerasan menjadi fleksibel.

#### 6. Kedap Air

Kemampuan beton aspal untuk tidak dapat dimasuki air ataupun udara lapisan beton aspal. Air dan udara dapat mengakibatkan percepatan proses penuaan aspal dan pengelupasan selimut aspal dari permukaan agregat.

#### 7. Kemudahan Pelaksanaan (*Workability*)

Kemudahan pelaksanaan adalah mudahnya suatu campuran untuk dihampar dan dipadatkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan yang diharapkan. *Workability* ini dipengaruhi oleh gradasi agregat. Agregat bergradasi baik lebih mudah dilaksanakan daripada agregat bergradasi lain.

Ketujuh karakteristik campuran aspal beton ini tidak mungkin dapat dipenuhi sekaligus dalam satu campuran. Dalam perancangan tebal perkerasan harus diperhatikan sifat dan karakteristik aspal beton yang lebih dominan akan menentukan jenis aspal beton yang dipilih.

## **2.3 Bahan Penyusun Perkerasan Jalan**

Bahan penyusun lapis perkerasan yang utama terdiri dari bahan pokok dan bahan ikat. Bahan pokok bisa berupa agregat sedangkan bahan ikat bisa berbeda – beda tergantung dari jenis perkerasan yang dipakai. Bahan ikat bisa berupa tanah liat, aspal/bitumen, semen portland, kapur. Dalam penelitian ini digunakan lapisan perkerasan lentur dengan bahan pengikat aspal.

### **2.3.1 Aspal**

Aspal dapat diartikan sebagai material perekat, berwarna hitam atau coklat tua, dengan unsur utama bitumen. Aspal dapat diperoleh dari alam ataupun residu dari pengilangan minyak bumi. Aspal merupakan material yang paling umum digunakan untuk bahan pengikat agregat pada perkerasan lentur.

Aspal merupakan material yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, dan bersifat termoplastis. Jadi, aspal akan mencair jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, dan akan kembali membeku jika temperatur turun. Bersama dengan agregat, aspal merupakan material pembentuk perkerasan jalan.

#### **2.3.1.1 Fungsi Aspal Sebagai Material Perkerasan**

Aspal yang digunakan sebagai material perkerasan jalan memiliki fungsi sebagai berikut :

- a. Bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan antara aspal itu sendiri.
- b. Bahan pengisi, mengisi rongga antara butir agregat dan pori – pori yang ada didalam butir agregat itu sendiri.

Sehingga aspal yang digunakan harus memiliki syarat – syarat sebagai berikut :

1. Daya tahan (*durability*) yaitu kemampuan aspal untuk mempertahankan sifat asalnya akibat pengaruh cuaca selama masa umur pelayanan.
2. Adhesi dan kohesi. Adhesi yaitu kemampuan aspal untuk mengikat agregat sehingga dihasilkan ikatan yang baik antara agregat dan aspal. Kohesi yaitu ikatan didalam molekul aspal untuk tetap mempertahankan agregat tetap ditempatnya setelah terjadi pengikatan.
3. Aspal memiliki sifat termoplastis, sifat ini diperlukan agar aspal tetap dapat memiliki ketahanan terhadap temperatur.
4. Kekerasan aspal, pada pelaksanaan proses pencampuran aspal ke permukaan agregat dan penyemprotan aspal ke permukaan agregat terjadi oksidasi yang menyebabkan aspal menjadi getas dan viskositas bertambah tinggi. Semakin tipis lapisan aspal, semakin besar tingkat kerapuhan aspal dan begitu juga sebaliknya.
5. Sifat pengerjaan (*workability*), aspal yang dipilih lebih baik yang mempunyai *workability* yang cukup dalam pengerjaan pengaspalan jalan. Hal ini akan mempermudah pelaksanaan penghamparan dan pemdatan untuk memperoleh lapisan yang padat dan kuat.

#### **2.3.1.2 Jenis Aspal**

1. Berdasarkan tempat diperolehnya, aspal dapat dibedakan menjadi :
  - a. Aspal alam yaitu aspal yang didapat disuatu tempat di alam dan dapat digunakan sebagaimana diperolehnya atau dengan sedikit pengolahan. Aspal alam merupakan campuran antara bitumen dengan bahan mineral lainnya dalam bentuk bebatuan.
  - b. Aspal minyak yaitu aspal yang merupakan residu dari pengilangan minyak bumi yang diproses sedemikian rupa denhan menggunakan metode tertentu.



2. Berdasarkan bentuk pada temperatur ruang, aspal dapat dibedakan menjadi :
  - a. 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*). Oleh karena itu semen aspal harus dipanaskan terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai bahan pengikat agregat.
  - b. Aspal cair (*cutback asphalt*) adalah aspal yang berbentuk cair pada suhu ruangan. Aspal cair merupakan semen aspal yang dicairkan dengan bahan pencair dari hasil penyulingan minyak bumi seperti minyak tanah, bensin, atau solar.
  - c. Aspal emulsi (*emulsified asphalt*) adalah campuran aspal dengan air dan bahan pengemulsi yang dilakukan di pabrik pencampur. Aspal emulsi ini lebih cair daripada aspal cair. Didalam aspal emulsi, butir – butir aspal larut dalam air.

Pada penelitian ini akan digunakan *Asphalt Cement* Penetrasi 60/70, selain itu aspal untuk lapis beton harus memenuhi beberapa syarat sebagaimana tercantum pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Ketentuan – ketentuan untuk Aspal Keras Pen 60/70

Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Persyaratan
Penetrasi pada 25 °C (0,1 mm)	SNI 2456 : 2011	60 - 70
Titik Lembek (°C)	SNI 2434 : 2011	≥ 48
Daktalitas pada pada 25 °C (cm)	SNI 2432 : 2011	≥ 100
Titik Nyala (°C)	SNI 2433 : 2011	≥ 232
Berat Jenis	SNI 2441 : 2011	≥ 1,0

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Divisi 6, Perkerasan Aspal

### 2.3.2 Agregat

Agregat adalah batu pecah, kerikil, pasir, atau komposisi mineral lainnya, baik berupa hasil alam maupun hasil buatan yang digunakan sebagai bahan pokok perkerasan jalan. Agregat merupakan komponen utama dari struktur utama perkerasan jalan yaitu 90 – 95% agregat

berdasarkan persentase berat, 75 – 85% agregat berdasarkan persentase volume. Agregat mempunyai peranan penting dalam prasarana transportasi, khususnya dalam perkerasan jalan. Daya dukung perkerasan jalan ditentukan sebagian besar oleh karakteristik agregat yang digunakan. Pemilihan agregat yang tepat dan memenuhi persyaratan akan sangat menentukan dalam keberhasilan pembangunan atau pemeliharaan jalan.

Secara umum agregat yang digunakan dalam campuran beraspal dibagi atas:

a. Agregat Kasar

Fraksi agregat kasar untuk rancangan campuran adalah yang tertahan pada ayakan No. 4 (4,75 mm) yang dilakukan secara basah dan harus bersih, keras, awet, dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan memenuhi ketentuan. Agregat kasar harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan yang dapat dilihat pada Tabel 2.3

Tabel 2.3 Ketentuan Agregat Kasar

Pengujian		Standar	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan	Natrium sulfat	SNI 3404 : 2008	Maks. 12%
	Magnesium sulfat		Maks. 18%
Abrasi dengan mesin Los Angeles	Campuran AC modifikasi	100 putaran	Maks. 6%
		500 putaran	Maks. 30%
	Semua jenis campuran aspal bergradasi lainnya	100 putaran	Maks. 8%
		500 putaran	Maks. 40%
Kekuatan agregat terhadap aspal		SNI 2439 : 2011	Min. 95%
Butir pecah agregat pada agregat kasar	SMA	SNI 7619 : 2012	100/90
	Lainnya		95/90
Partikel pipih dan lonjong	SMA	ASTM D4791 Perbandingan 1: 5	Maks. 5%
	Lainnya		Maks. 10%
Material lolos ayakan No. 200		SNI ASTM C117 : 2012	Maks. 1%

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Divisi 6, Perkerasan Aspal

## b. Agregat Halus

Agregat halus terdiri dari pasir atau hasil pengayakan batu pecah yang lolos dari ayakan No. 4 (4,75 mm). Fraksi agregat halus pecah mesin dan pasir harus ditempatkan terpisah dari agregat kasar. Agregat halus harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan yang dapat dilihat pada Tabel 2.4

Tabel 2.4 Ketentuan Agregat Halus

Pengujian	Standar	Nilai
Nilai setara pasir	SNI 03 – 4428 – 1997	Min. 50%
Uji kadar rongga tanpa pemadatan	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 Umum Bina Marga 2018 Divisi 6 , Perkerasan Aspal

## c. Bahan Pengisi (*Filler*)

Bahan pengisi (*filler*) dapat menggunakan abu batu (*stone dust*). Bahan pengisi harus kering dan bebas dari gumpalan – gumpalan dan merupakan bahan yang 75% lolos ayakan No. 200 dan mempunyai sifat non plastis.

## 2.4 Limbah Plastik

Pada awalnya plastik terbuat dari minyak dan gas sebagai sumber alami. Plastik merupakan polimer yang mempunyai keunggulan yaitu sifatnya yang kuat tetapi ringan, tidak karatan dan bersifat termoplastis serta dapat diberi warna. Sejumlah plastik yang digunakan dalam waktu singkat akan menjadi limbah. Sampah (limbah) plastik akan berdampak negatif terhadap lingkungan karena tidak dapat terurai dengan cepat. Limbah plastik yang dibuang sembarangan juga dapat menyumbat saluran drainase, selokan dan sungai sehingga dapat menyebabkan banjir. Limbah plastik yang dibakar juga dapat membuat udara sanga tercemar oleh karena asap yang dikeluarkan dan dapat mengeluarkan zat – zat berbahaya bagi kesehatan manusia, seperti : zat karbon monoksida, dioksin, volatil, dan zat – zat berbahaya lainnya.

Plastik adalah bahan yang sangat serbaguna dan banyak digunakan untuk keperluan sehari – hari. Plastik menjadi bahan baku yang murah, efektif dan mudah didapatkan. Setiap sektor dari kehidupan manusia tidak lepas dari penggunaan plastik mulai dari kemasan, elektronik, alat komunikasi dan lainnya. Plastik bersifat *non-biodegradable* sehingga limbah plastik tidak dapat terdegradasi selama 4.500 tahun. Akibatnya lingkungan menjadi tercemar apabila limbah plastik tidak ditangani secara benar.

Salah satu modifier yang banyak digunakan untuk meningkatkan kualitas campuran beraspal adalah dengan polimer. Sementara plastik merupakan bahan yang mengandung senyawa polimer. Dengan demikian limbah plastik berpotensi untuk dapat dijadikan sebagai bahan tambah pada campuran beraspal. Pada awal tahun 2017 dilakukan penelitian dengan fokus pemanfaatan kantong plastik (tas kresek) oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan (Pusjatan). Berdasarkan penelitian tersebut, penggunaan sampah plastik dalam campuran aspal menghasilkan campuran yang bersifat tahan terhadap deformasi dan lebih baik dalam ketahanan lelah (*fatigue*). Pada dasarnya teknologi ini merupakan bagian dari pengurangan limbah plastik yang membawa dampak buruk bagi lingkungan. Secara umum terdapat tujuh pengelompokan limbah plastik yang biasa digunakan. Dapat dilihat seperti yang ditampilkan pada Tabel 2.5

Tabel 2.5 Jenis – Jenis Limbah Plastik

JENIS LIMBAH PLASTIK	CONTOH
<i>Low density polyethylene (LDPE)</i>	Kantong plastik
<i>High density polyethylene (HDPE)</i>	Tutup botol minuman
<i>Polyethylene teryphthalate (PET)</i>	Botol minuman
<i>Polypropylene (PP)</i>	Bungkus kemasan makanan
<i>Polystryrene (PS)</i>	Sterofoam, cangkir minum sekali pakai
<i>Polyvinyl Chloride (PVC)</i>	Pipa saluran, kabel listrik
Vinyl ( <i>Polyvinyl Chloride</i> )	

Sumber : Penerapan Skala Penuh Teknologi Aspal Limbah Plastik BALITBANG dan BBPJK VIII Surabaya

Berikut adalah gambar limbah kantong plastik kresek atau LDPE (*Low Density Polyethylene*) yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 2.4 Limbah Plastik LDPE

Untuk pengolahan limbah plastik yang akan diteliti harus diketahui temperatur lelehnya. Dari tabel berikut dapat dilihat temperature leleh limbah LDPE (*Low Density Polyethylene*).

Tabel 2.6 Temperatur Leleh Proses Termoplastik

<b>Temperatur Pengolahan Limbah Plastik</b>		
<b>Material</b>	<b>°C</b>	<b>°F</b>
ABS	180 – 240	356 – 464
Acetal	185 – 225	365 – 437
Acrylic	180 – 250	356 – 482
Nylon	260 – 290	500 – 554
Poly Carbonat	280 – 310	536 – 590
LDPE	160 – 240	320 – 464
HDPE	200 – 280	392 – 536
PP	200 – 300	392 – 572
PS	180 – 260	356 – 500
PVC	160 – 180	320 – 365

Sumber : Mujiarto, 2005

Limbah plastik LDPE memiliki karakteristik sebagai berikut :

1. Kuat
2. Sedikit tembus cahaya
3. Fleksibel dan permukaan agak berlemak
4. Pada suhu dibawah 60 °C sangat resisten terhadap senyawa kimia
5. Daya proteksi terhadap uap air tergolong baik, akan tetapi kurang baik bagi gas – gas yang lain seperti oksigen.

6. Plastik ini dapat didaur ulang, baik untuk barang – barang yang memerlukan fleksibilitas tetapi kuat, dan memiliki resistensi yang baik terhadap reaksi senyawa kimia.

#### 2.4.1 Spesifikasi Limbah Plastik

Pada Spesifikasi ini limbah plastik yang dapat digunakan untuk campuran beraspal panas harus memenuhi persyaratan antara lain:

- a. Jenis plastik yang dapat digunakan berupa limbah plastik dari jenis LDPE (*Low Density Polyethylene*).
- b. Limbah plastik yang digunakan harus hasil olahan yang telah dipilah, dicuci, dicacah, dan dihaluskan.
- c. Cacahan limbah plastik yang digunakan harus kering, bersih, dan terbebas dari bahan organik yang tidak dikehendaki.
- d. Penggunaan limbah plastik dari 4% sampai dengan 6% terhadap berat aspal. Penggunaan yang lebih dari 6% harus mendapat persetujuan dari direksi pekerjaan.

Limbah plastik yang akan digunakan harus memenuhi persyaratan sebagaimana yang tertera pada Tabel 2.7

Tabel 2.7 Ketentuan Limbah Plastik

Pengujian	Standar	Persyaratan
Ukuran butir lolos saringan 3/8 inch (9,5 mm) %	SNI ASTM C 136 – 2012	100
Ukuran butir lolos saringan No 4 (4,75 mm) %	SNI ASTM C 136 – 2012	90
Dimensi panjang dan lebar maksimum 5 mm (% berat)	SNI ASTM C 136 – 2012	90
Ketebalan (mm)	ASTM D 6988 – 13	Maks. 0,07
Kadar air (%)	SNI 1965 : 2008	Maks. 5
Titik leleh (°C)		100 - 120

Sumber : Penerapan Skala Penuh Teknologi Aspal Limbah Plastik

BALITBANG dan BBPJV VIII Surabaya

## 2.5 Karakteristik *Marshall*

Karakteristik campuran aspal dapat diukur dari sifat-sifat *Marshall* yang ditunjukkan pada nilai-nilai sebagai berikut :

### 2.5.1 Stabilitas (*Stability*)

Stabilitas adalah beban yang dapat ditahan campuran beton aspal sampai terjadi kelelahan plastis atau dengan arti lain yaitu kemampuan lapis keras untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas yang bekerja di atasnya tanpa mengalami perubahan bentuk tetap seperti gelombang (*washboarding*) dan alur (*rutting*). Nilai stabilitas dipengaruhi oleh bentuk, kualitas, tekstur permukaan dan gradasi agregat yaitu gesekan antar butiran agregat (*internal friction*) dan penguncian antar agregat (*interlocking*), daya lekat (*cohesion*), dan kadar aspal dalam campuran.

Syarat nilai stabilitas adalah lebih dari 800 kg. Nilai stabilitas sesungguhnya diperoleh dengan rumus dibawah ini :

$$S = p \times q \quad (2.1)$$

Keterangan :

S = Angka stabilitas sesungguhnya

p = Pembacaan arloji stabilitas x kalibrasi alat

q = Angka koreksi benda uji

### 2.5.2 Kelelahan (*Flow*)

*Flow* adalah besarnya penurunan atau deformasi vertikal benda uji yang terjadi pada awal pembebanan sehingga stabilitas menurun, yang menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi pada lapis perkerasan akibat menahan beban yang diterima. Nilai *flow* dipengaruhi oleh kadar dan viskositas aspal, gradasi agregat, jumlah dan temperatur pemadatan. Syarat nilai *flow* adalah minimal 3 mm. Nilai *flow* yang rendah akan mengakibatkan campuran menjadi kaku sehingga lapis perkerasan menjadi mudah retak, sedangkan campuran dengan nilai *flow* tinggi akan menghasilkan lapis perkerasan yang plastis sehingga perkerasan akan

mudah mengalami perubahan bentuk seperti gelombang (*washboarding*) dan alur (*rutting*).

### 2.5.3 Kerapatan (*Density*)

*Density* merupakan tingkat kerapatan campuran setelah campuran dipadatkan. Semakin tinggi nilai *density* suatu campuran menunjukkan bahwa kerapatannya semakin baik.

Nilai kerapatan (*density*) dapat diperoleh dengan rumus dibawah ini :

$$g = \frac{c}{f} \quad (2.2)$$

$$g = \frac{c}{f} - \frac{d}{f} \quad (2.3)$$

Keterangan :

g = Nilai *density* (gr/cc)

c = Berat kering (sebelum direndam) (gr)

d = Berat benda uji jenuh air (gr)

e = Berat benda uji dalam air (gr)

f = Volume benda uji (cc)

### 2.5.4 VIM (*Void In the Mix*)

*Void In The Mix* (VIM) merupakan persentase rongga yang terdapat dalam total campuran. Nilai VIM berpengaruh terhadap keawetan lapis perkerasan, semakin tinggi nilai VIM menunjukkan semakin besar rongga dalam campuran sehingga campuran bersifat *pourous*. Syarat dari nilai VIM adalah 3,5% - 5%. Nilai VIM yang terlalu rendah akan menyebabkan *bleeding* karena pada suhu yang tinggi viskositas aspal menurun sesuai sifat termoplastisnya. Nilai VIM yang lebih dari 5% akan mengakibatkan berkurangnya keawetan lapis perkerasan, karena rongga yang terlalu besar akan mudah terjadi oksidasi.

Nilai VIM dapat diperoleh dengan rumus dibawah ini :

$$VIM = 100 - \frac{c}{f} - \frac{d}{f} \quad (2.4)$$



$$a = \frac{b}{100+a} \times 100 \quad (2.5)$$

$$b = \frac{a \times c}{22.22222222} \quad (2.6)$$

$$c = \frac{(100-a) \times g}{22.22222222} \quad (2.7)$$

Keterangan :

a = Persentase aspal terhadap batuan

b = Persentase aspal terhadap campuran

c = Persen rongga terisi aspal

i, j = Rumus substitusi

### 2.5.5 VFA (*Void Filled With Asphalt*)

*Void Filled With Asphalt* (VFA) merupakan persentase rongga terisi aspal pada campuran setelah mengalami proses pemadatan. Nilai VFA yang disyaratkan adalah minimal 65 %. Nilai ini menunjukkan persentase rongga campuran yang berisi aspal, nilainya akan naik berdasarkan naiknya kadar aspal sampai batas tertentu, dimana rongga telah penuh. Artinya rongga dalam campuran telah terisi penuh oleh aspal, maka persen kadar aspal yang mengisi rongga adalah persen kadar aspal maksimum.

Nilai VFA dapat diperoleh dengan rumus dibawah ini :

$$VFA = 100 \times \frac{a}{b} \quad (2.8)$$

$$a = \frac{b}{100+a} \times 10 \quad (2.9)$$

$$b = \frac{a \times c}{22.22222222} \quad (2.10)$$

$$c = \frac{(100-a) \times g}{22.22222222} \quad (2.11)$$

Keterangan :

a = Persentase aspal terhadap batuan

b = Persentase aspal terhadap campuran

c = Persen rongga terisi aspal

i, j = Rumus substitusi

### 2.5.6 VMA (*Void In Mineral Agregate*)

*Void In Mineral Agregate* (VMA) adalah rongga udara antar butir agregat aspal padat, termasuk rongga udara dan kadar aspal efektif, yang dinyatakan dalam persen terhadap total volume. Nilai VMA dipengaruhi oleh faktor pemadatan, yaitu jumlah dan temperatur pemadatan, gradasi agregat, dan kadar aspal. Nilai VMA ini berpengaruh pada sifat kekedapan campuran terhadap air dan udara serta sifat elastis campuran. Dapat juga dikatakan bahwa nilai VMA menentukan nilai stabilitas, fleksibilitas dan durabilitas. Nilai VMA yang disyaratkan adalah 14%.

### 2.5.7 MQ (*Marshall Quotient*)

*Marshall Quotient* adalah hasil bagi antara stabilitas dengan *flow*. Nilai *Marshall Quotient* akan memberikan nilai fleksibilitas campuran. Semakin besar nilai *Marshall Quotient* berarti campuran semakin kaku, sebaliknya bila semakin kecil nilainya maka campuran semakin lentur. Nilai *Marshall Quotient* dipengaruhi oleh nilai stabilitas dan *flow*. Nilai *Marshall Quotient* yang disyaratkan adalah lebih besar dari 250 kg/mm. Nilai *Marshall Quotient* di bawah 250 kg/mm mengakibatkan perkerasan mudah mengalami *washboarding*, *rutting* dan *bleeding*, sedangkan nilai *Marshall Quotient* yang tinggi mengakibatkan perkerasan menjadi kaku dan mudah mengalami retak.

Nilai dari *Marshall Quotient* (MQ) diperoleh dengan rumus dibawah ini :

$$MQ = \frac{S}{F} \quad (2.12)$$

Keterangan :

MQ = Nilai *Marshall Quotient* (kg/mm)

S = Nilai stabilitas

F = Nilai *flow*

Untuk mengetahui lebih jelas spesifikasi nilai karakteristik *Marshall*, akan dipaparkan pada Tabel 2.8

Tabel 2.8 Spesifikasi Nilai Karakteristik *Marshall*

Karakteristik <i>Marshall</i>	Syarat
Stabilitas	Min. 800 Kg
Flow	2 mm – 4 mm
VIM	3 % - 5 %
VFA	Min. 65 %
VMA	Min. 14 %
MQ	Min. 250 Kg/mm

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Divisi 6 , Perkerasan Aspal

Setelah dilakukan analisis dari pengujian *Marshall*, dan didapat nilai-nilai karakteristik *Marshall*, dibuat grafik hubungan antara kadar aspal terhadap nilai karakteristik tersebut. Berdasarkan grafik dan perbandingan terhadap spesifikasi yang disyaratkan oleh Bina Marga, ditentukan kadar aspal optimum campuran.

## 2.6 Penentuan Proporsi Campuran

Untuk mendapatkan proporsi campuran agregat kasar, agregat sedang, agregat halus dan *filler* didapat dengan dua metode, yaitu metode grafis dan metode analisis. Penelitian ini menggunakan metode analisis dengan cara “*Trial and Error*” dengan bantuan *Microsoft Excel*. Metode “*Trial and Error*” ini adalah metode mencoba – coba persentase setiap fraksi agregat agar gradasi campuran sesuai dengan batasan dari gradasi yang dipersyaratkan yaitu batas bawah dan batas atas pada setiap agregat.

$$G = \left(\frac{A}{100}\right)(100001) + \frac{B}{100} (100002) + \frac{C}{100} (100003) + \frac{D}{100} (100004)$$

Dimana :

- G = Gradasi campuran (%)
- A = Fraksi agregat kasar (%)
- B = Fraksi agregat sedang (%)
- C = Fraksi agregat halus (%)
- D = *Filler* (%)

- X1 = Kumulatif persen lolos agregat kasar
- X2 = Kumulatif persen lolos agregat sedang
- X3 = Kumulatif persen lolos agregat halus
- X4 = Kumulatif persen lolos *filler*
- n = Nilai yang akan dicoba – coba

Dari formula diatas maka data yang akan dimasukkan adalah data fraksi agregat kasar, agregat sedang, agregat halus, dan *filler* untuk dicoba – coba. Kemudian dilihat nilai G (gradasi campuran), apakah berada diantara batas atas dan batas bawah sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

## 2.7 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian ini, dicantumkan juga beberapa hasil penelitian sebelumnya pada yang menggunakan limbah plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) sebagai bahan campuran pada lapisan perkerasan aspal.

1. Tjijik W. Suroso (2012) dalam jurnal yang berjudul “Pengaruh Penambahan Plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) Cara Basah dan Cara Kering terhadap Kinerja Campuran Beraspal”.

Penelitian ini mendapatkan hasil yaitu untuk membandingkan pengaruh kedua cara pencampuran plastik mutu rendah jenis LDPE terhadap kinerja campuran beraspal pada kadar aspal optimum, yang sama dengan kadar aspal optimum hasil pengujian Marshall aspal pen 60 sebagai pembanding sedangkan kadar plastik adalah 3,5% terhadap berat aspal yang diambil dari hasil pengujian variasi kadar plastik terhadap mutu aspal yang telah dimodifikasi dengan plastik (cara basah). Pada cara kering plastik dengan kadar sama dengan cara basah ditambahkan kedalam agregat panas (pada temperatur campuran) dan diaduk selama 30-45 detik. Dari hasil yang diperoleh di laboratorium menunjukkan cara kering menghasilkan karakteristik *Marshall*, stabilitas dinamis dan resilien modulus lebih besar dari aspal pen 60, namun lebih rendah dari cara basah. Dari segi ekonomi cara kering diperkirakan lebih murah karena waktu pencampuran lebih cepat, tidak memerlukan alat pengaduk (*mixer*) dan lebih mudah di handle dari pada cara basah.

2. Ziaul H. Khomeiny (2018) dalam penelitian tugas akhir yang berjudul “Analisa Pengaruh Penambahan Limbah Plastik (LDPE) sebagai Campuran Aspal Terhadap Kuat Aspal dengan Menggunakan *Marshall Test*”.

Penelitian ini dilakukan dengan membedakan gradasi benda uji dan persentase penambahan LDPE (*Low Density Polyethylene*). Kelompok benda uji penambahan LDPE diwakili masing-masing yaitu gradasi batas tengah dan gradasi batas atas. Dari hasil analisis diperoleh nilai nilai parameter-parameter *Marshall*, nilai kelompok benda uji I dan benda uji II untuk parameter *Marshall* memenuhi spesifikasi yang disyaratkan Bina Marga 2010 pada rentang kadar aspal 5,99 % sampai dengan 6,49 %. Penambahan LDPE pada campuran AC-WC dilakukan pada kadar 0%, 20 %, dan 40 %, pada penelitian ini mengalami perubahan pada parameter-parameter *Marshall*. Perubahan yang memenuhi standar Bina Marga 2010 yaitu dari segi kekuatan stabilitas, nilai Flow dan *Marshall Quotient*. Sedangkan yang tidak memenuhi standar Bina Marga 2010 yaitu nilai kepadatan rongga (VIM), rongga terisi agregat (VMA) dan rongga terisi aspal (VFA). Penelitian ini membuktikan bahwa dengan adanya penambahan variasi LDPE 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.

3. Khoirul A. Rosyadi (2014) dalam penelitian skripsi tugas akhir yang berjudul “Pengaruh Penambahan Limbah Plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) dan PET (*Poly Ethylene Terephthalate*) Cara Kering pada Aspal Beton Campuran Panas Terhadap Parameter *Marshall*”.

Pengujian dilakukan di Laboratorium Perkerasan Jalan Jurusan Teknik Sipil FT UM dengan *Marshall Test* dari tiap benda uji sesuai dengan penambahan kadar limbah plastik LDPE dan PET pada kadar aspal optimum atau KAO. Untuk mengetahui nilai tanpa penambahan limbah

plastik dan dengan penambahan limbah plastik LDPE dan PET. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengujian sifat fisik agregat dan aspal memenuhi syarat untuk digunakan campuran aspal beton, dan campuran aspal beton tersebut menghasilkan nilai kadar aspal optimum (KAO) sebesar 5,75%. Sifat dan karakteristik campuran aspal beton dengan penambahan limbah plastik LDPE 3%; 3,5% dan 4% telah memenuhi standar sesuai Spesifikasi Bina Marga. Sifat dan karakteristik campuran aspal beton dengan penambahan limbah plastik PET 3%; 3,5% dan 4% telah memenuhi standar sesuai Spesifikasi Bina Marga. Pengaruh penambahan limbah plastik LDPE dan PET menghasilkan nilai parameter *Marshall* yang lebih baik. Penambahan Limbah LDPE lebih baik daripada dengan penambahan limbah plastik PET. Penambahan limbah plastik LDPE dan PET dapat berpengaruh signifikan pada campuran aspal beton.

4. Suraya Fitri, Sofyan M. Saleh,. & Muhammad Isya (2018) dalam jurnal yang berjudul “Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Kresek Sebagai Substitusi Aspal Pen 60/70 Terhadap Karakteristik Campuran Laston AC – BC”.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemakaian limbah plastik kresek sebagai substitusi Aspal Pen 60/70 dengan menggunakan agregat bassalt terhadap karakteristik Marshall campuran aspal beton AC-BC. Tahapan awal penelitian adalah mencari Kadar Aspal Optimum (KAO). Penambahan variasi kantong plastik bekas sebagai aditif secara berturut-turut yaitu 2%, 4%, 6%, dan 8% pada KAO-0,5, KAO dan KAO+0,5 dari KAO awal 5,35%. Dari ketiga KAO tersebut diambil nilai yang tertinggi yaitu pada KAO+0,5 sebesar 3,3% untuk pembuatan benda uji pada persentase variasi plastik KPO  $\pm 2\%$  dengan mendapatkan nilai marshall dan durabilitas. Nilai stabilitas terus meningkat pada persentase variasi kadar plastik bekas 1,3%, 3,3% dan 5,3% masing-masing sebesar 1470,48 kg, 1476,28 kg, dan 1489,28 kg dengan rendaman 30 menit (suhu 60<sup>0</sup>C) dan 1286,42 kg, 1316,35 kg, 1345,41 kg dengan rendaman 24 jam (suhu 60<sup>0</sup>C). Kondisi ini disebabkan oleh kandungan dalam aditif yang

bercampur dengan aspal pen 60/70 di dalam campuran menyebabkan daya lekat aspal dengan agregat menjadi lebih baik hingga mencapai batas nilai tertentu, yaitu pada batas 5,3% dengan nilai stabilitas terbaik yaitu sebesar 1489,28 kg pada rendaman 30 menit dan sebesar 1345,41 kg pada rendaman 24 jam. Dari perbandingan ke dua stabilitas tersebut maka diperoleh nilai durabilitas sebesar 99,84% sehingga telah memenuhi spesifikasi untuk campuran yang ditambahkan aditif, yaitu sebesar  $\geq 90\%$ .

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Metode Penelitian**

Metode penelitian memberikan gambaran rancangan penelitian. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah kajian eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Universitas HKBP Nommensen Medan meliputi :

- a. Persiapan alat dan bahan
- b. Pemeriksaan bahan, meliputi :
  1. Agregat Kasar
  2. Agregat Halus
  3. *Filler*
  4. Aspal
  5. Limbah plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*)
- c. Perencanaan campuran aspal (*Mix Design*)
- d. Pembuatan benda uji
- e. Pengujian *Marshall Test*

#### **3.2 Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas HKBP Nommensen Medan, meliputi pembuatan sampel benda uji, pengujian benda uji, dan pengujian *Marshall*.

#### **3.3 Bahan**

Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Agregat yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari PT. ADHI KARYA PERSERO, Tbk AMP – Patumbak.
2. *Filler* yang digunakan adalah abu batu.
3. Aspal yang digunakan adalah aspal keras penetrasi 60/70.
4. Limbah Plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*).



### 3.4 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Satu set saringan, alat ini digunakan untuk memisahkan / membagi butir (gradasi) antara agregat halus dan agregat kasar.
2. Alat uji pemeriksaan agregat, alat yang digunakan untuk pengujian agregat yaitu mesin Los Angeles (tes abrasi), alat pengering (oven), timbangan berat, alat uji berat jenis ( piknometer, timbangan, pemanas), saringan standar ( terdiri dari ukuran 3/4", 1/2", 3/8", No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100, No.200 ) .
3. Alat uji pemeriksaan aspal, alat yang digunakan untuk pengujian aspal yaitu alat uji penetrasi, alat uji titik lembek, alat uji kehilangan berat, alat uji daktilitas, alat uji berat jenis (piknometer dan timbangan).
4. Alat karakteristik campuran agregat aspal, alat yang digunakan yaitu seperangkat alat untuk metode *Marshall*, meliputi :
  - a. Alat tekan *Marshall* yang terdiri dari kepala penekan, cincin penguji dan dilengkapi dengan arloji pengukur *flowmeter*.
  - b. Alat cetak benda uji yang berbentuk silinder.
  - c. *Marshall automatic compactor* yang digunakan untuk pemadatan campuran sebanyak 75 kali tumbukan tiap sisi atas dan sisi bawah.
  - d. *Ejector* untuk mengeluarkan benda uji setelah proses pemadatan.
  - e. Bak perendam (*waterbath*) yang dilengkapi dengan pengatur suhu.
  - f. Alat – alat penunjang lainnya yang meliputi penggorengan pencampur, kompor pemanas, thermometer, sendok pengaduk, timbangan, kain lap, sarung tangan, ember.

### 3.5 Pengolahan LDPE (*Low Density Polyethylene*)

Proses pengolahan limbah LDPE (*Low Density Polyethylene*) untuk campuran aspal sebagai berikut :

1. Pemilahan dan pembersihan limbah LDPE  
Pemilahan sampah plastik dilakukan untuk memisahkan limbah LDPE dengan jenis lain dan juga untuk membersihkan plastik dari kotoran.

## 2. Pencacahan limbah LDPE

Pencacahan limbah plastik kresek dilakukan dengan menggunakan mesin pencacah plastik atau dapat dikerjakan dengan alat manual seperti gunting atau *cutter* dengan spesifikasi ukuran yang cocok dengan ketentuan ukuran plastik yang dibutuhkan. Dalam penelitian ini digunakan ukuran plastik 5mm x 5mm.

## 3. Hasil akhir

Hasil pencacahan akhir plastik harus sesuai dengan ketentuan ukuran yang dibutuhkan untuk pencampuran aspal.

Untuk mendapatkan limbah plastik LDPE, peneliti melakukan beberapa cara :

1. Mengumpulkan limbah plastik LDPE yang berada di lingkungan kost dan rumah tinggal peneliti.
2. Bekerjasama dengan anggota Himpunan Mahasiswa Prodi Teknik Sipil (HMP – TS) UHN Medan untuk menyimpan dan mengumpulkan setelah menggunakan plastik LDPE.

### 3.6 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan yang akan dilakukan mulai dari tahap awal sampai tahap akhir dengan sistematika yang terarah sebagai berikut :

#### 1. Persiapan

Tahap persiapan adalah tahap awal yang akan dilakukan dalam penelitian ini meliputi persiapan alat dan bahan yang digunakan. Sebelum melakukan penelitian, alat dan bahan harus diperiksa terlebih dahulu kelengkapannya agar penelitian dapat berjalan dengan lancar.

#### 2. Pengujian Bahan

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap bahan yang digunakan seperti agregat, aspal, dan limbah yang digunakan. Pengujian ini dilakukan agar bahan yang akan digunakan dapat memenuhi spesifikasi yang ada.

### 3. Perencanaan Campuran

Rencana campuran adalah analisa perhitungan komposisi campuran aspal untuk mendapatkan proporsi campuran sesuai dengan yang diharapkan. Variasi kadar aspal yang digunakan dalam campuran yaitu 5%, 6%, dan 7% .

Berikut akan dipaparkan jumlah benda uji yang akan digunakan dalam penelitian, dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Jumlah Benda Uji

<b>Kadar Aspal (%)</b>	<b>Kadar Limbah (%)</b>	<b>Jumlah Benda Uji</b>	<b>Total Benda Uji</b>
5	0	2	2
	2	2	2
	4	2	2
	6	2	2
6	0	2	2
	2	2	2
	4	2	2
	6	2	2
7	0	2	2
	2	2	2
	4	2	2
	6	2	2
<b>Jumlah</b>			<b>24</b>

### 4. Pembuatan dan Pengujian Benda Uji

#### a. Pembuatan benda uji

Berikut langkah – langkah pembuatan benda uji :

- 1) Menimbang agregat sesuai dengan presentase agregat campuran yang telah dihitung, kemudian benda uji dibuat sebanyak dua buah pada masing- masing variasi kadar aspal. Total benda uji yang dibuat sebanyak 24 buah.
- 2) Memanaskan aspal untuk pencampuran, agar temperatur pencampuran agregat, aspal, dan limbah tetap maka pencampuran dilakukan diatas pemanas dan diaduk hingga rata.
- 3) Waktu dipanaskan suhu campuran harus mencapai 140°C, campuran tersebut dimasukkan ke dalam cetakan ( *mold*) yang telah

dibersihkan dan dipanaskan sampai suhu antara (93.3°C – 148.9°C) dan telah diolesi vaselin / oli / pelumas terlebih dahulu.

- 4) Campuran dirojok, 15 kali di bagian tepi cetakan, 10 kali di bagian dalam, lalu dipadatkan dengan scrap dan diletakkan diatas landasan pematik. Kemudian dilakukan pemadatan dengan alat penumbuk sebanyak 75 kali di bagian sisi atas dan 75 kali tumbukan di bagian sisi bawah  *mold* dengan tinggi jatuh sebesar 45 cm.
- 5) Setelah proses pemadatan selesai, keluarkan benda uji dengan alat *ejector* dan beri kode atau label benda uji. Letakkan benda uji di atas permukaan rata dan halus dan biarkan selama  $\pm 24$  jam pada suhu ruang.

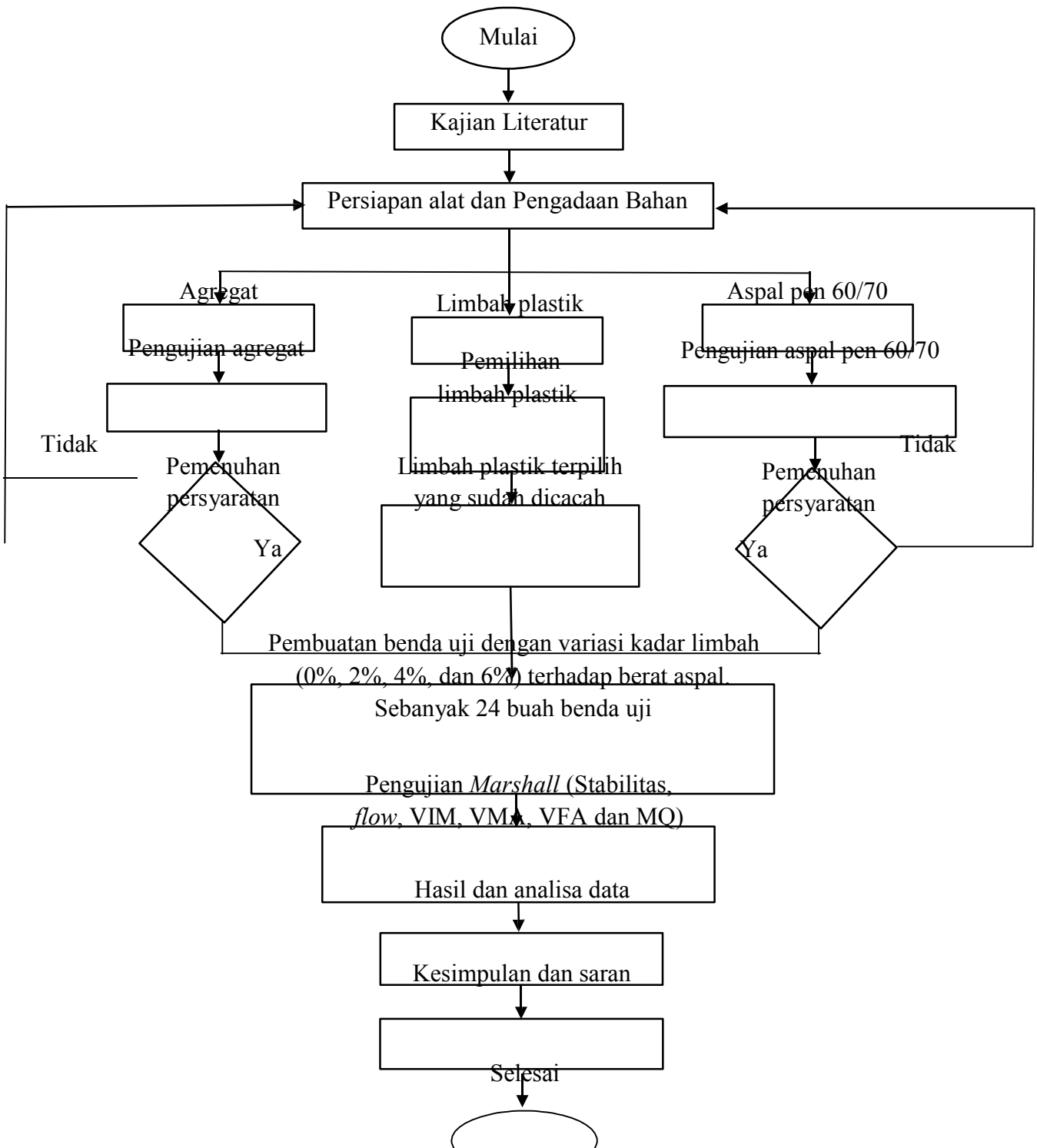
b. Pengujian Benda Uji

- 1) Bersihkan dari kotoran yang menempel, lalu ukur tinggi benda uji dengan ketelitian 0,1 mm dengan menggunakan jangka sorong dan timbang beratnya untuk mendapatkan berat benda uji kering.
- 2) Benda uji direndam dalam air pada suhu ruang selama  $\pm 24$  jam supaya jenuh
- 3) ditimbang dalam air untuk mendapatkan berat benda uji dalam air. Kemudian benda uji dikeluarkan dari bak perendam dan dikeringkan sehingga kering permukaan dan didapatkan berat benda uji kering permukaan jenuh (SSD) kemudian ditimbang.
- 4) Pengujian benda uji dengan alat *Marshall Test* yaitu :
  - Benda uji direndam dalam bak perendam dengan suhu  $\pm 60^{\circ}\text{C}$  selama  $\pm 30$  menit.
  - Bagian dalam permukaan kepala penekan dibersihkan dan dilumasi agar benda uji mudah dilepaskan setelah pengujian.
  - Pasang cetakan stabilitas beserta *dial flow* pada mesin tekan, letakkan benda uji yang telah direndam pada cetakan stabilitas, atur dial agar menunjukkan angka nol.
  - Atur sedemikian rupa sehingga piston berada tepat pada poros cetakan stabilitas. Berikan pembebanan :

- a. Tekan tombol UP untuk menekan
  - b. Tekan tombol OFF untuk menghentikan tekanan, setelah mencapai kelelahan maksimum
  - c. Catat nilai kelelahan maksimum
  - Catat nilai pembebanan pada proving ring.
  - Setelah pengujian selesai, turunkan dengan menekan tombol DOWN, kepala penekan diambil, bagaian atas dibuka dan benda uji dikeluarkan.
5. Menghitung Parameter *Marshall*
- Setelah pengujian *Marshall* selesai serta nilai stabilitas dan flow didapat, selanjutnya menghitung parameter *Marshall* yaitu VIM, VMA, VFA, dan *Marshall Quotient*.
6. Pengolahan dan Pembahasan Hasil
- Setelah didapat data dari hasil penelitian di Laboratorium akan dibandingkan nilai stabilitas dan karakteristik campuran dari masing – masing variasi kadar aspal dan perlakuan terhadap limbah serta hasil pengolahan akan diuraikan dalam bentuk grafik hubungan antara kadar aspal dan parameter *Marshall*, yaitu gambar grafik hubungan antara :
- a. Kadar aspal terhadap stabilitas.
  - b. Kadar aspal terhadap *flow*.
  - c. Kadar aspal terhadap VIM.
  - d. Kadar aspal terhadap VMA.
  - e. Kadar aspal terhadap VFA.
  - f. Kadar aspal terhadap *Marshall Quotient* (MQ).

### 3.7 Diagram Alur Penelitian

Diagram yang menggambarkan tahapan proses yang akan dilakukan mulai dari persiapan hingga hasil akhir dalam penelitian ini.



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian