

**PENGARUH PENGGUNAAN BENTUK AGREGAT KASAR  
YANG BERBEDA PADA PERKERASAN JALAN TERHADAP  
KARAKTERISTIK MARSHALL**

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam Sidang Ujian Sarjana Teknik Sipil  
Universitas Medan Area

SKRIPSI

Disusun oleh:

**FAN BASTEN SAHAT MARULI TUA SIREGAR**  
11 811 0075



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**2016**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 7/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber  
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)7/12/23

## ABSTRAK

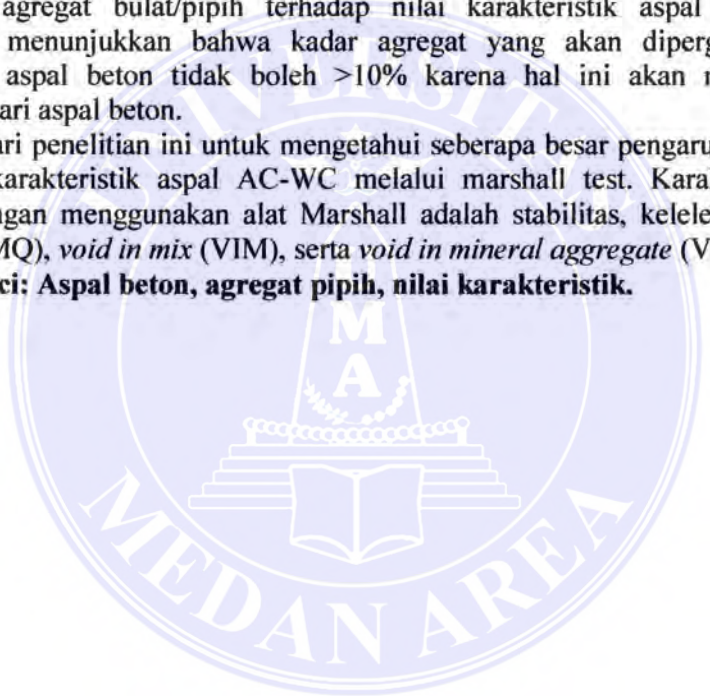
Lapis permukaan konstruksi perkerasan jalan adalah lapisan yang paling besar menerima beban. Oleh sebab itu material penyusun lapisan ini haruslah material yang berkualitas baik. Kadar agregat dalam perkerasan lentur umumnya berkisar antara 90-95% dari berat total. Pemakaian agregat yang tidak sesuai dengan persyaratan inilah yang paling sering menjadi penyebab kerusakan pada perkerasan jalan.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan agregat Bulat dalam campuran aspal beton dengan menambahkan kadar agregat bulat yang bervariasi: 0%; 5%; 10%; 15%; 20% dan 25% pada campuran aspal beton yang mempunyai kombinasi agregat yaitu: 25% Batupecah 3/4 + 21% Batupecah 1/2 + 43.1% abubatu + 1.9% Filler.

Setelah dibuat masing-masing 3 benda uji dengan kadar aspal berkisar antara: 5%; 5,5%; 6,0%; 6,5% dan 7,0%, maka didapat kadar aspal sebesar 5,5%, 6%, 6,5%, yang akan dipergunakan untuk pembuatan sampel benda uji untuk menentukan pengaruh agregat bulat/pipih terhadap nilai karakteristik aspal beton. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar agregat yang akan dipergunakan pada campuran aspal beton tidak boleh >10% karena hal ini akan mempengaruhi stabilitas dari aspal beton.

Maksud dari penelitian ini untuk mengetahui seberapa besar pengaruh yang terjadi terhadap karakteristik aspal AC-WC melalui marshall test. Karakteristik yang diukur dengan menggunakan alat Marshall adalah stabilitas, kelelahan, *marshall quotient* (MQ), *void in mix* (VIM), serta *void in mineral aggregate* (VMA).

**Kata Kunci:** Aspal beton, agregat pipih, nilai karakteristik.



## ABSTRACT

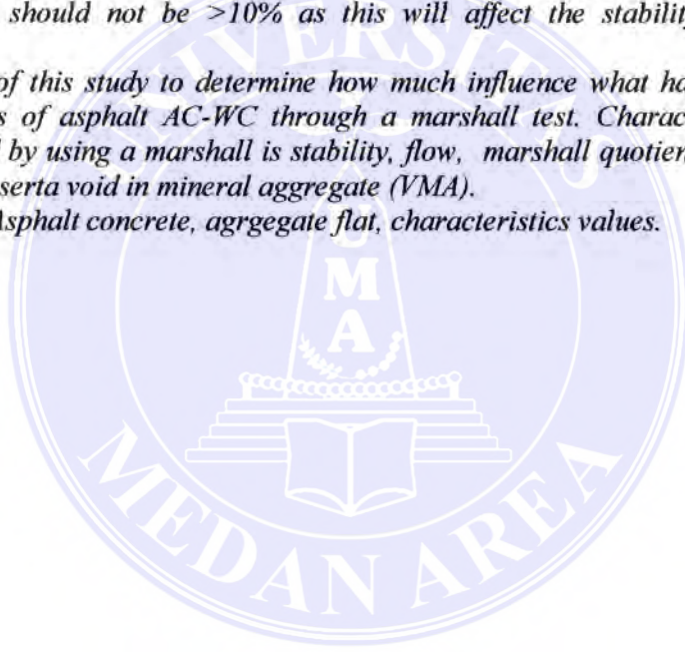
*The surface layer of pavement construction receive the greatest load. Therefore, material preparation of this layer must be of good quality material. Aggregates levels generally range between 90-95% of the total weight. aggregate usage that does not comply with the requirements is the most frequent cause of damage to the pavement.*

*This study was conducted to determine the effect of the use of round aggregate in asphalt concrete mixture by adding varying levels of aggregate round: 0%; 5%; 10%; 15%; 20% and 25% with a mixture of asphalt concrete aggregate have a combination that is : 25% Crushed Stone  $\frac{3}{4}$  + 21% Crushed Stone  $\frac{1}{2}$  + 43.1% Ash Stone + 1.9% filler.*

*After being made each 3specimen with asphalt content ranges: 5%; 5,5%; 6,0%; 6,5% dan 7,0%, the importance of the asphalt content of 5,5%, 6%, 6,5%, which will be used for the manufacture of test specimen sample to determine the aggregate effect of round/ flat against the value of the characteristics of asphalt concrete. The test results showed that the levels of aggregate to be used in asphalt concrete mix should not be >10% as this will affect the stability of asphalt concrete.*

*The purpose of this study to determine how much influence what happens to the characteristics of asphalt AC-WC through a marshall test. Characteristics that are measured by using a marshall is stability, flow, marshall quotient (MQ), void in mix (VIM), serta void in mineral aggregate (VMA).*

*Key Words : Asphalt concrete, agrgregate flat, characteristics values.*





## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERNYATAAN.....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang proyek.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	3
1.3 Rumusan Masalah.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Bagian Alir Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Umum.....	5
2.2 Bahan Perkerasan.....	7
2.2.1 Aspal.....	7

2.2.2 Sifat Aspal.....	8
2.2.3 Agregat.....	10
2.3 Klasifikasi Agregat.....	10
2.4 Sifat Agrgat.....	15
2.5 Bentuk Dan Tekstur Agregat.....	16
2.6 Kebersihan Permukaan.....	19
2.7 Daya Lekat Terhadap Aspal.....	19
2.8 Porositas Agregat.....	19
2.9 Pengujian Agregat.....	20
2.10 Gradasi Agregat.....	21
2.11 Gradation Master Bands.....	22
2.12 Pengaruh Gradasi Terhadap Karakteristik campuran.....	23
2.13 Lapisan Aspal Beton (LASTON).....	24
2.14 Gradasi Campuran AC-WC.....	25
2.15 Karakteristik Marshall.....	26
2.15.1 Stabilitas(Stability).....	26
2.15.2 Kelelehan(Flow).....	28
2.15.3 Kerapatan(Density).....	29
2.15.4 VITM(Void In The Mix).....	30

2.15.5	VFWA(Void Filled With Asphalt).....	31
2.15.6	VMA(Void In Mineral Agregat).....	32
2.15.7	Marshall Quotient.....	32
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>		<b>33</b>
3.1	Umum.....	33
3.2	Peryiapan Bahan Penelitian.....	36
3.3	Standart Alat Penelitian.....	37
3.4	Pengujian Dan Persyaratan Bahan.....	38
3.4.1	Perencanaan Gradasi.....	38
3.4.2	Pembuatan Benda Uji.....	40
3.4.3	Kadar Aspal Rencana.....	41
3.5	Jumlah Benda Uji.....	41
3.6	Pengujian campuran Beraspal.....	43
3.6.1	Uji Rendam Marshall.....	43
3.6.2	Pengujian Marshall.....	44
3.7	Hipotesis.....	47
<b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>49</b>
4.1	Hasil Pengujian Material.....	49
4.1.1	Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Agregat.....	49
4.1.2	Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik dan Mekanis Aspal Pen 60/70..	52
4.1.3	Hasil Pengujian Marshall Agregat Bentuk Pecah-Bulat.....	56

4.2	Pembahasan.....	58
4.3	Analisa Pengaruh Penggunaan Bentuk Agregat kasar pecah dan Agregat bulat.....	62
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>63</b>
5.1	Kesimpulan.....	63
5.2	Saran.....	63
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>64</b>
<b>LAMPIRAN</b>		





## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang sering menggunakan memakai agregat bentuk pecah dan terletak diantara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan. Banyaknya kondisi jalan yang semakin hari semakin banyak yang rusak sementara umur pembangunan jalan belum begitu lama dan belum mencapai umur yang di rencanakan, maka ada kemungkinan hal ini diakibatkan oleh beban yang berlebihan dan tidak sesuaiya campuran antara agregat dengan aspal.

Batu bulat merupakan Agregat yang sering dijumpai di sungai pada umumnya telah mengalami pengikisan oleh air sehingga umumnya berbentuk bulat. Partikel agregat ini saling bersentuhan dengan luas bidang kontak kecil menghasilkan daya interlocking yang lebih kecil dan lebih mudah tergelincir, namun didalam penelitian ini saya ingin mencari tahu mengapa dalam penggunaan perkerasan jalan tidak dapat memakai agregat bentuk bulat.

Lapis permukaan konstruksi perkerasan jalan terdiri dari beberapa jenis. Salah satu jenis yang memiliki stabilitas yang tinggi dan sering digunakan adalah aspal beton campuran panas (*asphalt Concrete*), dengan komponen utama campuran adalah agregat dan aspal sebagai bahan pengikatnya. Jenis beton aspal campuran panas yang ada saat ini diantaranya: laston (lapisan aspal beton),

Laston adalah aspal beton yang umum digunakan untuk jalan-jalan dengan beban lalu lintas berat. Kadar agregat dalam perkerasan lentur umumnya berkisar



antara 90-95% dari berat total. Pemakaian agregat yang tidak sesuai dengan persyaratan inilah yang paling sering menjadi penyebab kerusakan pada perkerasan jalan.

-Pemeriksaan sifat fisik dan teknik dari agregat dan aspal dilakukan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI). Untuk agregat pemeriksaan yang dilakukan meliputi:

- (1) Analisa Saringan Agregat dilakukan terhadap batu pecah 3/4, batu pecah 1/2, dan abu batu, hal ini dilakukan untuk menentukan gradasi agregat,
- (2) Pengujian kepipihan dan kelonjongan agregat
- (3) Menentukan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat,
- (4) Keausan Agregat

Berdasarkan permasalahan diatas, maka akan diteliti **'Pengaruh Penggunaan Agregat Kasar Yang Berbeda Pada Pengerasan Jalan Aspal Beton Terhadap Karakteristik Marshall' (AC-WC)**. Selain itu penelitian ini juga bertujuan untuk; menganalisis sifat fisik dan mekanik agregat yang akan digunakan untuk campuran apakah sesuai dengan spesifikasi, menganalisis sifat fisik dan teknik dari aspal yang akan digunakan untuk campuran apakah sesuai dengan spesifikasi. Dengan harapan akan diperoleh Manfaat sebagai berikut; pengaruh penggunaan bentuk agregat pecah dan bentuk agregat bulat pada perkerasan jalan terhadap karakteristik marshall campuran aspal beton untuk lapisan aspal diketahui, sehingga dapat ditentukan berapa persen bentuk agregat pecah /bulat yang masih aman digunakan dan sebagai masukan tentang

karakteristik campuran aspal beton untuk lapisan aspal, sehingga kerusakan jalan akibat penggunaan bentuk agregat pecah/bulat dapat diatasi.

## 1.2 Maksud Dan Tujuan

Adapun maksud dan tujuan penulis dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut : Maksud dari penelitian ini, penulis ingin meneliti bagaimana proses pengujian pengaruh penggunaan bentuk agregat kasar yang berbeda pada campuran aspal beton terhadap karakteristik marshall.

Adapun Tujuan Penelitian : Untuk mengetahui nilai stability,flow, kepadatannya agregat yang akan digunakan dan perbandingannya terhadap karakteristik marshall untuk menghasilkan aspal beton yang mutu tinggi.

## 1.3 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang terdapat pada penelitian ini ialah :

1. Apakah pengaruh antara bentuk agregat pecah dan bentuk agregat bulat sebagai bahan campuran aspal beton dapat mempengaruhi nilai kuat tekan marshall
2. Bagaimana nilai stability yang dihasilkan oleh penggunaan agregat pecah dan agregat bulat berpengaruh terhadap karakteristik marshall
3. Nilai stability pada campuran perkerasan jalan dan sifat mekanisnya yang harus di uji.

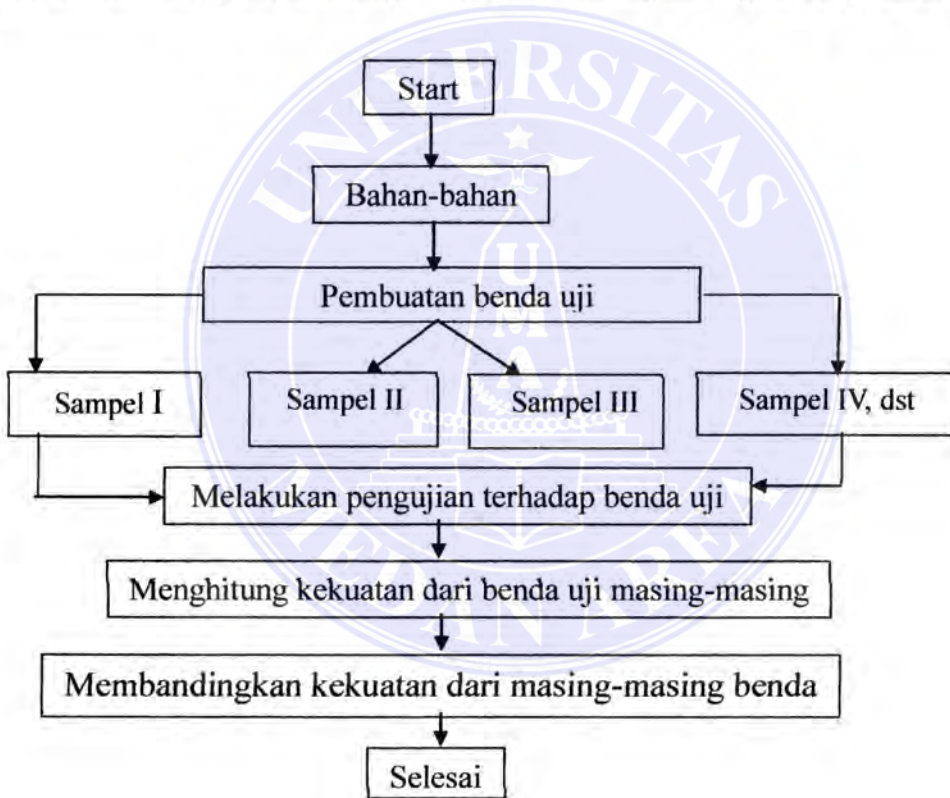
## 1.4 Batasan Masalah

Dengan berdasarkan judul diatas maka permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana perbandingan agregat bentuk pecah dan bentuk bulat yang dapat mempengaruhi sifat aspal beton,serta mencari nilai

stability, flow(kelelehan), dan kepadatan mutlak terhadap karakteristik marshall dengan menguji di laboratorium.

### 1.5 Bagan Alir Penelitian

Kerangka berpikir penelitian ini dilakukan mulai dari pembuatan beberapa sampel benda uji dengan perbandingan antara agregat bentuk pecah dengan bentuk bulat yang berbeda satu sample dengan sample lain , melakukan pengujian terhadap benda uji tersebut, menghitung kekuatan benda uji yang telah di uji di laboratorium hingga membandingkan kekuatan masing-masing benda uji tersebut.



Gambar.1.1 Bagian Alir Penelitian



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Umum

Salah satu bahan perkerasan jalan yang telah banyak digunakan di Indonesia adalah campuran lapis aspal beton (laston) bahan ini umumnya digunakan sebagai lapis permukaan jalan. Campuran Lapis aspal beton juga termasuk jenis konstruksi perkerasan lentur yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat terdiri dari agregat, aspal, dan bahan pengisi (filler) dimana dalam proses pencampuran dilakukan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Hasil campuran merupakan bahan yang padat dan kompak, tahan terhadap beban lalu lintas dan kedap air.

Pada penelitian ini dilakukan terhadap salah satu jenis konstruksi perkerasan lentur. Bahan – bahan campuran aspal beton yang digunakan harus memenuhi ketentuan Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON) untuk Jalan Raya (SKBI 1987). Suatu campuran aspal agar dapat berfungsi dengan baik maka harus mempunyai sifat-sifat sebagai berikut :

##### a. Kaku

Sifat tersebut diperlukan oleh campuran untuk dapat memikul / membagi beban lalu lintas sehingga dapat mengurangi rutting dan mengurangi horisontal stress (retak)

##### b. Lentur

Kemampuan campuran untuk menyesuaikan diri akibat penurunan (konsolidasi/settlement), masuknya air, dan pergerakan dari pondasi atau tanah

dasar, tanpa terjadi retak. Penurunan ini akibat repetisi beban lalu lintas, ataupun penurunan akibat berat sendiri tanah timbunan yang dibuat diatas tanah asli. Agar diperoleh sifat fleksible maka kebutuhan campuran yaitu permukaan agregat kasar / batu pecah, kadar aspal tinggi.

c. Awet

Diperlukan untuk memperlambat embitterment /perapuhan dari mix juga mempertahankan fleksibilitas, polishing dari agregat / skid resistan. Agar diperoleh sifat tersebut maka campuran disamping kadar aspal tinggi agregat gradasi rapat air void juga harus kecil.

d. Tahan terhadap Tekanan

Diperlukan campuran untuk tahan terhadap deformasi atau perubahan bentuk yang disebabkan oleh beban lalu lintas, sehingga mengurangi rutting dan bleeding. Stabilitas tergantung dari gesekan internal dan kohesi. Gesekan internal berasal dari kekasaran permukaan, luas bidang kontak antar butir atau bidang butir, gradasi agregat, kepadatan campuran, tebal film aspal, dan kemampuan saling mengunci dari agregat pada campuran. Aspal yang digunakan aspal keras dengan penetrasi kecil.

e. Kedap Air

Mencegah masuknya air dan udara, karena jika masuk akan mempercepat proses oksidasi sehingga proses pelapukan akan berlangsung lebih cepat.

f. Kekasaran

Kemampuan permukaan beton aspal terutama pada kondisi basah memberikan gaya gesek pada roda kendaraan sehingga, tidak menimbulkan slip, serta memberikan sifat kenyamanan terhadap pengendara. Agar diperoleh sifat skid

resistant maka kebutuhan campuran agregat gradasi rapat dan kadar aspal sedikit .

g. Mudah dikerjakan

Mudah dihamparkan dan dipadatkan agar cepat pengerjaan dilapangan sehingga mempengaruhi tingkat efesiensi pekerjaan

## 2.2 Bahan Perkerasan

Bahan lapis perkerasan beton terdiri dari agregat dan bahan ikat aspal yang diikat menjadi suatu campuran yang solid dan biasanya digunakan dalam konstruksi perkerasan jalan raya. Pada pekerjaan perkerasan diperlukan bahan-bahan penyusun perkerasan antara lain sebagai berikut :

### 2.2.1 Aspal

Aspal sebagai bahan pengikat merupakan senyawa hidrokarbon berwarna coklat gelap atau hitam pekat yang dibentuk dari unsur – unsur asphathenes, resins dan oli. Aspal pada lapis perkerasan jalan berfungsi sebagai bahan ikat antara agregat untuk membentuk suatu campuran yang kompak, sehingga akan memberikan kekuatan masing – masing agregat.( Kerbs and Walker, 1971). Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat atau yang diperoleh dari hasil pemurnian minyak bumi, atau yang merupakan kombinasi dari bitumen tersebut.

Bitumen adalah suatu campuran hydrokarbon dari alam atau yang terjadi karena proses pemanasan bumi, atau kombinasi keduanya, seringkali disertai turunan-turunan non metal yang mungkin bersifat gas, cair, setengah padat atau



padat dan larut semua dalam sulfida. Hidrokarbon adalah bahan dasar utama dari aspal yang umum disebut bitumen.

Aspal adalah material yang pada temperatur ruang bersifat thermoplastis. Jadi aspal akan mencair jika dipanaskan sampai pada temperatur tertentu dan kembali membeku jika temperatur 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.

Fungsi aspal dalam campuran aspal beton, pertama sebagai bahan pelapis dan perekat agregat, kedua sebagai lapis resap pengikat (prime coat) adalah lapis tipis aspal cair yang diletakkan diatas lapis pondasi sebelum lapis berikutnya. Ketiga lapis pengikat (tack coat) adalah lapis aspal cair yang diletakkan diatas jalan yang telah beraspal sebelum lapis berikutnya dihampar berfungsi sebagai pengikat diantara keduanya, dan sebagai pengisi ruang yang kosong antara agregat kasar, halus dan filler.

Penelitian ini menggunakan aspal pen 60/70 yang merupakan aspal minyak karena tingkat penetrasi ini dianggap cocok dengan iklim di Indonesia, hal ini dikarenakan di Indonesia merupakan daerah dengan iklim tropis dimana memiliki suhu yang lebih besar dari 24 °C. Aspal penetrasi diperkirakan memiliki kemampuan untuk menghindari terjadinya pelunakan pada temperatur tinggi saat musim kemarau.

### **2.2.2. Sifat Aspal**

Aspal yang dipergunakan pada konstruksi perkerasan jalan berfungsi sebagai:

- a. Bahan pengikat , memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan antara aspal itu sendiri.
- b. Bahan pengisi, mengisi rongga antara butir-butir agregat dan pori-pori yang ada dari agregat itu sendiri. Berdasarkan uraian tersebut diatas berarti aspal haruslah mempunyai daya tahan (tidak cepat rapuh) terhadap cuaca, mempunyai adhesi dan kohesi serta sifat elastis yang baik. Sifat-sifat yang dimiliki aspal antara lain:

- a. Daya tahan aspal

Daya tahan aspal disandarkan pada daya tahan lama terhadap perubahan sifatnya apabila mengalami “proccesing” dan juga pengaruh cuaca. Semuanya ini berpengaruh terutama atas daya tahannya terhadap pengerasan sesuai dengan jalannya waktu.

Faktor-faktor yang menyebabkan pengerasan ini yang sesuai dengan jalannya waktu antara lain :

1. Oksidasi

Adalah reaksi oksigen dengan aspal, proses ini tergantung dari sifat aspal dan temperaturnya. Oksidasi akan memberikan suatu lapisan film yang keras pada aspal itu.

2. Penguapan

Penguapan adalah evaporasi dari bagian-bagian yang lebih ringan dari aspal, karena aspal merupakan campuran persenyawaan hydrocarbon yang kompleks dan mempunyai perbedaan berat molekul yang besar. mengakibatkan kerasnya dan kadang juga menjadi lunaknya aspal tadi.

### 2.2.3 Agregat

Agregat atau batuan didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan solid. Agregat merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan, Pemilihan jenis agregat harus yang sesuai untuk digunakan pada konstruksi perkerasan jalan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu gradasi, kekuatan, bentuk butir, tekstur permukaan, kelekatan terhadap aspal serta kebersihan dan sifat kimia. Jenis dan campuran agregat sangat mempengaruhi daya tahan atau stabilitas suatu perkerasan jalan. Agregat yang digunakan dalam penelitian ini adalah bentuk agregat pecah dan bentuk agregat bulat. Bentuk agregat pecah dan bentuk agregat bulat dapat dilihat pada Gambar 2.1-Gambar 2.2

### 2.3. Klasifikasi Agregat

Agregat dapat diklasifikasikan berdasarkan ukuran butiran agregat menjadi lima(5) kelompok yaitu :

#### 1. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah butiran yang tertahan saringan No. 4 (4,76 mm). Fungsi agregat kasar dalam campuran aspal beton adalah:

- a. Memberikan stabilitas campuran dari kondisi saling mengunci dari masing-masing agregat kasar dan tahanan suatu aksi perpindahan
- b. Stabilitas ditentukan oleh bentuk dan tekstur permukaan agregat kasar (kubus dan kasar)



**Tabel 2.1 Ketentuan Agregat Kasar**

Pengujian	Standar	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium dan magnesium sulfat	SNI 03-3407-1994	Maks.12%
Abrasi dengan mesin Los Angeles	SNI 03-2417-1991	Maks.40%
Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 03-2439-1991	Min.95%
Angularitas	-	95/90(*)
Partikel Bulat dan lonjong	RSNI T-01-2005	Maks.10%
Material lolos Saringan No. 200	SNI 03-4142-1996	Maks.1%

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum,2010

Agregat yang digunakan dalam pembuatan aspal beton adalah batu pecah atau kerikil dalam keadaan kering dengan persyaratan sebagai berikut :

- a. Keausan agregat yang diperiksa dengan mesin los angeles pada 500 putaran harus mempunyai nilai maksimum 40%.
- b. Kelekatan terhadap aspal harus lebih besar dari 95%
- c. Indeks kepipihan agregat maksimum 25%
- d. Peresapan agregat terhadap air maksimum 3%
- e. Berat jenis semu agregat minimum 2,50
- f. Gumpalan lempung agregat maksimum 0,25%
- g. Bagian-bagian batu yang lunak dari agregat maksimum 5%

## 2. Agregat Halus

Agregat halus adalah butiran yang lolos saringan No. 4 (4,75 mm) dan tertahan No. 200 (0,075mm). Fungsi agregat halus dalam campuran aspal beton adalah :

- a. Menambah stabilitas dari campuran dengan memperkokoh sifat saling mengunci dari agregat kasar dan untuk mengurangi rongga udara agregat kasar.
- b. Semakin besar tekstur permukaan agregat halus akan menambah stabilitas campuran dan menambah kekasaran permukaan perkerasan jalan.
- c. Agregat halus pada saringan No. 8 penting dalam memberikan kekasaran yang baik untuk kendaraan.
- d. Agregat halus pada saringan No. 100 sampai dengan No. 200 penting untuk menaikkan kadar aspal, sehingga akan bertambah awet.
- e. Keseimbangan proporsi penggunaan agregat kasar dan halus penting agar diperoleh permukaan yang tidak licin dengan jumlah kadar aspal yang diinginkan. Agregat halus harus terdiri dari bahan-bahan berbidang kasar, bersudut tajam, dan bersih dari kotoran-kotoran. Agregat halus terdiri dari pasir, bahan-bahan halus hasil pemecahan batu atau kombinasi bahan-bahan tersebut dalam keadaan kering. Agregat halus harus memenuhi syarat-syarat:
  - a. Nilai sand equivalent dari agregat maksimal 40%
  - b. Berat jenis semu minimum 2,50
  - c. Dari pemeriksaan Atterberg, agregat harus non plastis
  - d. Peresapan agregat terhadap air maksimum 3%

**Tabel 2.2 Ketentuan Agregat Halus**

Pengujian	Standar	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	Min 70% untuk AC bergradasi Kasar
Material Lolos Ayakan No. 200	SNI 03-4428-1997	Maks. 8%
Kadar Lempung	SNI 3423:2008	Maks. 1%
Angularitas (kedalaman dari permukaan < 10%)	AASHTO TP-33 atau	Min. 45
Angularitas (kedalaman dari permukaan $\geq$ 10%)	ASTM C1252-93	Min 40

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2010

Persyaratan agregat secara umum menurut Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan tahun 2010, Departemen Pekerjaan Umum agregat halus untuk beton aspal, harus memenuhi persyaratan, sebagai berikut :

- a. Penyerapan air oleh agregat maksimum 3%.
- b. Berat jenis (*bulk specific gravity*) agregat kasar dan halus minimum 2,5 dan perbedaannya tidak boleh lebih dari 0,2.

### 3. Abu Batu

Mineral filler abu batu merupakan hasil samping produksi pemecah batu stone crusher yang lolos saringan no. 200. Filler abu batu pada umumnya yang paling sering digunakan pada perkerasan jalan raya. Kualitas abu batu sangat tergantung dari kualitas bahannya, bahan abu batu khususnya batu kali untuk idealnya bahan abu batu yang dipakai adalah hasil dari batuan yang keras dan kuat.



**Tabel 2.3 Karakteristik Abu Batu**

No	Abu Batu
1	Berasal dari magma yang keluar ke permukaan bumi kemudian mendingin dan membeku
2	Termasuk batuan beku
3	Terdapat didaerah sungai dan gunung berapi
4	Berwarna abu-abu kehitaman
5	Memiliki tingkat kekerasan skala Mohs 7-8 (dari 10 tingkat kekerasan)

Sumber: Silvia Sukirman, 1999, Perkerasan Jalan Raya.

#### 4. Pasir

Pasir adalah bahan material butiran yang umumnya berukuran 0,0625 sampai 2 mm. pasir memiliki warna sesuai dengan asal pembentukannya dan terdapat pada aliran sungai.

#### 5. Filler

Filler adalah bahan berbutir halus yang mempunyai fungsi sebagai pengisi pada pembuatan campuran aspal. Filler didefinisikan sebagai fraksi debu mineral lolos saringan no. 200 (0,074mm) bisa berupa kapur, debu batu, atau bahan lain, dan harus dalam keadaan kering (kadar air maksimal 1%). Dalam penelitian ini filler yang digunakan adalah semen portland.

Penggunaan filler dalam campuran aspal beton sangat mempengaruhi karakteristik aspal beton tersebut, efek tersebut dapat dikelompokkan menjadi sebagai berikut:

##### 1. Efek Penggunaan filler terhadap Karakteristik Campuran

- a. Filler terhadap viscositas campuran
- b. Filler terhadap daktilitas dan penetrasi campuran

- c. Efek suhu dan pemanasan: Jenis dan kadar filler memberikan pengaruh yang berbeda pada berbagai temperatur.
2. Efek penggunaan filler terhadap karakteristik campuran aspal beton Kadar filler dalam campuran akan mempengaruhi dalam proses pencampuran, penghamparan, dan pemadatan. Selain itu, kadar dan jenis filler akan berpengaruh terhadap sifat elastik campuran dan sensitifitas terhadap air. Pemberian filler pada campuran lapis perkerasan sebagai agregat mengakibatkan lapis perkerasan mengalami berkurangnya kadar pori. Partikel filler menempati rongga diantara partikel – partikel besar menjadi berkurang. Secara umum penambahan filler ini bertujuan untuk menambah stabilitas serta kerapatan dari campuran. Bila dicampur dalam aspal, filler akan membentuk bahan pengikat yang berkonsistensi tinggi sehingga mengikat butiran agregat secara bersama – sama. Kelompok mineral filler dalam campuran beton aspal yang mempunyai partikel dengan diameter yang lebih besar dari ketebalan selaput bitumen pada permukaan batuan akan memberikan pengaruh saling mengunci antar agregat. Sedangkan kelompok yang lain, yaitu partikel yang mempunyai diameter lebih kecil dari selaput bitumen akan tersuspensi dalam selaput bitumen tersebut. Bagian mineral filler yang tersuspensi ini akan mempengaruhi perilaku system filler bitumen.

#### **2.4. Sifat Agregat**

Sifat dan bentuk agregat menentukan kemampuannya dalam memikul beban lalu lintas. Agregat dengan kualitas dan sifat yang baik dibutuhkan untuk lapisan permukaan yang langsung memikul beban lalu lintas dan menyebarkannya

ke lapisan dibawahnya. Sifat agregat yang menentukan kualitasnya sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan dapat dikelompokkan menjadi tiga (Sukirman, 1999).

1. Kekuatan dan keawetan
2. Kemampuan dilapisi aspal yang baik,
3. Kemampuan dalam pelaksanaan dan menghasilkan lapisan yang nyaman dan aman.

## 2.5 Bentuk dan Tekstur Agregat

Bentuk dari agregat dapat berpengaruh terhadap kemampuan kerja (workability) dari pada pemadatan juga campuran lapis perkerasan dan jenis perkerasan. Bentuk partikel juga mempengaruhi kekuatan dari suatu lapis perkerasan selama masa layanan. Bentuk dan tekstur agregat mempengaruhi stabilitas dari lapisan perkerasan yang dibentuk oleh agregat tersebut Partikel agregat dapat berbentuk :

### a. Bulat

Agregat ini sering dijumpai di sungai pada umumnya telah mengalami pengikisan oleh air sehingga umumnya berbentuk bulat. Partikel agregat saling bersentuhan dengan luas bidang kontak kecil menghasilkan daya interlocking yang lebih kecil dan lebih mudah tergelincir.



**Gambar 2.1 Bentuk Agregat Bulat**



### b. Lonjong

Partikel agregat berbentuk lonjong dapat ditemui di sungai-sungai atau bekas endapan sungai. Agregat dikatakan lonjong jika ukuran terpanjangnya  $> 1.8$  kali diameter rata-rata. Sifat interlocking nya hampir sama dengan yang berbentuk bulat.

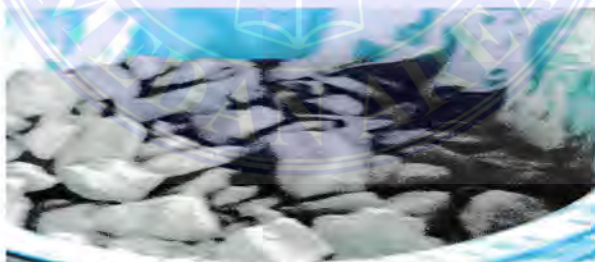


**Gambar 2.2 Bentuk Agregat Batu Lonjong**



### c. Pecah

Partikel berbentuk kubus merupakan bentuk agregat hasil dari mesin pemecah batu (stone crusher) yang mempunyai bidang kontak yang lebih luas sehingga memberikan interlocking / sifat saling mengunci yang lebih besar. Dengan demikian lebih tahan terhadap deformasi yang timbul. Agregat berbentuk kubus ini paling baik digunakan sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan.



**Gambar 2.3 Bentuk Agregat Pecah**

### d. Pipih

Partikel agregat berbentuk pipih juga merupakan hasil dari mesin pemecah batu ataupun memang merupakan sifat dari agregat tersebut yang jika dipecahkan cenderung berbentuk pipih. Agregat pipih yaitu agregat yang lebih tipis dari

0.6 kali diameter rata-rata. Agregat berbentuk pipih/bulat mudah pecah pada waktu pen campuran, pemadatan, ataupun akibat beban lalu lintas.

e. Tak beraturan (irregular)



**Gambar 2.4 Bentuk – Bentuk Agregat**

Tekstur permukaan berpengaruh pada ikatan antara batu dengan aspal.

Tekstur permukaan agregat biasanya terdiri atas :

- a. Kasar sekali
- b. Kasar
- c. Halus
- d. Halus dan licin

Permukaan agregat yang halus memang mudah dibungkus dengan aspal, tetapi sulit untuk mempertahankan agar film aspal itu tetap melekat. Karena makin kasar bentuk permukaan makin tinggi sifat stabilitas dan keawetan suatu campuran aspal dan agregat. Untuk mendapatkan nilai stabilitas dari campuran lapis aspal beton (LASTON) dengan memperkokoh sifat saling mengunci dari agregat dan tahan terhadap suatu reaksi perpindahan dipakai agregat berbentuk kubus dengan tekstur permukaan yang kasar (bidang kontak lebih besar), karena semakin kasar surface tekstur agregat maka konstruksi lebih stabil dibandingkan dengan permukaan halus.



## **2.6 Kebersihan Permukaan**

Kebersihan permukaan dari bahan-bahan yang tidak dikehendaki seperti sisa tumbuhan, lumpur, partikel lempung dan lain lain sangat penting karena bahan-bahan tersebut dapat memberikan efek yang sangat merugikan pada kinerja lapis perkerasan, seperti mengurangi daya lekat aspal pada batuan.

## **2.7 Daya Lekat terhadap Aspal**

Daya lekat terhadap aspal (affinity of asphalt) dari suatu agregat yaitu kecenderungan agregat untuk menerima atau menolak suatu pelapisan aspal. Dalam kaitannya dengan daya lekat terhadap aspal, agregat terbagi menjadi dua yaitu agregat yang menyukai air (hidrophilic) dan agregat yang menolak air (hidrophobic). Agregat hidrophilic apabila dilapisi aspal akan mudah mengelupas, sedangkan agregat hidrophobic daya lekatnya terhadap aspal tinggi sehingga tidak mudah mengelupas bila dilapisi aspal. Jadi pemakaian untuk lapis aspal beton sebaiknya menggunakan agregat hidrophobic agar aspal dapat melekat baik. Contoh dari agregat hidrophobic adalah batu kapur, sedang contoh hidrophilic adalah granit dan batuan yang mengandung silika.

## **2.8 Porositas Agregat**

Porositas suatu agregat mempengaruhi nilai ekonomi suatu campuran (agregat dengan aspal), karena makin tinggi porositas makin banyak aspal yang terserap sehingga kebutuhan aspal makin besar.

## **2.9 Pengujian Agregat**

Agregat yang akan dipergunakan sebagai material campuran perkerasan jalan harus memenuhi persyaratan sifat dan gradasi agregat seperti yang telah



ditetapkan dalam spesifikasi pekerjaan jalan. Maka agregat yang akan digunakan harus di uji terlebih dahulu

- a. Analisa Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar
- b. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar
- c. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus
- d. Berat Isi Agregat
- e. Kelekatan Agregat terhadap Aspal
- f. Keausan Agregat dengan Mesin Los Angeles

Berdasarkan ukuran butirnya agregat dapat dibedakan atas agregat kasar, agregat halus, dan bahan pengisi (filler). Batasan dari masing – masing agregat ini seringkali berbeda, sesuai institusi yang menentukannya.

**The Asphalt Institut dan Depkimpraswil dalam spesifikasi baru Campuran Panas, 2002** membedakan agregat menjadi:

- a. Agregat kasar, adalah agregat dengan ukuran butir lebih besar dari saringan No. 8 (2.36mm).
- b. Agregat halus, adalah agregat dengan ukuran butir lebih halus dari saringan No. 8 (2.36mm).
- c. Bahan pengisi (filler), adalah bagian dari agregat halus yang lolos saringan no. 30 (0.60mm).

**Bina Marga membedakan agregat menjadi:**

- a. Agregat kasar, adalah agregat dengan ukuran butir lebih besar dari saringan No. 4 (4.75mm).
- b. Agregat halus, adalah agregat dengan ukuran butir lebih halus dari saringan No. 4 (4.75mm).

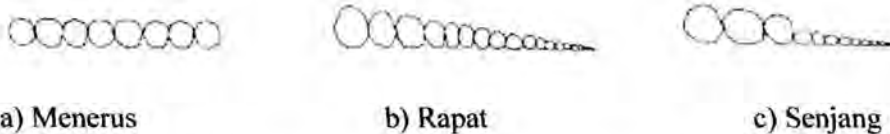
- c. Bahan Pengisi (filler), adalah bagian dari agregat halus yang minimum 75% lolos saringan No. 200 (0.075mm).

### 2.10 Gradasi Agregat

Gradasi agregat merupakan campuran dari berbagai diameter butiran agregat yang membentuk susunan campuran tertentu. Gradasi agregat ini diperoleh dari hasil analisa saringan dengan menggunakan satu set saringan dengan ukuran saringan 3/4"(19.05mm); 1/2"(12.7mm); 3/8"(9.53mm); #4(4.76mm); #8(2.38mm); #16(1.19mm); #30(0.60mm); #50(0.30mm); #100(0.15mm); #200(0.075mm) , dimana saringan yang paling kasar diletakkan diatas dan yang paling halus terletak paling bawah. Satu set saringan dimulai dari pan dan diakhiri dengan tutup. Untuk menunjukan klasifikasi agregat yang disebut gradasi (grading) umumnya digunakan suatu grafik. Absis menunjukkan ukuran butiran (dalam skala logaritma) dan ordinat menunjukkan persentase dari berat yang melalui nomor saringan tertentu.

### 2.11 Gradasi Master Band

Susunan butiran agregat atau yang disebut dengan gradasi agregat dibedakan dalam 3 macam, dengan ilustrasi susunan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2.



**Gambar 2.5 Gambar Ilustrasi Macam Gradasi Agregat**

a. Gradasi menerus

Gradasi menerus atau seragam adalah agregat dengan ukuran yang hamper sama/sejenis atau mengandung agregat halus yang sedikit jumlahnya sehingga tidak dapat mengisi rongga antar agregat. Gradasi seragam disebut juga gradasi terbuka. Agregat dengan gradasi menerus akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan sifat permeabilitas tinggi, stabilitas kurang, berat volume kecil.

b. Gradasi rapat

Gradasi rapat merupakan campuran agregat kasar dan halus dalam porsi yang berimbang, sehingga dinamakan juga agregat bergradasi baik (well graded). Agregat dinamakan bergradasi baik bila persen yang lolos setiap lapis dari sebuah gradasi memenuhi Rumus Fuller dibawah ini :

Rumus Fuller :

$$P = 100(d / D)^{0.45}$$

Dimana : P = persen lolos saringan dengan bukaan d mm

d = ukuran agregat yang sedang diperhitungkan

D = ukuran maksimum partikel dalam gradasi tersebut

**Tabel 2.4 Spesifikasi Gradasi Agregat Laston**

Ukuran Saringan		Lolos Saringan (%)	Nilai Tengah (%)
3/4"	19,05	100	100
1/2"	12,7	80-100	90
3/8"	9,53	60-80	70
#4	4,76	48-65	56,5
#8	2,38	35-50	42,5
#16	1,19	21-40	30,5
#30	0,60	14-30	22
#100	0,15	6-15	10,5
#200	0,075	4-9	6,5

Sumber : Silvia Sukirman ;Beton Aspal Campuran Panas



### c. Gradasi senjang (gap graded)

Gradasi senjang merupakan campuran agregat yang tidak memenuhi gradasi menerus dan gradasi rapat. Agregat bergradasi menerus umumnya digunakan untuk lapisan perkerasan lentur yaitu gradasi timpang, campuran merupakan agregat dengan satu fraksi hilang atau satu fraksi sedikit sekali. Agregat dengan gradasi timpang akan menghasilkan lapis perkerasan yang mutunya terletak antara kedua pengaruh jenis gradasi rapat dengan gradasi menerus.

## 2.12 Pengaruh Gradasi Terhadap Karakteristik campuran

Gradasi agregat pada dasarnya sangat mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang akan menentukan stabilitas dan memberikan kemudahan selama proses pelaksanaan. Gradasi agregat merupakan kondisi agregat yang dapat dibentuk untuk mencapai persyaratan yang diinginkan.

Oleh karena itu diperlukan ketelitian saat melakukan analisa saringan untuk memperoleh gradasi sesuai dengan yang diinginkan. Dalam penelitian ini menggunakan tipe gradasi Bina Marga dengan ukuran butiran maksimum 19 mm untuk menghasilkan nilai karakteristik Marshall yang sesuai dengan spesifikasi Bina Marga.

## 2.13. Lapis Aspal Beton (LASTON)

Lapis aspal beton (Laston) merupakan jenis tertinggi dari perkerasan berbitumen bergradasi menerus cocok untuk jalan yang banyak dilalui kendaraan berat. Aspal beton dicampur dan dihamparkan pada temperatur tinggi dan membutuhkan bahan pengikat semen aspal. Agregat minimal yang digunakan yang berkualitas tinggi dan menurut proporsi di dalam batasan yang ketat.

Spesifikasi untuk pencampuran, penghampanan, kepadatan akhir, dan ketepatan penyelesaian akhir permukaan memerlukan pengawasan atas seluruh tahap konstruksi.

Bahan Laston terdiri dari agregat kasar, agregat halus, filler. Bahan harus diteliti mutu dan gradasinya dan selanjutnya digabungkan menurut perbandingan yang akan menghasilkan agregat campuran gradasi yang baik. Pada agregat campuran tersebut ditambahkan aspal secukupnya sehingga diperoleh campuran yang memenuhi persyaratan. Kadar aspal yaitu persentase berat aspal terhadap berat campuran bekisar antara 4% sampai 7%. Kadar aspal yang tepat harus ditentukan berdasarkan pengujian cara Marshall sehingga didapatkan campuran yang memenuhi persyaratan. Penggunaan hasil pencampuran aspal dari beberapa pabrik yang berbeda tidak dibenarkan, walaupun jenis aspalnya sama.

#### **2.14 Gradasi Campuran AC-WC**

Gradasi atau distribusi partikel-partikel berdasarkan ukuran agregat merupakan hal yang penting dalam menentukan sifat karakteristik perkerasan. Gradasi agregat menentukan besarnya rongga atau pori yang mungkin terjadi dalam campuran. Agregat campuran yang terdiri dari agregat berukuran sama akan berongga atau berpori banyak, karena tak terdapat agregat berukuran lebih kecil yang dapat mengisi rongga yang terjadi. Sebaliknya, jika campuran agregat terdistribusi dari agregat berukuran besar sampai kecil secara merata, maka rongga atau pori yang terjadi sedikit. Hal ini disebabkan karena rongga yang terbentuk oleh susunan agregat berukuran besar, akan diisi oleh agregat berukuran lebih kecil.



Agregat bergradasi baik adalah agregat yang ukuran butirnya terdistribusi merata dalam satu rentang ukuran butir. Agregat bergradasi baik disebut pula agregat bergradasi rapat. Campuran agregat bergradasi baik mempunyai pori sedikit, mudah dipadatkan, dan mempunyai stabilitas tinggi (Sukirman, 2003). Dalam memilih gradasi agregat campuran, kecuali untuk gradasi Latasir dan Lataston, maka untuk campuran jenis Laston perlu diperhatikan Kurva *Fuller*, Titik Kontrol dan *Zona* Terbatas Gradasi (Departemen Pekerjaan Umum, 2000 b). Pada Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan tahun 2010, beton aspal campuran panas menetapkan gradasi dengan 2 (dua) spesifikasi khusus yaitu target gradasi berada dalam batas-batas titik kontrol dan menghindari daerah penolakan.

**Tabel 2.5 Gradasi Agregat Untuk Campuran Aspal Beton**

Ukuran Ayakan (mm)	% Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat dalam Campuran					
	Laston (AC)					
	Gradasi Halus			Gradasi Kasar		
	WC	BC	Base	WC	BC	Base
37,5			100			100
25		100	90-100		100	90-100
19	100	90-100	73-90	100	90-100	73-90
12,5	90-100	74-90	61-79	90-100	71-90	55-76
9,5	72-90	64-82	47-67	72-90	58-80	45-66
4,75	54-69	47-64	39,5-50	43-63	37-56	28-39,5
2,36	39,1-53	34,6-49	30,8-37	28-39,1	23-34,6	19-28,6
1,18	31,6-40	28,3-38	24,1-28	19-25,6	15-22,3	12-18,1
0,600	23,1-30	20,7-28	17,66-22	13-19,1	10-16,7	7-13,6
0,300	15,5-22	13,7-20	11,4-16	9-15,5	7-13,7	5-11,4
0,150	9-15	4-13	4-10	6-13	5-11	4,5-9
0,075	4-10	4-8	3-6	4-10	4-8	3-7

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum



## 2.15 Karakteristik Marshall

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

### 2.15.1 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.

Pemakaian aspal dalam campuran akan menentukan nilai stabilitas campuran tersebut. Seiring dengan penambahan aspal, nilai stabilitas akan meningkat hingga batas maksimum. Penambahan aspal di atas batas maksimum justru akan menurunkan stabilitas campuran itu sendiri sehingga lapis perkerasan menjadi kaku dan bersifat getas.

Nilai stabilitas berpengaruh pada fleksibilitas lapis perkerasan yang dihasilkan. Syarat nilai stabilitas adalah lebih dari 550 kg. Untuk mencari nilai stabilitas terlebih dahulu direndam di dalam Water Bath dengan suhu 60° selama 30 menit, lalu dilakukan pengujian marshall test.

Nilai stabilitas benda uji diperoleh dari pembacaan arloji stabilitas pada saat pengujian Marshall. Hasil tersebut dicocokkan dengan angka kalibrasi proving ring dengan satuan lbs atau kilogram, dan masih harus dikoreksi dengan factor koreksi yang dipengaruhi oleh tebal benda uji.

Nilai stabilitas sesungguhnya diperoleh dengan rumus di bawah ini:

$$S = p \times q$$

Keterangan :

S = angka stabilitas sesungguhnya

P = pembacaan arloji stabilitas x kalibrasi alat

q = angka koreksi benda uji

### 2.15.2 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. Deformasi yang terjadi erat kaitannya dengan sifat-sifat Marshall yang lain seperti stabilitas, VITM dan VFWA, Nilai VITM yang besar menyebabkan berkurangnya interlocking resistance campuran dan dapat berakibat timbulnya deformasi. Nilai VFWA yang berlebihan juga menyebabkan aspal dalam campuran berubah konsistensinya menjadi pelicin antar batuan. Nilai flow dipengaruhi oleh kadar dan viskositas aspal, gradasi agregat, jumlah dan temperatur pemadatan.

Akan tetapi campuran yang memiliki angka kelelahan rendah dengan stabilitas tinggi cenderung menjadi kaku dan getas. Sedangkan campuran yang



memiliki angka kelelahan tinggi dan stabilitas rendah cenderung plastis dan mudah berubah bentuk apabila mendapat beban lalu lintas. Kerapatan campuran yang baik, aspal yang cukup dan stabilitas yang baik akan memberikan pengaruh penurunan nilai flow.

Syarat nilai flow antara 2 - 4 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).

### 2.15.3 Kerapatan (density)

Density merupakan tingkat kerapatan campuran setelah campuran dipadatkan. Semakin tinggi nilai density suatu campuran menunjukkan bahwa kerapatannya semakin baik. Nilai density dipengaruhi oleh beberapa factor seperti : gradasi campuran, jenis dan kualitas bahan susun, faktor pemadatan dan jumlah pemadatan maupun temperatur pemadatan, penggunaan kadar aspal dan penambahan bahan additive dalam campuran. Campuran dengan nilai density yang tinggi akan mampu menahan beban yang lebih besar dibanding dengan campuran yang dimiliki nilai density yang rendah, karena butiran agregat mempunyai bidang kontak yang luas sehingga gaya gesek (friction) antara butiran agregat menjadi besar. Selain itu density juga mempengaruhi kededapan campuran, semakin besar nilai density campuran, maka campuran tersebut akan semakin kedap terhadap air dan udara.

Nilai kepadatan / density dihitung dengan rumus dan di bawah ini:



$$q = c / h$$

$$f = d - e$$

Keterangan :  $g$  = Nilai kepadatan (gr/cc)

$d$  = Berat benda uji jenuh air (gr)

$e$  = Berat benda uji dalam air (gr)

$f$  = Volume benda uji (cc)

$c$  = Berat kering / sebelum direndam (gr)

#### 2.15.4 VITM (Void In The Mix)

Void In The Mix (VITM) merupakan persentase rongga yang terdapat dalam total campuran. Nilai VITM berpengaruh terhadap keawetan lapis perkerasan, semakin tinggi nilai VITM menunjukkan semakin besar rongga dalam campuran sehingga campuran bersifat porous. Hal ini mengakibatkan campuran menjadi kurang rapat sehingga air dan udara mudah memasuki rongga-rongga dalam campuran yang menyebabkan aspal mudah teroksidasi.

Air akan melarutkan komponen-komponen yang akan teroksidasi sehingga mengakibatkan terus berkurangnya kadar aspal dalam campuran. Penurunan kadar aspal dalam campuran menyebabkan lekatan antara butiran agregat berkurang sehingga terjadi pelepasan butiran (revelling) dan pengelupasan permukaan (stripping) pada lapis perkerasan.

Syarat dari nilai VITM adalah 3% - 5%. Nilai VITM yang terlalu rendah akan menyebabkan bleeding karena pada suhu yang tinggi viskositas aspal menurun sesuai sifat termoplastisnya. Pada saat itu apabila lapis perkerasan menerima beban lalu lintas maka aspal akan terdesak keluar permukaan karena

tidak cukupnya rongga bagi aspal untuk melakukan penetrasi dalam lapis perkerasan. Nilai VITM yang lebih dari 5% akan mengakibatkan berkurangnya keawetan lapis perkerasan, karena rongga yang terlalu besar akan mudah terjadi oksidasi.

VITM adalah persentase antara rongga udara dengan volume total campuran setelah dipadatkan. Nilai VITM akan semakin kecil apabila kadar aspal semakin besar. VITM yang semakin tinggi akan menyebabkan kelelahan yang semakin cepat, berupa alur dan retak.

### 2.15.5 VFWA (Void Filled With Asphalt)

Void Filled With Asphalt (VFWA) merupakan persentase rongga terisi aspal pada campuran setelah mengalami proses pemadatan. Nilai VFWA dipengaruhi oleh faktor pemadatan, yaitu jumlah dan temperatur pemadatan, gradasi agregat dan kadar aspal. Nilai VFWA berpengaruh pada sifat kededapan campuran terhadap air dan udara serta sifat elastisitas campuran. Dengan kata lain VFWA menentukan stabilitas, fleksibilitas dan durabilitas.

Semakin tinggi nilai VFWA berarti semakin banyak rongga dalam campuran yang terisi aspal sehingga kededapan campuran terhadap air dan udara juga akan semakin tinggi, tetapi nilai VFWA yang terlalu tinggi akan menyebabkan bleeding. Nilai VFWA yang terlalu kecil akan menyebabkan campuran kurang kedap terhadap air dan udara karena lapisan film aspal akan menjadi tipis dan akan mudah retak bila menerima penambahan beban sehingga campuran aspal mudah teroksidasi yang akhirnya menyebabkan lapis perkerasan tidak tahan lama. Nilai VFWA yang disyaratkan antara minimal 75% - 82%. Nilai



ini menunjukkan persentase rongga campuran yang berisi aspal, nilainya akan naik berdasarkan naiknya kadar aspal sampai batas tertentu, dimana rongga telah penuh.

#### **2.15.6 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. Kuantitas terhadap rongga udara berpengaruh terhadap kinerja suatu campuran karena jika VMA terlalu kecil maka campuran bisa mengalami masalah durabilitas, dan jika VMA terlalu besar maka campuran bisa memperlihatkan masalah stabilitas dan tidak ekonomis untuk diproduksi. 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, flesibilitas dan durabilitas. Nilai VMA yang disyaratkan adalah 14%.

#### **2.15.7 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 antara 200 kg/mm sampai 350 kg/mm. Nilai Marshall Quotient dibawah 200 kg/mm mengakibatkan



perkerasan mudah mengalami washboarding, rutting dan bleeding, sedangkan nilai Marshall Quotient 350 kg/mm mengakibatkan perkerasan menjadi kaku dan mudah mengalami retak.

Nilai dari Marshall Quotient diperoleh dengan rumus di bawah ini

$$M = S / R$$

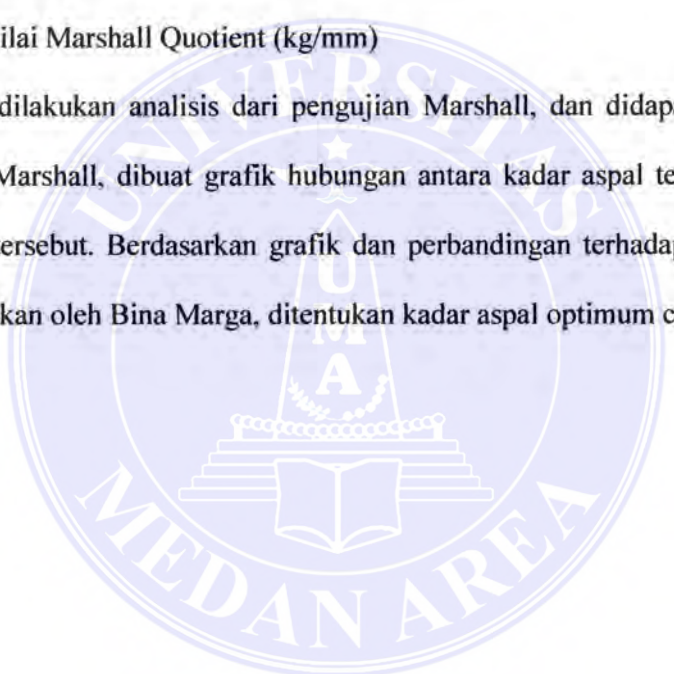
Keterangan :

S = Nilai stabilitas

R = Nilai flow

MQ = Nilai Marshall Quotient (kg/mm)

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 diisyaratkan oleh Bina Marga, ditentukan kadar aspal optimum campuran.



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

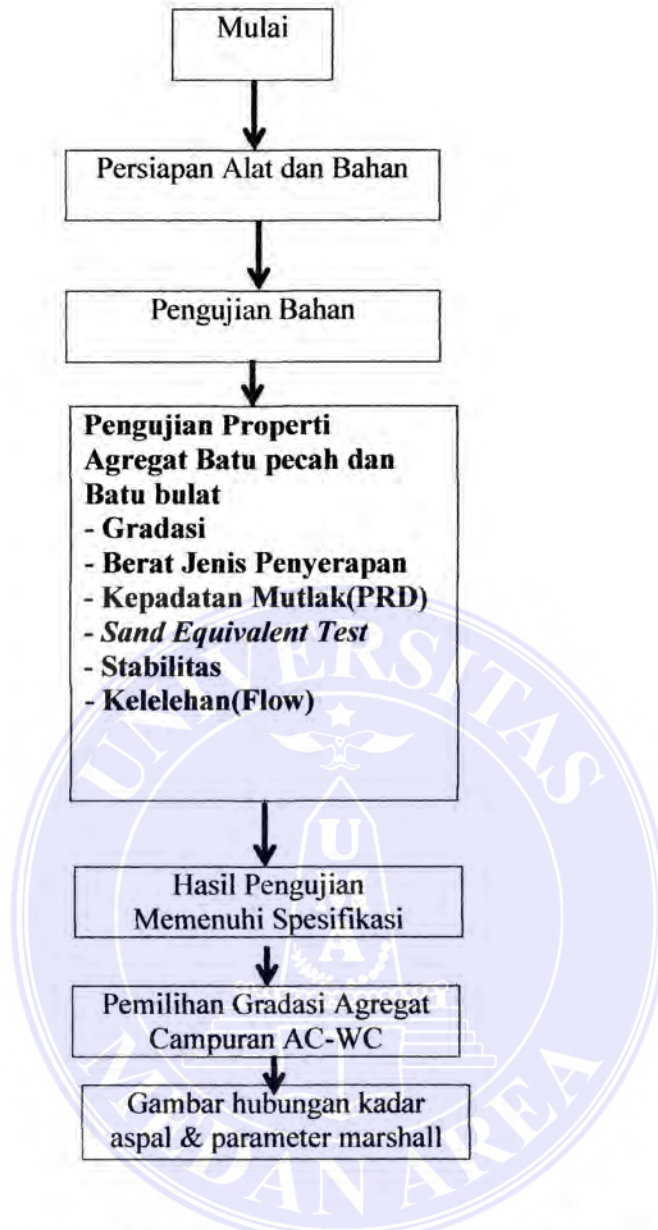
#### 3.1 Umum

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium PT.Karya Murni Perkasa, Patumbak dengan menggunakan metode pengujian eksperimen berdasarkan pada pedoman perencanaan campuran beraspal panas dengan metode Marshall menurut *American Association of State Highway and Transportation Official (AASHTO, 1998)* dan Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan tahun 2010.

Seperti telah disampaikan di bab I bahwa jenis campuran beraspal panas yang dipilih untuk penelitian ini adalah *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)*. Pengujian-pengujian yang dilakukan meliputi :

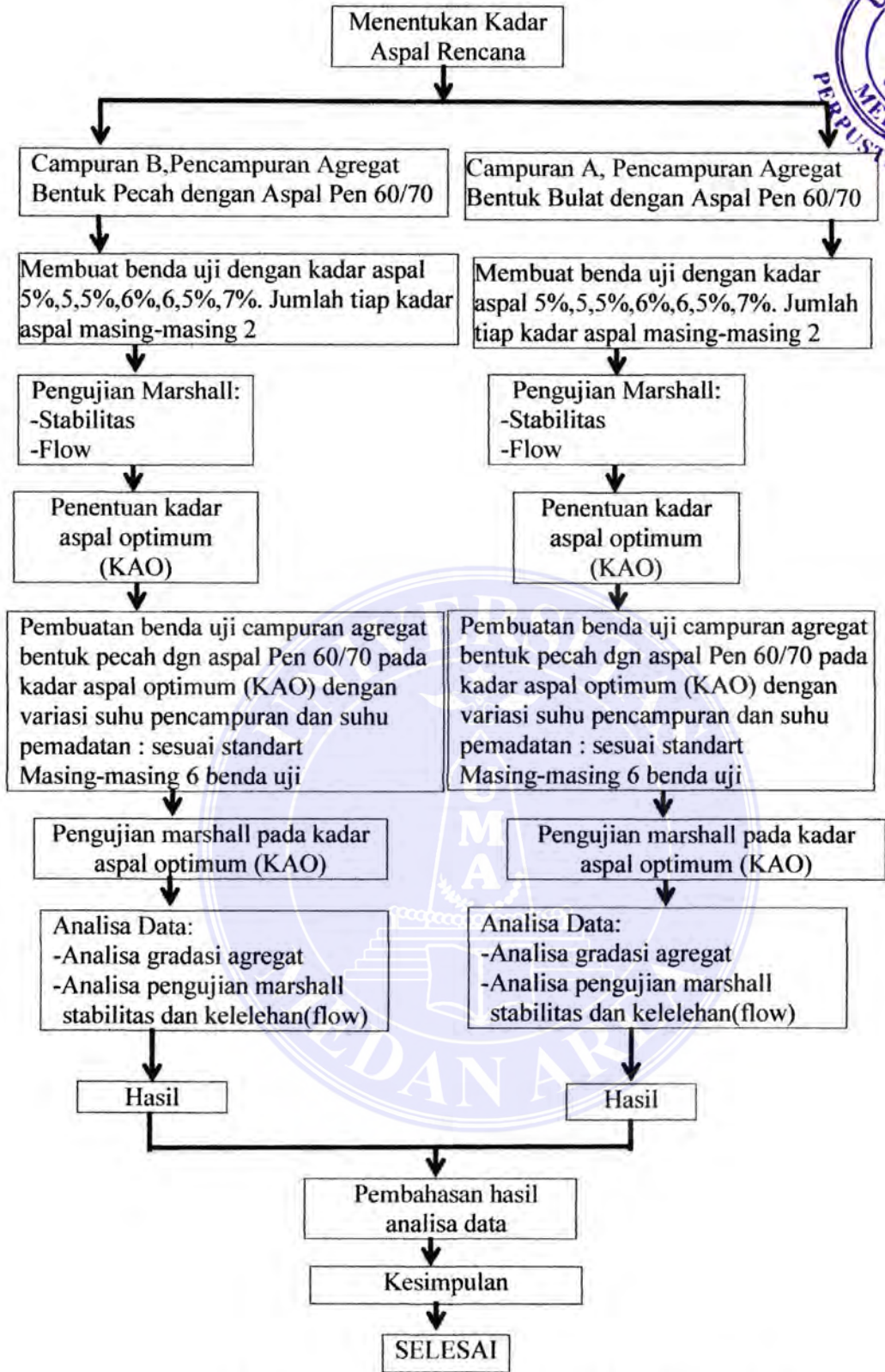
- a. Pengujian agregat meliputi :Gradasi agregat batu pecah dan batu bulat, pasir, abubatu, filler, Berat Jenis, Kekekalan (*Sulfate Soundness Test*), Bentuk butiran (*Particle Shape*)
- b. Selanjutnya mempersiapkan bahan, yaitu menyaring agregat untuk kebutuhan perencanaan campuran rencana (*Job Mix Formula*)
- c. Membuat benda uji *Marshall*
- d. Pengujian benda uji *Marshall* dengan tujuan mendapatkan sifat-sifat seperti : *Stabilitas, Flow, VIM (Void In The Mix), VFA (Void Filled With Asphalt), VMA (Void Mix Aggregate)* dan *Marshall Quotient (MQ)*.

Secara skema, pelaksanaan penelitian ini dapat disampaikan dalam bentuk diagram alir yang dapat dilihat pada gambar.



**Gambar 3.1 Diagram Pelaksanaan Penelitian**





Gambar 3.1 Diagram Pelaksanaan Penelitian(Lanjutan)

### 3.2 Penyiapan Bahan Penelitian

Bahan baku untuk campuran beton aspal campuran panas yang dipakai dalam penelitian ini, dari :

- a. Aspal minyak Pen 60/70
- b. Selanjutnya Material yang didapatkan dari pabrik pemecah material Binjai lalu dibawa ke *Asphalt Mixing Plant* (AMP) PT.Karya Murni Perkasa,Patumbak
- c. Agregat: -, Batu pecah ukuran 3/4, 1/2 , Abu batu, pasir, filler dan Aspal Pen 60/70
  - Batu bulat ukuran 3/4, 1/2, Abu batu, pasir , filler dan Aspal Pen 60/70, Alur Produksi Agregat Batu bulat sebagai berikut
  - Agregat Batu bulat ini sering dijumpai di sungai pada umumnya telah mengalami pengikisan oleh air sehingga berbentuk bulat.
- d. Bahan pengisi (filler) yang digunakan adalah *Semen Portland*

**Tabel 3.1 Ketentuan Agregat Kasar**

Pengujian	Standar	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium dan magnesium sulfat	SNI 03-3407-1994	Maks.12%
Abrasi dengan mesin Los Angeles	SNI 03-2417-1991	Maks.40%
Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 03-2439-1991	Min.95%
Angularitas	-	95/90(*)
Partikel Bulat dan lonjong	RSNI T-01-2005	Maks.10%
Material lolos Saringan No. 200	SNI 03-4142-1996	Maks.1%

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum,2010



### 3.3 Standart Alat Penelitian

Alat-alat yang dipergunakan dalam penelitian ini meliputi peralatan uji di Laboratorium PT.Karya Murni Perkasa, Patumbak yang sesuai dengan Acuan spesifikasi umum Divisi 6, Tahun 2010, Revisi 3 sebagai berikut :

- SNI 03-1968-1990 : Metode pengujian analisis saringan agregat kasar dan Halus
- SNI 03-1969-1990 : Metode pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar
- SNI 03-1970-1990 : Metode pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus
- SNI 3407 : 2008 : Cara uji sifat kekealan bentuk batu dengan menggunakan larutan natrium sulfat dan magnesium sulfat
- RSNI T-01-2005 : Partikel Pipih dan lonjong
- SNI 03-2417-1991 : Metode pengujian keausan agregat dengan mesin Los Angeles
- SNI 06-2432-1991 : Metode pengujian daktilitas bahan aspal
- SNI 2439 : 2011 : Cara uji penyelimutan dan pengelupasan pada campuran agregat- aspal
- SNI 06-2433-1991 : Metode pengujian titik nyala dan titik bakar aspal
- SNI 06-2434-1991 : Metode pengujian titik lembek aspal dan ter
- SNI 06-2441-1991 : Metode pengujian berat jenis aspal padat
- SNI 06-2456-1991 : Metode pengujian penetrasi bahan bitumen
- SNI 03-4428-1997 : Metode pengujian agregat halus atau pasir yang Mengandung bahan plastis dengan cara setara pasir



- SNI 03-4804-1998 : Metode pengujian bobot isi dan rongga udara dalam agregat
- SNI 03-6723-2002 : Spesifikasi bahan pengisi untuk campuran beraspal
- SNI 03-6399-2000 : Tata cara pengambilan contoh aspal
- SNI 03-6819-2002 : Spesifikasi agregat halus untuk campuran beraspal
- SNI 03-6757-2002 : Metode pengujian berat jenis nyata campuran Beraspal padat menggunakan benda uji kering permukaan jenuh
- RSNI M-01-2003 : Metode pengujian keausan agregat dengan mesin Los Angeles
- SNI 03-2417-1991 : Metode pengujian Campuran beraspal panas dengan alat Marshall
- SNI 06-6721-2002 : Metode Pengujian Viskositas dengan Saybolt Furol

### 3.4 Pengujian dan Persyaratan Bahan

Pengujian dan persyaratan bahan yang digunakan dalam penelitian ini sesuai dengan Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan tahun 2010, Departemen Pekerjaan Umum,

#### 3.4.1 Perencanaan Gradasi

Jenis campuran beton aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)* dan spesifikasi gradasi agregat dengan besar butir maksimum 19 mm (3/4"). Menentukan berat agregat pada masing-masing ukuran sesuai dengan Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan tahun 2010, Departemen Pekerjaan Umum. Agregat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gradasi kasar. Sebagai gambaran batas gradasi untuk Laston *AC-WC* dapat dilihat **Tabel 2.4**.

Jumlah campuran rencana yang dipergunakan dalam penelitian ini direncanakan 2 macam campuran dengan kadar 5,5%,6%,6,5%,terdiri dari :

- a). Campuran aspal Pertamina Pen 60/70 dengan gradasi agregat kasar pecah
- b). Campuran aspal Pertamina Pen 60/70 dengan gradasi agregat kasar bulat

### 3.4.2 Tahap Pembuatan Benda Uji

1. Agregat dikeringkan pada suhu 105 - 110 °C minimum selama 4 jam, keluarkan dari alat pengering ( oven ) dan tunggu sampai beratnya tetap.
2. Agregat dipisahkan kedalam fraksi-fraksi yang dikehendaki (sesuai spek) dengan cara penyaringan.
3. Bahan disiapkan untuk benda uji yang diperlukan yaitu agregat sebanyak  $\pm 1200$ gram sehingga menghasilkan tinggi benda uji kira-kira 6,25 cm.
4. Pencampuran agregat agar sesuai dengan gradasi yang diinginkan dilakukan dengan cara mengambil nilai tengah dari batas spek. Untuk memperoleh berat agregat yang diperlukan dari masing-masing fraksi untuk membuat satu benda uji adalah dengan mengalikan nilai tengah tersebut terhadap total berat agregat.
5. Panci pencampur beserta agregat dipanaskan kira-kira 28°C diatas suhu pencampuran untuk aspal padat, bila menggunakan aspal cair pemanasan sampai 14 °C diatas suhu pencampuran.
6. Aspal yang sudah mencapai tingkat kekentalan dituangkan sebanyak yang dibutuhkan ke dalam agregat yang sudah dipanaskan tersebut, kemudian aduklah dengan cepat, dengan tetap mempertahankan masih di dalam rentang suhu pemadatan, sampai agregat terselimuti aspal secara merata.



7. Sementara itu, atau sebelumnya, perlu disiapkan alat untuk memadatkan, yaitu dengan membersihkan perlengkapan cetakan benda uji serta bagian muka penumbuk dengan seksama dan panaskan sampai suhu antara 140-150 °C.
8. Cetakan diletakkan diatas landasan pematat dan tahan dengan pemegang cetakan.
9. Selembar kertas saring atau kertas penghisap yang sudah digunting menurut ukuran cetakan diletakkan ke dalam dasar cetakan.
10. Seluruh campuran dimasukkan kedalam cetakan dan tusuk-tusuk campuran keras-keras dengan spatula yang dipanaskan sebanyak 15 kali keliling pinggirnya dan 10 kali di bagian tengahnya.
11. Alat pematat disiapkan dan dilakukan pemadatan dengan menumbuk spesimen dengan jumlah tumbukan sebanyak 75x2 tumbukan yang disesuaikan dengan jenis lalu lintas yang direncanakan.
12. Tumbukan dilakukan dengan tinggi jatuh 457,2 mm dan selama pemadatan harus diperhatikan agar kedudukan sumbu palu pematat selalu tegak lurus pada alas cetakan.
13. Pelat alas berikut leher sambung dilepaskan dari cetakan benda uji, kemudian cetakan yang berisi benda uji dibalikkan dan pasang kembali pelat alas berikut leher sambung pada cetakan yang dibalikkan tadi. Lakukan penumbukan lagi dengan jumlah yang sama.
14. Keping alas dilepaskan dan dinginkan sampai diperkirakan tidak akan terjadi perubahan bentuk jika benda uji dikeluarkan dari mold. Proses pendinginan biasanya dilakukan sekitar 2 – 3 jam.



15. Benda uji atau spesimen Marshall dikeluarkan dari mold dengan hati-hati dan kemudian letakkan spesimen pada permukaan yang rata dan biarkan sampai benar-benar dingin. Sebaiknya didiamkan pada suhu ruang selama 24 jam.

### 3.4.3 Kadar Aspal Rencana (Pb)

- a). Perkiraan pertama kadar aspal rencana (Pb) dari rumus

$$Pb = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%FF) +$$

Konstanta .....(3.1)

Dimana :

Pb = kadar aspal

CA = agregat kasar tertahan saringan No.8

FA = agregat halus lolos saringan No.8 dan tertahan No.200

Filler = agregat halus lolos saringan No.200

Nilai konstanta sekitar 0,50 -1,0 untuk AC dan HRS

- b). Bulatkan nilai Pb ke 0.5% terdekat
- c). Buat benda uji dengan 3 (tiga) kadar aspal di atas Pb dan 2 (dua) kadar aspal di bawah Pb dan dibuat contoh benda uji dengan kadar aspal 5,5%, 6%, 6,5%,

### 3.5 Jumlah Benda Uji

Penelitian ini dilaksanakan dalam 2 tahap, tahap pertama menentukan perkiraan kadar aspal optimum (Pb) dan pembuatan benda uji, tahap kedua pembuatan benda uji dengan kadar aspal optimum (KAO). Jumlah benda uji untuk masing-masing tahap adalah sebagai berikut :

- a. Tahap 1: Membuat perkiraan kadar aspal rencana (Pb), dengan ketentuan dibuat benda uji sejumlah 3 variasi kadar aspal yang berbeda setiap 0,5% dengan rincian 3 variasi kadar aspal di atas Pb (+0,5%; +1%; +1,5%).

Setiap benda uji kemudian dipadatkan sebanyak 2 x 75 kali tumbukan (pemadatan standar), kemudian diuji dengan metode *Marshall* dan dievaluasi nilai *Stabilitas Marshall* dan *Marshall Flow*, *VMA*, *VIM*, *VFA* dan *Marshall Quotient (MQ)* untuk mendapatkan nilai kadar aspal (KAO). Total benda uji untuk satu jenis aspal adalah 6 buah benda uji. Sehingga, total benda uji untuk tahap I adalah 12 benda uji, lihat **Tabel 3.2**.

**Tabel 3.2 Jumlah benda uji tahap I**

No	Sampel	Kadar Aspal (%)					Jumlah Benda uji
		5%	5,5%	6%	6,5%	7%	
1	Campuran Agregat bentuk Pecah dengan aspal pen 60/70	2	2	2	2	2	10
2	Campuran Agregat bentuk Bulat dengan aspal pen 60/70	2	2	2	2	2	10
Total							20

- b. Tahap 2 : Berdasarkan nilai KAO pada tahap 2, dibuat benda uji dengan variasi suhu pencampuran dan suhu pemadatan. Benda uji ini kemudian dipadatkan 2 x 75 kali tumbukan. Jumlah benda uji pada tahap 3 terlihat pada **Tabel 3.3**.

**Tabel 3.3 Jumlah benda uji pada kadar aspal optimum (KAO)**

No.	Sampel	Kadar Aspal Optimum (KAO)	Jumlah Benda Uji
1	Campuran agregat pecah dengan aspal Pen 60/70, suhu sesuai standart(A) 150°	3	3
2	Campuran agregat bulat dengan aspal Pen 60/70, suhu sesuai standart(B)150°	3	3
<b>Total</b>			<b>6</b>

Keterangan :

KAO = Kadar Aspal Optimum

Selanjutnya diuji stabilitas marshall dan marshall Flow VMA,VIM,VFA, dan marshall Qutient(MQ) dan kemudian dilakukan analisis

### 3.6 Pengujian Campuran Beraspal

#### 3.6.1 Uji Rendaman Marshall

Pengujian ini dilakukan untuk melihat ketahanan campuran terhadap pengaruh kerusakan oleh air. Air pada campuran beraspal dapat mengakibatkan berkurangnya daya lekat aspal terhadap agregat sehingga dapat melemahkan ikatan antar agregat.

Pengujian dilakukan dengan membuat 6 benda uji pada KAO. Untuk 3 benda uji (campuran Agregat pecah dengan aspal Pen 60/70 dan Agregat bulat) pertama dilakukan perendaman dalam air dengan suhu 60°C selama 24 jam dan lakukan pengujian Marshall, kemudian pada sisa benda uji dilakukan pengujian marshall standart.

Kehilangan stabilitas akibat perendaman di air diukur sebagai ketahanan terhadap pengaruh air. Perbandingan stabilitas pada benda uji yang direndam dengan yang standar disebut Indeks Kekuatan Marshall Sisa (*Marshall Index of Retained Strength*) yang dinyatakan dalam persen.



**Gambar 3.1 Alat Rendaman Marshall (Water Bath)**



### 3.6.2 Pengujian Marshall



**Gambar 3.3 Alat Marshall Test**

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan ketahanan (stabilitas) terhadap kelelahan plastis (flow) dari campuran beraspal.

Pada pengujian alat Marshall, hal pertama yang dilakukan adalah menghitung perkiraan awal KAO (Pb) dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Pb = 0,035(\%CA) + 0,045(\%FA) + 0,18(\%FF) + K$$

Dimana:

Pb = Kadar aspal optimum perkiraan

CA = Agregat kasar tertahan saringan No.8

FA = Agregat halus lolos saringan No.8 dan tertahan di saringan No.200

Filler = Agregat halus lolos sarinan No.200, tidak termasuk mineral asbuton

K = Konstanta, dengan nilai 0,5 untuk penyerapan agregat yang rendah dan nilai 1,0 untuk penyerapan agregat yang tinggi.

Setelah mendapatkan nilai Pb, kemudian siapkan benda uji Marshall pada lima variasi kadar aspal masing-masing 2 (dua) benda uji, yaitu -1,0%, -0,5%, Pb, +0,5%, +1,0%.

a. Persiapan campuran

Pada pengujian dengan alat Marshall, dibuat 3 benda uji untuk lima variasi kadar aspal terhadap berat total campuran. Untuk tiap benda uji diperlukan agregat sebanyak  $\pm 1200$ gr sehingga menghasilkan tinggi benda uji kira-kira 6,25 cm. panaskan panicle pencampuran beserta agregat dengan suhu  $\pm 28^{\circ}\text{C}$  di atas suhu pencampur untuk aspal panas dan aduk sampai merata. Sementara itu panaskan aspal sampai suhu pencampuran. Tuangkan aspal sebanyak yang dibutuhkan ke dalam agregat yang sudah dipanaskan tersebut. Kemudian aduklah sampai agregat terlapisi merata.

b. Pemadatan benda uji

Bersihkan perlengkapan cetakan benda uji serta bagian muka penumbuk. Masukkan seluruh campuran ke dalam cetakan dan tusuk-tusuk campuran dengan spatula yang dipanaskan atau aduklah dengan sendok semen 15 kali keliling pinggirannya dan 10 kali di bagian dalam. Sewaktu melakukan pemadatan, peneliti tidak mencatat berapa suhu pemadatan.

Letakkan cetakan di atas landasan padat, dalam pemegang cetakan, lakukan pemadatan dengan alat penumbuk sebanyak 75 kali atau sesuai kebutuhan dengan tinggi jatuh 45 cm, selama pemadatan tahanlah agar sumbu palu pemadat selalu tegak lurus pada cetaka. Lepaskan keeping alat kemudian balikkan alat cetak berisi benda uji dan pasang kembali. Tumbuklah dengan jumlah tumbukan yang sama.

Sesudah pemadatan, lepaskan keeping alas dan pasanglah alat pengeluar benda uji. Dengan hati-hati keluarkan dan letakkan benda uji di atas permukaan rata yang halus, biarkan selama kira-kira 24 jam pada suhu ruang.





**Gambar 3.2 Alat Pemadatan Benda Uji**

**c. Prosedur percobaan**

1. Bersihkan benda uji dari kotoran-kotoran yang menempel
2. Berikan tanda pengenal pada masing-masing benda uji
3. Ukur benda uji dengan ketelitian 0,1 mm
4. Timbang benda uji
5. Rendam kira-kira 24 jam pada suhu ruang
6. Timbang dalam air untuk mendapatkan isi
7. Timbang benda uji dalam kondisi kering permukaan jenuh
8. Rendamlah benda uji dalam bak perendaman selama 30 menit sampai 40 menit. Sebelum melakukan pengujian bersihkan batang penuntun(guide rod) dan permukaan dalam dari batang penekan (test heads). Keluarkan benda uji dari bak perendaman dan letakkan ke dalam segmen bawah kepala penekan.



Pasang segmen atas di atas benda uji, dan letakkan keseluruhannya dalam mesin penguji.

9. Sebelum pembebanan diberikan, kepala penekan beserta benda uji dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji. Atur kedudukan jarum arloji agar berada pada angka nol. Berikan pembebanan kepada benda uji dengan kecepatan tetap sebesar 50 mm permenit sampai pembebanan maksimum tercapai dan catat pembebanan maksimum yang dicapai. Lepaskan selubung tangkai arloji kelelahan (sleeve) pada saat pembebanan maksimum tercapai dan catat nilai kelelahan yang ditunjukkan oleh jarum arloji.

Setelah nilai stabilitas dan flow didapat, kemudian dihitung besarnya Hasil Bagi Marshall (Marshall Quotient), Rongga diantara mineral agregat (VMA), Rongga dalam campuran (VIM) dan Rongga terisi aspal (VFB). Selanjutnya digambarkan grafik hubungan antara kadar aspal (%) dengan masing-masing parameter Marshall yang telah dihitung sebelumnya.

Selanjutnya adalah persiapan sampel untuk kondisi kepadatan mutlak, dengan membuat 3 (tiga) benda uji tambahan (dengan KAO) dengan 2 (dua) kadar aspal terdekat yaitu -0,5% dan +0,5%. pada cetakan 102 mm (4 inch). Dari pengujian ini didapatkan nilai VIM refusal atau .

### 3.7 Hipotesis

Campuran Laston jenis *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) Pen 60/70* yang menggunakan agregat pecah lebih kuat dan awet dibandingkan Campuran Laston jenis *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) Pen 60/70* yang menggunakan agregat bulat, setelah diukur dengan melakukan analisis terhadap Aspal Pertamina Pen 60/70 yang diukur dengan melakukan analisis

terhadap kepadatan mutlak (PRD) agregat, Stability, kelelahan (flow), Kadar aspal optimum (KAO). Untuk membuktikan kebenaran tersebut diatas harus dilakukan penelitian ini.



## BAB V

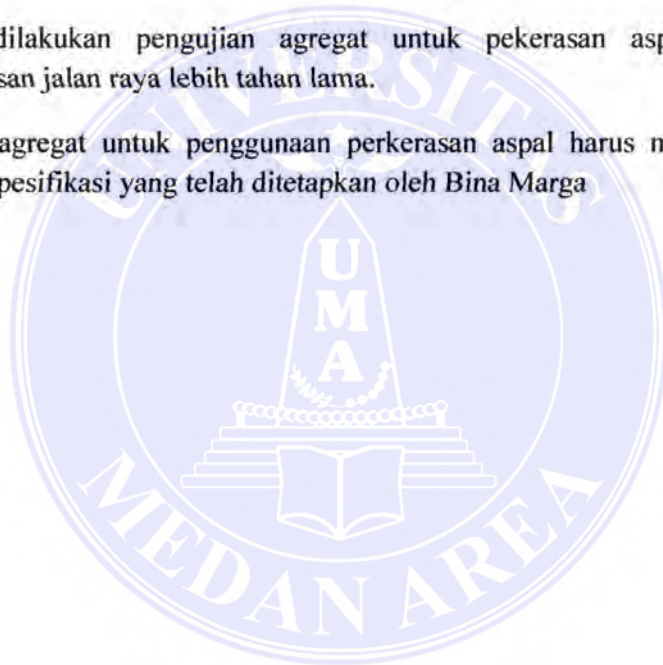
### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil pengujian marshall bentuk agregat pecah untuk pemakaian lapisan aspal sangat berpengaruh terhadap nilai stabilitas, flow(kelelehan),kadar aspal optimum(KAO) lebih tinggi dibandingkan pemakaian bentuk agregat bulat.
2. setelah dilakukan pencampuran aspal dengan agregat, ternyata bentuk agregat pecah lebih menyerap hingga ke pori-pori rongga agregat, bila dibandingkan dengan bentuk agregat bulat.

#### 5.2 Saran

1. Perlu dilakukan pengujian agregat untuk pekerasan aspal, agar perkerasan jalan raya lebih tahan lama.
2. Setiap agregat untuk penggunaan perkerasan aspal harus memenuhi syarat spesifikasi yang telah ditetapkan oleh Bina Marga





## DAFTAR PUSTAKA

Departemen Pekerjaan Umum 1978, *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON)*

Jalan Raya No.13/PT/B/1983, *Direktorat Jenderal Bina Marga Jakarta*

Departemen Pekerjaan Umum 1987, *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton Pondasi Bawah*

(LASTON BAWAH) Untuk Jalan Raya, *No.13/PT/B/1983, Direktorat Jenderal Bina Marga*

(LASTON ATAS) Untuk Jalan Raya, *No.13/PT/B/1983, Direktorat Jenderal Bina Marga*

Kementerian Pekerjaan Umum 2012, *Spesifikasi Umum Pelebaran Jalan Medan-Belawan No.03/PT/B/1983, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta*

Sukirman, Silvia 1992, *Pekerasan Lentur Jalan Raya, Nova, Bandung*