

**PENGARUH KADAR ABU BATUBARA (FLY ASH) SEBAGAI  
FILLER TERHADAP CAMPURAN LASTON AC-WC  
(ASPHALT CONCRETE – WEARING COURSE)**

**SKRIPSI**

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan  
Ujian Sarjana**

**Oleh :**

**MUARA PESTA VALENTINO ARITONANG**

**NPM. 10.811.0002**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**MEDAN**

**2013**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 25/8/23

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)25/8/23

**PENGARUH KADAR ABU BATUBARA (FLY ASH) SEBAGAI  
FILLER TERHADAP CAMPURAN LASTON AC-WC  
(ASPHALT CONCRETE – WEARING COURSE)**

**SKRIPSI**

**Oleh :**

**MUARA PESTA VALENTINO ARITONANG**

**NPM. 10. 811. 0002**

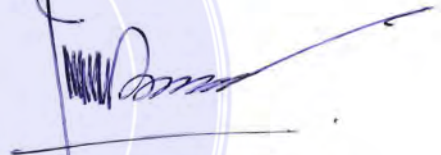
**Disetujui :**

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**



**(Ir. Zainal Arifin, M.Sc.)**



**(Ir. Marwan Lubis, MT.)**

**Mengetahui :**

**Dekan**

**Ka. Program Studi**



**(Ir. Hj. Hanija, MT.)**



**(Ir. Kamaluddin Lubis, MT.)**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 25/8/23

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

## ABSTRAK

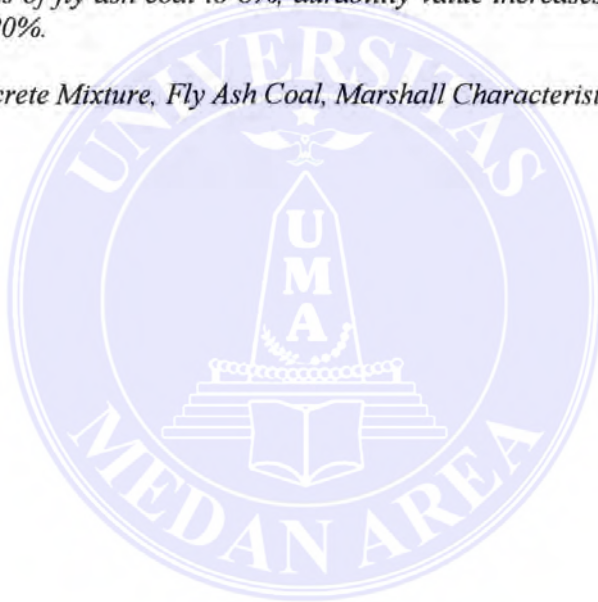
Penelitian ini mencoba menggunakan bahan pengisi *filler* abu terbang batubara yang diharapkan dapat menambah daya tahan lapisan perkerasan beton aspal terhadap kerusakan yang disebabkan oleh cuaca dan beban arus lalu lintas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar nilai karakteristik Marshall pada campuran beton aspal dengan menggunakan *filler* abu terbang batubara. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yaitu dengan percobaan untuk mendapatkan hasil, dengan demikian akan terlihat pemanfaatan *filler* abu terbang batubara pada konstruksi beton aspal dengan variasi kadar *filler* 4%, 5%, 6%, 7%, dan 8% terhadap total campuran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *filler* abu terbang batubara akan mempengaruhi karakteristik campuran beton aspal. Semakin banyak *filler* abu terbang batubara yang digunakan akan menyebabkan nilai stabilitas semakin meningkat. Pada kadar *filler* abu terbang batubara 4% nilai stabilitas yang didapatkan sebesar 1518.124 kg, pada saat *filler* abu terbang batubara ditambahkan sampai pada kadar 8%, nilai stabilitas meningkat menjadi 1640.499 kg. nilai fleksibilitas mengalami peningkatan seiring pertambahan kadar *filler* abu terbang batubara 4% sampai 8% menunjukkan bahwa campuran lebih bersifat kaku. Durabilitas campuran mengalami peningkatan seiring penambahan *filler* abu terbang batubara. Pada saat campuran menggunakan variasi *filler* abu terbang batubara sebesar 4%, memiliki nilai durabilitas sebesar 91.433%, setelah divariasikan dengan *filler* abu terbang batubara sampai pada 8%, nilai durabilitas menjadi 95.703%, dengan rata – rata peningkatan sebesar 20%.

Kata Kunci : Campuran beton aspal, *filler* abu terbang batubara, Karakteristik Marshall.

## ABSTRAC

*This research will try to use filler of fly ash coal that expected to add resistance layers asphalt concrete damaging weather and traffic load. The aim of this research is to know Marshall characteristic value on asphalt concrete mixing using fly ash coal. This research use experiment method which attempt to get result, thus the experiment will appear filler's exploit of fly ash coal on asphalt concrete construction with filler contents variation 4%, 5%, 6%, 7%, and 8% from the weight mixture. The result of this research shows that the using fly ash coal filler will influence the mixture characteristics of asphalt concrete. Too more of fly ash coal would be used causing the value of stability increase. On fly ash coal rate 4% the value of stability that gotten is 1518.124 kg increase, whwn use fly ash coal rate is added to 8%, the value of stability increases to 1640.499 kg. flexibility value value experience increasing along with filler of fly ash coal rate increase. Average increasing is 14,87% of fly ash filler rate 4% to 8% shows that mixing more gets stiff. The mixture durability increasing along with filler's rate increase of fly ash coal. When use filler's rate variation of fly ash coal 4%, the durability value is 91.433%, use variation by filler contents of fly ash coal to 8%, durability value increases to 95.703%, with average increasing 20%.*

*Key words : Asphalt Concrete Mixture, Fly Ash Coal, Marshall Characteristics*



## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>ABSTRAC</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	v
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Maksud dan Tujuan.....	2
1.3. Permasalahan .....	2
1.4. Pembatasan Masalah .....	3
1.5. Metodologi Penelitian .....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
2.1. Bahan Campuran Beton Aspal .....	7
2.2. Persyaratan Campuran Beton Aspal .....	15
2.3. AC-WC ( <i>Asphalt Concrete-Wearing Course</i> ).....	18
2.4. Perencanaan Gradasi Campuran.....	20
2.5. Kadar Aspal Rencana .....	24
2.6. Penggunaan Abu Terbang Batubar Sebagai <i>Filler</i> .....	25
<b>BAB III METODOLOGI</b> .....	27
3.1. Umum .....	27
3.2. Bahan Penelitian .....	27

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 25/8/23

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

3.3. Peralatan Penelitian .....	28
3.4. Prosedur Perencanaan Penelitian.....	29
3.5. Pengujian Marshall .....	31
3.6. Prosedur Pengujian Material .....	34
3.7. Gradasi Campuran AC-WC .....	40
3.8. Persyaratan Campuran Beton Aspal .....	43
3.9. Penggunaan Abu Terbang Batubara Sebagai <i>Filler</i> .....	46
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>49</b>
4.1. Hasil Pengujian Material.....	49
4.2. Hubungan Antara Kadar Filler Abu Terbang Batubara dengan Karakteristik Campuran Beton Aspal .....	54
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>61</b>
5.1. Kesimpulan .....	61
5.2. Saran .....	62
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>63</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>64</b>

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Kualitas perkerasan beraspal dalam melayani arus lalu lintas yang lewat di atasnya merupakan hasil pengaruh interaktif dari kualitas perencanaan yang mencakup pemenuhan kualitas material yang memenuhi spesifikasi dan pelaksanaan pekerjaan konstruksi jalan yang tepat. Penyimpangan penyimpangan yang terjadi saat perencanaan dan pelaksanaan tersebut akan mempengaruhi kinerja perkerasan aspal dalam melayani beban lalu lintas selama masa layan atau rencananya.

Aspal beton merupakan salah satu jenis dari lapis perkerasan konsturksi perkerasan lentur. Campuran aspal beton tersebut terdiri atas agregat kasar, agregat halus, filler dan menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Penelitian – penelitian yang telah dilakukan oleh Departemen Pekerjaan Umum Jendral Bina Marga, tentang penambahan bahan tambahan (*additive*) untuk memperbaiki mutu aspal dalam campuran panas telah membuka informasi bahwa campuran aspal panas dengan bahan tambahan, dapat meningkatkan mutu campuran itu.

Filler yang biasa disebut juga sebagai bahan pengisi dapat diperoleh dari hasil pemecahan batuan secara alami maupun buatan. Untuk itu pada penelitian ini akan diterapkan pemakaian suatu bahan tambahan yaitu abu terbang batubara (*Fly Ash*) dalam campuran laston sebagai lapisan aus, dikenal dengan nama AC-WC (*Asphalt Concrete – Wearing Course*).

Abu terbang batubara merupakan bagian terkecil dari suatu campuran padatan yang dihasilkan dari pengolahan batubara di pertambangan yang dianggap sudah tidak berguna lagi. Untuk itulah dicoba memanfaatkan abu batubara dalam penelitian tentang campuran beraspal. Dalam penelitian ini dicoba untuk memperoleh gambaran yang lebih jelas tentang pengaruh variasi abu terbang batubara terhadap perilaku campuran laston AC-WC (*Asphalt Concrete – Wearing Course*) dengan penambahan abu terbang batubara sebagai bahan tambahan (*additive*).

## 1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

### Maksud Penelitian

Untuk mengetahui pengaruh adanya penggunaan variasi kadar filler abu terbang batubara terhadap mutu campuran laston AC-WC (*Asphalt Concrete – Wearing Course*).

### Tujuan Penelitian

Pengujian Marshall Test pada campuran laston AC-WC (*Asphalt Concrete – Wearing Course*) dengan menggunakan filler abu terbang batubara.

## 1.3 Permasalahan

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis merumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh abu terbang batubara sebagai variasi filler terhadap mutu campuran laston AC-WC (*Asphalt Concrete – Wearing Course*)?



2. Untuk memastikan abu terbang batubara layak untuk dijadikan filler dalam campuran laston AC-WC (*Asphalt Concrete – Wearing Course*) yang bermutu.

#### 1.4 Pembatasan Masalah

Penelitian ini perlu dibatasi agar dapat dilakukan secara efektif dan tidak menyimpang dari tujuan penelitian. Adapun lingkup penelitian ini terbatas pada pengaruh kadar abu terbang batubara sebagai filler pada campuran laston AC-WC (*Asphalt Concrete – Wearing Course*), dengan menggunakan uji *Marshall Test* di Laboratorium.

#### 1.5 Metodologi Penelitian

##### 1. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu metode yang dilakukan dengan mengadakan kegiatan percobaan untuk mendapatkan data. Data tersebut diolah untuk mendapatkan suatu hasil perbandingan dengan syarat-syarat yang ada. Penyelidikan eksperimental dapat dilaksanakan didalam ataupun diluar laboratorium. Dalam penelitian ini akan dilakukan di laboratorium.

##### 2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian di Laboratorium PT. Gayotama Leopropita di Desa Nagasaribu I – Kecamatan Lintong Nihuta – Kabupaten Humbang Hasundutan.

### 3. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilaksanakan dengan metode eksperimen terhadap beberapa benda uji dari berbagai kondisi perlakuan yang diuji di laboratorium. Untuk beberapa hal pada pengujian bahan, digunakan data sekunder yang dikarenakan penggunaan bahan dan sumber yang sama. Jenis data pada penelitian ini dikelompokkan menjadi 2 yaitu data primer dan sekunder.

#### 3.1 Data Primer

Data primer adalah data yang dikumpulkan secara langsung melalui serangkaian kegiatan percobaan yang dilakukan sendiri dengan mengacu pada petunjuk manual yang ada, misalnya dengan mengadakan penelitian atau pengujian secara langsung.

#### 3.2 Data Sekunder

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

### 4. Pengujian

Pengujian dilakukan pada benda uji yang akan diteliti pada laboratorium. Pada pengujian ini menggunakan alat uji.

### 5. Analisa Data

Dalam suatu penelitian sangat diperlukan suatu analisis data yang berguna untuk memberikan jawaban terhadap permasalahan yang diteliti. Analisa data adalah proses mengatur urutan data, mengorganisasikan ke dalam suatu pola, kategori dan satuan uraian

dasar. Sedangkan metode kualitatif merupakan prosedur penelitian yang menghasilkan data deskriptif berupa kata – kata tertulis atau lisan dari orang – orang dan perilaku yang diamati.

## 6. Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini akan disimpulkan hasil dari penelitian dan saran dari penulis.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Dengan mengacu pada petunjuk mengenai penyusunan tugas akhir (skripsi), maka penelitian yang akan dilakukan ini terdiri dari lima bab dengan sistematika sebagai berikut :

#### 1. Pendahuluan

Pada bab ini berisi tentang latar belakang, maksud dan tujuan, perumusan, pembatasan dan sistematika penulisan.

#### 2. Tinjauan Pustaka

Pada bab ini berisi tentang uraian tentang tinjauan teoritis dari berbagai literatur mengenai abu terbang batubara sebagai filler pada campuran laston AC-WC (*Asphalt Concrete – Wearing Course*).

#### 3. Metodologi penelitian

Pada bab ini berisi tentang jenis penelitian, lokasi penelitian, jadwal penelitian, kerangka kerja penelitian yang digunakan. Pada bab ini berisi tentang jenis penelitian yang akan dilakukan dan tahap – tahap dalam melakukan penelitian.



#### 4. Analisa dan Pembahasan

Pada bab ini data – data yang telah terkumpulkan yaitu berupa uji coba pada laboratorium akan dianalisa sesuai dengan berbagai teori dari literature sehingga akan menghasilkan informasi yang berguna.

#### 5. Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini akan dikemukakan tentang kesimpulan hasil penelitian dan saran - saran dari peneliti berdasarkan analisis yang dilakukan pada bab sebelumnya.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Bahan Campuran Beton Aspal

Campuran aspal adalah kombinasi material bitumen dengan agregat yang merupakan permukaan perkerasan yang biasa dipergunakan akhir-akhir ini. Material aspal dipergunakan untuk semua jenis jalan raya dan merupakan salah satu bagian dari lapisan beton aspal jalan raya kelas satu hingga bawahnya.

Material bitumen adalah hidrokarbon yang dapat larut dalam karbon disulfat. Material tersebut biasanya dalam keadaan baik pada suhu normal dan apabila kepanasan akan melunak atau berkurang kepadatannya. Ketika terjadi pencampuran antara agregat dengan bitumen yang kemudian dalam keadaan dingin, campuran tersebut akan mengeras dan akan mengikat agregat secara bersamaan dan membentuk suatu lapis permukaan perkerasan (Harold N. Atkins, PE. 1997).

##### 2.1.1 Agregat

Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lainnya berupa hasil alam atau buatan (Departemen Pekerjaan Umum – Direktorat Jendral Bina Marga. 1998).

Agregat adalah partikel mineral yang berbentuk butiran-butiran yang merupakan salah satu penggunaan dalam kombinasi dengan berbagai macam tipe mulai dari sebagai bahan material di semen untuk membentuk beton, lapis pondasi jalan, material pengisi, dan lain-lain (Harold N. Atkins, PE. 1997).

Sedangkan secara umum agregat didefinisikan sebagai formasi kulit bumi yang keras dan padat (Silvia Sukirman, 2003).

Dari beberapa pendapat di atas, maka dapat diartikan bahwa agregat sebagai suatu kumpulan butiran batuan yang berukuran tertentu yang diperoleh dari hasil alam langsung maupun dari pemecahan batu besar ataupun agregat yang disengaja dibuat untuk tujuan tertentu. Agregat dapat berupa berbagai jenis butiran atau pecahan batuan, termasuk di dalamnya antara lain : pasir, kerikil, agregat pecah, abu/debu agregat dan lain-lain.

Menurut Rancangan Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Divisi VI untuk Campuran Beraspal Panas, Dep. PU, Edisi April 2007 memberikan persyaratan untuk agregat sebagai berikut :

### **1. Agregat Kasar**

Fraksi agregat kasar untuk rancangan adalah agregat yang tertahan saringan No. 8 (2,36 mm) dan haruslah bersih, keras, awet dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan memenuhi ketentuan yang diberikan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Ketentuan Agregat Kasar untuk Campuran Beton Aspal

Jenis Pemeriksaan	Standart	Syarat Maks/Min
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%
Kekekalan agregat terhadap aspal	SNI 03-2439-1991	Min. 95%
Angularitas	SNI 03-6877-2002	95/90 (*)
Partikel pipih dan lonjong (**)	RSNI T-01-2005	Maks. 10%
Material lolos saringan No.200	SNI 03-4142-1996	Maks. 1%

Catatan :

- 95/90 menunjukkan bahwa 95 agregat kasar mempunyai muka bidang pecah satu atau lebih dan 90% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah dua atau lebih.
- Pengujian dengan perbandingan lengan alat uji terhadap poros 1 : 5.

Sumber : Rancangan Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Divisi VI Perkerasan Beraspal, Dep. PU, Edisi April 2007

## 2. Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat yang lolos saringan No. 8 (2,36 mm), yang harus memenuhi persyaratan agregat halus sebagai berikut :

- Agregat halus dari sumber bahan manapun harus terdiri dari hasil bahan yang lolos ayakan No. 8 (2,36 mm) sesuai SNI 03-6819-2002.
- Fraksi agregat halus pecah mesin dan pasir harus ditumbuk terpisah dari agregat kasar.
- Pasir boleh digunakan dalam campuran beraspal. Persentase maksimum yang diisyaratkan untuk Beton Aspal (AC) adalah 10%.
- Agregat halus harus merupakan bahan yang bersih, keras, bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya. Batu pecah halus harus diperoleh dari batu yang memenuhi ketentuan mutu.

Agar dapat memenuhi persyaratan yang ditentukan batu pecah harus diproduksi dari batu yang bersih.

- e) Agregat pecah halus dan pasir harus ditumpuk terpisah dan harus dipasok ke instalasi pencampuran aspal dengan menggunakan pemasok penampung (*Cold Bin Feeds*) yang terpisah sedemikian rupa sehingga rasio agregat pecah halus dan pasir dapat dikontrol dengan baik.
- f) Agregat halus harus mempunyai ketentuan seperti dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Ketentuan Agregat Halus untuk Campuran Beton Aspal

Jenis Pemeriksaan	Standart	Syarat Maks/Min
Nilai setara pasir	SNI 03-4428-1997	Maks. 50%
Material lolos saringan No. 200	SNI 03-4142-1996	Maks. 8%
Angularitas	SNI 03-6877-2002	Min. 45%

Sumber : Rancangan Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Divisi VI Perkerasan Beraspal, Dep. PU, Edisi April 2007

### 3. Bahan Pengisi (Filler)

Debu batu (stonedust) dan bahan pengisi yang ditambahkan harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan bila diuji dengan penyaringan sesuai SNI 03-4142-1996 harus mengandung bahan yang lolos saringan No. 200 (75 micron) tidak kurang dari 75% dari yang lolos saringan No. 30 (600 micron) dan mempunyai sifat non plastis serta harus memenuhi gradasi sesuai Tabel 2.3.



Tabel 2.3. Spesifikasi Filler untuk Campuran Beton Aspal

Saringan (mm)	% Lolos
0,600 (No. 30)	100
0,300 (No. 50)	90 - 100
0,075 (No. 200)	75 - 100

Sumber : Rancangan Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Divisi VI Perkerasan Beraspal, Dep. PU, Edisi April 2007

### 2.1.2 Semen Portland

Menurut Harold N. Atkins, PE. (1997) material terpenting dan mempunyai harga yang paling tinggi dalam pembuatan beton adalah semen portland. Semen portland dibuat dari batu kapur (*limestone*) dan mineral yang lainnya, dicampur dan dibakar dalam sebuah alat pembakaran, dan sesudah itu didapat bahan material yang berupa bubuk. Bubuk tersebut akan mengeras dan terjadi ikatan yang kuat karena suatu reaksi kimia ketika dicampur dengan air.

Sedangkan menurut Krebs, R.D. and Walker, R.D., (1971) definisi dari semen yang dalam kegunaan dari spesifikasi ini semen portland, adalah produk yang didapatkan dengan membubukkan kerak besi yang terdiri dari material pokok, yaitu kalsium silikat hidrolik.

Kekuatan 100% dari semen dapat dilihat pada campuran beton semen yang mengeras pada hari 28 setelah bereaksi dengan air. Proses kimia tersebut dinamakan proses hidrasi. Ketentuan mineral yang paling pokok untuk memproduksi semen portland adalah kapur/*lime* (CaO), silika (SiO<sub>2</sub>), alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dan besi oksida (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

## 2.1.3 Bahan Pengikat (Aspal)

### a. Pengertian Aspal

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat. Jika dipanaskan sampai suatu temperatur tertentu aspal dapat menjadi lunak atau cair sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan aspal beton. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya (sifat termoplastis). (*Silvia Sukirman, 1999*).

Aspal dibuat dari minyak mentah (*crude oil*) dan secara umum berasal dari sisa organisme laut dan sisa tumbuhan laut dari masa lampau yang tertimbun oleh dan pecahan batu batuan. Setelah berjuta tahun material organik dan lumpur terakumulasi dalam lapisan - lapisan setelah ratusan meter, beban dari beban teratas menekan lapisan yang terbawah menjadi batuan sedimen. Sedimen tersebut yang lama kelamaan menjadi atau terproses menjadi minyak mentah senyawa dasar hydrocarbon. Aspal biasanya berasal dari destilasi minyak mentah tersebut, namun aspal ditemukan sebagai bahan alam (misal : buton), dimana sering juga disebut mineral (*Shell Bitumen, 1990*).

### b. Jenis Aspal

Berdasarkan tempat diperolehnya aspal dibedakan atas :

- a) Aspal Alam
- b) Aspal Buatan

Aspal jenis ini diperoleh dari hasil destilasi atau penyulingan minyak bumi sehingga sering disebut aspal minyak dan aspal inilah

yang umum digunakan yang berasal dari bahan baku minyak bumi dengan kandungan parafin yang rendah.

Adapun jenis – jenis aspal minyak adalah sebagai berikut :

- a) Aspal keras / Panas (*Asphalt Cement, AC*), adalah aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan panas serta penyimpanannya dalam bentuk padat pada temperatur ruang antara  $25^{\circ} \text{C} - 30^{\circ} \text{C}$ . AC dengan penetrasi rendah dipakai untuk daerah yang memiliki cuaca panas atau volume lalu lintasnya tinggi, sedangkan AC dengan penetrasi tinggi dipakai untuk daerah dingin atau bentuk volume lalu lintasnya rendah. Di Indonesia umumnya dipakai penetrasi 60/70 dan 80/100.
- b) Aspal Dingin / Cair (*Cutback Asphalt*), adalah aspal yang digunakan dalam keadaan cair pada suhu ruang. Aspal ini dibuat dengan mencampur aspal keras/ panas (AC) dengan bahan pencair hasil penyulingan minyak bumi yang berbentuk cair dalam temperatur ruang seperti minyak tanah, bensin atau solar. Terdiri dari :
- RC (*Rapid Curing Cut Back*) : AC + gasoline/premium.
  - MC (*Medium Curing Cut Back*) : AC + kerosene/minyak tanah
  - SC (*Slow Curing Cut Back*) : AC + diesel oil/solar
- c) Asphalt Emulsi (*Emulsion Asphalt*), adalah aspal yang lebih dari aspal cair yaitu campuran aspal, air dan bahan pengemulsi.

Memiliki sifat dapat menembus pori – pori halus dalam batuan

yang tidak dapat dilalui aspal cair biasa karena sifat pelarut yang membawa aspal dalam emulsi lebih mempunyai daya tarik terhadap batuan yang lebih baik dibanding aspal cair. Digunakan dalam keadaan dingin dan panas digunakan campuran dingin atau penyemprotan dingin.

Aspal keras (AC) dengan penetrasi rendah digunakan di daerah bercuaca panas atau lalu lintas dengan volume tinggi, sedangkan aspal semen penetrasi tinggi digunakan untuk daerah bercuaca dingin atau lalu lintas dengan volume rendah. Jenis pengujian dan persyaratan untuk aspal seperti tercantum dalam Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Pengujian dan persyaratan untuk aspal penetrasi 60/70

No	Pengujian	Metoda	Syarat		Satuan
			Min	Max	
1.	Penetrasi (25 <sup>0</sup> C, 5 detik)	SNI 06-2456-1991	60	79	0,1 mm
2.	Titik Lembek	SNI 06-2434-1991	48	58	<sup>0</sup> C
3.	Titik Nyala	SNI 06-2433-1991	200	0	<sup>0</sup> C
4.	Kelarutan CCl <sub>4</sub>	ASTM-D2042	99	-	% Berat
5.	Daktilitas (25 <sup>0</sup> C, 5 cm/menit)	SNI 06-2432-1991	100	-	Cm
6.	Pen setelah kehilangan berat	SNI 06-2441-1991	54	-	% Asli
7.	Daktilitas setelah kehilangan berat	SNI 06-2432-1991	100	-	Cm
8.	Berat Jenis	SNI 06-2488-1991	1	-	Gr/cm <sup>3</sup>

Sumber : Rancangan Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Divisi VI Perkerasan Beraspal, Dep. PU, Edisi April 2007

## 2.2 Persyaratan Campuran Beton Aspal

Perencanaan campuran mencakup kegiatan pemilihan dan penentuan proporsi material untuk mencapai sifat-sifat akhir dari campuran aspal yang diinginkan (*Asphalt Institute 1993*).

Menurut Silvia Sukirman (2003), terdapat tujuh karakteristik campuran aspal yang harus dimiliki beton aspal adalah sebagai berikut:

- a. Stabilitas adalah kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur dan *bleeding*. Kebutuhan akan stabilitas sebanding dengan fungsi jalan dan beban lalu lintas yang dilayani. Jalan yang melayani volume lalu lintas tinggi dan mayoritas kendaraan berat membutuhkan perkerasan jalan dengan stabilitas tinggi.

Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai stabilitas beton aspal adalah :

- 1) 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 aspal.
  - 2) Kohesi yang merupakan gaya ikat aspal yang berasal dari daya lekatnya, sehingga mampu memelihara tekanan kontak antar butir agregat.
- b. Kelenturan (*Fleksibilitas*) adalah kemampuan campuran aspal untuk menahan terhadap defleksi akibat beban lalu lintas tanpa mengalami keretakan yang disebabkan oleh :

- 1) Beban yang berlangsung lama yang berakibat terjadinya kelelahan pada lapis pondasi atau pada tanah dasar yang disebabkan oleh pembebanan sebelumnya.
  - 2) Lendutan berulang yang disebabkan oleh waktu pembebanan lalu lintas yang berlangsung singkat.
  - 3) Adanya perubahan volume campuran.
- c. Keawetan (*Durabilitas*) adalah kemampuan campuran aspal untuk mempertahankan kualitasnya dari disintegrasi atas unsur-unsur pembentuknya yang diakibatkan oleh beban lalu lintas dan pengaruh cuaca. Campuran aspal harus mampu bertahan terhadap perubahan yang disebabkan oleh :
- 1) Proses penuaan pada aspal dimana aspal akan menjadi lebih keras. Hal ini disebabkan oleh pengaruh oksidasi dari udara dan proses penguapan yang berakibat akan menurunkan daya lekat dan kekenyalan aspal.
  - 2) Pengaruh air yang menyebabkan kerusakan atau kehilangan sifat lekat antara aspal dan material lainnya.
- d. Kedap air (*Impermeability*) adalah campuran aspal harus bersifat kedap air untuk melindungi lapisan perkerasan di bawahnya dari kerusakan yang disebabkan oleh air yang akan mengakibatkan campuran menjadi kehilangan kekuatan dan kemampuan untuk menahan beban lalu lintas.
- e. Ketahanan terhadap kelelahan (*Fatigue Resistance*) adalah kemampuan beton aspal menerima lendutan berulang akibat repetisi beban, tanpa

- terjadinya kelelahan berupa alur dan retak. Hal ini dapat tercapai jika mempergunakan kadar aspal yang tinggi.
- f. Kekesatan/ taha geser (*Skid Resistance*) dalah kemampuan permukaan beton aspalterutama pada kondisi basah, memberikan gaya gesek pada roda kendaraan sehingga kendaraan tidak tergelincir, ataupun slip. Berikut adalah faktor-faktor yang mempengaruhi kekesatan jalan yaitu:
- 1) Kekasaran permukaan dari butir-butir. Dalam hal ini agregat yang digunakan tidak hanya mempunyai permukaan yang kasar, tetapi juga mempunyai daya tahan.
  - 2) Luas bidang kontak antar butir atau bentuk butir.
  - 3) Gradasi agregat.
  - 4) Kepadatan campuran.
  - 5) Tebal film aspal.
  - 6) Ukuran maksimum butir agregat.
- g. Kemudahan pelaksanaan (*Workability*) adalah campuran agregat aspal harus mudah dikerjakan saat pencampuran, penghamparan dan pemadatan, untuk mencapai satuan berat jenis yang diinginkan tanpa mengalami suatu kesulitan sampai mencapai tingkat pemadatan yang diinginkan dengan peralatan yang memungkinkan. Faktor yang mempengaruhi tingkat kemudahan dalam proses penghamparan dan pemadatan adalah :
- 1) Viscositas aspal
  - 2) Kepekaan aspal terhadap perubahan temperatur
  - 3) Gradasi dan kondisi agregat

Revisi atau koreksi terhadap rancangan campuran dapat dilakukan jika ditemukan kesukaran dalam pelaksanaan.

### 2.3 AC-WC (*Asphalt Concrete - Wearing Course*)

Beton aspal adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal, dengan atau tanpa bahan tambahan. Material-material pembentuk beton aspal dicampur di instalasi pencampur pada suhu tertentu, kemudian diangkut ke lokasi, dihamparkan dan dipadatkan. Suhu pencampuran ditentukan berdasarkan jenis aspal yang akan digunakan. Jika semen aspal, maka pencampuran umumnya antara 145-155<sup>0</sup> C, sehingga disebut beton aspal campuran panas. Campuran ini dikenal dengan *hotmix*. (Silvia Sukirman, 2003).

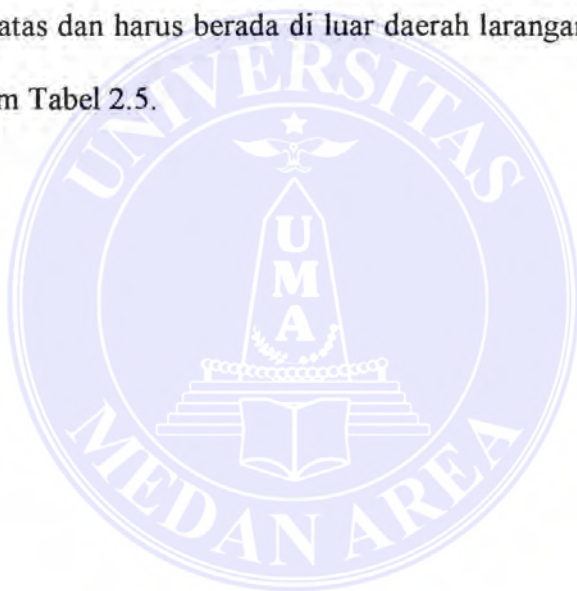
Material utama penyusun suatu campuran aspal sebenarnya hanya dua macam, yaitu agregat dan aspal. Namun dalam pemakaiannya aspal dan agregat bisa menjadi bermacam-macam, tergantung pada metode dan kepentingan yang dituju pada penyusunan suatu perkerasan.

Salah satu produk campuran aspal yang kini banyak digunakan oleh Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah adalah AC-WC (*Asphalt Concrete - Wearing Course*)/ Lapis Aus Aspal Beton. AC-WC adalah salah satu dari tiga macam campuran lapis aspal beton yaitu AC-WC, AC-BC dan AC-Base. Ketiga jenis Laston tersebut merupakan konsep spesifikasi campuran beraspal yang telah disempurnakan oleh Bina Marga bersama-sama dengan Pusat Litbang Jalan. Dalam perencanaan spesifikasi baru tersebut menggunakan pendekatan kepadatan mutlak.



Penggunaan AC-WC yaitu untuk lapis permukaan (paling atas) dalam perkerasan dan mempunyai tekstur yang paling halus dibandingkan dengan jenis laston lainnya. Pada campuran laston yang bergradasi menerus tersebut mempunyai sedikit rongga dalam struktur agregatnya dibandingkan dengan campuran bergradasi senjang. Hal tersebut menyebabkan campuran AC-WC lebih peka terhadap variasi dalam proporsi campuran.

Gradasi agregat gabungan untuk campuran AC-WC yang mempunyai gradasi menerus tersebut ditunjukkan dalam persen berat agregat, harus memenuhi batas-batas dan harus berada di luar daerah larangan (*restriction zone*) yang terdapat dalam Tabel 2.5.



Tabel 2.5. Gradasi Agregat Untuk Campuran Lapis Beton Aspal

Ukuran Saringan		% Berat Yang Lolos				
		Laston (HRS)		Laston (AC) <sup>2</sup>		
ASTM	(mm)	WC	Base	WC	BC	Base
1 <sup>1/2</sup> "	37,5					100
1"	25				100	90 – 100
3/4"	19	100	100	100	90 – 100	Maks.90
1/2"	12,5	90 – 100	90 – 100	90 – 100	Maks.90	
3/8"	9,5	75 – 85	65 – 100	Maks.90		
No.4	4,75					
No.8	2,36	50 – 72	35 – 55	28 – 58	23 – 49	19 - 45
No.16	1,18					
No.30	0,600	35 – 60	15 – 35			
No.200	0,075	6 – 12	2 – 9	4 – 10	4 – 8	3 - 7
<b>Daerah Larangan</b>						
No.4	4,75			-	-	39,5
No.8	2,36			39,1	34,6	26,8 – 36,8
No.16	1,18			25,6 – 31,6	22,3 – 28,3	18,1 – 24,1
No.30	0,600			19,1 – 23,1	16,7 – 20,7	13,6 – 17,6
No.50	0,300			15,5	13,7	11,4

Catatan :

- Untuk HRS-WC dan HRS-Base, harus dijaga kesenjangan nya, dimana paling sedikit 80% dari butiran yang lolos saringan No.8 harus juga lolos saringan No.30 (0,600 mm).
- Untuk AC, digunakan titik kontrol gradasi agregat, berfungsi sebagai batas – batas rentang utama yang harus ditempati oleh gradasi – gradasi tersebut. Batas – batas gradasi ditentukan pada saringan ukuran nominal maksimum, saringan menengah (2,36 mm) dan saringan terkecil (0,075 mm).

Sumber : Rancangan Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Divisi VI Perkerasan Beraspal, Dep. PU, Edisi April 2007

## 2.4 Perencanaan Gradasi Campuran

Selanjutnya dapat dilakukan pemilihan gradasi agregat campuran. Jenis campuran yang akan digunakan untuk pembuatan benda uji adalah campuran aspal panas AC untuk lapisan *wearing course* dengan spesifikasi gradasi menurut

Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah 2004, seperti terlihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6. Gradasi Agregat Untuk Campuran Aspal AC-WC

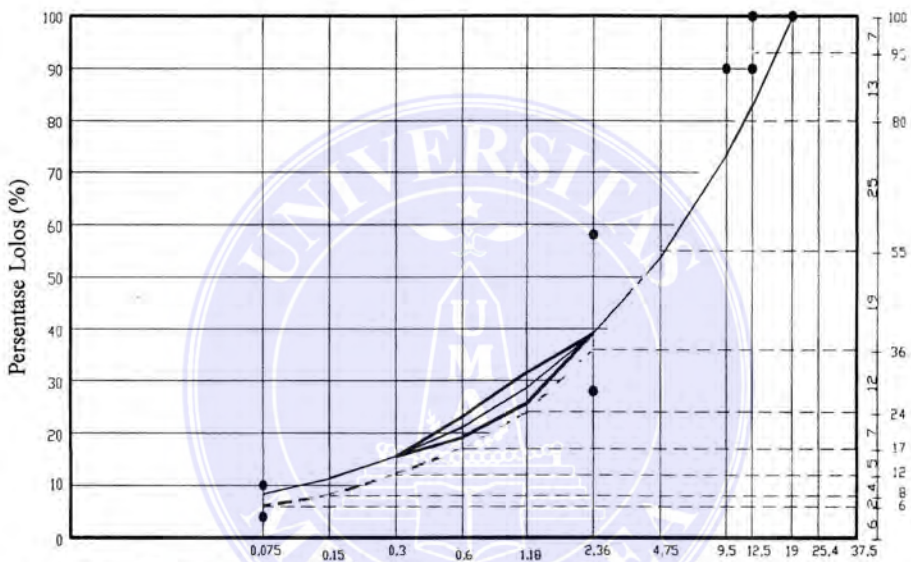
Ukuran Ayakan		% Berat Yang Lolos			% Contoh Target Gradasi	
ASTM	(mm)	Batasan	Daerah Larangan	Fuller	Lolos	Tertahan
1 1/2"	37,5	-	-	-	-	-
1"	25	-	-	-	-	-
3/4"	19	100	-	100	100	-
1/2"	12,5	90 – 100	-	82,8	93,0	7,0
3/8"	9,5	Maks. 90	-	73,2	80,0	13,0
No.4	4,75	-	-	53,6	55,0	25,0
No.8	2,36	28 – 58	39,1	39,1	36,0	19,0
No.16	1,18	-	25,6 – 31,6	28,6	24,0	12,0
No.30	0,6	-	19,1 – 23,1	21,1	17,0	7,0
No.50	0,3	-	15,5	15,5	12,0	5,0
No.100	0,15	-	-	11,3	8,0	4,0
No.200	0,075	4 – 10	-	8,3	6,0	2,0
						6,0

Untuk campuran AC-WC, kombinasi gradasi agregat dianjurkan tidak berhimpit dengan kurva Fuller. Kurva Fuller disajikan dalam Tabel 2.6. untuk campuran AC-WC digunakan dalam spesifikasi ini diperoleh dari rumus berikut :

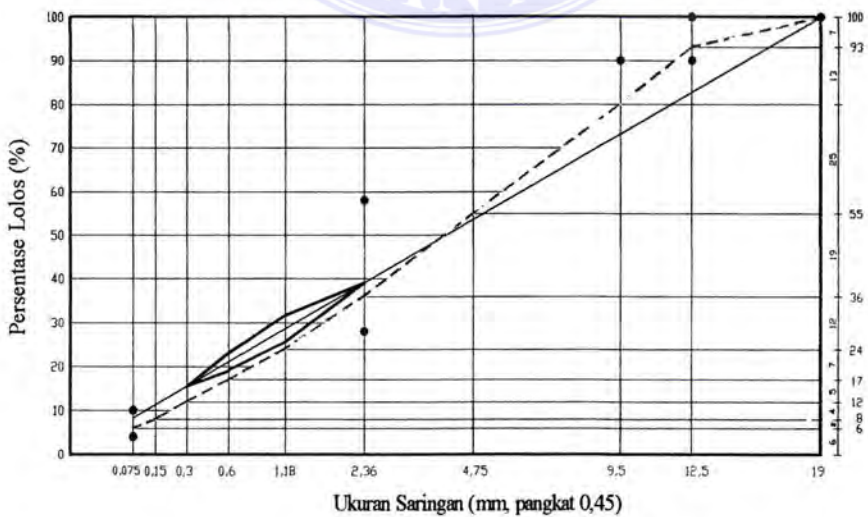
$$p = 100 \left(\frac{d}{D}\right)^{0,45} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :            p        : persentase bahan yang lolos saringan d (%)  
                                   D        : ukuran butir terbesar (mm)  
                                   d        : ukuran saringan yang ditinjau (mm)

Gradasi kombinasi agregat untuk campuran aspal diharuskan menghindari daerah larangan (*restriction zone*). Kurva gradasi AC-WC ditunjukkan dalam Gambar 2.1. dan 2.2. di mana terlihat bagaimana gradasi ini menghindari daerah larangan melalui bagian bawah daerah tersebut. Namun dapat juga daerah larangan tersebut dihindari melewati bagian atas.



Gambar 2.1. Gradasi AC-WC dan Titik Kontrol Gradasi (Skala Logaritmik)



Gambar 2.1. Gradasi AC-WC dan Titik Kontrol Gradasi (Ukuran Butir Pangkat 0,45)

Untuk memperoleh gradasi gabungan cara yang digunakan oleh penulis dengan cara analitis. Kombinasi agregat dari tiga fraksi yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan *filler* dapat digabungkan dengan persamaan dasar di bawah ini.

$$P = A.a + B.b + C.c \dots\dots\dots(2.2)$$

$$1 = a + b + c \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

P : Persen lolos agregat campuran dengan ukuran tertentu (%)

A,B,C : Persen bahan yang lolos saringan masing - masing ukuran (%)

a,b,c : Proporsi masing - masing agregat yang digunakan, jumlah total 100% (%)

Gradasi atau distribusi partikel – partikel berdasarkan ukuran agregat merupakan hal yang penting dalam menentukan karakteristik perkerasan. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang akan menentukan karakteristik dalam proses pelaksanaan di laboratorium maupun di lapangan (AMP).

Gradasi agregat dapat dibedakan atas :

**1. Gradasi Seragam (*Uniform Graded*)**

Adalah agregat dengan ukuran yang hampir 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 seragam akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan sifat permeabilitas tinggi, stabilitas kurang, berat volume kecil.

## 2. Gradasi Rapat

Merupakan campuran agregat kasar dan halus dalam porsi yang seimbang, sehingga dinamakan juga agregat bergradasi baik. Gradasi rapat akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan stabilitas tinggi, kurang kedap air, sifat drainase jelek dan berat volume besar.

## 3. Gradasi Senjang (*Gap Graded*)

Merupakan campuran yang tidak memenuhi dua kategori di atas. Agregat bergradasi buruk yang umum digunakan untuk lapisan perkerasan lentur merupakan campuran dengan 1 fraksi hilang atau 1 fraksi sedikit. Gradasi seperti ini juga disebut gradasi senjang. Gradasi senjang akan menghasilkan lapis perkerasan yang mutunya terletak antara kedua jenis di atas.

### 2.5 Kadar Aspal Rencana

Perkiraan awal kadar aspal optimum dapat direncanakan setelah dilakukan pemilihan dan pengabungan pada tiga fraksi agregat. Sedangkan perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$P_b = 0,035(\%CA) + 0,045(\%FA) + 0,18(\%FF) + K \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan :

- P<sub>b</sub> : Perkiraan kadar aspal optimum
- CA : Nilai persentase agregat kasar
- FA : Nilai persentase agregat halus
- FF : Nilai persentase *Filler*
- K : konstanta (kira-kira 0,5 - 1,0)

Hasil perhitungan P<sub>b</sub> dibulatkan ke 0,5% ke atas terdekat.

## 2.6 Penggunaan Abu Terbang Batu Bara (*Fly Ash*) Sebagai Filler

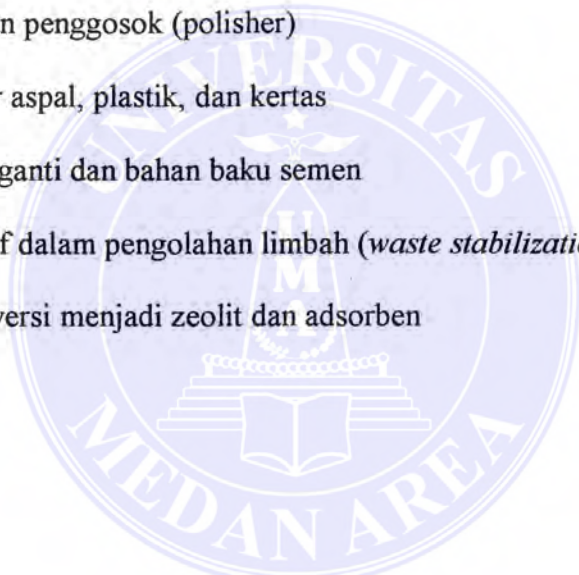
Abu terbang batubara merupakan bahan anorganik sisa pembakaran batubara dan terbentuk dari perubahan bahan mineral karena proses pembakaran. Pada pembakaran batubara terbentuk dua jenis abu yakni abu terbang batubara (*Fly Ash*) dan abu dasar (*Bottom Ash*). Partikel abu yang terbawa gas buang disebut terbang batubara, sedangkan abu yang tertinggal dan dikeluarkan dari bawah tungku disebut abu dasar. Sebagian abu dasar berupa lelehan abu disebut terak (*Slag*).

Abu batubara sebagai limbah tidak seperti gas hasil pembakaran, karena merupakan bahan padat yang tidak mudah larut dan tidak mudah menguap sehingga akan lebih merepotkan dalam penanganannya. Apabila jumlahnya banyak dan tidak ditangani dengan baik, maka abu batubara tersebut dapat mengotori lingkungan terutama yang disebabkan oleh abu yang beterbangan di udara dan dapat terhisap oleh manusia dan hewan juga dapat mempengaruhi kondisi air dan tanah di sekitarnya sehingga dapat mematikan tanaman. Akibat buruk terutama ditimbulkan oleh unsur-unsur Pb, Cr dan Cd yang biasanya terkonsentrasi pada fraksi butiran yang sangat halus ( 0,5 – 10  $\mu\text{m}$ ). Butiran tersebut mudah melayang dan terhisap oleh manusia dan hewan, sehingga terakumulasi dalam tubuh manusia dengan konsentrasi tertentu dapat memberikan akibat buruk bagi kesehatan ( Putra,D.F. *et al*, 1996 ).

Abu terbang batubara umumnya dibuang atau ditumpuk begitu saja di dalam area industri. Penumpukan abu terbang batubara ini menimbulkan masalah bagi lingkungan. Berbagai penelitian mengenai pemanfaatan abu terbang batubara sedang dilakukan untuk meningkatkan nilai ekonomisnya serta mengurangi

dampak buruknya terhadap lingkungan. Saat ini abu terbang batubara digunakan dalam pabrik semen sebagai salah satu bahan campuran pembuat beton. Selain itu, sebenarnya abu terbang batubara memiliki berbagai kegunaan yang amat beragam:

- 1) Penyusun beton untuk jalan dan bendungan
- 2) Penimbun lahan bekas pertambangan
- 3) Recovery magnetic, cenosphere, dan karbon
- 4) Bahan baku keramik, gelas, batu bata, dan refraktori
- 5) Bahan penggosok (polisher)
- 6) Filler aspal, plastik, dan kertas
- 7) Pengganti dan bahan baku semen
- 8) Aditif dalam pengolahan limbah (*waste stabilization*)
- 9) Konversi menjadi zeolit dan adsorben





## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Umum

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium PT. GAYOTAMA LEOPROPITA – Desa Nagasaribu I – Kecamatan Lintong Nihuta – Kabupaten Humbang Hasundutan.

#### 3.2 Bahan Penelitian

Bahan – bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Agregat kasar, yang berasal dari *quary* (galian C) di Desa Nagasaribu Kecamatan Lintong Nihuta dan diperoleh dari hasil pemecah batu (*stone crusher*) dari *Asphalt Mixing Plant* (AMP) PT. Gayotama Leopropita.
2. Agregat halus, (pasir) yang berasal dari *quary* (galian C) di Desa Nagasaribu Kecamatan Lintong Nihuta dan diperoleh dari *Asphalt Mixing Plant* (AMP) PT. Gayotama Leopropita.
3. Bahan Pengisi (*Filler*), yang digunakan adalah fly Ash batu bara dari hasil pembakaran dan diperoleh dari *Asphalt Mixing Plant* (AMP) PT. Subur Sari Lasderich.
4. Untuk bahan aspal menggunakan aspal PERTAMINA dengan penetrasi 60/70.



- d) Ejector untuk mengeluarkan benda uji setelah proses pemadatan.
- e) Bak perendam yang dilengkapi pengatur suhu.
- f) Alat – alat penunjang yang meliputi panci pencampur, kompor pemanas, thermometer, kipas angin, sendok pengaduk, kaos tangan anti pemanas, kain lap, kaliper, spatula, timbangan dan tip-ex/ cat minyak yang digunakan untuk menandai benda uji.

### 3.4 Prosedur Perencanaan Penelitian

Untuk menentukan kadar aspal optimum diperkirakan dengan penentuan kadar optimum secara empiris dengan persamaan ( $P_b$ ). Nilai  $P_b$  hasil perhitungan dibulatkan mendekati 0,5 %. Ditentukan 2 (dua) kadar aspal di atas dan 2 (dua) kadar aspal di bawah kadar aspal perkiraan awal yang sudah dibulatkan mendekati 0,5 % ini. Kemudian dilakukan penyiapan benda uji untuk tes Marshall sesuai tahapan berikut ini :

#### a. Tahap I

Berdasarkan perkiraan kadar aspal optimum  $P_b$  dibuat benda uji dengan jenis aspal pertamina dengan dua variasi kadar aspal di atas  $P_b$  dan dua variasi kadar aspal di bawah  $P_b$  (-1,0% ; -0,5% ;  $P_b$  ; +0,5% ; +1,0%) serta variasi komposisi *filler* dengan dibuat masing-masing 2 (dua) benda uji. Untuk variasi komposisi kadar *filler* adalah 100 % *fly Ash*, 50 % *fly Ash* + 50 % semen portland dan 100 % semen portland. Kemudian dilakukan pengujian Marshall standart dengan 2x75 tumbukan dan pengujian durabilitas untuk menentukan VIM, VMA, VFA, kepadatan, stabilitas,

kelelahan, hasil bagi Marshall dan indeks stabilitas sisa. Dari hubungan antara kadar aspal dengan parameter Marshall, dapat ditentukan kadar aspal optimum.

b. Tahap II

Setelah didapatkan kadar aspal optimum maka dilakukan pembuatan benda uji dengan variasi komposisi *filler* yaitu 100% *fly Ash*, 50% *fly Ash*-50% semen portland dan 100% semen portland pada durasi perendaman  $\frac{1}{2}$ , 24 dan 48 jam. Kemudian dilakukan uji Marshall dengan kondisi standart (2x75 tumbukan) dan dengan kondisi rufusal (2x400 tumbukan) untuk menentukan VIM, VMA, VFA, kepadatan, stabilitas, kelelahan, hasil bagi Marshall, serta pengujian durabilitas standart dan durabilitas modifikasi untuk menentukan nilai indeks durabilitas pertama ( $r,R$ ) dan nilai indeks durabilitas kedua ( $a,Sa$ ).

Perincian perkiraan jumlah sampel yang akan digunakan dalam pengujian dapat dilihat pada jumlah sampel penelitian seperti Tabel 3.1 di bawah ini :

Tabel 3.1. Perkiraan jumlah sampel yang akan digunakan dalam pengujian

TAHAP PENGUJIAN	VARIASI	KOMPOSISI FILLER						SUB JML	JUMLAH		
		100 AB		50 AB - 50 SP		100 SP					
		D	S	D	S	D	S				
I	Marshall Standart Kadar Aspal Optimum (KAO)	Kadar Aspal (%)	-1,0	2	0	2	0	2	0	6	30
			-0,5	2	0	2	0	2	0	6	
			P <sub>b</sub>	2	0	2	0	2	0	6	
			+0,5	2	0	2	0	2	0	6	
			+1,0	2	0	2	0	2	0	6	
II	a. Marshall Standart (2x75) & Durabilitas Modifikasi	Perendaman (Jam)	0	2	0	2	0	2	0	6	30
			24	0	2	0	2	0	2	6	
			48	0	2	0	2	0	2	6	
			72	0	2	0	2	0	2	6	
			96	0	2	0	2	0	2	6	
	b. Marshal l dg.Kepadatan Mutlak (2x400) & Durabilitas Modifikasi	Perendaman (Jam)	0	2	0	2	0	2	0	6	30
			24	0	2	0	2	0	2	6	
			48	0	2	0	2	0	2	6	
			72	0	2	0	2	0	2	6	
			96	0	2	0	2	0	2	6	
<b>JUMLAH TOTAL</b>								<b>90</b>			

Keterangan : - S = sampel diasumsikan dalam kondisi (soaked) rendaman  
 - D = sampel diasumsikan dalam kondisi (dry) kering  
 - AB = abu baru  
 - SP = semen portland

### 3.5 Pengujian Marshall

- 1) Dilakukan penimbangan agregat sesuai dengan persentase pada target gradasi yang diinginkan untuk masing – masing fraksi dengan berat campuran kira – kira 1200 gram untuk diameter 4 inchi, kemudian dilakukan pengeringan campuran agregat tersebut sampai beratnya tetap sampai suhu  $(105 \pm 5)^{\circ}C$ .
- 2) Dilakukan pemanasan aspal untuk pencampuran pada viskositas kinematik  $100 \pm 10$  centistokes. Agar temperatur campuran agregat dan

aspal tetap maka pencampuran dilakukan di atas pemanas dan diaduk hingga rata.

- 3) Setelah temperatur pemadatan tercapai yaitu pada viskositas kinematik  $100 \pm 10$  centistokes, maka campuran tersebut dimasukkan ke dalam cetakan yang telah dipanasi pada temperatur 100 hingga  $170^{\circ}$  dan diolesi vaselin terlebih dahulu, serta bagian bawah cetakan diberi sepotong kertas filter atau kertas lilin (*waxed paper*) yang telah dipotong sesuai dengan diameter cetakan sambil ditusuk- tusuk dengan spatula sebanyak 15 kali di bagian tepi dan 10 kali di bagian tengah.
- 4) Pemadatan standart dilakukan dengan pemadat manual dengan jumlah tumbukan 75 kali di bagian sisi atas kemudian dibalik dan sisi bagian bawah juga ditumbuk sebanyak 75 kali.
- 5) Pemadatan lanjutan untuk kepentingan kepadatan membal (*refusal*) dilaksanakan seperti cara pemadatan standart hanya tumbukannya dilakukan sebanyak 2 x 400 tumbukan.
- 6) Setelah proses pemadatan selesai benda uji didiamkan agar suhunya turun, setelah dingin benda uji dikeluarkan dengan ejektor dan diberi kode.
- 7) Benda uji dibersihkan dari kotoran yang menempel dan diukur tinggi benda uji dengan ketelitian 0,1 mm dan ditimbang beratnya di udara.
- 8) Benda uji direndam dalam air selama 10-24 jam supaya jenuh.
- 9) Setelah jenuh benda uji ditimbang dalam air.

- 10) Benda uji dikeluarkan dari bak dan dikeringkan dengan kain pada permukaan agar kondisi kering permukaan jenuh (*saturated surface dry, SSD*) kemudian ditimbang.
- 11) Benda uji direndam dalam bak perendaman pada suhu  $60 \pm 1^{\circ} \text{C}$  selama 24 jam.
- 12) Bagian dala permukaan kepala penekan dibersihkan dan dilumasi agar benda uji mudah dilepaskan setelah pengujian.
- 13) Benda uji dikeluarkan dari bak perendam, lalu diletakkan tepat di tengah pada bagian bawah kepala penekan kemudian bagian atas kepala diletakkan dengan memasukkan lewat batang penuntun. Setelah pemasangan sudah lengkap maka diletakkan tepat di tengah alam pembebanan. Kemudian arloji kelelahan (*flow meter*) dipasang pada dudukan di atas salah satu batang penuntun.
- 14) Kepala penekan dinaikkan hingga menyentuh atas cincin penguji, kemudian diatur kedudukan jarum arloji penekan dan arloji kelelahan pada angka nol.
- 15) Pembebanan dilakukan dengan kecepatan tetap 51 mm (2 inch) per menit, hingga kegagalan benda uji terjadi yaitu pada saat arloji pembebanan berhenti dan mulai kembali berputar menurun, pada saat itu pula dibuka arloji kelelahan. Titik pembacaan pada saat benda uji mengalami kegagalan adalah merupakan nilai stabilitas Marshall.
- 16) Setelah pengujian selesai, kepala penekan diambil, bagian atas dibuka dan benda uji dikeluarkan. Waktu yang diperlukan dari saat

diangkatnya benda uji dari rendaman air sampai tercapainya beban maksimum tidak boleh melebihi 60 detik.

- 17) Untuk pembuatan benda uji dilakukan dengan menggunakan jenis aspal Pertamina dengan tingkat penetrasi 60/70.
- 18) Campuran agregat aspal standart dimasukkan ke dalam cetakan dan ditumbuk tiap sisi sebanyak 2x75 kali pada temperatur  $\pm 160^{\circ}$  C.
- 19) Selanjutnya campuran agregat dengan aspal dicampur pada suhu  $\pm 160^{\circ}$  C, sedangkan suhu pematatannya ditetapkan pada suhu  $140^{\circ}$  C.
- 20) Campuran agregat aspal untuk mencapai kepadatan membal dimasukkan ke dalam cetakan dan ditumbuk tiap sisinya 2x400 kali pada suhu  $\pm 160^{\circ}$  C dan suhu pematatan  $\pm 140^{\circ}$  C.
- 21) Setelah proses pematatan selesai, benda uji didinginkan selama  $\pm 4$  jam dan kemudian dilakukan tes Marshall.

### 3.6 Prosedur Pengujian Material

Pengujian material yang dilaksanakan pada penelitian ini, meliputi pemeriksaan terhadap agregat kasar, agregat halus, *filler* dan aspal dengan mengacu pada standart Spesifikasi Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (2004).

#### 3.6.1. Pengujian Material Agregat

Dalam pemilihan bahan agregat diupayakan menjamin tingkat peyerapan air yang paling rendah. Hal itu merupakan antisipasi atas hilangnya material aspal yang terserap oleh agregat.

Agregat dapat terdiri atas beberapa fraksi, misalnya fraksi kasar, fraksi medium dan *fly Ash* atau pasir alam. Pada umumnya fraksi kasar dan fraksi medium digolongkan sebagai agregat kasar. Sedangkan untuk *fly Ash* dan pasir alam sebagai agregat halus.

### A. Agregat Kasar

Fraksi agregat kasar untuk perencanaan ini adalah agregat yang tertahan di atas saringan 2,36 mm atau saringan no.8. fraksi agregat kasar untuk keperluan pengujian harus terdiri dari batu pecah atau kerikil pecah dan harus disediakan dalam ukuran – ukuran nominal. Sedangkan ketentuannya dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2.. Ketentuan Agregat Kasar

No	Karakteristik	Metode Pengujian	Persyaratan
1.	Berat jenis dan penyerapan air	AASHTO T-85-81	-
2.	Berat Jenis SSD	AASHTO T-85-81	-
3.	Berat Jenis Apparent	AASHTO T-85-81	-
4.	Penyerapan Air	SNI 1969-1989-F	Maks. 3%
5.	Abrasi dengan Mesin Los Angeles	SNI 03-2417-1991	Maks. 40%
6.	Kelekatan Agregat terhadap aspal	SNI 03-2439-1991	Min. 95%
7.	Indeks kepipihan	ASTM D-4791	Maks. 25%
8.	Indeks kelonjongan	ASTM D-4791	Maks. 10%
9.	Material lolos saringan no.200	SNI 03-4142-1996	Maks. 1%

Sumber : Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah – Direktorat Jenderal Prasarana Wilayah 2004

### B. Agregat Halus

Agregat halus dari masing – masing sumber harus terdiri atas pasir alam atau hasil pemecah batu dan harus disediakan dalam ukuran nominal maksimum 2,36 mm. Agregat halus hasil pemecahan dan pasir alam harus ditimbun dalam cadangan terpisah dari agregat kasar

di atas serta dilindungi terhadap hujan dan pengaruh air. Material



tersebut harus merupakan bahan bersih, keras bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya.

Ketentuan tentang agregat halus terdapat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Ketentuan Agregat Halus

No	Karakteristik	Metode Pengujian	Persyaratan
1.	Berat jenis dan penyerapan air	AASHTO T-85-81	-
2.	Berat Jenis SSD	AASHTO T-85-81	-
3.	Berat Jenis Apparent	AASHTO T-85-81	-
4.	Penyerapan Air	SNI 1969-1989-F	Maks. 3%
5.	Nilai setara pasir	SNI 03-2417-1991	Min. 50%
6.	Material lolos saringan no.200	SNI 03-2439-1991	Maks. 8%

Sumber : Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah – Direktorat Jenderal Prasarana Wilayah 2004

### C. Agregat Halus

Bahan pengisi harus bebas dari semua bahan yang tidak dikehendaki.

Bahan pengisi yang ditambahkan harus kering dan bebas dari gumpalan – gumpalan. Bahan pengisi yang diuji pada penelitian ini adalah *fly Ash* yang mempunyai ketentuan sama seperti pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4. Ketentuan *Filler*

No	Karakteristik	Metode Pengujian	Persyaratan
1.	Berat jenis	AASHTO T-85-81	-
2.	Material lolos saringan no.200	SNI M-02-1994-03	Min. 70 %

Sumber : Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah – Direktorat Jenderal Prasarana Wilayah 2004

### 3.6.2. Pengujian Material Aspal

Penggunaan aspal Pen 60 disesuaikan dengan kondisi suhu udara rata – rata 25<sup>0</sup>C. Metode pengujian aspal sesuai spesifikasi Departemen Permukiman dan prasarana Wilayah (2004) dengan mengacu pada SNI (1991) dan AASHTO

T 102 dengan ketentuan pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5. Ketentuan Aspal

No	Karakteristik	Metode Pengujian	Persyaratan
1.	Penetrasi; 25 <sup>0</sup> C; 100 gr; 5 detik; 0,1 mm	SNI 06-2456-1991	60-70
2.	Titik lembek; <sup>0</sup> C	SNI 06-2434-1991	48-58
3.	Titik nyala; <sup>0</sup> C	SNI 06-2433-1991	Min. 200
4.	Daktilitas; 25 <sup>0</sup> C; cm	SNI 06-2432-1991	Min. 100
5.	Berat jenis; gr/cc	SNI 06-2441-1991	Min. 1,0
6.	Kelarutan dlm. Tricilor Ethylen; % berat	SNI 06-2438-1991	Min. 99
7.	Penurunan berat (dg TFOT); % berat	SNI 06-2440-1991	Maks. 0,8
8.	Penetrasi setelah penurunan berat; % asli	SNI 06-2456-1991	Min. 54
9.	Daktilitas setelah penurunan berat; %asli	SNI 06-2432-1991	Min. 50

Sumber : Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah – Direktorat Jenderal Prasarana Wilayah 2004

### 3.6.3 Bahan Pengikat (Aspal)

#### a. Pengertian Aspal

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat. Jika dipanaskan sampai suatu temperatur tertentu aspal dapat menjadi lunak atau cair sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan aspal beton. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya (sifat termoplastis), (Silvia Sukirman, 1999).

Aspal dibuat dari minyak mentah (*crude oil*) dan secara umum berasal dari sisa organisme laut dan sisa tumbuhan laut dari masa lampau yang tertimbun oleh dan pecahan batu batuan. Setelah berjuta tahun material organis dan lumpur terakumulasi dalam lapisan - lapisan setelah ratusan meter, beban dari beban teratas menekan lapisan yang terbawah menjadi batuan sedimen. Sedimen tersebut yang lama kelamaan menjadi atau terproses menjadi minyak mentah senyawa dasar hydrocarbon. Aspal biasanya berasal dari destilasi minyak mentah tersebut,

namun aspal ditemukan sebagai bahan alam (misal : buton), dimana sering juga disebut mineral (*Shell Bitumen, 1990*).

## b. Jenis Aspal

Berdasarkan tempat diperolehnya aspal dibedakan atas :

- a) Aspal Alam
- b) Aspal Buatan

Aspal jenis ini diperoleh dari hasil destilasi atau penyulingan minyak bumi sehingga sering disebut aspal minyak dan aspal inilah yang umum digunakan yang berasal dari bahan baku minyak bumi dengan kandungan parafin yang rendah.

Adapun jenis – jenis aspal minyak adalah sebagai berikut :

- a) Aspal keras / Panas (*Asphalt Cement, AC*), adalah aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan panas serta penyimpanannya dalam bentuk padat pada temperatur ruang antara  $25^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$ . AC dengan penetrasi rendah dipakai untuk daerah yang memiliki cuaca panas atau volume lalu lintasnya tinggi, sedangkan AC dengan penetrasi tinggi dipakai untuk daerah dingin atau bentuk volume lalu lintasnya rendah. Di Indonesia umumnya dipakai penetrasi 60/70 dan 80/100.
- b) Aspal Dingin / Cair (*Cutback Asphalt*), adalah aspal yang digunakan dalam keadaan cair pada suhu ruang. Aspal ini dibuat dengan mencampur aspal keras/ panas (AC) dengan bahan pencair hasil penyulingan minyak bumi yang berbentuk cair dalam

temperatur ruang seperti minyak tanah, bensin atau solar. Terdiri dari :

- RC (*Rapid Curing Cut Back*) : AC + gasoline/premium.
  - MC (*Medium Curing Cut Back*) : AC + kerosene/minyak tanah
  - SC (*Slow Curing Cut Back*) : AC + diesel oil/solar
- c) Asphalt Emulsi (*Emulsion Asphalt*), adalah aspal yang lebih dari aspal cair yaitu campuran aspal, air dan bahan pengemulsi. Memiliki sifat dapat menembus pori – pori halus dalam batuan yang tidak dapat dilalui aspal cair biasa karena sifat pelarut yang membawa aspal dalam emulsi lebih mempunyai daya tarik terhadap batuan yang lebih baik dibanding aspal cair. Digunakan dalam keadaan dingin dan panas digunakan campuran dingin atau penyemprotan dingin.

Aspal keras (AC) dengan penetrasi rendah digunakan di daerah bercuaca panas atau lalu lintas dengan volume tinggi, sedangkan aspal semen penetrasi tinggi digunakan untuk daerah bercuaca dingin atau lalu lintas dengan volume rendah. Jenis pengujian dan persyaratan untuk aspal seperti tercantum dalam Tabel.3.6.

Tabel 3.6. Pengujian dan persyaratan untuk aspal penetrasi 60/70

No	Pengujian	Metoda	Syarat		Satuan
			Min	Max	
1.	Penetrasi (25 <sup>0</sup> C, 5 detik)	SNI 06-2456-1991	60	79	0,1 mm
2.	Titik Lembek	SNI 06-2434-1991	48	58	<sup>0</sup> C
3.	Titik Nyala	SNI 06-2433-1991	200	0	<sup>0</sup> C
4.	Kelarutan CCl <sub>4</sub>	ASTM-D2042	99	-	% Berat
5.	Daktilitas (25 <sup>0</sup> C, 5 cm/menit)	SNI 06-2432-1991	100	-	Cm
6.	Pen setelah kehilangan berat	SNI 06-2441-1991	54	-	% Asli
7.	Daktilitas setelah kehilangan berat	SNI 06-2432-1991	100	-	Cm
8.	Berat Jenis	SNI 06-2488-1991	1	-	Gr/cm <sup>3</sup>

Sumber : Rancangan Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Divisi VI Perkerasan Beraspal, Dep. PU, Edisi April 2007

### 3.7 Gradasi Campuran AC-WC (Asphalt Concrete - Wearing Course)

Gradasi atau distribusi partikel – partikel berdasarkan ukuran agregat merupakan hal yang penting dalam menentukan karakteristik perkerasan. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang akan menentukan karakteristik dalam proses pelaksanaan di laboratorium maupun di lapangan (AMP).

Gradasi agregat dapat dibedakan atas :

#### 1. Gradasi Seragam (Uniform Graded)

Adalah agregat dengan ukuran yang hampir 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 seragam akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan sifat permeabilitas tinggi, stabilitas kurang, berat volume kecil.

## 2. Gradasi Rapat

Merupakan campuran agregat kasar dan halus dalam porsi yang seimbang, sehingga dinamakan juga agregat bergradasi baik. Gradasi rapat akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan stabilitas tinggi, kurang kedap air, sifat drainase jelek dan berat volume besar.

## 3. Gradasi Senjang (*Gap Graded*)

Merupakan campuran yang tidak memenuhi dua kategori di atas. Agregat bergradasi buruk yang umum digunakan untuk lapisan perkerasan lentur merupakan campuran dengan 1 fraksi hilang atau 1 fraksi sedikit. Gradasi seperti ini juga disebut gradasi senjang. Gradasi senjang akan menghasilkan lapis perkerasan yang mutunya terletak antara kedua jenis di atas.

Beton aspal adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal, dengan atau tanpa bahan tambahan. Material-material pembentuk beton aspal dicampur di instalasi pencampur pada suhu tertentu, kemudian diangkut ke lokasi, dihamparkan dan dipadatkan. Suhu pencampuran ditentukan berdasarkan jenis aspal yang akan digunakan. Jika semen aspal, maka pencampuran umumnya antara 145-155<sup>0</sup> C, sehingga disebut beton aspal campuran panas. Campuran ini dikenal dengan *hotmix*. (Silvia Sukirman, 2003).

Material utama penyusun suatu campuran aspal sebenarnya hanya dua macam, yaitu agregat dan aspal. Namun dalam pemakaiannya aspal dan agregat bisa menjadi bermacam-macam, tergantung pada metode dan kepentingan yang dituju pada penyusunan suatu perkerasan.

Salah satu produk campuran aspal yang kini banyak digunakan oleh Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah adalah AC-WC (*Asphalt Concrete - Wearing Course*)/ Lapis Aus Aspal Beton. AC-WC adalah salah satu dari tiga macam campuran lapis aspal beton yaitu AC-WC, AC-BC dan AC-Base. Ketiga jenis Laston tersebut merupakan konsep spesifikasi campuran beraspal yang telah disempurnakan oleh Bina Marga bersama-sama dengan Pusat Litbang Jalan. Dalam perencanaan spesifikasi baru tersebut menggunakan pendekatan kepadatan mutlak.

Penggunaan AC-WC yaitu untuk lapis permukaan (paling atas) dalam perkerasan dan mempunyai tekstur yang paling halus dibandingkan dengan jenis laston lainnya. Pada campuran laston yang bergradasi menerus tersebut mempunyai sedikit rongga dalam struktur agregatnya dibandingkan dengan campuran bergradasi senjang. Hal tersebut menyebabkan campuran AC-WC lebih peka terhadap variasi dalam proporsi campuran.

Gradasi agregat gabungan untuk campuran AC-WC yang mempunyai gradasi menerus tersebut ditunjukkan dalam persen berat agregat, harus memenuhi batas-batas dan harus berada di luar daerah larangan (*restriction zone*) yang terdapat dalam Tabel 3.7.

Tabel 3.7. *Restriction Zone*

Ukuran Saringan		% Berat Yang Lolos				
		Laston (HRS)		Laston (AC) <sup>2</sup>		
ASTM	(mm)	WC	Base	WC	BC	Base
1 <sup>1/2</sup> "	37,5					100
1"	25				100	90 – 100
<sup>3/4</sup> "	19	100	100	100	90 – 100	Maks.90
<sup>1/2</sup> "	12,5	90 – 100	90 – 100	90 – 100	Maks.90	
<sup>3/8</sup> "	9,5	75 – 85	65 – 100	Maks.90		
No.4	4,75					
No.8	2,36	50 – 72	35 – 55	28 – 58	23 – 49	19 - 45
No.16	1,18					
No.30	0,600	35 – 60	15 – 35			
No.200	0,075	6 – 12	2 – 9	4 – 10	4 – 8	3 - 7
		Daerah Larangan				
No.4	4,75			-	-	39,5
No.8	2,36			39,1	34,6	26,8 – 36,8
No.16	1,18			25,6 – 31,6	22,3 – 28,3	18,1 – 24,1
No.30	0,600			19,1 – 23,1	16,7 – 20,7	13,6 – 17,6
No.50	0,300			15,5	13,7	11,4

Catatan :

- Untuk HRS-WC dan HRS-Base, harus dijaga kesenjanganannya, dimana paling sedikit 80% dari butiran yang lolos saringan No.8 harus juga lolos saringan No.30 (0,600 mm).
- Untuk AC, digunakan titik kontrol gradasi agregat, berfungsi sebagai batas – batas rentang utama yang harus ditempati oleh gradasi – gradasi tersebut. Batas – batas gradasi ditentukan pada saringan ukuran nominal maksimum, saringan menengah (2,36 mm) dan saringan terkecil (0,075 mm).

Sumber : *Rancangan Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Divisi VI Perkerasan Beraspal, Dep. PU, Edisi April 2007*

### 3.8 Persyaratan Campuran Beton Aspal

Perencanaan campuran mencakup kegiatan pemilihan dan penentuan proporsi material untuk mencapai sifat-sifat akhir dari campuran aspal yang diinginkan (*Asphalt Institute 1993*).



Menurut Silvia Sukirman (2003), terdapat tujuh karakteristik campuran aspal yang harus dimiliki beton aspal adalah sebagai berikut:

- a. Stabilitas adalah kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur dan *bleeding*. Kebutuhan akan stabilitas sebanding dengan fungsi jalan dan beban lalu lintas yang dilayani. Jalan yang melayani volume lalu lintas tinggi dan mayoritas kendaraan berat membutuhkan perkerasan jalan dengan stabilitas tinggi.

Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai stabilitas beton aspal adalah :

- 1) 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 aspal.
  - 2) Kohesi yang merupakan gaya ikat aspal yang berasal dari daya lekatnya, sehingga mampu memelihara tekanan kontak antar butir agregat.
- b. Kelenturan (*Fleksibilitas*) adalah kemampuan campuran aspal untuk menahan terhadap defleksi akibat beban lalu lintas tanpa mengalami keretakan yang disebabkan oleh :
    - 1) Beban yang berlangsung lama yang berakibat terjadinya kelelahan pada lapis pondasi atau pada tanah dasar yang disebabkan oleh pembebanan sebelumnya.
    - 2) Lendutan berulang yang disebabkan oleh waktu pembebanan lalu lintas yang berlangsung singkat.
    - 3) Adanya perubahan volume campuran.

- c. Keawetan (*Durabilitas*) adalah kemampuan campuran aspal untuk mempertahankan kualitasnya dari disintegrasi atas unsur-unsur pembentuknya yang diakibatkan oleh beban lalu lintas dan pengaruh cuaca. Campuran aspal harus mampu bertahan terhadap perubahan yang disebabkan oleh :
- 1) Proses penuaan pada aspal dimana aspal akan menjadi lebih keras. Hal ini disebabkan oleh pengaruh oksidasi dari udara dan proses penguapan yang berakibat akan menurunkan daya lekat dan kekenyalan aspal.
  - 2) Pengaruh air yang menyebabkan kerusakan atau kehilangan sifat lekat antara aspal dan material lainnya.
- d. Kedap air (*Impermeability*) adalah campuran aspal harus bersifat kedap air untuk melindungi lapisan perkerasan di bawahnya dari kerusakan yang disebabkan oleh air yang akan mengakibatkan campuran menjadi kehilangan kekuatan dan kemampuan untuk menahan beban lalu lintas.
- e. Ketahanan terhadap kelelahan (*Fatigue Resistance*) adalah kemampuan beton aspal menerima lendutan berulang akibat repetisi beban, tanpa terjadinya kelelahan berupa alur dan retak. Hal ini dapat tercapai jika mempergunakan kadar aspal yang tinggi.
- f. Kekesatan/ taha geser (*Skid Resistance*) adalah kemampuan permukaan beton aspal terutama pada kondisi basah, memberikan gaya gesek pada roda kendaraan sehingga kendaraan tidak tergelincir, ataupun slip. Berikut adalah faktor-faktor yang mempengaruhi kekesatan jalan yaitu:

- 1) Kekasaran permukaan dari butir-butir. Dalam hal ini agregat yang digunakan tidak hanya mempunyai permukaan yang kasar, tetapi juga mempunyai daya tahan.
  - 2) Luas bidang kontak antar butir atau bentuk butir.
  - 3) Gradasi agregat.
  - 4) Kepadatan campuran.
  - 5) Tebal film aspal.
  - 6) Ukuran maksimum butir agregat.
- g. Kemudahan pelaksanaan (*Workability*) adalah campuran agregat aspal harus mudah dikerjakan saat pencampuran, penghamparan dan pemadatan, untuk mencapai satuan berat jenis yang diinginkan tanpa mengalami suatu kesulitan sampai mencapai tingkat pemadatan yang diinginkan dengan peralatan yang memungkinkan. Faktor yang mempengaruhi tingkat kemudahan dalam proses penghamparan dan pemadatan adalah :
- 1) Viscositas aspal
  - 2) Kepekaan aspal terhadap perubahan temperatur
  - 3) Gradasi dan kondisi agregat
- Revisi atau koreksi terhadap rancangan campuran dapat dilakukan jika ditemukan kesukaran dalam pelaksanaan.

### 3.9 Penggunaan Abu Terbang Batu Bara (*Fly Ash*) Sebagai Filler

Abu terbang batubara merupakan bahan anorganik sisa pembakaran batubara dan terbentuk dari perubahan bahan mineral karena proses pembakaran.

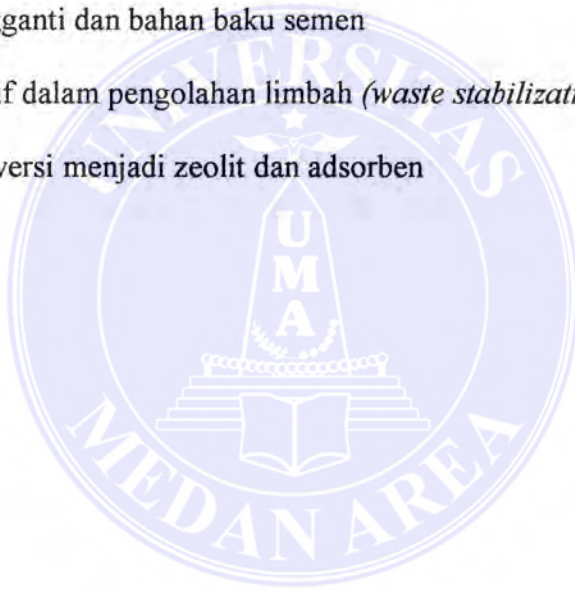
Pada pembakaran batubara terbentuk dua jenis abu yakni abu terbang batubara (*Fly Ash*) dan abu dasar (*Bottom Ash*). Partikel abu yang terbawa gas buang disebut terbang batubara, sedangkan abu yang tertinggal dan dikeluarkan dari bawah tungku disebut abu dasar. Sebagian abu dasar berupa lelehan abu disebut terak (*Slag*).

Fly Ashbara sebagai limbah tidak seperti gas hasil pembakaran, karena merupakan bahan padat yang tidak mudah larut dan tidak mudah menguap sehingga akan lebih merepotkan dalam penanganannya. Apabila jumlahnya banyak dan tidak ditangani dengan baik, maka fly Ashbara tersebut dapat mengotori lingkungan terutama yang disebabkan oleh abu yang beterbangan di udara dan dapat terhisap oleh manusia dan hewan juga dapat mempengaruhi kondisi air dan tanah di sekitarnya sehingga dapat mematikan tanaman. Akibat buruk terutama ditimbulkan oleh unsur-unsur Pb, Cr dan Cd yang biasanya terkonsentrasi pada fraksi butiran yang sangat halus ( 0,5 – 10  $\mu\text{m}$ ). Butiran tersebut mudah melayang dan terhisap oleh manusia dan hewan, sehingga terakumulasi dalam tubuh manusia dengan konsentrasi tertentu dapat memberikan akibat buruk bagi kesehatan ( Putra,D.F. *et al*, 1996 ).

Abu terbang batubara umumnya dibuang atau ditumpuk begitu saja di dalam area industri. Penumpukan abu terbang batubara ini menimbulkan masalah bagi lingkungan. Berbagai penelitian mengenai pemanfaatan abu terbang batubara sedang dilakukan untuk meningkatkan nilai ekonomisnya serta mengurangi dampak buruknya terhadap lingkungan. Saat ini abu terbang batubara digunakan dalam pabrik semen sebagai salah satu bahan campuran pembuat beton. Selain itu,

sebenarnya abu terbang batubara memiliki berbagai kegunaan yang amat beragam:

- 1) Penyusun beton untuk jalan dan bendungan
- 2) Penimbun lahan bekas pertambangan
- 3) Recovery magnetic, cenosphere, dan karbon
- 4) Bahan baku keramik, gelas, batu bata, dan refraktori
- 5) Bahan penggosok (*polisher*)
- 6) Filler aspal, plastik, dan kertas
- 7) Pengganti dan bahan baku semen
- 8) Aditif dalam pengolahan limbah (*waste stabilization*)
- 9) Konversi menjadi zeolit dan adsorben



c. Durabilitas

Durabilitas campuran dinyatakan dengan nilai stabilitas sisa. Nilai durabilitas meningkat seiring meningkatnya kadar filler abu terbang batubara yang digunakan berturut 4%, 5%, 6%, 7%, dan 8% yaitu sebesar 91,433%, 93,042%, 95,216%, 95,400%, dan 95,703%. Untuk rentang kadar filler 4% sampai 8%, meningkatkan nilai durabilitas, yang mengindikasikan adanya ketahanan campuran terhadap pengaruh cuaca dan beban lalu lintas atau nilai keawetan yang cukup baik.

2. Dari kelima variasi kadar filler abu terbang batubara yang digunakan, kadar filler 6% menjadi kadar filler yang optimum/ ideal sebagai bahan pengisi dalam campuran beton aspal, dengan Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 5,47%.

## 5.2 Saran

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka penulis menyarankan :

1. Untuk menggunakan jenis filler yang lain untuk melihat perbandingan karakteristik Marshall yang akan dihasilkan.
2. Untuk menggabungkan antara filler abu terbang batubara dengan filler yang lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Andriati A.H., 1987 : Pemanfaatan Limbah Untuk bahan Bangunan.
2. Anonim, (1997) *The Asphalt Institute, Performance Graded Asphalt Binder Specification and Testing, Superpave Series No.1 (SP-1)*, Kentucky.
3. Anonim, (1998), Departemen Pekerjaan Umum – Direktorat Jendral Bina Marga, Spesifikasi, Jakarta.
4. Anonim, (1999), Departemen Permukiman dan Pengembangan Wilayah, Pedoman Perencanaan Campuran Beraspal Panas Dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak, Badan Penelitian dan Pengembangan Kimbangwil – Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi dan Prasarana Jalan, No.023/T/BM/1999 SK.No.76/KPTS/Db/ 1999, Jakarta.
5. Anonim, (2001), Departemen Permukiman dan Pengembangan Wilayah, Spesifikasi Baru Beton Aspal Campuran Panas, Badan Penelitian dan Pengembangan Kimbangwil – Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi dan Prasarana Jalan, Jakarta.
6. Anonim, (2002), Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas, Jakarta.
7. Anonim, (2004), Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, Spesifikasi Proyek Pembangunan Jalan dan Jembatan Propinsi Jawa Tengah, Direktorat Jendral Prasarana Wilayah, Jakarta.
8. *Harold N. Atkins, (1997), Highway Materials, Soils and Concretes, 3th Edition Prentice Hall, New Jersey.*

9. *Kerbs, R.D. and Walker, R.D., (1971), Highway Materials, McGraw Hill, New York.*
10. *Shell Bitumen, (1990). The Shell Bitumen Hand Book, Shell Bitumen UK, UK.*
11. *Sukirman, S, (2003), Beton Aspal Campuran Panas, Nova, Bandung.*
12. *Watson, J. (1994), Highway Construction and Maintenance Second Edition, Longman Scientific & Technical, USA.*

