

# **TUGAS AKHIR**

**PENGARUH PENAMBAHAN ANTI STRIPPING (*WETFIX-BE*)  
TERHADAP KARAKTERISTIK ASPAL PORUS DENGAN  
MENGUNAKAN BAHAN PENGIKAT LIQUID ASBUTON**



**DISUSUN OLEH :**

**ARMANSYAH ARSYAD**

**D111 07 616**

**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2012**

**KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas segala berkah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir, sebagai salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi pada Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Hasanuddin. Tugas akhir ini disusun berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang dilakukan di Laboratorium Rekayasa Transportasi Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Hasanuddin.

Kami menyadari sepenuhnya bahwa selesainya tugas akhir ini berkat bantuan dari berbagai pihak. Utamanya kedua orang tua saya tercinta yang telah memberikan bantuan moril dan material.

Dengan segala kerendahan hati, saya juga ingin menyampaikan terima kasih serta penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Ayah dan ibu tercinta atas pengorbanan dan doa kepada saya.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Lawalenna Samang, MS. M.Eng. selaku ketua Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Dr. Ir. H. Nur Ali, MT. selaku dosen pembimbing I, yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan ini.
4. Bapak Ir. Arifin Asri, M.Si. selaku dosen pembimbing II, yang telah banyak meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan kepada kami.

5. Bapak Ir. Sakti Adji Adisasmita, M.Si., Sc PhD, selaku kepala Laboratorium Rekayasa Transportasi yang telah memberikan izin atas segala fasilitas yang dipergunakan didalam Laboratorium Rekayasa Transportasi.
6. Ibu Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, MT., selaku sekretaris Laboratorium Rekayasa Transportasi yang telah memberikan semangat dan dukungan kepada kami dalam menyelesaikan penelitian ini.
7. Seluruh dosen, staf dan karyawan Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Hasanuddin.
8. Bapak Kanrasman selaku staf Laboratorium Rekayasa Transportasi Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Hasanuddin atas segala bimbingan dan pengarahan selama pelaksanaan penelitian di Laboratorium.
9. Seluruh keluarga tercinta yang senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan moral dan materil.
10. Teman bertukar pikiran dan berdebat saya, Jelly Monalisa Montolalu yang senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan moral dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Kepada Kanda Zulkarnaim dan Dedy Rachman Gani, ST yang telah banyak membantu dan memberikan masukan dalam menyelesaikan penelitian ini.
12. Kepada teman-teman angkatan 2007 x10c khususnya, Enoz, Fandi, Atma, Ade, Atthul, Adit, Indra, serta seluruh teman-teman yang tidak bisa saya sebutkan namanya satu persatu.

Kami menyadari bahwa tulisan ini tidak luput dari kekurangan-kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kepada para pembaca, kiranya dapat memberikan sumbangan pemikiran demi kesempurnaan dan pembaharuan tugas akhir ini.

Akhir kata, semoga Allah SWT melimpahkan Rahmat dan Taufiq-Nya kepada kita, dan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang berkepentingan.

**Makassar, Agustus 2012**

**Penulis**

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah .....	I-4
1.3 Tujuan Penelitian.....	I-5
1.4 Batasan Masalah.....	I-5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Dasar Teori.....	II-1
2.1.1 Jenis dan Fungsi Lapisan Perkerasan .....	II-1
2.1.2 Bahan Penyusun Perkerasan.....	II-1
2.1.2.1 Aspal.....	II-1
2.1.2.2 Agregat .....	II-5
2.2 Bahan Anti Stripping yang Berbasis Hydrocarbon.....	II-8
2.3 <i>Liquid</i> Asbuton.....	II-11
2.4 Aspal Porus .....	II-14
2.5 Penggunaan Aspal Porus .....	II-17
2.5.1 Keuntungan Penggunann Aspal Porus .....	II-17
2.5.2 Kerugian dalam Penggunaan aspal Porus .....	II-18
2.5.3 Area yang tidak efektif untuk penggunaan aspal porus .....	II-18
	III-5

2.6	Aplikasi Aspal Porus .....	II-19
2.7	Karakteristik Material Aspal Porus .....	II-20
2.7.1	Agregat Kasar .....	II-20
2.7.2	Agregat Halus .....	II-20

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1	Umum .....	III-1
3.2	Garis Besar Program Kerja .....	III-2
3.3	Metodologi Pengumpulan Data .....	III-3
3.3.1	Metode Pengambilan Sampel .....	III-3
3.3.2	Metode <i>Design</i> .....	III-4
3.4	Proses Penelitian .....	III-5
3.4.1	Tahap Studi Pendahuluan .....	III-5
3.4.2	Persiapan Bahan .....	III-6
3.4.3	Pengujian Sifat Bahan .....	III-6
3.5	Pengujian Mix Design Aspal Porus .....	III-7
3.5.1	Penentuan Berat Jenis dan Penyerapan Campuran .....	III-7
3.5.2	<i>Mix Design</i> Metode <i>Marshall</i> .....	III-8
3.5.3	Karakteristik Metode <i>Marshall</i> .....	III-8
3.5.4	Pengujian Permeabilitas <i>Mix Design</i> .....	III-13
3.5.5	Pengujian Cantabro .....	III-14
3.5.6	Pengujian <i>Binder Drain-Down</i> .....	III-15
3.6	Jumlah Benda Uji .....	III-16

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1	Hasil Pengujian .....	IV-1
4.1.1	Karakteristik Sifat Fisik Agregat .....	IV-1
4.1.2	Karakteristik Sifat Bahan <i>Liquid Asbuton</i> .....	IV-2
4.1.3	Penentuan Gradasi Campuran .....	IV-3
4.2	Hasil Pengujian Cantabro Aspal Porus .....	IV-3

4.3	Hasil Pengujian Porositas Aspal Porus .....	IV-4
4.4	Hasil Pengujian Permeabilitas Aspal Porus .....	IV-5
4.5	Hasil Pengujian Binder Drain Down.....	IV-5
4.6	Hasil Pengujian dengan Metode Marshall .....	IV-6
	4.6.1 Hubungan antara wetfix dengan VMA .....	IV-6
	4.6.2 Hubungan antara wetfix dengan VIM.....	IV-7
	4.6.3 Hubungan antara wetfix dengan Stabilitas.....	IV-7
	4.6.4 Hubungan antara wetfix dengan Flow .....	IV-8
	4.6.5 Hubungan antara wetfix dengan MQ .....	IV-8
4.7	Penentuan kadar Wetfix Optimum.....	IV-9
4.8	Pembahasan.....	IV-10
	4.8.1 Pengujian Cantabro Aspal Porus.....	IV-10
	4.8.2 Pengujian Porositas Aspal Porus.....	IV-10
	4.8.3 Pengujian Permeabilitas Aspal Porus.....	IV-11
	4.8.4 Pengujian Binder Drain Down .....	IV-11
	4.8.5 Pengujian dengan Metode Marshall .....	IV-12
	4.8.5.1 Hubungan antara wetfix dengan VMA .....	IV-12
	4.8.5.2 Hubungan antara wetfix dengan VIM.....	IV-12
	4.8.5.3 Hubungan antara wetfix dengan Stabilitas.....	IV-13
	4.8.5.4 Hubungan antara wetfix dengan Flow .....	IV-13
	4.8.5.5 Hubungan antara wetfix dengan MQ .....	IV-14

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1	Kesimpulan.....	V-1
5.2	Saran.....	V-1

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Jenis gradasi agregat.....	II-7
Gambar 2.2	Struktur kimia aditif anti stripping wetfix-be.....	II-8
Gambar 2.3	Rantai <i>Hybrocardon</i> antara aspal dan agregat .....	II-9
Gambar 2.4	Pengelupasan kelekatan passive .....	II-9
Gambar 2.5	Bagaimana senyawa wetfix BE bereaksi pada aspal.....	II-10
Gambar 2.6	Proses Produksi <i>Liquid</i> Asbuton .....	II-13
Gambar 2.7	<i>Buton Rock Asphalt</i> (BRA) .....	II-13
Gambar 2.8	Foto Fisik <i>Liquid</i> Asbuton.....	II-14
Gambar 2.9	Peta Lokasi Deposit Asbuton .....	II-14
Gambar 2.10	Sistem Aspal Porus.....	II-15
Gambar 2.11	Sistem drainase Aspal Porus .....	II-17
Gambar 2.12	Perbedaan penggunaan aspal padat dan aspal porus .....	II-20
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian.....	III-2
Gambar 3.2	Alat Pengujian <i>Marshall</i> .....	III-13
Gambar 3.3	Alat Pengujian Cantabro .....	III-15
Gambar 4.1	Hubungan antara kadar wetfix-be dengan cantabro .....	IV-4
Gambar 4.2	Hubungan antara kadar wetfix-be dengan porositas .....	IV-4
Gambar 4.3	Hubungan antara kadar wetfix-be dengan permeabilitas .....	IV-5
Gambar 4.4	Hubungan antara kadar wetfix-be dengan binder drain down ..	IV-6
Gambar 4.5	Hubungan antara kadar wetfix-be dengan VMA .....	IV-6
Gambar 4.6	Hubungan antara kadar wetfix-be dengan VIM.....	IV-7
Gambar 4.7	Hubungan antara kadar wetfix-be dengan stabilitas .....	IV-7
Gambar 4.8	Hubungan antara kadar wetfix-be dengan flow .....	IV-8
Gambar 4.9	Hubungan antara kadar wetfix-be dengan MQ .....	IV-8
Gambar 4.10	Kadar wetfix-be optimum .....	IV-9



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Deposit Asbuton.....	II-12
Tabel 2.2	Gambaran tentang pemakaian aspal porus di Eropa .....	II-19
Tabel 3.1	Jumlah benda uji untuk pengujian karakteristik aspal porus.....	III-16
Tabel 4.1	Hasil ppengujian sifat-sifat fisik agregat.....	IV-1
Tabel 4.2	Karakteristik bahan <i>liquid</i> Asbuton.....	IV-2
Tabel 4.3	Gradasi agregat gabungan .....	IV-3

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A Hasil Pengujian Sifat-Sifat Fisik Agregat
- Lampiran B Hasil Pengujian Sifat Bahan *liquid* Asbuton
- Lampiran C Hasil Pengujian Karakteristik Aspal Porus
- Lampiran D Angka Korelasi Stabilitas
- Lampiran E Angka Kalibrasi *Marshall Test*
- Lampiran F Dokumentasi

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang Masalah**

Peningkatan dan pengembangan aksesibilitas transportasi jalan adalah suatu hal yang sangat penting untuk menunjang aktivitas sosial dan perekonomian daerah suatu negara. Oleh karena itu pengembangan jaringan jalan adalah sesuatu yang dipandang perlu untuk dapat melayani perkembangan arus lalu lintas dengan aman dan nyaman. Salah satu faktor pendukung agar akses sibilitas suatu jaringan jalan menjadi aman dan nyaman bagi pengguna jalan yaitu dengan mendesain suatu lapis permukaan perkerasan jalan yang akan tetap memuaskan selama masa layanannya.

Lapis permukaan perkerasan jalan merupakan lapis yang langsung bersentuhan dengan permukaan roda kendaraan. Distribusi beban roda yang diterima lapis permukaan jauh lebih besar dari lapis di bawahnya. Alasan inilah menyebabkan lapis permukaan dirancang dengan mutu bahan yang lebih baik dengan syarat teknis yang lebih tinggi. Bila konstruksi perkerasan aspal yang

digunakan berorientasi pada kekuatan (stabilitas tinggi) dapat menggunakan gradasi rapat (*dense-graded*), untuk fleksibilitas dan durabilitas menggunakan gradasi senjang (*gap-graded*) sedangkan untuk tujuan *permeability* dapat menggunakan gradasi terbuka/seragam (*open-graded*).

Hal ini menuntut diperlukannya suatu desain perkerasan jalan yang mampu mengatasi dampak-dampak yang sering ditimbulkan dari struktur perkerasan jalan yang ada saat ini seperti tingkat kecelakaan yang tinggi, kebisingan dan lain-lain, dengan kata lain membutuhkan konstruksi perkerasan yang memenuhi syarat sehingga pelayanan ruas jalan menjadi lebih maksimal.

Salah satu alternatif untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan adalah dengan menggunakan lapisan perkerasan aspal porus (*porous asphalt*), rongga aspal porus berfungsi untuk meneruskan aliran air ke saluran samping dan lapisan dasar yang kedap air untuk mencegah air meresap ke lapis subbase dan badan jalan sehingga genangan air di atas permukaan jalan yang seringkali terjadi setelah hujan dan mengganggu kelancaran arus lalu lintas dapat diminimalisir.

Aspal porus adalah aspal yang dicampur dengan agregat tertentu yang setelah dipadatkan mempunyai 20 % pori-pori udara. Aspal porus umumnya memiliki nilai stabilitas *Marshall* yang lebih rendah dari aspal beton yang menggunakan gradasi rapat, stabilitas *Marshall* akan meningkat bila gradasi terbuka yang digunakan lebih banyak fraksi halus (Cabrera & Hamzah, 1996). Aspal porus adalah campuran aspal dengan agregat tertentu yang didesain setelah dipadatkan mempunyai pori-pori udara berkisar 20 %. (Khalid & Jimenes, 1994).

Campuran aspal porus merupakan generasi baru dalam perkerasan lentur, yang membolehkan air meresap ke dalam lapisan atas (*wearing course*) baik secara vertikal maupun horizontal. Kondisi ini dimungkinkan, karena gradasi yang digunakan memiliki fraksi agregat kasar tidak kurang dari 85% dari volume campuran. Lapisan ini menggunakan gradasi terbuka (*open graded*) yang dihamparkan di atas lapisan aspal yang kedap air agar tidak terjadi rembesan ke pondasi jalan. Lapisan aspal porus ini secara efektif dapat memberikan tingkat keselamatan yang lebih, terutama di waktu hujan agar tidak terjadi *aqua-planing* sehingga menghasilkan kekesatan permukaan yang lebih kasar dan dapat mengurangi kebisingan (*noise reduction*). (Media Teknik Sipil, Ary Setyawan & Sanusi).

Masalah utama dalam pekerjaan beraspal di Indonesia adalah kebutuhan aspal nasional yang mencapai 1.200.000 ton/tahun yang tidak dapat dipenuhi dari produksi aspal dalam negeri, sehingga setengah dari jumlah tersebut masih harus diimpor. Sementara ketersediaan aspal minyak yang semakin terbatas dan harganya yang cenderung naik seiring dengan kenaikan harga pasar minyak mentah dunia.

Aspal Buton merupakan material alam yang terdapat di Pulau Buton Provinsi Sulawesi Tengah, Asbuton belum dapat dimanfaatkan secara optimal karena masih kalah bersaing dengan aspal minyak, hal ini disebabkan karena Asbuton masih perlu pemurnian terlebih dahulu sebelum dimanfaatkan untuk campuran perkerasan. Selain itu kadar bitumen yang terdapat pada Asbuton relative rendah, yaitu bervariasi antara 15% - 45% dari total berat (Tjitjik, S & Sastramihardja, 1998). Suatu proses pemurnian Asbuton tanpa pencampuran aspal

minyak telah berhasil membuat liquid Asbuton yang mengandung bitumen aspal sebesar 70% dan mineral sebesar 30% (Nur Ali).

Dari hasil pengujian sebelumnya didapatkan bahwa campuran agregat dengan asbuton sebagai bahan pengikat tanpa penambahan agregat halus diperoleh karakteristik aspal porus dengan nilai VIM (Void In Mix) yang besar sehingga menghasilkan nilai permeabilitas dan nilai porositas yang memenuhi spesifikasi akan tetapi nilai *cantabro* dan nilai stabilitas tidak memenuhi spesifikasi. Dari hasil pengujian tersebut maka perlu dilakukan modifikasi campuran dengan penambahan agregat halus agar *intelocking* antara butir agregat menjadi baik dan diperoleh nilai stabilitas dan nilai *cantabro* yang ditargetkan, dengan tetap mempertahankan nilai porositas dan permeabilitas yang diisyaratkan.

Dalam upaya meningkatkan kekuatan struktur perkerasan jalan di samping perlu adanya penggunaan campuran beraspal panas dengan pemilihan jenis material yang digunakan adalah sangat penting. Untuk memperbaiki kinerja campuran agregat aspal dapat pula dengan memodifikasi dengan menggunakan bahan tambahan sehingga diharapkan bisa meningkatkan kinerja campuran aspal. Salah satu bahan yang dapat digunakan yaitu bahan *Anti Stripping yang berbasis hydrocarbon (WETFIX-BE)*, bahan ini memberikan banyak keuntungan dalam konstruksi pekerjaan jalan, diantaranya dapat meningkatkan pelapisan dan daya lekat.

Dari uraian diatas, penulis mencoba untuk mengangkat sebuah tugas akhir dengan judul : **“Pengaruh Penambahan Anti Stripping (WETFIX-BE)**

## **Terhadap Karakteristik Aspal Porus Dengan Menggunakan Bahan Pengikat Liquid Asbuton”.**

### **1.2. Rumusan Masalah**

Permasalahan yang diteliti pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh penggunaan anti stripping (Wetfix BE) terhadap karakteristik Aspal Porus.
2. Bagaimana pengaruh variasi Wetfix BE optimum terhadap karakteristik Aspal Porus

### **1.3. Tujuan penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan anti stripping (Wetfix BE) terhadap karakteristik Aspal Porus
2. Untuk mengetahui variasi (*Wetfix BE*) Optimum pada campuran aspal porus menggunakan gradasi terbuka dengan tetap memperhatikan spesifikasi karakteristik Aspal Porus.

### **1.4. Batasan Masalah**

Demi tercapainya penelitian diperlukan suatu batasan dalam penulisan agar pembahasan tidak meluas ruang lingkupnya sehingga tujuan dari penulisan dapat tercapai dan dipahami.

Adapun ruang lingkup penulisan yang dijadikan sebagai batasan dalam penulisan adalah :

1. Penelitian ini dilakukan pada skala laboratorium.
2. Untuk bahan tambah yang berbasis hydrocarbon menggunakan *Anti Stripping (WETFIX-BE)*.
3. Gradasi agregat gabungan yang digunakan adalah agregat kasar yang bergradasi terbuka dengan penambahan agregat halus.
4. Pengujian karakteristik agregat dan aspal serta komposisi campuran sebagai bahan perancangan aspal porus yang mengacu pada SNI (Standar Nasional Indonesia).
5. Bahan yang digunakan yaitu 100% *liquid* Asbuton dengan penetrasi 40/70.
6. Material agregat kasar dan agregat halus berasal dari Sungai Bili-Bili Kecamatan Parangloe hasil *stone crusher* PT. BMA (Bima Moriesya Anugrah) Propinsi Sulawesi Selatan.
7. Aspal porus direncanakan dengan target angka pori (porositas) 20%.
8. Pengujian terhadap campuran dilakukan sesuai standar Malaysia serta meninjau data dari hasil Pengujian *Marshall*, Pengujian *Cantabro*, Pengujian permeabilitas, Porositas dan *Binder Drain Down*.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Dasar Teori**

##### **2.1.1 Jenis dan Fungsi Lapisan Perkerasan**

Berdasarkan bahan pengikatnya, menurut Sukirman (1993), konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan menjadi :

- a) Konstruksi perkerasan lentur (flexible pavement), yaitu perkerasan menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya;

- b) Konstruksi perkerasan kaku (rigid pavement), yaitu perkerasan yang menggunakan semen (portland cement) sebagai bahan pengikat.
- c) Konstruksi perkerasan komposit (composite pavement), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur.

## **2.1.2 Bahan Penyusun Perkerasan**

### **2.1.2.1 Aspal**

Aspal merupakan salah satu jenis dan lapis perkerasan konstruksi perkerasan lentur. Jenis perkerasan ini merupakan campuran merata antara agregat dan aspal sebagai pengikat pada suhu tertentu. Aspal adalah zat perekat (*cementitious*) berwarna hitam atau gelap, yang dapat diperoleh di alam ataupun sebagai hasil produksi.

Menurut Silvia Sukirman (2003:26) menjelaskan bahwa : Aspal adalah material yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat dan bersifat *termoplastis*. Jadi, aspal akan mencair jika dipanaskan sampai temperatur tertentu dan kembali membeku jika temperatur turun. Bersama dengan agregat, aspal merupakan material pembentuk campuran perkerasan jalan. Umumnya aspal digunakan untuk bahan pengikat agregat.

Menurut Silvia Sukirman (1999), 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 atau dapat masuk ke dalam pori-pori yang ada pada

penyemprotan atau penyiraman pada perkerasan macadam ataupun peleburan. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya (sifat termoplastis).

Silvia Sukirman (1993) menyatakan bahwa, berdasarkan cara diperolehnya aspal dapat dibedakan menjadi :

1. Aspal alam, dapat dibedakan menjadi :
  - Aspal gunung (rock asphalt);
  - Aspal danau (lake asphalt)
2. Aspal buatan
  - Aspal minyak, merupakan hasil penyulingan minyak bumi
  - Tar, merupakan hasil penyulingan batu bara.

Aspal minyak dengan bahan dasar minyak dapat dibedakan atas (Sukirman S, 1999) :

1. Aspal keras/panas (*asphalt cement*, AC), adalah aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan panas. Aspal ini berbentuk padat pada keadaan penyimpanan (temperatur ruang).
2. Aspal dingin/cair (*cut back asphalt*), adalah aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan dingin.
3. Aspal emulsi (*emulsion asphalt*), adalah aspal yang disediakan dalam bentuk emulsi. Dapat digunakan dalam keadaan dingin ataupun panas. Aspal emulsi dan aspal cair umumnya digunakan pada campuran dingin atau pada penyemprotan dingin.

Aspal yang digunakan sebagai material perkerasan jalan berfungsi sebagai berikut:

1. Bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan antara sesama aspal.
2. Bahan pengisi, mengisi rongga antar butir agregat dan pori-pori yang ada di dalam butir agregat itu sendiri.

Untuk dapat memenuhi kedua fungsi aspal itu dengan baik, maka aspal haruslah memiliki sifat adhesi dan kohesi yang baik, serta pada saat dilaksanakannya mempunyai tingkat kekentalan tertentu.

Sifat-sifat pada aspal antara lain adalah :

1. Daya tahan, adalah kemampuan pada aspal untuk mempertahankan sifat asalnya pada masa layan jalan akibat dari pengaruh cuaca;
2. Adhesi dan kohesi, adhesi adalah kemampuan aspal untuk mengikat agregat sehingga dihasilkan ikatan yang baik antara agregat dengan aspal. Kohesi adalah kemampuan dari aspal itu untuk dapat mempertahankan agregat tetap di tempatnya setelah terjadi pengikatan;
3. Kepekaan terhadap temperatur, adalah kondisi dimana aspal akan menjadi keras atau lebih kental jika temperatur berkurang dan akan lunak atau lebih cair jika suhunya bertambah (aspal merupakan material yang termoplastis).

Sifat lain dan aspal adalah *viscoelastic*, sifat inilah yang membuat aspal dapat menyelimuti dan menahan agregat tetap pada tempatnya selama proses produksi dan masa pelayanannya. Fungsi aspal dalam campuran perkerasan adalah sebagai pengikat yang bersifat *viscoelastis*, sehingga akan melunak dan

mencair bila mendapat cukup pemanasan dan sebaliknya. Dengan sifat ini aspal dapat menyelimuti dan menahan agregat tetap pada tempatnya, selama masa layanan perkerasan dan berfungsi sebagai pelumas pada saat penghamparan dilapangan, sehingga memudahkan untuk dipadatkan. Disamping itu juga aspal berfungsi sebagai pengisi rongga antara butir-butir agregat dan pori-pori yang ada dan agregat, sehingga untuk itu aspal harus mempunyai daya tahan (tidak cepat rapuh terhadap cuaca). Aspal harus mempunyai adhesi dan kohesi yang baik dan memberikan sifat fleksibel pada campuran, selain itu juga membuat permukaan jalan menjadi kedap air.

#### **2.1.2.2 Agregat**

Agregat sebagai salah satu faktor penentu kemampuan perkerasan jalan memikul lalu lintas dan daya tahan terhadap cuaca. Pemakaian agregat sebagai bahan perkerasan jalan perlu diperhatikan mengenai gradasi, kebersihan, kekerasan dan ketahanan agregat, bentuk butir tekstur permukaan, porositas, absorpsi berat jenis dan daya kelekatan aspal.

Berdasarkan besar partikel-partikel agregat dibedakan atas:

1. Agregat kasar : agregat  $> 4,75$  mm menurut ASTM atau  $> 2$  mm menurut AASHTO.
2. Agregat halus : agregat  $< 4,75$  mm menurut ASTM atau  $< 2$  mm dan  $> 0.075$  mm menurut AASHTO.

3. Abu batu/mineral *filler* : agregat halus yang umumnya lolos saringan no. 200.

Agregat didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan padat. ASTM mendefinisikan agregat sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa massa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen (Sukirman S, 2003).

Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan, yaitu 90-95% agregat berdasarkan persentase berat, atau 75- 85% agregat berdasarkan persentase volume. Dengan demikian kualitas perkerasan jalan ditentukan juga dan sifat-sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain.

ASTM (1974) mendefinisikan batuan sebagai bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa masa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen. (Sukirman, 1999).

Sifat-sifat agregat antara lain adalah :

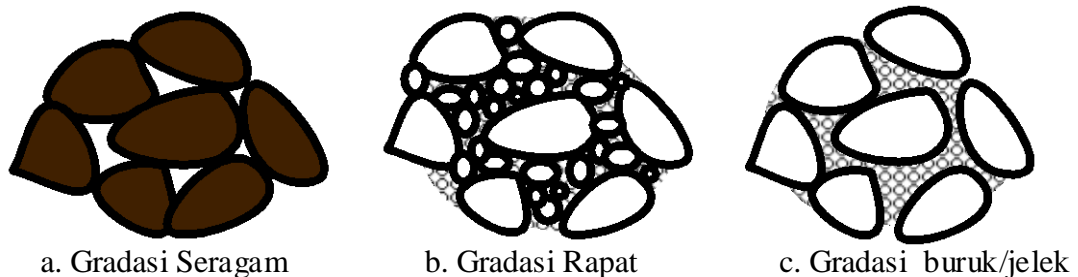
A. Gradasi

Gradasi atau distribusi partikel-partikel berdasarkan ukuran agregat merupakan hal yang penting dalam menentukan stabilitas perkerasan jalan. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang akan menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan. Gradasi agregat dapat dibedakan atas:

- a. Gradasi seragam (*uniform graded*) adalah agregat dengan ukuran yang hampir sama/sejenis. Gradasi seragam disebut juga gradasi terbuka (*open graded*) karena hanya mengandung sedikit agregat halus sehingga terdapat banyak ruang/rongga kosong antara agregat. Agregat dengan gradasi

seragam akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan sifat permeabilitas tinggi, stabilitas kurang, berat volume kecil.

- b. Gradasi rapat (*dense graded*) merupakan campuran agregat kasar dan halus dalam porsi yang berimbang sehingga dinamakan juga agregat bergradasi baik (*well graded*).
- c. Gradasi buruk/jelek (*poorly graded*) merupakan campuran agregat yang tidak memenuhi dua kategori di atas. Gradasi ini disebut juga gradasi senjang dan akan menghasilkan lapisan perkerasan yang mutunya terletak antara kedua jenis tersebut di atas. (Sukirman S, 1999:45).



**Gambar 2.1** Jenis gradasi agregat

#### B. Daya tahan agregat

Daya tahan agregat adalah ketahanan agregat untuk tidak hancur/pecah oleh pengaruh mekanis atau kimia. Degradasi didefinisikan sebagai kehancuran agregat menjadi partikel-partikel yang lebih kecil akibat gaya yang diberikan pada waktu penimbunan, pemadatan ataupun oleh beban lalu lintas.

Faktor yang mempengaruhi tingkat degradasi :

1. Jenis agregat, jenis agregat yang lunak mengalami degradasi yang lebih besar dari agregat yang lebih keras,
2. Gradasi, gradasi terbuka mempunyai tingkat degradasi yang lebih besar dari pada gradasi rapat,
3. Bentuk, partikel bulat akan mengalami degradasi yang lebih besar dari yang berbentuk kubus/bersudut,
4. Ukuran partikel, partikel yang lebih kecil mempunyai tingkat degradasi yang lebih kecil dari pada partikel dengan ukuran besar,
5. Energi pemadatan, degradasi akan terjadi lebih besar pada pemadatan dengan menggunakan energi pemadatan yang lebih besar.

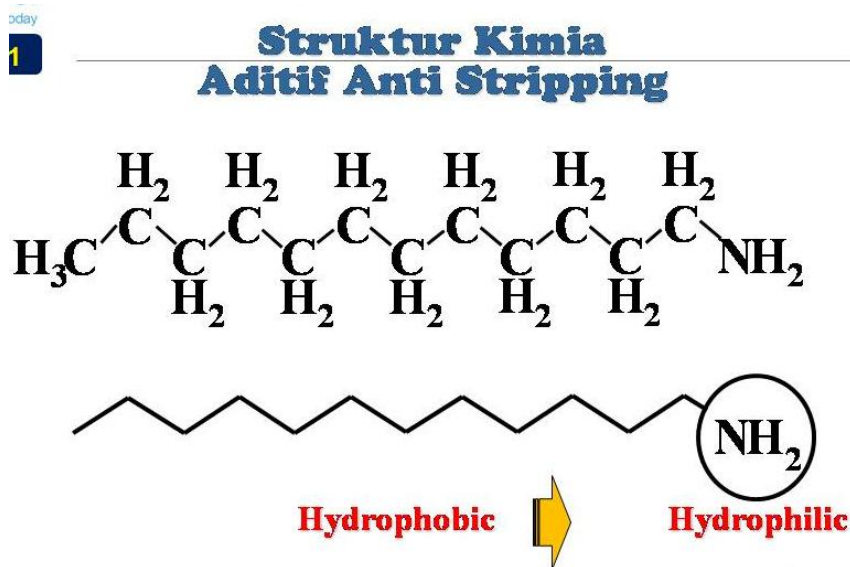
#### C. Bentuk dan tekstur agregat

1. Bulat, yaitu agregat yang dijumpai di sungai, pada umumnya telah mengalami pengikisan oleh air sehingga umumnya berbentuk bulat;
2. Lonjong, dikatakan lonjong bila ukuran terpanjangnya  $>1,8$  kali diameter rata-rata;
3. Kubus, merupakan bentuk agregat hasil dari mesin pemecah batu (crusher stone) yang mempunyai bidang kontak yang lebih luas, (berbentuk bidang rata sehingga memberikan interlocking/saling mengunci yang lebih besar);
4. Pipih, dapat merupakan hasil dari mesin pemecah batu maupun memang merupakan sifat dari agregat tersebut yang jika dipecahkan cenderung berbentuk pipih;



5. Tak beraturan, merupakan agregat yang tidak mengikuti salah satu yang disebutkan di atas.

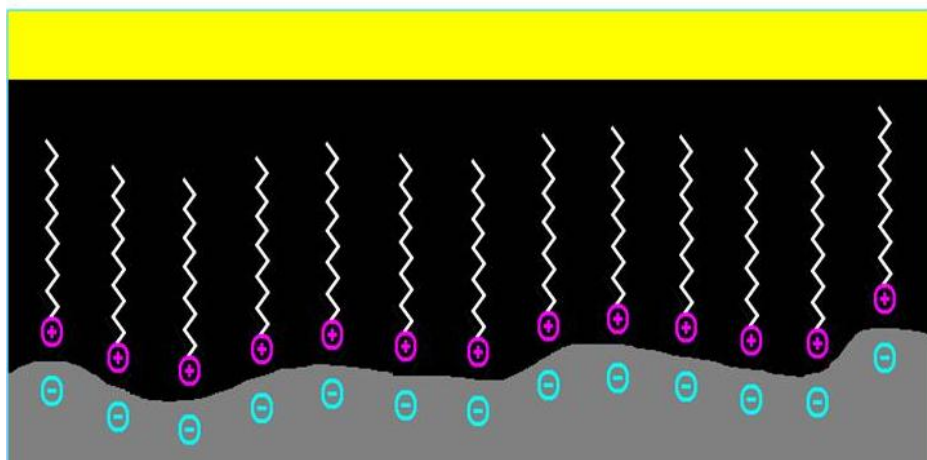
## 2.2 Bahan Anti Stripping yang berbasis Hydrocarbon (Wetfix BE)



Gambar 2.2 Struktur kimia aditif anti stripping Wetfix BE

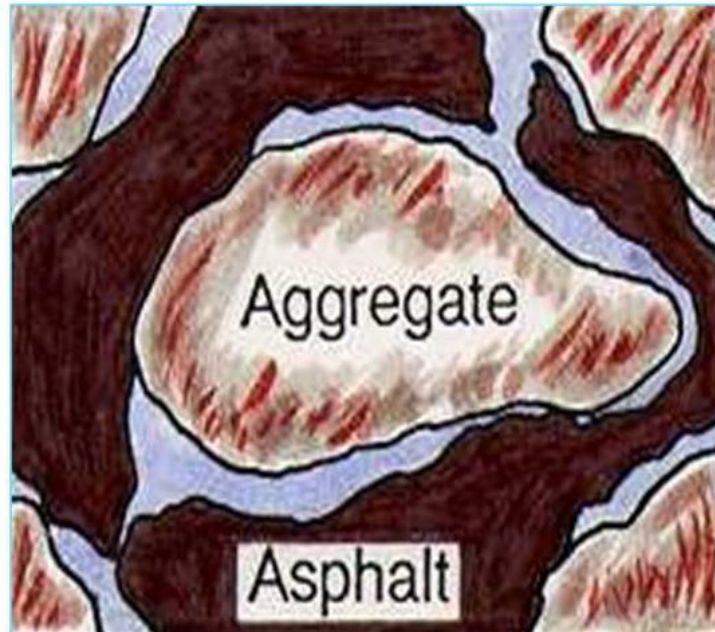
### Fungsi dari Pasif Additive Anti Stipping

Rantai hydrocarbon nya beraksi sebagai jembatan antara Aspal & Agregat



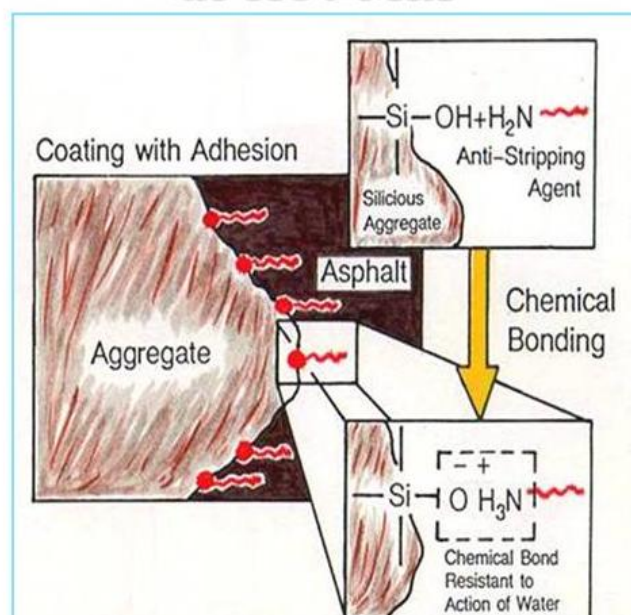
Gambar 2.3 Rantai hydrocarbon antara aspal dan agregat

## Pengelupasan Kelekatan Passive



Gambar 2.4 Pengelupasan kelekatan passive

## Bagaimana Additive Anti Stripping ini mencegah pengelupasan di Hot Mix



Gambar 2.5 Bagaimana Senyawa wetfix BE yang bereaksi pada aspal

*WETFIX-BE* adalah aditif cair, yang dirancang khusus untuk campuran aspal panas stabilitas panas mana yang baik diperlukan. Bahan aditive aspal *WETFIX-BE* yang digunakan untuk kelekatan dan anti pengelupasan (*stripping*) harus ditambahkan kedalam aspal dengan memperhatikan persentase dan waktu pencampuran sampai homogen. Untuk campuran beraspal panas (*hot-mix*) diperlukan bahan additive antara 0,2% - 0,4% terhadap aspal.

Kegunaan dari *Anti-Stripping (WETFIX-BE)* yaitu :

1. Memperpanjang waktu pelapisan ulang *Hot-mix*
2. Biaya perawatan lebih rendah
3. Memungkinkan seleksi jenis agregat yang lebih luas
4. Meminimalkan kerusakan air

Dari hasil pengukuran spectra infra merah *WETFIX-BE* di Laboratorium Depertemen Kimia – Institut Teknologi Bandung, dan gugus fungsi yang terdapat dalam bahan additive tersebut adalah N, CHsp2 dan C-H alipatik. Proses pengukuran dilakukan tanpa dan dengan pemanasan pada 100°C selama 10 menit, tidak terjadi perubahan spectra infra merah secara signifikan, yang menyatakan zat aditive aspal (*WETFIX-BE*) cukup stabil ( I Ketut Darsana,2009).

### **2.3 Liquid Asbuton**

*Liquid Asbuton* adalah nama suatu produk ekstraksi batuan aspal alam dari Pulau Buton melalui pengembangan teknologi, *liquid Asbuton* memiliki penetrasi yang sangat rendah, sehingga digolongkan sebagai aspal keras. pada umumnya mengandung 60% sampai dengan 75% kadar bitumen sisanya adalah mineral 25%-40% sebagai bahan pengisi alam, bitumen sebagian besar dibentuk oleh

*asphaltene* dan sedikit *maltene* kadar stabilitas yang tinggi dan *malten*, yang terdiri dan *polyaromatics* resin (dengan struktur aromatik dan *naftenik*) dapat memperbaiki stabilitas campuran beraspal. Kadar *aspalten* yang tinggi dalam *liquid* Asbuton menyebabkan pengurangan penetrasi atau peningkatan *viscositas* aspal dan titik lembek aspal. Dapat digunakan bahan tambah *modifier* campuran beton aspal yang dipakai untuk memodifikasi aspal salah satu bahan modifikasi aspal minyak adalah bahan modifikasi alami *liquid* Asbuton, yang merupakan bahan modifikasi aspal alami dari Pulau Buton. *Liquid* Asbuton diproduksi di Kawasan Industri Makassar oleh salah satu perusahaan Nasional yang berdomisili di Makassar.

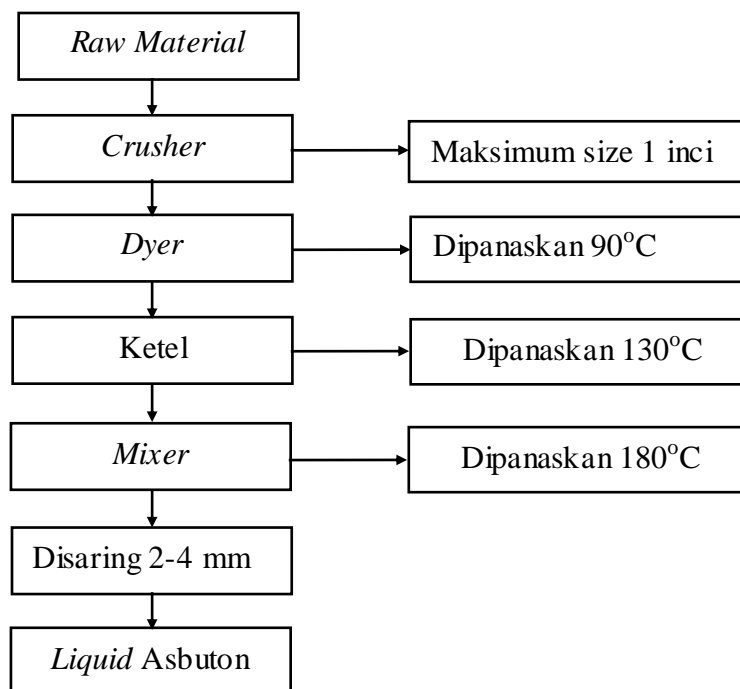
Aspal buton (*liquid* Asbuton) sebagai aspal alam harus dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin dalam program pembangunan infrastruktur jalan di Indonesia. Aspal Buton memiliki berbagai keunggulan dibandingkan dengan aspal minyak yang saat ini harganya terus meningkat seiring dengan kenaikan harga minyak dunia.

**Tabel 2.1** Deposit Asbuton

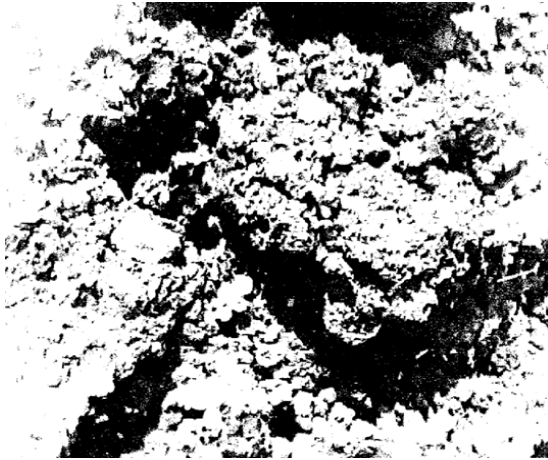
No.	Daerah	Kadar Aspal (%)	Deposit (juta ton)
1	Kabungka	10 - 20	60
2	Winto	10 – 20	3,20
3	Winil	10 – 20	0,60
4	Siantopina	10 – 20	181,25
5	Olala	10 – 20	47,089
6	Ereke	10 – 20	174,725
7	Lawele	20 – 40	210

(Sumber Penelitian Asbuton Litbang, 2006)

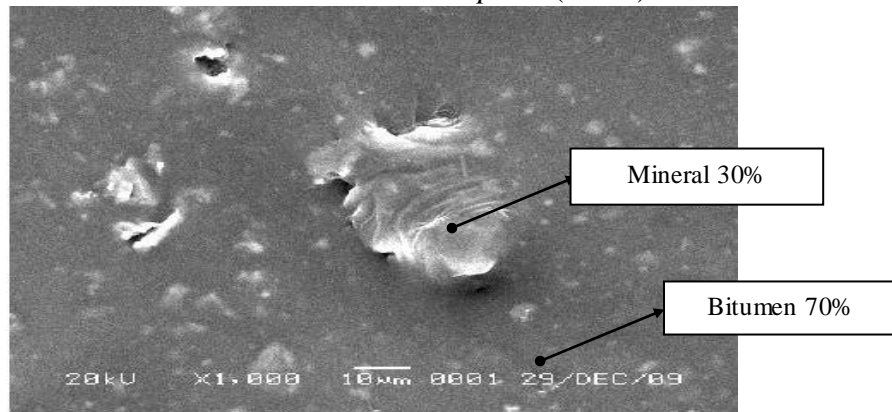
*Liquid Asbuton* diproduksi dari *Buton Rock Aspal (BRA)* dalam bentuk bongkahan, kemudian ukuran diperkecil melalui *crusher* hingga *maximum size 1 inch*, selanjutnya dimasukkan ke dalam *dryer* untuk proses pengeringan dan kadar air dan dipanaskan dengan temperatur 90°C. Selanjutnya masuk dalam ketel dan dipanaskan 130°C, kemudian sampai ke *mixer* dan dipanaskan lagi dengan temperatur 180°C sehingga seluruh kandungan aspal yang ada dalam batuan keluar, lalu selanjutnya disaring dengan ukuran saringan 2 - 4 mm. *Liquid Asbuton* hasil penyaringan dimasukkan ke dalam drum aspal dan siap untuk digunakan.



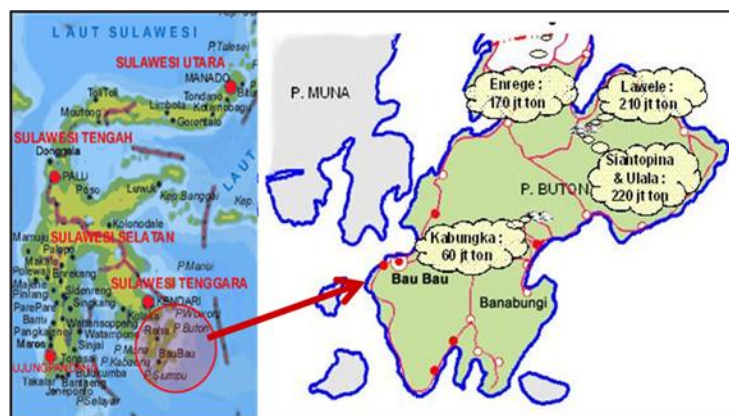
**Gambar 2.6** Proses produksi *liquid Asbuton*



Gambar 2.7 Buton Rock Asphalt ( BRA)



Gambar 2.8 Foto fisik *liquid* Asbuton

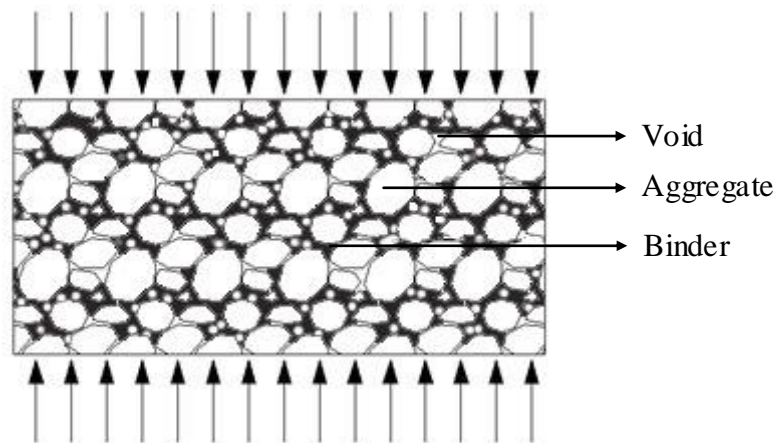


Gambar 2.9 Peta lokasi deposit Asbuton (*Sumber Penelitian Asbuton Litbang*)

## 2.4 Aspal Porus



Penggunaan nama Aspal Porus sangat terkait dengan perilaku atau sifat-sifat campuran beraspal yang menggunakan gradasi agregat dengan jumlah fraksi kasar diatas 85% dari berat total campuran, sehingga struktur yang dihasilkan lebih terbuka dan berongga. Struktur demikian diharapkan dapat meningkatkan kemampuan mengalirkan air baik secara arah vertikal maupun horizontal. Peningkatan proporsi agregat kasar dan mengurangi agregat halus dapat meningkatkan nilai rongga dalam campuran (Cabrera,et.al 1996).



**Gambar 2.10** Sistem aspal porus

Aspal porus memiliki kemampuan untuk mengalirkan air. Campuran aspal porus didesain supaya mempunyai kemampuan untuk memperbolehkan air diatas permukaan masuk kedalam lapisan kedap air dan mengalirkan air kesaluran samping. Di Eropa campuran aspal porus dimodifikasi ulang agar rongga-rongga udara berhubungan antara satu sama lain. Aspal porus adalah lapisan yg istimewa jika dipergunakan sebagai lapisan aus. Gradasi aspal porus diperoleh dari mencampurkan batu pecah yang bergradasi terbuka (*open graded*) dengan aspal sehingga mengandung rongga udara yang tinggi pada saat pemadatan. Modifikasi

rongga udara sesuai dengan spesifikasi yaitu 20-25% agar dapat mengalirkan air masuk diatas lapisan kedap air dan mengalirkannya kesaluran samping sisi jalan.

Aplikasi penggunaan campuran aspal porous telah lama dipraktikkan di Amerika Serikat dan Eropa. Di Malaysia, penggunaan campuran aspal porous masih permulaan yaitu sekitar tahun 90-an. (Cahirul Abrar B Ali Ramdan)

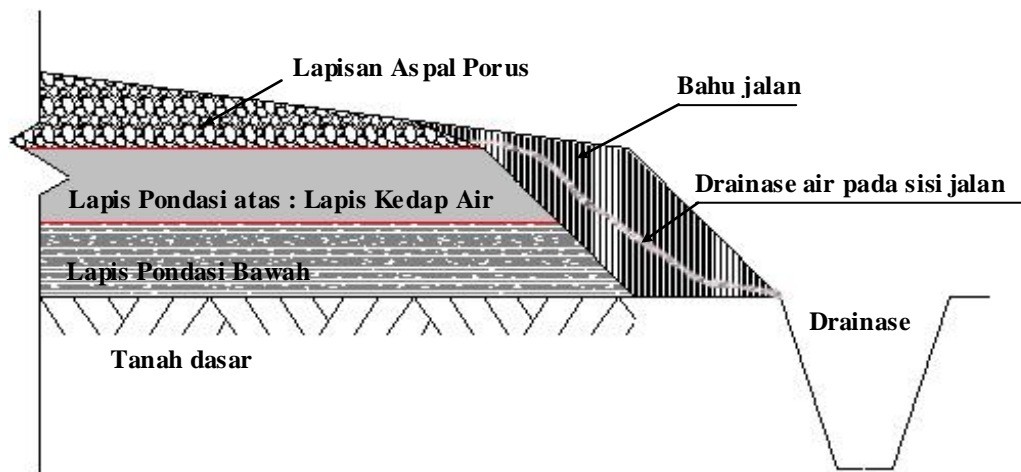
Menurut Djumari (2009), aspal porous adalah campuran beraspal yang didesain mempunyai porositas lebih tinggi dibandingkan jenis perkerasan yang lain, sifat porous diperoleh karena campuran aspal porous menggunakan proporsi agregat halus lebih sedikit dibanding campuran jenis yang lain. Kandungan rongga pori dalam jumlah yang besar diharapkan menghasilkan kondisi permukaan agak kasar, sehingga akan mempunyai tingkat kekesatan yang tinggi. Selain itu pori yang tinggi diharapkan dapat berfungsi sebagai saluran drainase di dalam campuran.

Menurut Setyawan A. Sanusi, campuran aspal porous merupakan generasi baru dalam perkerasan lentur, yang membolehkan air meresap ke dalam lapisan atas (*wearing course*) secara vertikal dan horizontal. Lapisan ini menggunakan gradasi terbuka (*open graded*) yang dihamparkan di atas lapisan aspal yang kedap air. Lapisan aspal porous ini secara efektif dapat memberikan tingkat keselamatan yang lebih terutama diwaktu hujan agar tidak terjadi *aquaplaning* sehingga menghasilkan kekesatan permukaan yang lebih kasar dan dapat mengurangi kebisingan (*noise reduction*).

Menurut *Road Engineering Association of Malaysia* (REAM, 2008), Aspal porous adalah aspal yang digunakan dengan tujuan khusus yang digunakan pada



daerah yang memerlukan drainase permukaan dan tahanan geser yang telah diubah (diimprovisasi). Aspal porus dibuat dengan menggunakan agregat bergradasi terbuka yang dicampur polimer dengan binder yang telah diubah yang mengandung rongga udara 20%-25% setelah pemadatan.



**Gambar 2.11** Sistem drainase aspal porus

## 2.5 Penggunaan Aspal Porus

### 2.5.1 Keuntungan Penggunaan Aspal Porus

Sebagian besar keuntungan dari aspal porus. Pada umumnya, aspal porus digunakan untuk hal berikut (Kandhal et al 1998, Khalid et al 1996, Mulder 1993):

1. Mengurangi efek *aquaplaning* apabila permukaan aspal basah.
2. Mengurangi efek percikan dan semprot (*splash and spray*) ketika kendaraan melewati permukaan aspal.

3. Mengurangi efek silau.
4. Meningkatkan keselamatan berkendara di jalan
5. Pengurangan kebisingan.

#### **2.5.2 Kerugian dalam penggunaan aspal porus (Nur ali, et al. 2010)**

1. Berhubung tingginya kadar rongga di dalam aspal porus menyebabkan stabilitas aspal porus rendah sehingga perlu mempertimbangkan penggunaannya lebih cermat pada lalu lintas tinggi,
2. Dengan besarnya rongga yang ada dalam perkerasan menyebabkan resiko terhadap bahaya *pumping* oleh lalu lintas sehingga perlu mendapat perhatian pada proses perencanaan,
3. Peluang terjadinya pelapukan pada perkerasan sangat tinggi oleh karena oksigen dapat memasuki rongga aspal porus, sehingga terjadi proses oksidasi pada aspal yang menyebabkan aspal menjadi lapuk,
4. Kemungkinan bahaya *desintegrasi* perkerasan akan terjadi akibat kurangnya peristiwa *interlocking* oleh karena penggunaan agregat kasar dalam jumlah yang besar dan dibatasainya agregat halus yang memiliki fungsi memperkuat *interlocking*, untuk mempertahankan rongga yang besar dalam perkerasan.

#### **2.5.3 Area yang tidak efektif untuk penggunaan aspal porus**

Aspal porus tidak cocok digunakan pada area dengan kondisi (REAM, 2008):

- a) Kekuatan struktur perkerasan di bawah standar,
- b) Terdapat kecenderungan untuk melakukan akselerasi mendadak, pengereman dan membelok misalnya pada persimpangan utama,
- c) Tikungan kecil, jari-jari tikungan <75 m,
- d) Sudut kemiringan permukaan > 10 %,
- e) Pengaliran bebas tidak dapat dilakukan sepanjang bahu jalan,
- f) Panjang jalan < 100 m,
- g) Terdapat fleksibilitas yang tinggi misalnya di atas jembatan,
- h) Volume lalu lintas melebihi 4.000 smp/lajur/hari saat pembukaan,
- i) Lalu lintas lambat, kecepatan di bawah 40 km/jam.
- j) Daerah pertanian karena kemungkinan tanah akan menutup porus.

## 2.6 Aplikasi Aspal Porus

Menurut Nicholls C., alasan utama penggunaan aspal porus adalah meningkatkan keselamatan dengan mereduksi resiko *aquaplaning* dan mereduksi kebisingan lalu lintas.

**Tabel 2.2** Gambaran tentang pemakaian aspal porus di Eropa 1995

<i>Country</i>	<i>Porous Asphalt Laid</i>	<i>Country</i>	<i>Porous Asphalt</i>
Austria	c. $8,0 \times 10^6 \text{ m}^2$	Italy	$>9,0 \times 10^6 \text{ m}^2$
Belgium	c. $1,0 \times 10^6 \text{ m}^2$	Netherlands	$25,0 \times 10^6 \text{ m}^2$
Czech Rep.	$1,3 \times 10^6 \text{ m}^2$	Portugal	c. $0,4 \times 10^6 \text{ m}^2$
Denmark	$0,2 \times 10^6 \text{ m}^2$	Spain	$> 31,0 \times 10^6 \text{ m}^2$
France	$25,0 \times 10^6 \text{ m}^2$	Sweden	$0,1 \times 10^6 \text{ m}^2$
Germany	c. $0,8 \times 10^6 \text{ m}^2$	Switzerland	c. $3,9 \times 10^6 \text{ m}^2$
Hungary	$0,1 \times 10^6 \text{ m}^2$	UK	$<1,0 \times 10^6 \text{ m}^2$

(Sumber: Nicholls C., hal. 204)



**Gambar 2.12** Perbedaan penggunaan aspal porous dan aspal padat

## **2.7 Karakteristik Material Aspal Porus**

### **2.7.1 Agregat Kasar**

Agregat kasar yang digunakan untuk aspal porous harus memenuhi kualitas fisik dan mekanis sebagai berikut:

- a) Kehilangan berat setelah dilakukan pengetesan mesin *Los Angeles* <40 %, berdasarkan ASTM C-131 atau SNI 03-2417-1991.
- b) Kehilangan berat rata-rata setelah dilakukan pengujian magnesium sulfatesoundness < 18%, sesuai AASHTO T-104 atau SNI 03-3407-1994.
- c) Indeks kepipihan bila diuji <25 %, berdasarkan MS-30 atau RSNI T-01-2005.
- d) Absorpsi air < 3% berdasarkan pengujian SNI 03-1969-1990.

### **2.7.2 Agregat Halus**

Agregat halus terdiri dari bahan *non-plastis* dan harus bebas dari lumpur, tanah liat, bahan organik. Agregat halus yang digunakan untuk aspal porous harus memenuhi kualitas fisik dan mekanis sebagai berikut:

1. Fraksi agregat setara pasir yang lolos saringan no. 4 (4,75 mm) > 45 %, berdasarkan ASTM D 2419.
2. Angularitas agregat halus > 45 %, bila diuji berdasarkan ASTM C1252.
3. Kehilangan berat rata-rata pada pengujian *magnesium sulfate soundness* (lima putaran) < 20 %, berdasarkan AASHTO T 104 atau SNI 03-3407-1994.
4. Absorpsi air < 3 %, berdasarkan pengujian SNI 03-1970-1990.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**