

LEMBAR PENGESAHAN

**KAJIAN PERBANDINGAN PASIR KALI BODRI
DENGAN PASIR MUNTILAN
SEBAGAI AGREGAT UNTUK CAMPURAN
ATB (ASPHALT TREATED BASE)**

Disusun oleh :

1. H. Moh Arif Taufiqullah 87310227
2. Teguh Sarwono 87310213

Telah diperiksa dan disetujui Oleh :

Ir. Sukarno, SU

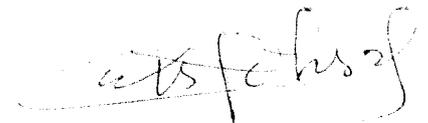
Dosen Pembimbing I



Tanggal : 28-8-1997

Ir. H. Bachnas, Msc

Dosen Pembimbing II



Tanggal : 28-8-97

MOTTO

**Dan sesungguhnya telah Kami mudahkan AL'Qur an untuk pelajaran,
Maka adakah orang yang mengambil pelajaran ?
(Q.S. Al Qomar (54) : 17, 22, 32, dan 40)**

**Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan
(Q.S. Alam Nasyrh (94) : 5 dan 6)**

*Kepada
Para Pendidikku,
Bapak dan Ibu tercinta,
Umat-umat seiman,
Dan...
Orang-orang yang kusanyangi.*

TUGAS AKHIR

**KAJIAN PERBANDINGAN PASIR KALI BODRI
DENGAN PASIR MUNTILAN
SEBAGAI AGREGAT UNTUK CAMPURAN
ATB (ASPHALT TREATED BASE)**



Disusun Oleh :

H. Moh Arif Taufiqullah

No. Mhs. : 87 310 227

NIRM : 870051013114120202

Teguh Sarwono

No. Mhs. : 87 310 213

NIRM : 870051013114120189

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
1999**

2.9.2	Agregat.....	18
2.9.3	Aspal Keras.....	20
2.9.4	Persyaratan Fraksi Rancangan.....	20
2.9.5	Perencanaan Campuran	21
2.10	Perhitungan Proporsi Aspal Pada Campuran (Marshall).....	22
2.10.1	Tinjauan Terhadap Kepadatan (Density).....	22
2.10.2	Tinjauan Terhadap VITM (Void In The Mix).....	23
2.10.3	Tinjauan Terhadap VFWA (Void Filled With Asphalt).....	25
2.10.4	Tinjauan Terhadap Stabilitas.....	26
2.10.5	Tinjauan Terhadap Flow.....	27
2.10.6	Tinjauan Terhadap Marshall Quotient (MQ).....	28
2.10.7	Penentuan Kadar Aspal Optimum.....	29
BAB III CARA MENDAPATKAN DATA.....		30
3.1	Asal Bahan.....	30
3.2	Pengujian Agregat Kasar Dan Halus	31
3.2.1	Pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin Los Angeles.....	31
3.2.2	Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar.....	33
3.2.3	Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Pasir.....	35
3.2.4	Pengujian Kelekatan Agregat Terhadap Aspal.....	37
3.2.5	Pengujian Sand Equivalent.....	39
3.3	Pengujian Bitumen (Aspal).....	40
3.3.1	Pengujian Penetrasi Aspal.....	41
3.3.2	Pengujian Titik Nyala Dan Titik Bakar.....	43
3.3.3	Pengujian Titik Lembek.....	45
3.3.4	Pengujian Berat Jenis Aspal.....	46
3.3.5	Pengujian Kelarutan Aspal Dalam CCL4.....	48
3.3.6	Pengujian Ductility.....	50
3.4	Perencanaan Campuran.....	52
3.4.1	Gradasi Agregat Tengah.....	52
3.4.2	Kadar Aspal Optimum.....	53

3.5	Pembuatan Benda Uji.....	54
3.5.1	Campuran ATB Dengan Pasir Kali Bodri.....	54
3.5.2	Campuran ATB Dengan Pasir Muntilan.....	60
3.6	Pengujian Campuran ATB.....	63
3.6.1	Peralatan Pengujian.....	63
3.6.2	Cara Pengujian.....	64
BAB IV HASIL PENELITIAN, ANALISA DAN PEMBAHASAN.....		66
4.1	Hasil Penelitian.....	66
4.1.1	Hasil Pengujian Asphalt Cement (AC 60/70).....	66
4.1.2	Hasil Pengujian Agreget Kasar Dan Pasir	67
4.1.3	Hasil Pengujian Benda Uji.....	70
4.2	Analisa Dan Pembahasan.....	71
4.2.1	Tinjauan Terhadap Kepadatan (Density).....	71
4.2.2	Tinjauan Terhadap VITM (Void In The Mix).....	73
4.2.3	Tinjauan Terhadap VFWA (Void Filled With Asphalt).....	74
4.2.4	Tinjauan Terhadap Stabilitas.....	76
4.2.5	Tinjauan Terhadap Flow.....	77
4.2.6	Tinjauan Terhadap Marshall Quotient.....	78
4.2.7	Penentuan Kadar Aspal Optimum.....	80
4.2.8	Evaluasi Hasil Laboratorium Terhadap Spesifikasi.....	82
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		83
5.1	Kesimpulan.....	83
5.2	Saran.....	85
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

NO. TABEL	NAMA TABEL	HALAMAN
2.1	Persyaratan Kualitas Agregat	19
2.2	Persyaratan Gradasi Agregat	19
2.3	Persyaratan Aspal Keras	20
2.4	Fraksi Rancangan Campuran Dan Proporsi Campuran Nominal	20
2.5	Karakteristik Campuran	22
3.1	Spesifikasi Gradasi Terbuka	53
3.2	Kadar Aspal 60 – 70 Dengan Pasir Kali Bodri	53
3.3	Kadar Aspal 60 – 70 Dengan Pasir Muntilan	54
3.4	Analisa Saringan Pasir Bodri	55
3.5	Analisa Saringan Batu Pecah 1 1/2"	55
3.6	Analisa Saringan Abu Batu	56
3.7	Analisa Saringan Batu Pecah 1"	56
3.8	Kombinasi Agregat ATB	57
3.9	Penimbangan Benda Uji Marshall	57
3.10	Analisa Saringan Batu Pecah 1 1/2"	60
3.11	Analisa Saringan Pasir Muntilan	61
3.12	Analisa Saringan Abu Batu	61
3.13	Analisa Saringan Batu Pecah 1"	62
3.14	Kombinasi Agregat ATB	62
3.15	Penimbangan Benda Uji Marshall	68

NO. TABEL	NAMA TABEL	HALAMAN
4.1	Hasil Pemeriksaan Asphalt Cement (AC 60-70)	66
4.2	Hasil Pengujian Agregat Kasar Dan Spesifikasi	67
4.3	Hasil Pengujian Pasir Dan Spesifikasi	67
4.4	Hasil Test Marshall ATB Campuran Pasir Kali Bodri	70
4.5	Hasil Test Marshall ATB Campuran Pasir Muntilan	70
4.6	Hasil Benda Uji ATB Dengan Spesifikasi	82

DAFTAR GAMBAR

NO. GAMBAR	NAMA GAMBAR	HALAMAN
2.1	Grafik Grafik Butiran.	11
2.2	Contoh Grafik Hubungan Kadar Aspal Dengan "Density".	23
2.3	Contoh Grafik Hubungan Kadar Aspal Dengan "VITM".	24
2.4	Contoh Grafik Hubungan Kadar Aspal Dengan "VFWA".	25
2.5	Contoh Grafik Hubungan Kadar Aspal Dengan "Stabilitas".	27
2.6	Contoh Grafik Hubungan Kadar Aspal Dengan "Flow".	28
2.7	Contoh Grafik Hubungan Kadar Aspal Dengan "Marshall Quotient".	29
3.1	Gradasi Kombinasi Agregat	57
4.1	Pembesaran Optik Pasir Kali Bodri	68
4.2	Pembesaran Optik Pasir Muntilan	68
4.3	Grafik Analisa Saringan Pasir Muntilan	69
4.4	Grafik Analisa Saringan Pasir Kali Bodri	69
4.5	Grafik Hubungan Kadar Aspal Dan "Density"	72
4.6	Grafik Hubungan Kadar Aspal Dengan "VITM"	73
4.7	Grafik Hubungan Kadar Aspal Dan "VFWA"	75
4.8	Grafik Hubungan Kadar Aspal Dan "Stabilitas"	77
4.9	Grafik Hubungan Kadar Aspal Dan "Flow"	78
4.10	Grafik Hubungan Kadar Aspal Dan "Marshall Quotient"	80
4.11	Kadar Aspal Optimum ATB Campuran Pasir Bodri	81
4.12	Kadar Aspal Optimum ATB Campuran Pasir Muntilan	82

DAFTAR LAMPIRAN

NO. LAMP.	NAMA LAMPIRAN	KETERANGAN
1.	Tabel Kombinasi Agregat ATB (Pasir Muntilan)	1 lembar
2.	Tabel Kombinasi Agregat ATB (Pasir Kali Bodri)	1 lembar
3.	Analisa Pembagian Butiran (Pasir Muntilan)	1 lembar
4.	Analisa Pembagian Butiran (Pasir Kali Bodri)	1 lembar
5.	Analisa Pembagian Butiran (Abu Batu)	1 lembar
6.	Analisa Pembagian Butiran (Batu Pecah 1")	1 lembar
7.	Analisa Pembagian Butiran (Batu Pecah 1 1/2")	1 lembar
8.	Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar (BP Mak 1 1/2")	1 lembar
9.	Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar (BP Mak 1")	1 lembar
10.	Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus (Pasir Muntilan)	1 lembar
11.	Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus (Pasir K Bodri)	1 lembar
12.	Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus (Abu Batu)	1 lembar
13.	Pemeriksaan Keausan Dengan Mesin Los Angeles BP 1 1/2" Dan BP 1" Ex Kali Kuto	1 lembar
14.	Pemeriksaan Sand Equivalent Pasir Muntilan	1 lembar
15.	Pemeriksaan Sand Equivalent Pasir Kali Bodri	1 lembar
16.	Laporan Hasil Pemeriksaan Aspal Keras Penetrasi 60/70	1 lembar
17.	Hasil Pemeriksaan Aspal Keras	1 lembar
18.	Pemeriksaan Penetrasi Aspal.	1 lembar
19.	Pemeriksaan Titik Lembek Aspal	1 lembar
20.	Pemeriksaan Berat Jenis Aspal	1 lembar

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan Ekonomi Nasional sangat terkait dengan sarana Jalan., hal ini dikarenakan Jalan memegang peranan penting dalam melancarkan transportasi manusia serta barang dan jasa. Oleh karenanya pembangunan Jalan dan peningkatan Jalan baik secara kuantitas maupun kualitas harus selalu dipacu perkembangannya agar dapat melayani arus transportasi baik secara kuantitas maupun kualitasnya. Hal ini tentunya diperlukan biaya yang besar untuk mengadakannya. Dalam menghadapi krisis moneter ini biaya yang sangat besar adalah suatu kendala serius yang dapat menghambat kemajuan dari perkembangan Jalan Nasional. Untuk mengatasi hal itu perlu dicari terobosan-terobosan dengan mendaya gunakan sumber alam setempat untuk memperingan biaya pengembangan Jalan Nasional tanpa mengabaikan syarat-syarat yang ada baik secara Teknis maupun Non Teknis.

Pada dasarnya material yang berasal dari sumber alam setempat lebih murah harganya dibandingkan dengan material yang didatangkan dari luar daerah. Seperti pasir dari kota Muntilan untuk di daerah Semarang dan sekitarnya harganya lebih mahal dari pasir yang berasal dari daerah setempat yaitu pasir Kali Bodri. Pasir Muntilan berharga Rp 60.000,- / m³ sedangkan pasir Kali Bodri berharga Rp 20.000,- / m³.

Selama ini untuk pembangunan maupun peningkatan Jalan di kota Semarang dan sekitarnya selalu dipakai pasir Muntilan. Ini dapat menimbulkan pertanyaan kenapa tidak digunakan pasir Kali Bodri untuk menggantikan pasir Muntilan ?.

Bila dilihat dari buku-buku Spesifikasi yang ada pada DPU Bina Marga wilayah Jawa Tengah pasir Kali Bodri belum tercantum didalamnya. Sehingga pasir Kali Bodri belum bisa dipakai untuk menggantikan pasir Muntilan sebagai agregat dalam pembuatan perkerasan jalan.

Balai Pengujian Dan Peralatan Pekerjaan Umum DPU Wilayah Propinsi Jawa Tengah pernah mengadakan penelitian tentang ini tetapi belum sampai selesai program ini dihentikan. Tentunya hal tersebut diatas sangat menarik untuk dikaji dan diadakan penelitian. Setelah meninjau dari beberapa sudut pandang, kami menjadikan alasan yang mendasar dari hal tersebut diatas untuk diajukan sebagai Judul Tugas Akhir dengan topik masalah Kajian Perbandingan Pasir Muntilan Dengan Pasir Kali Bodri Sebagai Agregat Untuk Campuran ATB (Asphalt Treated Base).

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan :

1. Untuk memperoleh gambaran yang jelas perbedaan kualitas atau keunggulan antara pasir Kali Bodri dengan pasir Muntilan untuk digunakan sebagai agregat dalam campuran ATB (Asphalt Treated Base) sebagai Lapis Perkerasan Jalan dengan mempelajari perilaku dari kedua pasir tersebut dengan menggunakan Test Marshall.
2. Untuk membandingkan pasir Muntilan dan pasir Kali Bodri dengan Spesifikasi yang dipakai oleh Bina Marga yaitu Spesifikasi Umum dan Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton Pondasi Atas (Laston Atas).

1.3 Batasan Penelitian

Batasan Penelitian Laboratorium ini mengambil 2 (dua) jenis pasir yaitu pasir Kali Bodri dan pasir Muntilan untuk agregat pada campuran ATB (Asphalt Treated Base) ditinjau dari segi disiplin ilmu Teknik Sipil

Penelitian ini meliputi : Stabilitas, “Void Filled With Asphalt” (VFWA), “Void In The Mix” (VITM), “Flow”, “Density”, “Marshall Quotient” dengan uji “Test Marshal” untuk campuran ATB (Asphalt Treated Base).

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan menggunakan 2 (dua) jenis pasir yang berbeda dalam penelitian Laboratorium ini, yaitu pasir Kali Bodri dengan pasir Muntilan diharapkan dapat memperoleh manfaat sebagai berikut :

1. Mengetahui apakah pasir Kali Bodri dapat dipakai sebagai agregat untuk campuran ATB (Asphalt Treated Base) sebagai Lapis Perkerasan Jalan.
2. Dapat memakai bahan yang potensial dan mudah didapat pada daerah Sungai, khususnya untuk Lapis Perkerasan Jalan.



Guna
dengat
kedap
Pad.
1.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah suatu lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan berfungsi mendukung beban lalu lintas secara aman dan nyaman, selanjutnya beban diteruskan ke tanah dasar, sehingga tidak menimbulkan tekanan yang melampaui daya dukung tanahnya. Pada umumnya perkerasan terdiri atas beberapa lapis, dengan kualitas bahan makin ke atas makin baik. Berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan atas :

1. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan ikat agregat.
2. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan portland cement sebagai bahan ikat agregat.
3. Perkerasan Komposit (*Composit Pavement*), yaitu kombinasi antara perkerasan lentur dan perkerasan kaku.

2. I
I
I
a
b
3. L

Fungsi struktural lapis perkerasan jalan adalah mendukung beban lalu lintas dan menyalurkan ke tanah dasar secara merata.

2.2 Perkerasan Lentur

Perkerasan Lentur (“Flexible Pavement”), adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasan ini bersifat lentur, jika ada beban akan terjadi lendutan dan apabila beban telah bergeser / berpindah maka lendutan tersebut kembali rata seperti keadaan awal.

Lapis pondasi bawah adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis pondasi atas dan tanah dasar, yang berfungsi sebagai berikut :

- a. Menyebarkan beban roda kendaraan.
 - b. Sebagai lapisan peresapan, agar air tanah tidak berkumpul di pondasi.
 - c. Mencegah tanah dasar masuk ke lapisan pondasi (akibat tekanan roda dari atas).
 - d. Sebagai lapisan pertama untuk perkerasan, karena tanah dasar pada umumnya lemah, dan
 - e. Sebagai lapisan yang dapat mencegah partikel-partikel halus tanah dasar naik ke lapis pondasi atas.
4. Tanah Dasar (Sub Grade)

Tanah Dasar adalah permukaan tanah semula, permukaan galian dan atau timbunan yang dipadatkan. Tanah dasar yang telah dipadatkan merupakan lapisan dasar untuk peletakkan bagian-bagian perkerasan di atasnya.

2.3 ATB (Asphalt Treated Base)

ATB merupakan salah satu jenis dari lapis perkerasan konstruksi perkerasan lentur Jalan yang tersusun dari Agregat Kasar, Agregat Halus, Filler dan Aspal yang dicampur dengan kondisi panas. ATB Termasuk Lapis Struktural pada jalan dan salah satu dari jenis LASTON (Lapis Aspal Beton).

Karakteristik yang harus dimiliki suatu campuran ATB adalah :

1. Stabilitas (“Stability”)

Pengertian stabilitas adalah ketahanan lapis keras untuk relatif kecil berubah bentuk yang diakibatkan oleh beban lalu lintas.

2. Durabilitas (“Durability”)

Durabilitas adalah ketahanan lapis keras terhadap cuaca, air dan perubahan suhu ataupun keausan akibat gesekan kendaraan. Sifat aspal dapat berubah karena oksidasi dan perubahan dari campuran yang disebabkan gaya air.

3. Fleksibilitas (“Flexibility”)

Fleksibilitas didefinisikan sebagai kemampuan campuran untuk menyesuaikan terhadap Bergeraknya lapis pondasi dalam jangka panjang, disamping mempunyai kemampuan untuk melenturkan berulang tanpa terjadi pecah – pecah.

4. Kekesatan (“Skid Resistance”)

Kekesatan adalah kemampuan lapisan permukaan (“Surface Course”) pada lapis perkerasan untuk mencegah terjadinya selip dan tergelincirnya roda kendaraan

5. Ketahanan Kelelahan (“Fatigal Resistance”)

Ketahanan kelelahan adalah ketahanan dari lapis aspal dalam menerima beban berulang tanpa terjadi kelelahan yang berupa alur (“Rutting”) dan retak

6. Kemudahan Pengerjaan (“Workability”)

Kemudahan pengerjaan adalah mudahnya suatu campuran untuk dihampar dan dipadatkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan yang diharapkan.

7. Kekedapan Terhadap Air (“Permeability”)

Campuran ATB memerlukan sifat kedap terhadap air agar tidak mudah terjadi oksidasi sehingga lapis perkerasan tidak cepat rusak.

2.4 Aspal

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua dan pada suhu ruang ($25^{\circ} - 30^{\circ} \text{ C}$) dan tekanan atmosfer (1 atm) berbentuk padat sampai agak padat.

Aspal sebagai bahan perkerasan jalan, berfungsi antara lain sebagai berikut :

1. Sebagai lapis penahan air
2. Sebagai bahan tahan cuaca
3. Sebagai bahan perekat dalam mengikat batu-batuan
4. Sebagai pelicin antar permukaan batu pada waktu dipadatkan, sehingga masing-masing butir batuan menduduki posisinya masing-masing
5. Sebagai bahan pengisi dan penutup rongga antar agregat maupun antar pori-pori pada agregat itu sendiri.

Beberapa persyaratan aspal sebagai salah satu unsur pembentuk konstruksi perkerasan adalah :

1. Kepadatan/kekentalan
2. Aspal harus mampu menyelimuti setiap butir-butir agregat
3. Ketahanan terhadap pengaruh air
4. Tingkat keawetan

2.4.1. Aspal Semen 60/70

Jenis aspal ini sebagai bahan pengikat hampir semua jenis perkerasan yang membutuhkan mutu tinggi, misalnya untuk jalan jalur cepat, landasan pesawat terbang dan lain-lain. Aspal ini dihasilkan dari proses destilasi minyak bumi.

Cara penggunaannya dipanaskan pada suhu tertentu, sebab bila dingin aspal akan mengeras. Jenis aspal ini ditandai dengan :

- a. AC – 2,5 sampai AC – 40, yaitu menunjukkan makin besar angkanya makin tinggi tingkat kekentalannya.
- b. AC – 40/50 sampai AC – 300/500, yaitu menunjukkan angka penetrasi makin besar angkanya makin kurang kekerasannya.

2.5 Agregat

Agregat merupakan bahan utama lapis perkerasan dan berperan dalam mendukung serta menyebarkan beban roda kendaraan ke lapis tanah dasar. Sifat dan kualitas agregat menentukan kemampuan untuk memikul beban lalu-lintas kendaraan. (Silvia Sukirman, 1996).

Sifat agregat yang menentukan kualitas sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok, yaitu :

1. Kekuatan dan keawetan (“Strenght and Durability”).
2. Kemampuan untuk dilapisi aspal dengan baik.
3. Kemudahan dalam pelaksanaan dan menghasilkan lapisan yang aman dan nyaman.

Pemilihan jenis agregat yang sesuai untuk digunakan pada konstruksi perkerasan dipengaruhi beberapa faktor, yaitu :

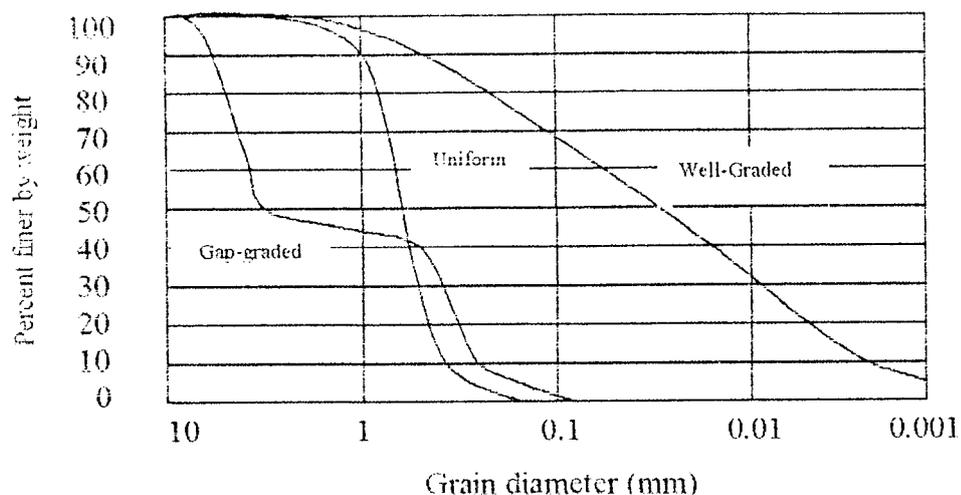
1. Ukuran dan gradasi.

Gradasi adalah distribusi ukuran butir agregat yang dapat diketahui dengan tes analisa saringan yang terdiri dari 1 set saringan dimana saringan paling

kasar diletakkan di atas dan yang paling halus terletak dibawah. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang akan menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan.

Gradasi agregat dibedakan dengan menjadi tiga macam :

- a. Gradasi menerus (“Continuous Graded”) adalah gradasi dengan ukuran butir dari yang kasar sampai yang halus mempunyai komposisi yang seimbang. Gradasi menerus ini menghasilkan susunan yang rapat (volume rongga antar butir kecil) sehingga disebut dengan gradasi rapat (“Dense Graded”) atau agregat bergradasi baik (“Well Graded”). Agregat bergradasi menerus akan menghasilkan perkerasan dengan stabilitas tinggi.
- b. Gradasi seragam (“Uniform Graded”) adalah gradasi dengan ukuran butiran yang hampir sama yang akan membentuk susunan dengan volume rongga yang besar, sehingga disebut juga agregat bergradasi terbuka (“Open Graded”). Konstruksi perkerasan yang dibentuk mempunyai stabilitas yang lebih rendah dibanding dengan gradasi rapat.
- c. Gradasi timpang/celah (“Gap Graded”) adalah gradasi yang dalam distribusi ukuran butirnya tidak mempunyai salah satu syarat di atas atau beberapa butiran dengan ukuran tertentu (tidak menerus).



Gambar 2.1 Grafik Gradasi Butiran

Sumber : Highway Materials (Kerbs and Walker, 1971).

2. Kekuatan terhadap keausan.

Agregat yang digunakan dalam perkerasan jalan harus mempunyai kekerasan tertentu agar tidak mudah pecah menjadi ukuran yang lebih kecil pada saat pencampuran dan pemadatan maupun akibat beban lalu-lintas selama umur pelayanan jalan. Agregat sebelum digunakan pada perkerasan jalan dilakukan uji keausan yaitu dengan uji Los Angeles berdasarkan AASTHO T 96-77. Nilai abrasi yang diijinkan untuk bahan perkerasan jalan maksimum 40 %.

3. Kelekatan terhadap aspal.

Kelekatan agregat terhadap aspal dipengaruhi oleh sifat-sifat agregat yaitu :

- a. Sifat mekanis, tergantung dari :
 1. Pori-pori dan absorpsi
 2. Bentuk dan tekstur permukaan
 3. Ukuran butiran.

b. Sifat kimiawi agregat

Permukaan agregat yang kasar akan memberikan ikatan dengan aspal yang lebih baik dari pada agregat yang mempunyai permukaan yang licin. Kelekatan agregat terhadap aspal juga dipengaruhi oleh sifat agregat dengan air. Agregat berpori berguna untuk menyerap aspal sehingga ikatan aspal dengan agregat baik. Apabila agregat banyak pori mengakibatkan terlalu banyak aspal yang terserap kedalam agregat.

4. Bentuk butiran ("Particle Shape")

Bentuk butiran agregat bersudut seperti kubus ("Equidimensional") mempunyai gesekan dalam ("Internal Friction") yang tinggi dan bersifat saling mengunci sehingga menghasilkan kestabilan konstruksi perkerasan yang tinggi pula. Partikel berbentuk kubus merupakan bentuk agregat hasil dari mesin pemecah batu ("Crusher Stone") yang mempunyai bidang kontak yang cukup luas.

5. Porositas

Nilai porositas yang tinggi menyebabkan jumlah aspal yang diserap agregat menjadi banyak, tetapi agregat harus mempunyai nilai porositas tertentu agar terjadi ikatan yang kuat antara agregat dengan aspal.

6. Tekstur permukaan

Permukaan yang kasar menimbulkan tahanan terhadap "Stripping" yang lebih baik bila dibanding dengan permukaan yang halus. Batuan yang baik untuk melawan terjadinya "Stripping" adalah jenis batuan Lime Stone, Dolomite dan batuan beku biasa.

7. Kebersihan dan sifat kimia

Agregat tidak boleh mengandung bahan yang mudah lepas seperti lempung, lanau, kalsium karbonat yang melebihi batasan tertentu karena akan mengurangi daya lekat dengan aspal. Pemeriksaan untuk agregat halus yaitu dengan uji Sand Equivalent.

Dalam praktek agregat umumnya digolongkan menjadi 3 (tiga) kelompok yaitu :

- A. Batu, yaitu material yang besarnya butiran lebih dari 40 mm.
- B. Kerikil, yaitu material yang besarnya butiran antara 5 mm (#4) sampai 40 mm.
- C. Pasir, yaitu material yang besarnya butiran antara 5 mm (#4) sampai 0,15 mm (#100).

(Kardiono tjokromulyo, 1993)

2.6 Agregat Kasar

Suatu agregat disebut agregat kasar apabila ukura butirannya lebih besar dari 5 mm (#4), Dan kurang dari 40 mm. Sifat agregat kasar sangat mempengaruhi kontruksi.

Jenis agregat kasar yang umum adalah : (Edward G. Nawi, 1990)

1. Batu pecah alami, didapat dari cadas atau batu pecah alami yang digali. Batu ini dapat erasal dari gunung berapi, Jenis sedimentasi atau jenis metamorf.
2. Kerikil alami, terjadi akibat proses alami, yaitu dari pengikisan tepi maupun dasar sungai oleh air yang mengalir. Kerikil mempunyai kekuatan yang lebih rendah daripada batu pecah.
3. Agregat kasar buatan, biasanya merupakan hasil dari proses lain seperti dari "blast-furnace".

4. Agregat untuk pelindung nuklir dan berbobot berat. Agregat kasar yang diklarifikasikan disini misalnya baja pecah, barit, magnetit, dan limonit.

Agregat-agregat kasar ini harus bersih dari bahan-bahan organik, dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan asphalt.

2.7 Filler

Filler adalah material berbutir halus yang lolos saringan nomer 200 dipakai sebagai pengisi pada pembuatan campuran aspal beton. Filler ini dapat diperoleh dari debu abu batu/agregat yang disaring secara terus-menerus.

Hasil penggunaan filler terhadap campuran ATB adalah :

1. Filler diperlukan untuk meningkatkan kepadatan, kekuatan dan karakteristik lainnya dari ATB.
2. Filler akan mengisi rongga dan menambah bidang kontak antar butir agregat sehingga akan meningkatkan kekuatan campuran.
3. Filler yang ditambahkan dalam aspal akan mengubah sifat-sifat aspal (duktilitas, penetrasi, dan viskositas) secara drastis, walaupun kadarnya relatif rendah dibanding pada campuran ATB yang tidak menggunakan filler.
4. Pada kadar filler yang umum digunakan pada campuran ATB, duktilitas campuran aspal filler akan mencapai nol. Sedangkan pada suhu dan kadar filler yang sama, nilai penetrasi campuran aspal filler akan turun sampai kurang dari 1/3 dari penetrasi semula.
5. Viskositas aspal filler pada suhu tinggi sangat bervariasi pada kisaran yang lebar, tergantung pada jenis filler dan kadarnya. Perbedaan ini menjadi kecil pada suhu yang lebih rendah.

6. Hasil tes menunjukkan bahwa ada hubungan yang baik antara viskositas aspal dan usaha pemadatan campuran. Disarankan suhu perlu dinaikkan bila memadatkan campuran dengan filler aspal berkonsistensi tinggi.
7. Sensitivitas campuran terhadap air pada tipe dan kadar filler yang berbeda menunjukkan variasi yang besar. Hasil tes menunjukkan bahwa sensitivitas terhadap air dapat diturunkan dengan mengurangi kadar filler yang sensitif terhadap air (Suprpto, 1991).

2.8 Pasir

Pasir merupakan pengisi diantara butir-butiran agregat yang ukurannya bervariasi yaitu antara 0,15 mm (#100) sampai 5 mm (#4). Ditinjau dari sifat ekonomis dan cara mendapatkan, pasir digolongkan sebagai berikut :

a. Pasir alam

Pasir terbentuk ketika batu-batu dibawa arus sungai dari sumber air ke muara sungai. Akibat tergulung dan terkikis (pelapukan/erosi) akhirnya membentuk butir-butir halus. Pasir alam dapat digolongkan menjadi 3 macam (Kardiono Tjokrodimulyo,1993) Yaitu :

1. Pasir galian

pasir ini diperoleh dari permukaan tanah atau dengan cara menggali. Untuk pasir ini biasanya tajam, bersudut, berpori, dan bebas dari kandungan garam, tetapi kandungan lumpurnya sangat tinggi,.

2. Pasir Sungai

Pasir ini diperoleh langsung dari dasar sungai, yang umumnya berbutir halus, bulat-bulat, akibat proses gesekan. Daya lekat antar butiran agak kurang karena bentuk pasir yang bulat.

3. Pasir Laut

Pasir ini dapat diperoleh langsung dari pantai. Butir-butirnya halus dan bulat karena gesekan. Pasir ini merupakan pasir yang jelek, karena banyak mengandung garam. Garam-garam ini menyerap kandungan air dari udara dan mengakibatkan pasir selalu agak basah dan juga menyebabkan pengembangan bila sudah menjadi bangunan. Oleh karena itu sebaiknya pasir laut dihindari pemakaiannya.

b. Pasir Buatan

Pasir buatan adalah pasir yang sengaja dibentuk sedemikian rupa sehingga memenuhi kriteria dan syarat-syarat yang telah ditentukan. Dari cara pembentukannya biasanya pasir ini dapat dibedakan menjadi :

1. Pasir dari pecahan batu

Pemecahan dan penggilingan batuan kadang dipakai untuk menghasilkan macam-macam ukuran pasir. Pasir dihancurkan di dalam "Rod Mill" atau "Hammer Mill". Pasir yang dihasilkan umumnya angular. Pasir dihancurkan di dalam "Rod Mill" atau "Hammer Mill".

2. Pasir dari pecahan bata/ genting

Pecahan bata/ genting dari kualitas yang baik menjadikan agregatnya memenuhi syarat teknis, Bata harus bebas dari mortar dan kapur. Pasir pecahan bata/ genting ini tidak baik untuk konstruksi kedap air. Ketahanan ausnya rendah sehingga tidak baik untuk Lapis Perkerasan Jalan.

3. Pasir dari terak dingin

Terak dingin adalah hasil sampingan dari pembakaran bijih besi pada tanur tinggi, yang didinginkan pelan-pelan di udara terbuka. Pemilihan terak

secara cermat dapat menghasilkan material pasir yang baik. Material pasir ini mengandung belerang didalamnya.

2.8.1 Bentuk Dan Tekstur Permukaan Pasir

Seperti halnya pada agregat kasar, selain ukuran dan gradasi, bentuk dan tekstur permukaan pasir juga akan mempengaruhi yang dihasilkan. Ada bermacam-macam bentuk butir agregat, salah satu klasifikasinya adalah “angular”, “rounded” (bulat), “flanky” (pipih), “clongated” (mamanjang), dan “flanky and elongated” (pipih dan memanjang). Secara umum yang mudah untuk pelaksanaannya adalah bentuk bulat, sedangkan untuk kekuatan yang tinggi adalah angular. Bentuk pipih dan memanjang kurang baik, karena sulit untuk dipadatkan.

Tekstur permukaan mempengaruhi lekatan asphalt pada agregat, dan juga akan mempengaruhi kelecakan. Permukaan yang mengkilap lebih “workable” dari yang kasar, Akan tetapi permukaan yang kasar menghasilkan kekuatan yang tinggi.

2.9 Spesifikasi ATB (Asphalt Treated Base)

2.9.1 Umum

ATB (Asphalt Treated Base) mempunyai arti Lapis Aspal Beton Atas yang disingkat LASTON ATAS, terdiri dari campuran aspal dengan bermacam fraksi, baik fraksi agregat kasar, fraksi agregat halus dan bahan pengisi dengan perbandingan tertentu dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas dan diletakkan diatas lapis pondasi atas. ATB berfungsi untuk mendukung dan menyebarkan beban ke bagian konstruksi jalan di bawahnya serta tempat meletakkan lapis permukaan yang kedap air. Penggunaan ATB pada umumnya khusus diformulasikan untuk meningkatkan keawetan dan ketahanan. Adapun ATB mempunyai sifat- sifat sebagai berikut :

Adapun ATB mempunyai sifat- sifat sebagai berikut :

- a) Open graded atau course graded.
- b) Kurang kedap air (permeability sedang).
- c) Mempunyai nilai struktural.

Sedangkan untuk penggunaannya :

- a) Umumnya dipasang diatas lapis pondasi atas dengan pengikat (bound base) atau lapis pondasi atas tanpa pengikat (unbound base) yang sudah memenuhi persyaratan.
- b) Untuk mempercepat terwujudnya peningkatan jalan secara keseluruhan terutama pada konstruksi bertahap.

2.9.2 Agregat.

- a) Komponen-komponen agregat campuran harus ditetapkan menurut “fraksi rancangan” yang disyaratkan dengan didefinisikan seperti berikut ini.

1. Fraksi agregat kasar, yaitu persen (%) lewat dari campuran keseluruhan dari material yang tertahan pada saringan 2,36 mm (#8).
2. Fraksi agregat halus, yaitu persen (%) lewat dari campuran keseluruhan dari material yang lolos saringan 2,36 mm (#8) tetapi tertahan pada saringan 75 micron (#200).
3. Bahan pengisi, yaitu persen (%) berat dari campuran keseluruhan dari material yang lolos saringan 75 micron (#200).

(Jilid Tiga Spesifikasi Umum DPU Bina Marga).

- b) Agregat yang digunakan sebagai bahan campuran harus bersih dari kotoran-kotoran, bahan-bahan organik, bahan-bahan lain yang tidak dikehendaki serta harus diperiksa kualitasnya sesuai dengan tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2.1 Persyaratan Kualitas Agregat

No	Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Persyaratan	Satuan
1	Kehilangan berat akibat abrasi dengan mesin Los Angeles	PB. 0206 1976	40	% maks
2	Kelekatan agregat terhadap aspal	PB.0205. 1976	95	% min

Sumber : Buku Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton Pondasi Atas (LASTON ATAS).
Tabel 2.1, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga.

- c). Pasir harus non plastis dan bebas dari kotoran-kotoran, bahan-bahan organis dan bahan-bahan lain yang tidak dikehendaki serta mempunyai Sand Equivalent minimum 50%.
- d). Gradasi agregat harus memenuhi ketentuan sebagaimana tertera ditabel 2.2 dibawah ini.

Tabel 2.2 Persyaratan Gradasi Agregat
(untuk kadar aspal normal 3-6%)

No Saringan	% Lolos		
	Tipe I	Tipe II	Tipe III
1 1/2" (38,1 mm)	100	100	100
1" (25,4 mm)	75 – 90	-	75 – 100
3/4" (19,1 mm)	-	-	60 – 85
1/2" (12,7 mm)	36 – 65	55 – 69	-
3/8" (9,52 mm)	-	-	40 – 65
1/4" (6,35 mm)	-	40 – 54	-
No.4 (4,76 mm)	25 – 40	35 – 49	30 – 60
No.8 (2,38 mm)	-	-	20 – 35
No.10 (2,00 mm)	-	23 – 31	-
No.30 (0,59 mm)	-	-	5 – 20
No.40 (0,42 mm)	-	8 – 16	-
No. 50 (0,279 mm)	-	-	3 – 12
No.100 (0,149 mm)	-	-	2 – 8
No.200 (0,074 mm)	0 – 5	2 – 6	1 – 4

Sumber : Buku Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton Pondasi Atas (LASTON ATAS).
Tabel 2.2, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga.

2.9.3 Aspal Keras

Aspal yang digunakan dari jenis penetrasi 80 atau penetrasi 60, yang memenuhi

Persyaratan sebagai mana tertera pada tabel 2.3 di bawah ini.

Tabel 2.3 Persyaratan Aspal Keras

Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Persyaratan				Satuan
		Pen 60		Pen 80		
		Min	mak	Min	mak	
1. Penetrasi (25° C, 5 detik)	PA. 0301-76	60	79	80	99	0,1 mm
2. Titik Lembek (Ring & Ball)	PA. 0302-76	48	58	46	54	°C
3. Titik Nyala (Clev. Open cup)	PA. 0303-76	200	-	225	-	°C
4. Kehilangan Berat (163° C, 5 Jam)	PA. 0304-76	-	0,4	-	0,6	% Berat
5. Kelarutan (CCL 4 atau CS2)	PA. 0305-76	99	-	99	-	%Berat
6. Daktilitas (25° C, 5 cm/menit)	PA. 0306-76	100	-	100	-	Cm
7. Penetrasi setelah kehilangan berat	PA. 0301-76	75	-	75	-	% semula
8. Berat Jenis (25° C)	PA. 0307-76	1	-	1	-	Gr/Cc

Sumber : Buku Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton Pondasi Atas (LASTON ATAS).

Tabel 2.3, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga.

2.9.4 Persyaratan Fraksi Rancangan

Sedangkan Persyaratan dari fraksi rancangan dari campuran ATB harus dalam batas – batas komposisi yang tertera dalam tabel 2.4 di bawah ini.

Tabel 2.4 Fraksi Rancangan Campuran Dan Proporsi Campuran Nominal

Fraksi Rancangan Campuran	% Berat Total Campuran Aspal	Proporsi Campuran Nominal
Fraksi agregat kasar (CA) (tertahan terhadap ayakan # 8)	40 - 60	50

Lanjutan Tabel 2.4

1	2	3
Fraksi agregat halus (FA) (lolos terhadap ayakan # 8 & tertahan terhadap ayakan # 200)	26 - 49,5	50 - FF - b
Fraksi Bahan Pengisi (FF) (lolos # 200)	4,5 - 7,5	4,5
Total Kadar Aspal dalam Campuran		b
	Total	100

Sumber: Buku 3, Spesifikasi Umum, Departemen Pekerjaan Umum
Direktorat Jendral Bina Marga

2.9.5 Perencanaan campuran

Untuk mendapatkan campuran ATB yang baik perlu dilakukan suatu perencanaan campuran.

Data-data yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut :

1. Mutu agregat.
2. Gradasi agregat.
3. Jenis aspal keras.
4. Data lalu lintas.

Kadar aspal ditentukan dengan cara Marshall terhadap benda uji (PC-0201-76) dengan jumlah tumbukan yang disesuaikan dengan klasifikasi lalu lintas.

Kadar aspal optimum campuran adalah kadar aspal yang memenuhi persyaratan sebagaimana tertera pada tabel 2.5 di bawah ini :

Tabel 2.5 Karakteristik Campuran

Cara pemeriksaan (PC-0201-76)	Persyaratan						Satuan
	LL berat		LL sedang		LL ringan		
	min	mak	min	mak	min	mak	
Stabilitas	600	-	460	-	350	-	Kg.
Rongga dalam Campuran	3	8	3	8	3	8	%
Rongga terisi Aspal	65	75	65	75	65	75	%
Kelelehan (flow)	2	4	2	4,5	2	5	mm
Jumlah tumbukan	75		50		35		

Sumber : Buku Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton Pondasi Atas (LASTON ATAS).
Tabel 3.1, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga.

2.10 Perhitungan Proporsi Aspal Pada Campuran (Marshall)

Dalam bagian ini dibahas perhitungan proporsi aspal pada campuran yang dipergunakan pada pekerjaan di laboratorium dengan menggunakan teori Marshall untuk mengetahui karakteristik aspal beton yang telah dipadatkan.

2.10.1 Tinjauan terhadap Kepadatan ("Density")

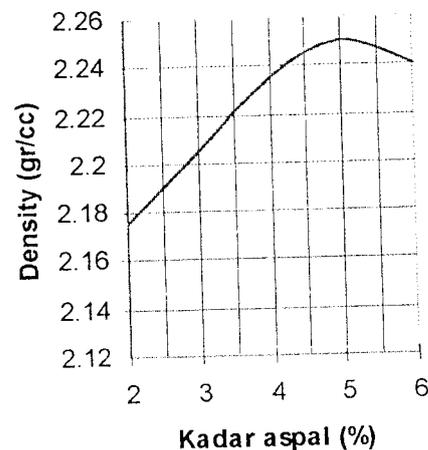
Nilai "Density" menunjukkan derajat kepadatan campuran yang telah dipadatkan. Campuran yang mempunyai "Density" yang tinggi akan mampu menahan beban yang lebih tinggi dibanding dengan campuran yang mempunyai "Density" rendah. Nilai "Density" dipengaruhi oleh kualitas bahan dan cara pemadatan campuran.

Dari hasil penelitian laboratorium, maka nilai "Density" campuran beton aspal tersebut dapat dihitung yang kemudian dibuat tabel perhitungan test "Marshall" dan grafik hubungan kadar aspal dan "Density".

Contoh hitungan nilai “Density” atau disebut juga berat isi sample :

$$\text{Berat isi sample} = \frac{\text{Berat kering benda uji}}{\text{Volume benda uji}}$$

Contoh Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Density



Gambar 2.2 Contoh Grafik Hubungan Kadar Aspal Dengan “Density”.

Sumber : Buku Panduan Praktikum Jalan Raya IV , Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan UII, Yogyakarta.

Berdasarkan grafik 2.2 terlihat bahwa nilai “Density” meningkat seiring dengan bertambahnya kadar aspal, sampai batas tertentu nilai “Density” kembali menurun seiring dengan bertambahnya kadar aspal.

2.10.2 Tinjauan terhadap VITM (“Void In The Mix”)

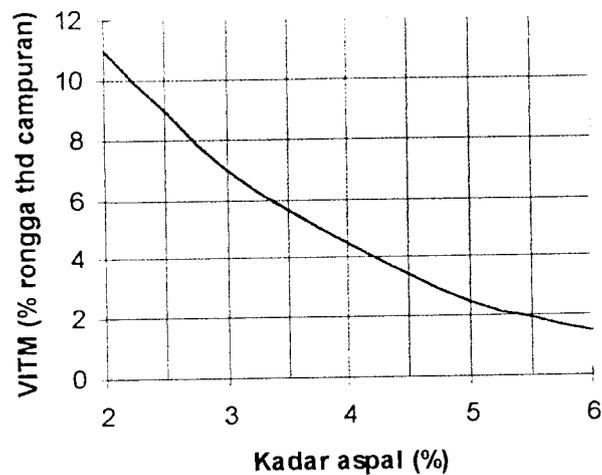
Volume rongga dalam campuran (VITM) dinyatakan dalam prosentase rongga udara dengan volume total campuran setelah dipadatkan. Nilai VITM berpengaruh terhadap kekedapan campuran.

Nilai VITM yang dihasilkan pada penelitian dapat dihitung dan dibuat tabel serta grafik hubungan kadar aspal dengan VITM.

Contoh hitungan nilai VITM :

$$\text{Nilai VITM} = 100 \% * \left(\frac{\text{BJ .Mak Teoritis} - \text{BJ Bulk Campuran}}{\text{BJ .Mak Teoritis}} \right)$$

Contoh grafik hubungan kadar aspal dengan VITM



Gambar 2.3 Contoh Grafik Hubungan Kadar Aspal Dengan “VITM“.

Sumber : Buku Panduan Praktikum Jalan Raya IV , Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan UII, Yogyakarta.

Berdasarkan grafik 2.3 diatas terlihat bahwa nilai VITM akan berkurang dengan meningkatnya kadar aspal dalam campuran. Nilai VITM yang kurang dari yang disyaratkan, maka akan mudah terjadi “Bledding”, hal ini akibat adanya beban lalu-lintas yang menambah pemadatan lapisan dan mengakibatkan lapisan aspal meleleh keluar. Sebaliknya nilai VITM lebih besar dari yang disyaratkan maka akan banyak terjadi rongga dalam campuran beton aspal, sehingga campuran tidak rapat dan tidak kedap air.

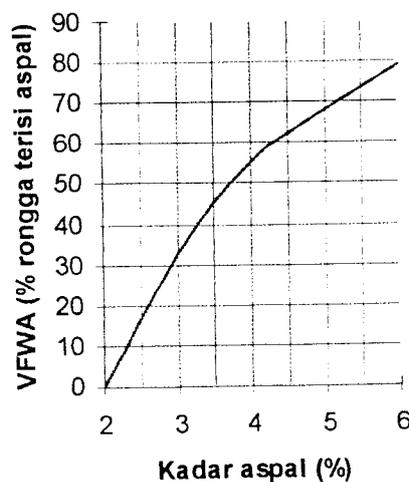
2.10.3 Tinjauan terhadap VFWA ("Void Filled With Asphalt")

Nilai VFWA menunjukkan prosentase rongga yang terisi aspal. Nilai VFWA menentukan keawetan suatu perkerasan yang dipengaruhi oleh kadar aspal yang digunakan. Jika kadar aspal terlalu banyak maka rongga udara yang tersisa semakin kecil. Saat perkerasan menerima beban lalu-lintas yang berulang menyebabkan terjadinya pemadatan kembali. Jika pemadatan akibat beban tersebut didukung oleh suhu perkerasan yang relatif tinggi, maka kekentalan aspal menjadi turun. Hal tersebut menyebabkan nilai VFWA menjadi besar. Nilai VFWA yang dihasilkan pada penelitian dihitung dan dibuat tabel serta grafik hubungan kadar aspal dengan VFWA.

Contoh hitungan nilai VFWA :

$$100 \% * \left(\frac{(\% \text{ Kadar Aspal} * \text{BJ Bulk Campuran}) : \text{BJ Aspal}}{((\% \text{ Kadar Aspal} * \text{BJ Bulk Campuran}) : \text{BJ Aspal}) + \% \text{ Rongga Udara}} \right)$$

Contoh grafik hubungan kadar aspal dengan VFWA



Gambar 2.4 Contoh Grafik Hubungan Kadar Aspal Dengan "VFWA".

Sumber : Buku Panduan Praktikum Jalan Raya IV , Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan UII, Yogyakarta.

Berdasarkan grafik 2.4 diatas terlihat nilai VFWA meningkat dengan bertambahnya kadar aspal dalam campuran, disebabkan karena rongga antar agregat terisi oleh aspal.

Nilai VFWA berhubungan erat dengan nilai VITM. VFWA yang kecil mengakibatkan aspal yang dapat menyelimuti agregat dan menghasilkan film aspal yang tipis, yang mengakibatkan lapisan perkerasan mudah lepas dan mudah terjadi oksidasi akhirnya perkerasan menjadi rusak.

Pemakaian aspal yang banyak mengakibatkan aspal tidak lagi dapat menyelimuti agregat dengan baik karena nilai rongga udara yang tersisa sedikit dan menghasilkan rongga antar campuran (VITM) yang kecil. Jadi nilai VFWA dan VITM yang kecil dengan kadar aspal yang tinggi kemungkinan terjadinya “Bleeding” cukup besar.

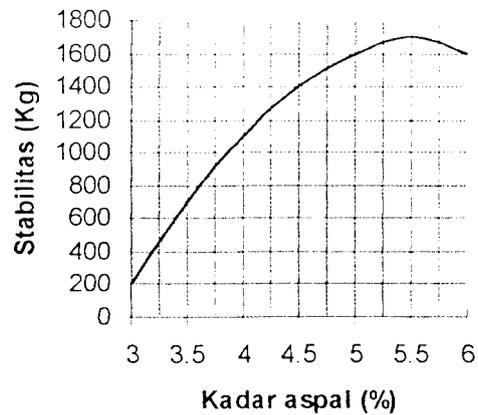
2.10.4 Tinjauan terhadap Stabilitas

Stabilitas lapisan perkerasan jalan adalah kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu-lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur maupun bleeding.

Stabilitas pada pengujian “Marshall” adalah kemampuan suatu campuran ATB untuk menerima beban hingga terjadi kelelahan plastis yang dinyatakan dalam satuan kilogram (Kg).

Nilai stabilitas yang dihasilkan pada penelitian yang diperoleh langsung dari hasil uji test “Marshall”, selanjutnya dibuat tabel dan grafik hubungan kadar aspal dengan stabilitas.

Contoh grafik hubungan kadar aspal dengan stabilitas



Gambar 2.5 Contoh Grafik Hubungan Kadar Aspal Dengan “Stabilitas”.

Sumber : Buku Panduan Praktikum Jalan Raya IV , Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan UIL, Yogyakarta.

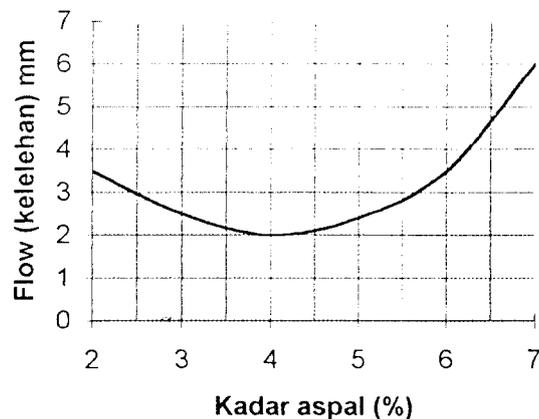
Dari grafik 2.5 diatas terlihat bahwa nilai stabilitas meningkat dengan bertambahnya kadar aspal, sampai batas tertentu nilai stabilitas kembali menurun seiring bertambahnya kadar aspal, hal ini disebabkan semakin bertambahnya kadar aspal ikatan antar agregat menjadi licin dan gesekan antar agregat lebih kecil.

2.10.5 Tinjauan terhadap kelelehan (“Flow”)

Nilai “Flow” menunjukkan besarnya penurunan campuran benda uji beton aspal akibat beban yang bekerja diatasnya. nilai “Flow” yang rendah dan tingginya nilai stabilitas akan menunjukkan perkerasan bersifat getas dan kaku. Sebaliknya nilai “Flow” yang tinggi menunjukkan campuran bersifat plastis dan mudah terjadi perubahan bentuk akibat beban lalu-lintas.

Nilai “Flow” yang dihasilkan dari hasil penelitian yang diperoleh dengan cara pembacaan langsung arloji “Flow” pada saat uji “Marshall”, selanjutnya dibuat tabel dan grafik hubungan antara kadar aspal dengan “Flow”.

Contoh grafik hubungan kadar aspal dengan “Flow”



Gambar 2.6 Contoh Grafik Hubungan Kadar Aspal Dengan “Flow”.

Sumber : Buku Panduan Praktikum Jalan Raya IV , Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan UII, Yogyakarta.

Berdasarkan grafik 2.6 diatas terlihat bahwa nilai “Flow” cenderung naik dengan bertambahnya kadar aspal.

2.10.6 Tinjauan Marshall Quotient (MQ)

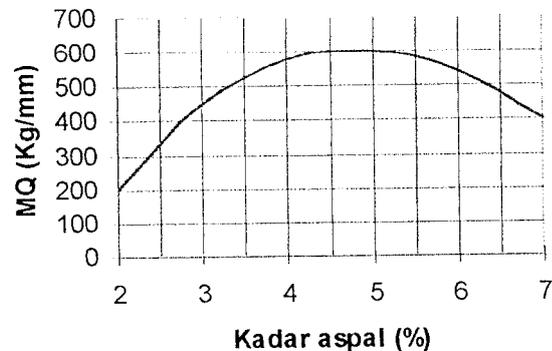
“Marshall Quotient” (MQ) merupakan hasil bagi dari stabilitas dengan kelelahan (“Flow”) yang digunakan sebagai pendekatan terhadap nilai tingkat kekakuan suatu campuran. Stabilitas tinggi disertai kelelahan yang rendah akan menghasilkan perkerasan yang kaku dan getas. Sebaliknya stabilitas yang rendah dengan kelelahan yang tinggi akan menghasilkan perkerasan yang terlalu plastis dan hal ini akan mengakibatkan perkerasan mengalami “Deformasi” akibat beban lalu-lintas yang berat dengan suhu yang cukup tinggi.

Dari penelitian laboratorium, maka nilai “Marshall Quotient” (MQ) dapat dihitung dan selanjutnya dibuat tabel serta grafik hubungan kadar aspal dengan “Marshall Quotient” (MQ).

Contoh hitungan “Marshall Quotient” :

$$\text{Nilai M Q} = \frac{\text{Stabilitas (Kg)}}{\text{Flow (mm)}}$$

Contoh grafik hubungan kadar aspal dengan “Marshall Quotient”



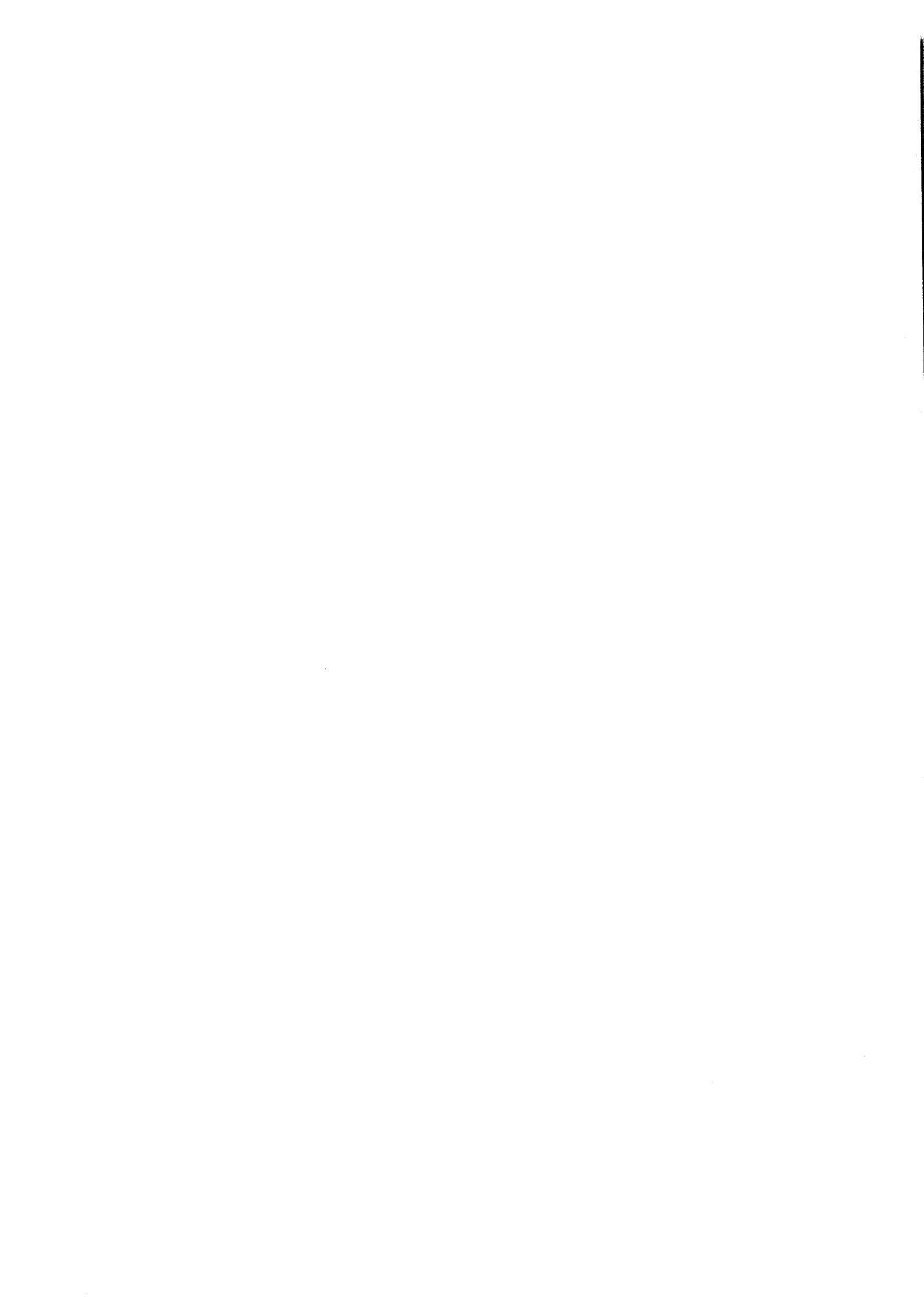
Gambar 2.7 Contoh Grafik Hubungan Kadar Aspal Dengan “Marshall Quotient (MQ)”.

Sumber : Buku Panduan Praktikum Jalan Raya IV , Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan UII, Yogyakarta.

Berdasarkan grafik 2.7 diatas terlihat bahwa nilai “Marshall Quotient” (MQ) meningkat dengan bertambahnya kadar aspal, sampai batas tertentu nilai “Marshall Quotient” menurun kembali seiring dengan bertambahnya kadar aspal.

2.10.7 Penentuan Kadar Aspal Optimum

Kadar aspal optimum adalah jumlah aspal yang digunakan dalam campuran ATB, agar dapat mencapai persyaratan berdasarkan nilai Density, VITM, VFWA, Flow dan Stabilitas. Penentuan kadar aspal optimum pada campuran menggunakan metode Bina Marga yaitu dengan mengplotkan nilai-nilai tersebut diatas diplotkan pada tabel “Spec” kadar aspal. Berdasarkan garis yang telah diplotkan pada tabel “Spec” kadar aspal, dicari batas terdalam dari kiri maupun kanan tabel tersebut. Nilai tengah diantara kedua batang tersebut merupakan kadar aspal optimum.





BAB III

CARA MENDAPATKAN DATA

Penelitian yang digunakan melalui tahapan murni dari persiapan, pemeriksaan mutu bahan atau material yang berupa agregat, aspal dan perencanaan campuran sampai tahap pelaksanaan pengujian marshall

3.1 Asal Bahan

Bahan-bahan yang dipakai dalam penelitian ini agregat, aspal dan pasir. Agregat yang digunakan berasal sungai Kutho Kecamatan Weleri, Kendal, diperoleh dari hasil produksi pemecahan batu "Stone Crusher" milik PT.Perwita Karya Weleri. Aspal yang dipakai adalah jenis AC 60-70 produksi Pertamina . Sedangkan pasir ada 2(Dua) asal yaitu :

1. Pasir Kali Bodri

Pasir ini diambil dari Sungai Bodri yang terletak pada 35 Km dari kota Semarang ke arah Pekalongan. Sungai ini mempunyai lebar 50-75 meter dan termasuk sungai besar yang ada pada daerah Jawa Tengah. Sungai Bodri ini menghubungkan daerah pegunungan (daerah atas seperti kota Sukorejo, Parakan, Temanggung dan sekitarnya) dengan daerah Pantai. Salah satu dari fungsi dari sungai ini adalah untuk mendrainasi daerah tersebut diatas dan pula sebagai sungai dari sumber air untuk pertanian. Sungai ini merupakan penghasil pasir yang dinamakan pasir Kali Bodri. Menurut asalnya pasir ini dari pasir alam golongan pasir sungai.

2. Pasir Muntilan

Diambil dari Kota muntilan yang merupakan guguran lava dari gunung merapi yang masuk sungai pengendalian lava. Dilihat dari asal usubya pasir ini termasuk pasir alam dari golongan pasir galian.

Pada penelitian ini dilakukan serangkaian pengujian yang meliputi :

1. Pengujian agregat (kasar dan pasir).
2. Pengujian bitumen (aspal).
3. Pengujian campuran ATB (Asphalt Treated Base)

3.2 Pengujian Agregat Kasar Dan Pasir

Adapun pengujian ini meliputi :

1. Pengujian keausan agregat kasar dengan mesin Los Angeles.
2. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar.
3. Pengujian berat jenis dan penyerapan pasir.
4. Pengujian kelekatan agregat dan pasir terhadap aspal.
5. Pengujian Sand Equivalent.
6. Pengujian Pengamatan Optik Pada Pasir. ✓

3.2.1 Pengujian keausan agregat dengan mesin Los Angeles

a. Maksud

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin Los Angeles. Keausan ini dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan aus lewat saringan nomer 12 terhadap berat semula (dalam persen).

b. Peralatan.

1. Mesin Los Angeles

Mesin terdiri dari silinder baja tertutup pada kedua sisinya dengan diameter 71 cm (28"). Silinder bertumpu pada kedua poros pendek yang tak menerus dan berputar pada poros mendatar. Silinder berlubang untuk memasukkan benda uji. Penutup lubang terpasang rapat sehingga permukaan dalam silinder tidak terganggu. Dibagian dalam silinder terdapat bilah baja melintang penuh setinggi 8,9 cm (3,56").

2. Saringan no. 12 dan saringan-saringan lainnya.
3. Timbangan dengan ketelitian 5 gram.
4. Bola-bola baja dengan diameter rata-rata 4,68 cm (17/8") dan untuk berat masing-masing antara 390-445 gram.
5. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.

c. Benda uji

1. Berat dan gradasi benda uji :
 - i. Lewat saringan 1 1/2" dan tertahan saringan 1" sebanyak 1250 gram.
 - ii. Lewat saringan 1" dan tertahan saringan 3/4" sebanyak 1250 gram.
 - iii. Lewat saringan 3/4" dan tertahan saringan 1/2" sebanyak 1250 gram.
 - iv. Lewat saringan 1/2" dan tertahan saringan 3/8" sebanyak 1250 gram.
2. Benda uji dibersihkan dan dikeringkan dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap.

d. Pengujian

1. Benda uji dan bola baja dimasukkan kedalam mesin Lon Angeles.
2. Putar mesin Los Angeles dengan kecepatan 30-33 rpm, 500 putaran untuk gradasi benda uji.

3. Setelah selesai pemutaran, benda uji dikeluarkan dari mesin, kemudian disaring dengan saringan no.12. Butiran yang tertahan di atasnya dicuci bersih, selanjutnya dikeringkan dalam oven yang bersuhu $110 \pm 5^\circ\text{C}$ sampai berat tetap dan ditimbang.

3.2.2 Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar

a. Maksud

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis bulk ("Bulk Specific Gravity"), berat jenis kering permukaan jenuh ("Saturated Surface Dry"), berat jenis semu ("Apparent Specific Gravity") dan penyerapan dari agregat kasar.

1. Berat jenis bulk ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
2. Berat jenis kering permukaan jenuh ialah perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
3. Berat jenis semu ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu tertentu.
4. Penyerapan ialah prosentase berat air yang dapat diserap oleh pori agregat terhadap berat kering agregat kering.

b. Peralatan

1. Kerajang kawat ukuran 3,35 mm atau 2,36 mm (no.6 atau no.8) dengan kapasitas kira-kira 5 kg.

2. Tempat air dengan betuk dan kapasitas yang sesuai untuk pemeriksaan. Tempat ini harus dilengkapi dengan pipa, sehingga permukaan air selalu tetap.
3. Timbangan kapasitas 5 kg dan ketelitian 0,1 % dari berat contoh yang ditimbang dan dilengkapi dengan alat penggantung keranjang.
4. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu hingga $110 \pm 5^\circ\text{C}$.
5. Alat pemisah contoh (spliter).
6. Saringan no.4.

c. Benda uji

Benda uji adalah agregat yang tertahan # No. 4 dari alat pemisah contoh, sebanyak kira-kira 5 kg.

d. Pengujian

1. Benda uji dicuci untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan.
2. Benda uji dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C sampai berat tetap.
3. Benda uji didinginkan pada suhu kamar selama 1-3 jam, lalu ditimbang dengan ketelitian 0,3 gram (Bk).
4. Benda uji direndam dalam air pada suhu kamar selama ± 24 jam.
5. Setelah itu benda uji dilap dengan kain, penyerapan sampai selaput air pada permukaan hilang ("SSD"), untuk butiran yang besar pengeringan harus satu per satu.
6. Ditimbang berat uji kering permukaan jenuh (Bj).
7. Benda uji diletakkan dalam keranjang, kemudian batunya digoncangkan untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan ditentukan beratnya dalam air (Ba). Diukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan pada suhu standar 25°C .

3.2.3 Pengujian berat jenis dan penyerapan Pasir

a. Maksud

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis bulk (“Bulk Specific Gravity”), berat kering permukaan jenuh (“Saturated Surface Dry = SSD”) dan berat jenis semu (“Apparent Specific Gravity”), serta penyerapan dari agregat halus.

1. Berat jenis bulk adalah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
2. Berat kering permukaan jenuh, yaitu perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
3. Berat jenis semu adalah perbandingan berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu tertentu.
4. Penyerapan adalah prosentase berat air yang dapat diserap pori terhadap berat agregat kering.

b. Peralatan

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram.
2. Picnometer 500 ml.
3. “Conne” (tabung kerucut dengan penumbuknya) dengan ukuran diameter atas (40 ± 3) mm dan diameter bawah (90 ± 3) mm dan tingginya (75 ± 3) mm, dengan tebal

logam 0,8 mm, dan ukuran penumbuk yang mempunyai bidang penumbuk rata, berat (340 ± 15) gram diameter permukaan penumbuk (25 ± 3) mm.

4. Saringan no. 4.
5. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu.
6. Loyang seng dan loyang plastik.
7. Kuas.
8. Termometer.
9. Kompor listrik dan perlengkapannya.
10. Air suling.

c. Benda uji

Benda uji adalah agregat halus yang lewat saringan No. 4 yang diperoleh dari alat pemisah sebanyak kurang lebih 1000 gram.

d. Pengujian

1. Benda uji sebanyak 1000 gram ditimbang.
2. Benda uji dikeringkan didalam oven sampai kering tetap, kemudian direndam didalam air selama 20-24 jam (sampai basah jenuh).
3. Air rendaman dibuang dengan hati-hati jangan sampai ada butiran yang hilang.
4. Benda uji dimasukkan kedalam loyang seng, kemudian dipanaskan dengan menggunakan kompor dan dibolak-balik hingga kering permukaan.
5. "Conne" dengan ditumbuk sebanyak 25 kali (8, 8, dan 9 kali), caranya: "Conne" diisi sepertiga bagian dulu lalu ditumbuk sebanyak 8 kali. Sesudah itu "Conne" diisi sampai duapertiga dan ditumbuk sebanyak 8 kali dan yang terakhir diisi kembali sampai penuh dan ditumbuk sebanyak 9 kali. Kemudian "Conne" diangkat

dengan hati-hati, kalau benda uji masih berbentuk kerucut seperti “Conne” berarti benda uji belum mencapai kering permukaan jenuh.

6. Pekerjaan 4 dan 5 diulangi sampai ketemu kering permukaan jenuh.
7. Kalau sudah mencapai keadaan “SSD” benda uji ditimbang sebanyak 500 gram dan dimasukkan kedalam picnometer yang sudah diketahui beratnya, kemudian diisi lagi dengan air suling sebanyak 90% dari kapasitas picnometer.
8. Picnometer yang sudah berisi benda uji dan air suling diletakkan diatas kompor yang sudah dinyalakan, kemudian direbus untuk menghilangkan gelembung udara yang berada didalam benda uji.
9. Setelah mendidih didiamkan sampai mencapai suhu ruang, kemudian ditambah air suling sebanyak yang diperlukan (sampai batas maksimum) lalu ditimbang.
10. Benda uji dituangkan kedalam loyang seng dan airnya dibuang dengan hati-hati jangan sampai ada butiran yang jatuh sampai hilang kemudian dimasukkan kedalam oven sampai kering lalu didiamkan sampai mencapai suhu ruang dan ditimbang.

3.2.4 Pengujian kelekatan agregat terhadap aspal

a. Maksud

Pengujian ini dimaksud untuk menentukan kelekatan agregat terhadap aspal.

Kelekatan agregat terhadap aspal adalah prosentase luas permukaan batuan yang tertutup aspal terhadap keseluruhan luas permukaan.

b. Peralatan

1. Timbangan dengan kapasitas 200 gram, dengan ketelitian 0,1 gram.
2. Pisau pengaduk.

3. Wajan untuk memanaskan, dengan kapasitas 500 ml.
4. Beker glass, dengan kapasitas 500 ml s/d 1000 ml.
5. Oven yang dilengkapi pengatur waktu.
6. Saringan 6,3 mm (1/4") dan 9,5 mm (3/8").
7. Termometer 200 °C s/d 300 °C.
8. Aquadest.

c. Benda uji

1. Benda uji adalah agregat yang lewat saringan 3/8" dan tertahan pada saringan 1/4" sebanyak kira-kira 100 gram.
2. Agregat dicuci dengan air aquadest, kemudian dikeringkan pada suhu 135°C sampai 149°C hingga kering tetap. Setelah kering tetap kemudian disimpan ditempat yang tertutup rapat dan siap diperiksa.
3. Untuk pelapisan agregat basah perlu diketahui berat jenis, kering permukaan ("SSD") dan penyerapan dari agregat kasar.

d. Pengujian

Untuk pelapisan agregat kering dengan aspal dingin caranya adalah sebagai berikut :

- i. Diambil benda uji agregat sebanyak 100 gram, kedalam wajan aspal dimasukkan sebanyak 5,5 gram yang sudah dipanaskan pada suhu yang diperlukan. Aspal diaduk dengan agregat hingga merata dengan spatula selama kurang lebih 2 menit.
- ii. Adukan beserta wajannya dimasukkan kedalam oven dalam suhu 60 °C selama 2 jam, selama proses ini lubang angin dalam oven harus dibuka. Setelah 2 jam adukan beserta wajannya dikeluarkan dari oven dan diaduk kembali hingga dingin (suhu ruang).

- iv. Selaput aspal yang mengambang dipermukaan air diambil dengan tidak mengganggu agregat yang berada ditabung. Agregat tadi diterangi dengan lampu yang pakai kap, tempat lampu diatur sehingga tidak menyilaukan akibat pantulan cahaya dari permukaan air. Dengan melihat dari atas menembus air, dapat diperkirakan prosentase luas permukaan yang masili terselimuti oleh aspal.

3.2.5 Pengujian Sand Equivalent

a. Maksud

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan banyaknya kadar debu atau lumpur pada agregat halus (lolos saringan nomer 4).

b. Peralatan

1. Alat pemeriksaan "Sand Equivalent" yang terdiri dari silinder ukur dari plastik, tutup karet, tabung irigator, kaki pemberat dan sifon.
2. Kaleng dngan diameter 57 mm dan isi 85 ml.
3. Corong dengan mulut luas.
4. Jam dengan pembacaan sampai detik.
5. Pengguncang mekanis.
6. Larutan CaCl_2 , Glyserin dan formal dehyde.

c. Benda uji

1. Pasir disaring dengan saringan no. 4, masukkan contoh kedalam kaleng sehingga penuh dan rata.

2. Selama pengisian ketuk-ketuklah alas dari kaleng pada meja atau permukaan yang keras supaya terjadi konsolidasi. Benda uji biasanya disiapkan dalam keadaan kering udara atau dalam keadaan aslinya.

d. Pengujian

1. Larutan CaCl_2 sebanyak 454 gram dicampur dengan 0,5 galon aquadest yang telah dididihkan kemudian didinginkan.
2. Disaring dengan saringan "WATTMAN" no.12, dan ditambahkan glyserin dan formaldehide pada larutan yang disaring.
3. Diencerkan 85 ml larutan (baru) menjadi satu galon dengan menambahkan aquadest.
4. Dimasukkan pasir 70 cc dan didiamkan selama 10 ± 1 menit, lalu dikocok secara mendatar sebanyak 90 kali, kemudian ditambahkan larutan sampai skala 15.
5. Didiamkan selama 20 - 15 menit.
6. Dimasukkan beban dan baca skala beban.

3.3 Pengujian Bitumen (Aspal)

Pada pengujian ini digunakan dua jenis aspal yaitu aspal semen (AC 60-70).

Adapun pengujian aspal meliputi :

1. Pengujian penetrasi aspal.
2. Pengujian titik nyala dan titik bakar aspal.
3. Pengujian titik lembek aspal.
4. Pengujian berat jenis aspal.
5. Pengujian kelarutan aspal dalam CCl_4 .
6. Pengujian Ductility.

3.3.1 Pengujian penetrasi aspal

a. Maksud

Pengujian dimaksudkan untuk menentukan penetrasi bitumen keras atau lembek (solid atau semi solid) dengan memasukkan jarum ukuran tertentu, beban dan waktu tertentu kedalam bitumen pada suhu tertentu pula.

b. Peralatan

1. Alat penetrasi yang dapat mengerakkan pemegang jarum naik turun tanpa gesekan dan dapat mengukur penetrasi sampai 0.1 mm.
2. Pemegang jarum sebesar $(47,5 \pm 0,05)$ gram yang dapat dilepas dengan mudah dari alat penetrasi.
3. Pembuat jarum dari $(50 \pm 0,05)$ gram dan $(100 \pm 0,05)$ gram masing-masing dipergunakan untuk pengukuran penetrasi dari beban 100 dan 200 gram.
4. Jarum penetrasi dibuat dari stainless steel mutu 440 C, atau HRC 54 sampai 60, ujung jarum berbentuk kerucut terpancung.
5. Cawan contoh terbuat dari logam atau gelas berbentuk silinder dengan dasar rata dengan diameter dalam 35 mm dan diameter 55 mm dengan tinggi ± 70 mm.
6. Bak perendam ("Water Bath") terdiri dari bejana dengan isi 10 liter dan dapat menahan suhu tertentu dengan ketelitian $0,1$ °C , bejana dilengkapi dengan plat dasar berlubang-lubang terletak 50 mm diatas dasar bejana dan tidak kurang dari 100 mm dibawah permukaan air dalam bejana tersebut.
7. Gelas piala ("Beker Glass") yang ukurannya 400 ml.

8. Stopwatch, dengan skala pembagian terkecil 0,1 detik dan kesalahan tertinggi 0,1 detik per 60 detik.
9. Termometer, dengan skala suhu 100 °C.

c. Benda uji

1. Contoh aspal dipanaskan perlahan-lahan serta diaduk hingga cukup cair untuk dituangkan. Pemanasan aspal tidak melebihi dari 90 °C diatas titik lembek. Waktu pemanasan kurang dari 30 menit, dan diaduk perlahan-lahan agar udara tidak masuk kedalam contoh aspal.
2. Setelah contoh aspal cair merata, dituangkan kedalam cawan sampel dan didiamkan hingga dingin. Tinggi contoh dalam tempat tersebut tidak kurang dari angka penetrasi ditambah 10 mm. Dibuat dua benda, benda uji ditutup agar bebas dari debu dan didiamkan pada suhu ruang antara 1 sampai 1,5 jam.

d. Pengujian

1. Benda uji diletakkan kedalam “Beker Glass” yang berisi air, kemudian dimasukkan kedalam bak perendam yang suhunya diatur 25 °C, selama 1 sampai 1,5 jam.
2. Jarum diperiksa agar dapat dipasang dengan baik dan dibersihkan dengan pelarut bensin kemudian dikeringkan sampai bersih, dipasang pada pemegang tiga jarum.
3. Pemberat jarum (50 gram atau 100 gram) diletakkan diatas, sesuai dengan beban yang dikehendaki.
4. Beker Glass dipindahkan dari bak perendam kebawah alat penetrasi.
5. Jarum penetrasi ditunkan hingga jarum menyentuh benda uji dengan bantuan senter, jarum arloji penetrometer ditaruh pada angka nol.

6. Pemegang jarum penetrasi dilepaskan serentak dengan dihidupkan stop watch selama $5 \pm 0,1$ detik.
7. Kepala arloji penetrasi ditekan hingga menyentuh pemegang jarum, kemudian dibaca angka yang berhimpit pada jarum tersebut.
8. Jarum penetrasi dilepaskan dari pemegangnya dengan cara mengendorkan mur atau skrupnya, kemudian bagian arloji diangkat keatas dan dikunci.
9. Jarum yang sudah kedalam sampel diambil dengan cara diputar perlahan-lahan supaya permukaan benda uji tidak rusak.
10. Pekerjaan 1 sampai 9 diulang sampai 5 kali dengan ketentuan selisih angka penetrasi antara satu titik dengan titik lain tidak boleh lebih dari 4 satuan.

3.3.2 Pengujian titik nyala dan titik bakar

a. Maksud

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan titik nyala dan titik bakar dari semua hasil minyak bumi, kecuali minyak bakar dan bahan lainnya yang mempunyai titik nyala open cup kurang dari 79°C .

Titik nyala adalah suhu pada saat terlihat nyala singkat pada suatu titik diatas permukaan aspal.

Titik bakar adalah suhu pada saat terlihat nyala sekurang-kurangnya 5 detik pada permukaan aspal.

b. Peralatan

1. Termometer 400°C .
2. Cawan Cleveland Open Cup.
3. Alat pemanas dan perlengkapannya.

4. Pelat pemanas dan perlengkapannya.
 - i. terdiri dari logam untuk meletakkan cawan.
 - ii. bagian atas dilapisi asbes setebal $\frac{1}{4}$ "
5. Nyala penguji yang dapat diatur dan memberikan nyala dengan diameter 3,2 mm sampai dengan 4,8 mm dengan panjang 7,5 cm.
6. Stop watch.

c. Benda uji

1. Contoh asphal dipanaskan antara 148,9 °C s/d 176 °C sampai cair.
2. Cawan Cleveland Open Cup diisi dengan contoh asphal sampai garis, dan gelembung udara yang ada pada permukaan cairan dipecahkan.

d. Pengujian

1. Cawan diletakkan diatas pelat pemanas dan diatur sumber pemanasnya sehingga terletak dibawah titik tengah cawan.
2. Nyala penguji diletakkan pada poros pada jarak 7.5 cm dari titik tengah cawan.
3. Termometer diletakkan tegak lurus didalam benda uji dengan jarak 6.4 mm diatas dasar cawan dan terletak pada satu garis yang menghubungkan titik tengah cawan dengan titik poros nyala penguji. Kemudian di atur sehingga poros termometer terletak pada jarak $\frac{1}{4}$ diameter cawan dari tepi.
4. Penahan angin ditempatkan dan diatur nyala ujinya.
5. Sumber pemanas dinyalakan dan diatur pemanasannya sehingga kenaikan suhu menjadi 15°C permenit sampai benda uji terlihat titik nyalanya.
6. Nyala penguji dinyalakan dan diputar pada suhu 300 °C dan kemudian setiap kenaikan suhu 2 °C diputar lagi.
7. Dibaca dan dicatat suhu pada saat terlihat nyala singkat pada suatu titik diatas permukaan benda uji, suhu ini disebut titik nyala.

8. Pekerjaan 7 dilanjutkan sampai terlihat nyala yang agak lama, sekurang-kurangnya 5 menit diatas permukaan benda uji, kemudian dibaca dan dicatat suhu yang terbaca pada termometer, suhu ini disebut titik bakar.

3.3.3 Pengujian titik lembek

a. Maksud

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan titik lembek aspal yang berkisar 30 °C sampai 200 °C.

Titik lembek adalah suhu pada saat bola-bola baja, dengan berat tertentu, mendesak turun kesuatu lapisan aspal yang tertekan dalam cincin berukuran tertentu, sehingga aspal tersebut menyentuh pelat dasar yang terletak dibawah cincin yang terletak pada ketinggian tertentu.

b. Peralatan

1. Termometer.
2. Cincin kuningan.
3. Bola baja diameter 9,53 mm, berat 3,45 gram sampai 3,5 gram.
4. Beker Glass yang tahan panas dengan diameter 8,5 cm dan tinggi sekurang-kurangnya 12 cm.
5. Alat pengarah bola baja.
6. Dudukan benda uji.
7. Penjepit.
8. Kompor pemanas dan perlengkapannya.
9. Air es



c. Benda uji

1. Contoh aspal dipanaskan perlahan-lahan dan diaduk terus menerus hingga merata, pengadukan dan pemanasan dilakukan dengan perlahan-lahan agar gelembung udara tidak masuk. Suhu pemanasan tidak melebihi $111\text{ }^{\circ}\text{C}$ diatas titik lembek aspal. Sesudah merata cair dituangkan kedalam cincin yang telah diolesi larutan glyserin, kemudian didiamkan selama 1 sampai 2 jam.
2. Setelah dingin, sampel yang ada pada cincin diratakan memakai spatula yang telah dipanaskan, kemudian didiamkan lagi sampai keadaan dingin.

d. Pengujian

1. Beker Glass diisi dengan air suling, dengan suhu ($5\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$) sebanyak antara 101,6 ml s/d 108 ml, untuk mencapai suhu tersebut ditambahkan es.
2. Benda uji dipasang dan diatur dudukannya dan diletakkan pengarah bola baja diatasnya, kemudian dimasukkan seluruh peralatan kedalam beker glass.
3. Termometer dipasang pada tempatnya, jarak permukaan pelat dasar dengan benda uji diatur hingga mencapai 25,4 mm
4. Beker Glass dipanaskan sehingga kenaikan suhunya menjadi $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ per menit.
5. Pada saat bola baja menyentuh pelat dasar dicatat suhunya dan suhu tersebut merupakan titik lembek aspal.

3.3.4 Pengujian berat jenis aspal**a. Maksud**

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis aspal keras dengan picnometer. Berat jenis aspal adalah perbandingan berat aspal dan air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu.

b. Peralatan

1. Termometer.
2. Picnometer.
3. Air suling (“Aquadest”).
4. Gelas piala (“Beker Glass”).
5. Neraca dan perlengkapannya.

c. Benda uji

1. Contoh aspal diambil secukupnya kira kira sebesar kelereng.
2. Contoh tersebut dimasukkan dalam picnometer yang telah kering, kira-kira setengah bagian.

d. Pengujian

1. Picnometer yang telah kering oven ditimbang lengkap dengan penutupnya.
2. Kemudian picnometer tersebut diisi air sampai penuh, ditutup perlahan-lahan supaya tidak terdapat gelembung udara, lalu ditimbang.
3. Air yang ada pada picnometer dikeluarkan, kemudian dikeringkan dengan lap atau oven.
4. Benda uji yang sudah dikeringkan dimasukkan sebanyak 2 atau 3 gram dengan bantuan gliserin, kemudian ditutup dan ditimbang.
5. Setelah itu picnometer diisi sampai penuh dan ditutup perlahan-lahan, lalu ditimbang dan dicatat beratnya.

3.3.5 Pengujian kelarutan aspal dalam CCL_4

a. Maksud

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan kadar aspal yang larut dalam Carbon Tetrachlorida.

b. Peralatan

1. Alat dari asbes dengan panjang serat kira-kira 1 cm, yang telah dicuci dengan asam.
2. Goach Cruible adalah cawan porselin berdiameter 4,4 cm mengecil kebawah berdiameter dasar sekurang-kurangnya 3,6 cm, dengan tinggi bagian dalam 2,5 cm.
3. Labu Elenmeyer berkapasitas 125 ml.
4. Tabung penyaring.
5. Labu penyaring.
6. Tabung karet untuk menahan Goach Cruible.
7. Oven, dengan pengatur suhu sampai $125^{\circ}C$.
8. Pembakar gas.
9. Neraca analistik dengan kapasitas $(200 \pm 0,001)$ gram.
10. Pompa hampa udara.
11. Desikator.
12. Carbon Tetrachlorida pro analisa.
13. Ammonium Carbonat pro analisa.
14. Batang pembersih.
15. Cawan porselin.

c. Benda uji

1. Mengambil contoh aspal yang telah dikeringkan dibawah suhu penguapan air sekurang-kurangnya 2 gram.
2. Menumbuk sekurang-kurangnya 4 gram sampai halus, jika contoh aspal tersebut keras dan mengambil 2 gram sebagai benda uji.

d. Pengujian

1. Labu Elenmeyer ditimbang.
2. Menuangkan benda uji dan menuangkan 300 cm³ Carbon Tetraklorida pro Analisa sedikit demi sedikit sambil diaduk hingga aspal larut.
3. Mempersiapkan Goach Cruible.

Memasukkan tabung penyaring kedalam mulut labu penyaring dan masukkan Goach Cruible kedalam tabung penyaring, kemudian dilubungkan kedalam tabung penyaring, kemudian hubungkan labu penyaring dengan pompa hampa udara.

Goach Cruible diisi dengan suspensi asbes dalam air, dengan menggunakan pompa hampa udara dihisap hingga terbentuk lapisan lapisan halus asbes pada dasar Goach Cruible. Kemudian Goach Cruible diangkat dan dibakar dengan pembakar gas dan setelah dingin ditimbang dalam desikator. Percobaan ini diulangi hingga beberapa kali sampai mendapat asbes kering sebanyak $(5 \pm 0,1)$ gram.

4. Kemudian disimpan dalam almari kira-kira 2 jam.
5. Kemudian larutan dituangkan kedalam Goach Cruible yang telah disiapkan dan dihisap dengan pompa hampa udara. Kran pengisap diatur sehingga asbes dan endapan tidak ikut terisap.

6. Dinding labu elemeyer dibersihkan dengan menggunakan batang pembersih dan Carbon Tetraklorida sedikit kemudian dipindahkan dalam Goach Cruible.
7. Goach Cruible dicuci dengan menggunakan larutan CCl_4 hingga filtrat menjadi jernih, kemudian isap dengan pompa hampa udara hingga kering.
8. Goach Cruible dikeringkan dalam oven pada suhu (100°C - 125°C) selama 20 menit.
9. Kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang.
10. Jika terdapat sisa-sisa endapan pada dinding labu elemeyer, labu dikeringkan dan ditimbang.
11. Hasil perbandingan timbangan labu elemeyer ditambahkan sebagai zat yang tidak larut dalam CCl_4 . Dalam hal ini terdapat keragu-raguan mengenai terbawanya mineral dalam filtrat, filtrat dikeringkan dan dibakar dalam cawan porselin. Jika terdapat mineral Karbonat, tambahkan pada labu tersebut beberapa tetes larutan $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ pekat dan dikeringkan pada suhu 100°C , kemudian dibakar untuk kedua kalinya hingga warna berubah merah tua dan didinginkan dalam desikator. Timbang dan tambahkan berat labu ini pada berat endapan Goach Cruible.

3.3.6 Pengujian Ductility

a. Maksud

Maksud pengujian ini adalah untuk mengetahui sifat kohesi dalam aspal itu sendiri yaitu dengan mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara dua cetakan yang berisi aspal keras sebelum putus, pada suhu dan kecepatan tarik tertentu.

b. Peralatan

1. Termometer .

2. Cetakan Daktilitas kuningan .
3. Bak perendam air isi 10 liter yang dapat menjaga suhu tertentu selama pengujian dengan ketelitian $0,1^{\circ}\text{C}$, dan benda uji dapat direndam sekurang-kurangnya 10 cm, dibawah permukaan air. Bak tersebut dilengkapi dengan pelat dasar yang berlubang diletakkan 5 cm dari dasar bak perendam untuk meletakkan benda uji.
4. Mesin uji dengan ketentuan sebagai berikut :
 - i. Dapat menarik benda uji dengan kecepatan tetap.
 - ii. Dapat menjaga benda uji tetap terendam dan tidak menimbulkan getaran selama pemeriksaan.

c. Benda uji

1. Melapisi semua bagian dalam cetakan daktilitas dan bagian atas pelat dasar dengan campuran glyseri dan dextrin, glyserin dan kaolin, atau amalgam. Kemudian memasang cetakan daktilitas diatas pelat dasar.
2. Memanaskan contoh aspal kira-kira 100 gram hingga cair dan dapat dituang. Untuk menghindari pemanasan setempat, dilakukan dengan hati-hati. Pemanasan dilakukan sampai suhu antara 80°C sampai 100°C di atas titik lembek. Kemudian contoh disaring dengan saringan No. 50 dan setelah diaduk dituang kedalam cetakan.
3. Pada waktu mengisi cetakan, contoh dituang hati-hati dari ujung ke ujung hingga penuh berlebihan.
4. Cetakan didinginkan pada suhu ruang selama 30 sampai 40 menit lalu dipindahkan seluruhnya kedalam bak perendam yang telah disiapkan pada suhu pengujian (sesuai dengan spesifikasi) selama 30 menit, kemudian contoh yang berlebihan diratakan dengan pisau atau spatula yang panas hingga cetakan terisi penuh dan rata.

Tabel 3.3 Kadar Aspal AC 60-70 Dengan Pasir Muntilan

Jumlah camp. ATB Pasir Muntilan	Jumlah kadar aspal dalam campuran beton aspal				
	3%	4%	5%	6%	7%
1	A11	A21	A31	A41	A51
2	A12	A22	A32	A44	A52
3	A13	A23	A33	A43	A53

3.5 Pembuatan Benda Uji

Benda uji ini adalah hasil dari pemadatan campuran ATB, yang terdiri dari campuran merata antara aspal dan agregat yang sudah ditumbuk dalam keadaan panas dan dikeluarkan dari silinder cetakan/mold dengan alat “Ejektor” dengan tebal $\pm 63,5$ mm dan diameter $\pm 101,6$ mm. Pembuatan benda uji dilakukan di Laboratorium Balai Pengujian Dan Peralatan Pekerjaan Umum Semarang dengan memanfaatkan sarana dan prasarana yang ada di Laboratorium dan diawasi oleh pegawai laboratorium. Jumlah benda uji yang kami buat untuk penggunaan campuran ATB pasir Muntilan dan campuran ATB pasir Bodri sebanyak 30 sampel benda uji.

3.5.1 Campuran ATB dengan Pasir Kali Bodri

Sampel I (Kadar Aspal 5.2 %)

Berat Total : 1200 gram

Kadar aspal : 5,2% x berat Total

Berat aspal : 5,2% x 1200 gr = 62,40 gram

Berat agregat : 1200 – 62,40 = 1137,60 gram

Untuk mendapatkan berat agregat pada masing - masing nomor saringan dihitung dengan menggunakan perhitungan analisa saringan agregat kasar dan halus, dapat dilihat pada tabel 3.4 dan tabel 3.5 dibawah ini.

TABEL 3.4 ANALISA SARINGAN PASIR BODRI

UKURAN SARINGAN		BERAT TERTAHAN MASING 2 SARINGAN (GRAM)	KOMULATUF			KETERANGAN
Mm	Inch		BERAT TERTAHAN (GRAM)	% TERTAHAN	% LOLOS	
9.5	3/8"	0	0	0.00	100	
4.76	NO.4	12.2	12.2	2.44	97.56	
2.38	NO.8	17.7	29.9	5.98	94.02	
0.59	NO.30	257.3	287.2	57.44	42.56	
0.279	NO.50	183.7	470.9	94.18	5.82	
0.149	NO.100	1.7	482.6	96.67	3.48	
0.074	NO.200	6.5	489.1	97.82	2.18	
PAN						
BERAT SELURUH CONTOH = 500 GRAM						

TABEL 3.5 ANALISA SARINGAN BATU PECAH 1 ½"

UKURAN SARINGAN		BERAT TERTAHAN MASING 2 SARINGAN (GRAM)	KOMULATUF			KETERANGAN
Mm	Inch		BERAT TERTAHAN (GRAM)	% TERTAHAN	% LOLOS	
38.1	1 ½"	0	0	0.00	100	
25.4	1"	12492	12492	75.40	24.60	
19.1	¾"	3120	15612	94.23	5.77	
9.5	3/8"	888	16500	99.59	0.41	
4.76	NO.4	23.2	16523	99.73	0.27	
2.38	NO.8	16.6	16540	99.83	0.17	
0.59	NO.30	9.9	16550	99.89	0.11	
0.279	NO.50	5.0	16555	99.92	0.08	
0.147	NO.100	3.3	16558	99.94	0.06	
0.074	NO.200	3.3	16561	99.96	0.04	
PAN						
BERAT SELURUH CONTOH = 16568.0 GRAM						

TABEL 3.6 ANALISA SARINGAN ABU BATU

UKURAN SARINGAN		BERAT TERTAHAN MASING 2 SARINGAN (GRAM)	KOMULATF			KETERANGAN
Mm	Inch		BERAT TERTAHAN (GRAM)	% TERTAHAN	% LOLOS	
9.5	3/8"	0	0	0.00	100	
4.76	NO.4	73.4	73.4	14.68	85.32	
2.38	NO.8	48.3	121.7	24.34	75.66	
0.59	NO.30	170.1	291.8	58.36	41.64	
0.279	NO.50	58.9	350.7	70.14	29.86	
0.149	NO.100	57.4	408.1	81.62	18.38	
0.074	NO.200	23.1	431.2	86.24	13.76	
PAN						

BERAT SELURUH CONTOH = 500 GRAM

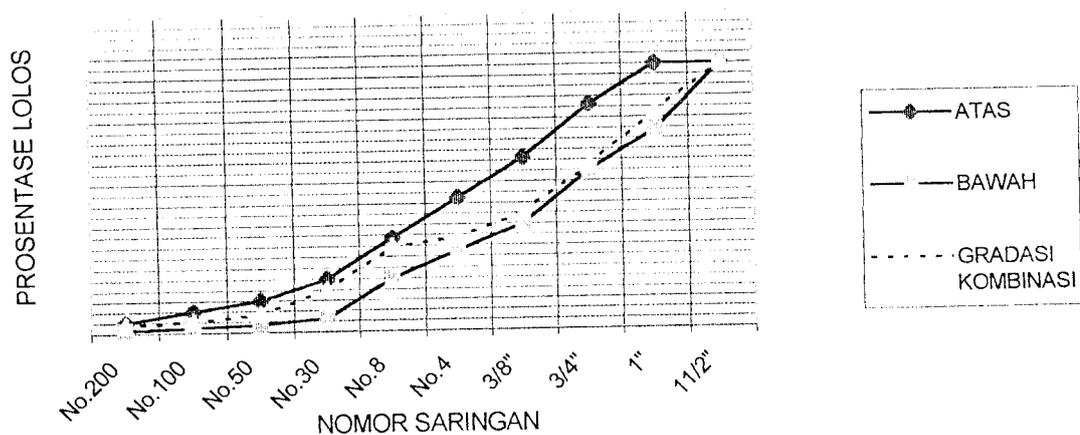
TABEL 3.7 ANALISA SARINGAN BATU PECAH 1 "

UKURAN SARINGAN		BERAT TERTAHAN MASING 2 SARINGAN (GRAM)	KOMULATF			KETERANGAN
Mm	Inch		BERAT TERTAHAN (GRAM)	% TERTAHAN	% LOLOS	
38.1	1 1/2"	0	0	0.00	100	
25.4	1"	0	0	0.00	100	
19.1	3/4"	2525.5	2525.5	39.52	60.48	
9.5	3/8"	2589.9	5115.4	80.05	19.95	
4.76	NO.4	966.2	6081.6	95.17	4.83	
2.38	NO.8	166.1	6247.7	97.77	2.23	
0.59	NO.30	57.5	6305.2	98.67	1.33	
0.279	NO.50	14.7	6319.9	98.90	1.10	
0.147	NO.100	16.6	6336.5	99.16	0.84	
0.074	NO.200	21.1	6357.6	99.49	0.51	
PAN						

BERAT SELURUH CONTOH = 6390.0 GRAM

TABEL 3.8 KOMBINASI AGREGAT ATB

KOMPOSISI	24.00 %	40.00 %	18.00 %	18.00 %	GRADASI KOMBI NASI	SPESIFIKASI	
	NO SAR	BP MAX 1 1/2"	BP MAX 1"	PASIR BODRI		ABU BATU	BAWAH
1 1/2"	100	100	100	100	100	100	100
1"	24.6	100	100	100	81.9	75	100
3/4"	5.77	60.48	100	100	61.6	60	85
3/8"	0.41	19.95	100	100	44.1	40	65
NO.4	0.27	4.83	97.56	85.32	34.9	30	50
NO.8	0.17	2.23	94.02	75.66	31.5	20	35
NO.30	0.11	1.33	42.56	41.64	15.7	5	20
NO.50	0.08	1.10	5.82	29.86	6.9	3	12
NO.100	0.06	0.84	3.48	18.38	4.3	2	8
NO.200	0.04	0.51	2.18	13.76	3.1	1	4



GAMBAR 3.1 GRADASI KOMBINASI AGREGAT

TABEL 3.9 PENIMBANGAN BENDA UJI MARSHALL (PASIR K BODRI)

NO B U	% ASPAL	BERAT ASPAL (GRAM)	BERAT BP 1 1/2"	BERAT BP 1"	PASIR BODRI	ABU BATU	TOTAL CAMPURAN (GRAM)
			(GRAM) 24 %	(GRAM) 40 %			
1	3.2 %	38.40	278.78	464.64	209.09	209.09	1200
2	4.2 %	50.40	275.90	459.84	206.93	206.93	1200
3	5.2 %	62.40	273.02	455.04	204.77	204.77	1200
4	6.2 %	74.40	270.14	450.24	202.61	202.61	1200
5	7.2 %	86.40	267.26	445.44	200.45	200.45	1200

Berdasarkan tabel tersebut diatas maka dapat dilakukan langkah-langkah sebagai persiapan untuk pembuatan benda uji, yaitu :

1. Melakukan penimbangan berdasarkan nomor-nomor saringan.
2. Jumlah agregat yang telah ditimbang di pisah, kemudian dimasukkan ke dalam plastik dan diberi tanda agar tidak tercampur dengan agregat lainnya.
3. Untuk setiap kadar aspal yang berbeda terdapat 20 kantong plastik.

Dengan cara perhitungan yang sama dapat dihitung untuk kadar aspal 3,2%; 4,2%; 6,2% dan 7,2%, seperti tercantum pada tabel 3.9 hal 57.

Setelah dilakukan penimbangan berat agregat pada setiap nomor saringan tersebut, maka dapat dilakukan pembuatan benda uji dengan cara sebagai berikut :

1. Agregat pada setiap nomor saringan di campur jadi satu ditempatkan pada wajan yang telah dibersihkan.
2. Campuran agregat seberat 1200 gram tersebut dipanaskan dengan kompor pemanas dan diaduk-aduk hingga rata sampai mencapai suhu $\pm 170^{\circ}\text{C}$.
3. Bersamaan dengan itu aspal juga dipanaskan dengan suhu $\pm 160^{\circ}\text{C}$ pada tempat lainnya. Setelah aspal mencair kemudian diaduk-aduk hingga rata selama ± 15 detik.
4. Setelah mencapai suhu yang dikehendaki, adonan agregat dituangkan ke dalam adonan aspal dan langsung diaduk-aduk hingga mencapai campuran yang homogen.
5. Cetakan benda uji beserta pelat alas dan leher sambung dibersihkan, diolesi paselin atau oli dan dipanaskan (di oven) dengan suhu 140°C . Pekerjaan ini dilakukan lebih awal saat akan melakukan pemanasan agregat atau aspal guna

penyediaan alat untuk pembuatan sampel, agar kondisi alat dan bahan tetap dalam kondisi panas.

6. Campuran panas dengan suhu $+160^{\circ}\text{C}$ yang telah homogen dituangkan ke dalam cetakan yang pada bagian bawahnya telah diberi alas dari kertas minyak. Campuran tersebut dituangkan dalam tiga lapis (sepertiga dari volume cetakan), masing-masing lapisan ditusuk-tusuk dengan spatula sebanyak 10 kali pada bagian tengah dan 15 kali pada bagian tepi untuk menghindari adanya rongga-rongga yang besar pada benda uji. Kemudian benda uji didiamkan hingga mencapai suhu pemadatan $+140^{\circ}\text{C}$. Setelah itu pada bagian permukaan sampel dibuat berbentuk cembung dan diberi lapisan kertas di atasnya. (Ukuran kertas dibuat dengan menyesuaikan diameter alat cetakan yang dipakai).
7. Pemadatan/pemumbukan dilakukan 2 kali untuk mold bagian atas dan bawah. Pemumbukan dilakukan dengan alat penumbuk sebanyak 75 kali (digunakan untuk bulu lintas padat dengan muatan berat) dengan tinggi jatuh 45,7 cm. Palu pemadat diusahakan selalu tegak lurus terhadap cetakan selama pemumbukan dilakukan. Setelah itu pelat alas dan leher sambung dilepas kembali dari cetakan benda uji. Cetakan tersebut dibalik kemudian pelat alas dan leher sambung dipasang kembali ke cetakan benda uji yang dibalik. Penumbukkan dilakukan pada permukaan benda uji yang dibalik sebanyak 75 kali.
8. Sesudah pemadatan selesai dilakukan, benda uji didiamkan sampai mencapai suhu ruang, kemudian benda uji dikeluarkan dari cetakan dengan menggunakan ejektor "Hydrolik Pump".

3.5.2 Campuran ATB dengan Pasir Muntilan

Sampel I (Kadar Aspal 5%)

Berat Total : 1200 gram

Kadar aspal : 5% x berat Total

Berat aspal : 5% x 1200 gr = 60 gram

Berat agregat : 1200 – 60 = 1140 gram

Untuk mendapatkan berat agregat pada masing - masing sampel campuran ATB yang lain serta penggunaan perhitungan analisa saringan agregat kasar dan Pasir, dapat dilihat pada tabel 3.14 dan tabel 3.15 di bawah ini.

TABEL 3.10 ANALISA SARINGAN BATU PECAH 1 ½”

UKURAN SARINGAN		BERAT TERTAHAN MASING 2 SARINGAN (GRAM)	KOMULATIF			KETERANGAN
Mm	Inch		BERAT TERTAHAN (GRAM)	% TERTAHAN	% LOLOS	
38.1	1 ½”	0	0	0.00	100	
25.4	1”	12492	12492	75.40	24.60	
19.1	¾”	3120	15612	94.23	5.77	
9.5	3/8”	888	16500	99.59	0.41	
4.76	NO.4	23.2	16523	99.73	0.27	
2.38	NO.8	16.6	16540	99.83	0.17	
0.59	NO.30	9.9	16550	99.89	0.11	
0.279	NO.50	5.0	16555	99.92	0.08	
0.147	NO.100	3.3	16558	99.94	0.06	
0.074	NO.200	3.3	16561	99.96	0.04	
PAN						
BERAT SELURUH CONTOH = 16568.0 GRAM						

TABEL 3.11 ANALISA SARINGAN PASIR MUNTILAN

UKURAN SARINGAN		BERAT TERTAHAN MASING 2 SARINGAN (GRAM)	KOMULATF			KETERANGAN
Mm	Inch		BERAT TERTAHAN (GRAM)	% TERTAHAN	% LOLOS	
9.5	3/8"	0	0	0.00	100	
4.76	NO.4	7.9	7.9	1.58	98.42	
2.38	NO.8	55.3	63.2	12.64	87.36	
0.59	NO.30	245.2	308.4	61.68	38.32	
0.279	NO.50	68.7	377.1	75.42	24.58	
0.149	NO.100	44.8	421.9	84.38	15.62	
0.074	NO.200	53.0	474.9	94.98	5.02	
PAN						
BERAT SELURUH CONTOH = 500 GRAM						

TABEL 3.12 ANALISA SARINGAN ABU BATU

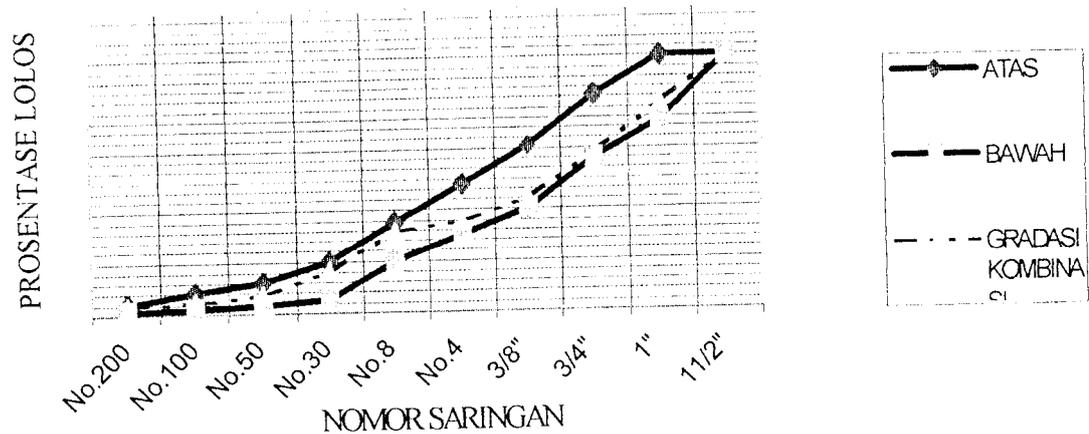
UKURAN SARINGAN		BERAT TERTAHAN MASING 2 SARINGAN (GRAM)	KOMULATF			KETERANGAN
Mm	Inch		BERAT TERTAHAN (GRAM)	% TERTAHAN	% LOLOS	
9.5	3/8"	0	0	0.00	100	
4.76	NO.4	73.4	73.4	14.68	85.32	
2.38	NO.8	48.3	121.7	24.34	75.66	
0.59	NO.30	170.1	291.8	58.36	41.64	
0.279	NO.50	58.9	350.7	70.14	29.86	
0.149	NO.100	57.4	408.1	81.62	18.38	
0.074	NO.200	23.1	431.2	86.24	13.76	
PAN						
BERAT SELURUH CONTOH = 500 GRAM						

TABEL 3.13 ANALISA SARINGAN BATU PECAH 1"

UKURAN SARINGAN		BERAT TERTAHAN MASING 2 SARINGAN (GRAM)	KOMULATIF			KETERANGAN
Mm	Inch		BERAT TERTAHAN (GRAM)	% TERTAHAN	% LOLOS	
38.1	1 1/2"	0	0	0.00	100	
25.4	1"	0	0	0.00	100	
19.1	3/4"	2525.5	2525.5	39.52	60.48	
9.5	3/8"	2589.9	5115.4	80.05	19.95	
4.76	NO.4	966.2	6081.6	95.17	4.83	
2.38	NO.8	166.1	6247.7	97.77	2.23	
0.59	NO.30	57.5	6305.2	98.67	1.33	
0.279	NO.50	14.7	6319.9	98.90	1.10	
0.147	NO.100	16.6	6336.5	99.16	0.84	
0.074	NO.200	21.1	6357.6	99.49	0.51	
PAN						
BERAT SELURUH CONTOH = 6390.0 GRAM						

TABEL 3.14 KOMBINASI AGREGAT ATB

KOMPOSISI	24.00 %	40.00 %	18.00 %	18.00 %	GRADASI KOMBI NASI	SPESIFIKASI	
	NO SAR	BP MAX 1 1/2"	BP MAX 1"	PASIR		ABU BATU	BAWAH
1 1/2"	100	100	100	100	100	100	100
1"	24.6	100	100	100	81.9	75	100
3/4"	5.77	60.48	100	100	61.6	60	85
3/8"	0.41	19.95	100	100	44.1	40	65
NO.4	0.27	4.83	97.56	85.32	34.9	30	50
NO.8	0.17	2.23	94.02	75.66	31.5	20	35
NO.30	0.11	1.33	42.56	41.64	15.7	5	20
NO.50	0.08	1.10	5.82	29.86	6.9	3	12
NO.100	0.06	0.84	3.48	18.38	4.3	2	8
NO.200	0.04	0.51	2.18	13.76	3.1	1	4



GAMBAR 3.2 GRADASI KOMBINAS AGREGAT

TABEL 3.15 PENIMBANGAN BENDA UJI MARSHALL (PASIR MUNTILAN)

NO B U	% ASPAL	BERAT ASPAL (GRAM)	BERAT BP 1 ½"	BERAT BP 1"	PASIR	ABU BATU	TOTAL CAMPURAN
			(GRAM)	(GRAM)			
			24 %	40 %	18 %	18%	
1	3 %	36	279.36	465.6	209.52	209.52	1200
2	4 %	48	276.48	460.8	207.36	207.36	1200
3	5 %	60	273.60	456	205.20	205.20	1200
4	6 %	72	270.72	451.2	203.04	203.04	1200
5	7 %	84	268.32	447.24	201.24	201.24	1200

Dengan cara perhitungan yang sama dapat dihitung untuk kadar aspal 3%, 4%, 6% dan 7% seperti tercantum pada tabel 3.15 diatas. Cara pembuatan benda uji sama dengan pembuatan benda uji dengan campuran ATB dengan pasir Kali Bodri.

3.6 Pengujian Campuran ATB

3.6.1 Peralatan pengujian

Peralatan yang digunakan pada pengujian ini adalah :

1. Cetakkan benda uji berbentuk silinder dengan diameter 10 cm (4"), tinggi 7,5 cm (3") lengkap dengan pelat dan leher sambung.
2. Penumbuk berbentuk silinder dengan permukaan yang rata, mempunyai berat 10 lbs (4,536 kg) dengan tinggi jatuh 45,7 cm.

3. Landasan penadad terbuat dari balok kayu dengan ukuran 20x20x45 cm yang dilapisi dengan pelat baja ukuran 30x30x2,5 cm serta diikat pada lantai beton dengan 4 batang baja siku.
4. Ejector, yaitu alat yang digunakan untuk mengeluarkan benda uji yang sudah dipadatkan dari cetakkan.
5. Bak perendam ("Water Bath") yang dilengkapi dengan pengatur suhu.
6. Mesin tekan "Marshall" lengkap dengan :
 - a. Kepala penekan berbentuk lengkung ("Breaking Head").
 - b. Cincin penguji berkapasitas 2500 kg (5000 pound) dengan ketelitian 0,0025 cm (0,0001").
 - c. Arloji penunjuk kelelahan dengan ketelitian 0,25 mm (0,01")
7. Perlengkapan lainnya :
 - a. panci untuk memanaskan agregat dan aspal serta campuran beton aspal.
 - b. pengukur suhu dari logam berkapasitas 250°C dan 100°C .
 - c. timbangan yang dilengkapi dengan penggantung benda uji berkapasitas 2 kg dengan ketelitian 0,1 gram, dan timbangan berkapasitas 5 kg dengan ketelitian 1 gram.
 - d. kompor.
 - e. spatula.
 - f. sendok pengaduk.
 - g. sarung tangan, dll.

3.6.2 Cara Pengujian

Pada pelaksanaan pengujian benda uji alat yang digunakan adalah alat tekan "Marshall". Sebelum pengujian dilaksanakan, dilakukan beberapa hal sebagai berikut :

1. Benda uji dibersihkan dari kotoran yang menempel.
2. Setiap benda uji diberi tanda pengenal untuk masing-masing kadar aspal yang berbeda-beda.

3. Masing-masing benda uji diukur lingkungannya sebanyak 3 kali pada tempat yang berbeda, lalu dirata-rata dengan ketelitian 0,1 mm.
4. Setiap benda uji ditimbang dalam keadaan kering untuk mengetahui beratnya (berat dalam keadaan kering/sebelum direndam).
5. Benda uji direndam dalam air selama 24 jam pada suhu ruang agar menjadi jenuh.
6. Kemudian benda uji ditimbang didalam air untuk mendapatkan berat isi benda uji.
7. Benda uji dilap dengan kain penyerap air, sehingga menjadi kering permukaan jenuh, kemudian ditimbang (berat basah jenuh air).
8. Selanjutnya benda uji direndam pada bak perendam ("Water Bath") dengan suhu konstan 60°C selama 30 menit.

Setelah direndam selama 30 menit, benda uji dikeluarkan dari bak perendam untuk dilakukan pengujian. Sebelum pengujian dilakukan bagian dalam dari kepala penekan harus dibersihkan dan diolesi dengan paselin untuk memudahkan melepas benda uji.

Kepala penekan yang berisi benda uji diletakkan diatas alat tekan "Marshall" dan arloji kelelahan ("Flow Meter") dipasang pada kedudukannya diatas salah satu batang penuntun. Sebelum pembebanan terhadap benda uji dilakukan, kepala penekan beserta benda uji dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji, kemudian diatur kedudukan jarum arloji tekan dan arloji kelelahan pada angka nol, setelah itu diberikan pembebanan pada benda uji dengan kecepatan 50 mm/menit sampai mencapai pembebanan maksimum yaitu saat jarum arloji pembebanan berhenti dan mulai kembali berputar memurn. Catat besar beban maksimum tersebut dan pada saat yang sama dilakukan pembacaan terhadap angka "flow". Pengujian benda uji diulangi sebanyak jumlah benda uji yang dibuat.

Hasil-hasil pengujian ini akan dibahas pada bab VI dan hasil uji laboratorium dapat dilihat pada bebaran lampiran belakang.



BAB IV

HASIL PENELITIAN, ANALISA, DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Dari serangkaian pelaksanaan penelitian dan pengujian Asphalt Cement, agregat Kasar, Pasir, ATB (asphalt treated base) campuran pasir Bodri, dan ATB (asphalt treated base) campuran pasir Muntlan dengan cara marshall didapatkan hasil yang dapat dilihat pada tabel 4.1, tabel 4.2, tabel 4.3 , gambar 4.1, dan gambar 4.2 dibawah ini.

4.1.1 Hasil Pengujian Asphalt Cement (AC 60/70)

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Asphalt Cement (AC 60 / 70) Dan Spesifikasi

No	Jenis Pengujian	Spesifikasi AC 60 / 70		Hasil Penelitianan Laboratorium	Satuan
		Min	Max	AC 60 / 70	
1.	Penetrasi 25°C 100 gr 5 detik	60	79	65,8	0,1 mm
2.	Titik lembek/ lunak	48	58	52,5	°C
3.	Titik nyala	200	-	207	°C
4.	Kehilangan Berat	-	0,4	0,33	% Berat
5.	Ekelatan dalam CCL ₄ / CS ₂	99	-	99,54	% Berat
6.	Daktilitas	100	-	145	Cm
7.	Berat jenis	1	-	1,037	Gt/Cc

Sumber: Hasil Pengujian di Laboratorium Balai Pengujian Dan Peralatan Pekerjaan Umum Semarang

4.1.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar Dan Pasir

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar 11/2", Agregat Kasar 1" Dan Spesifikasi

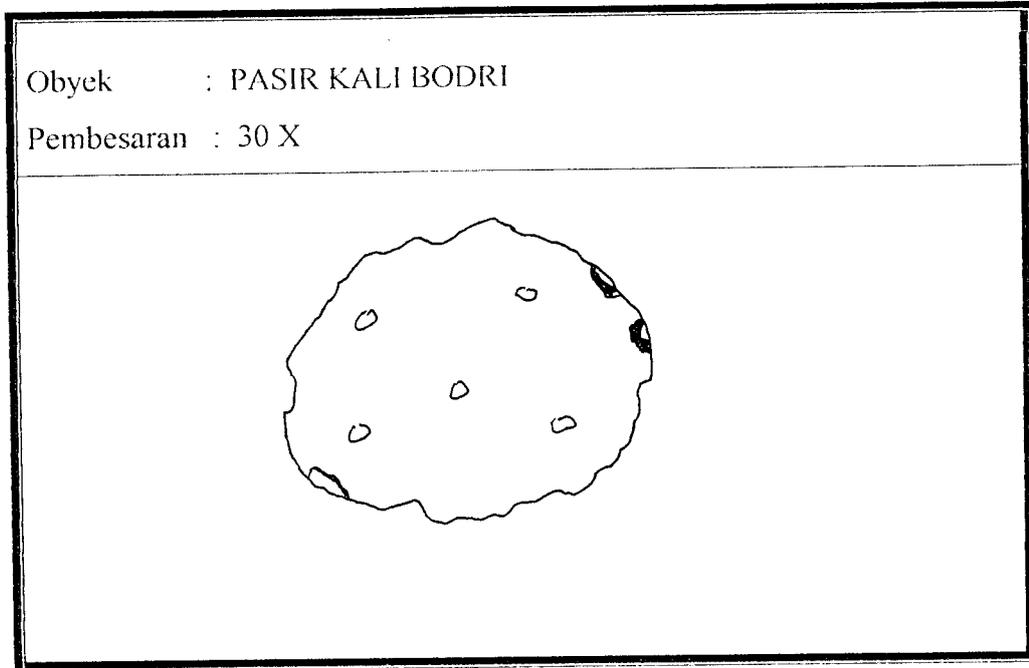
No	Jenis Pengujian	Spesifikasi		Hasil Penelitian Laboratorium	Satuan
		Min	Mak		
1	Kehilangan berat akibat Abrasi dengan mesin Los Angeles	-	40	17,8	%
2	Peresapan agregat kasar 11/2" Terhadap air	-	-	0,771	%
3	Peresapan agregat kasar 1" Terhadap air	-	-	1,373	%
4	Berat jenis agregat kasar 11/2"	2,5	-	2,713	Gr/Cm
5	Berat jenis agregat kasar 1"	2,5	-	2,737	Gr/Cm
6	Kelekatan agregat kasar Terhadap aspal	95	-	95	%

Sumber: Hasil Pengujian di Laboratorium Balai Pengujian Dan Peralatan Pekerjaan Umum Semarang

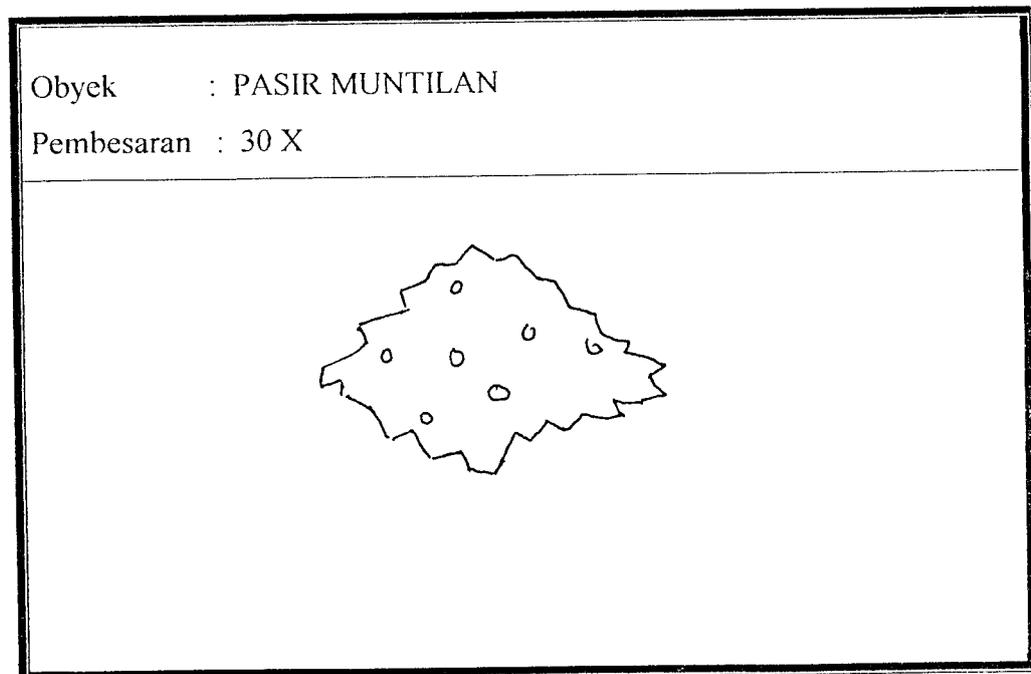
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Pasir Kali Bodri, Pasir Muntlan Dan Spesifikasi

No	Jenis Pengujian	Spesifikasi		Hasil Penelitian Laboratorium	Satuan
		Min	Mak		
1	Sand Equivalent Pasir Muntlan	50	-	93,31	%
2	Sand Equivalent Pasir Kali Bodri	50	-	89,99	%
3	Berat jenis pasir Muntlan	2,5	-	2,681	Gr/Cm
4	Berat jenis pasir Kali Bodri	2,5	-	2,710	Gr/Cm
5	Berat jenis Abu Batu	2,5	-	2,672	Gr/Cm
6	Peresapan pasir Muntlan terhadap air.	-	-	1,092	%
7	Peresapan pasir Kali Bodri terhadap air.	-	-	4,428	%
8	Peresapan Abu Batu terhadap air.	-	-	1,937	%

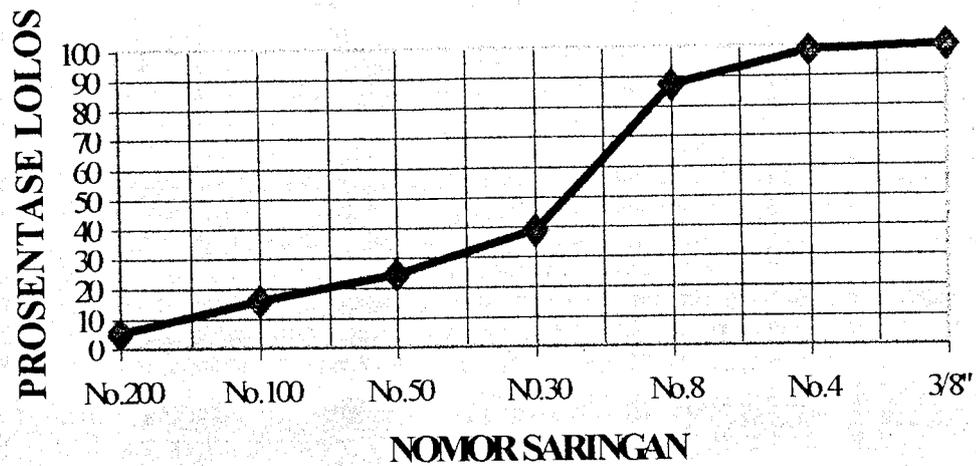
Sumber: Hasil Pengujian di Laboratorium Balai Pengujian Dan Peralatan Pekerjaan Umum Semarang



Gambar 4.1 Pembesaran Optik Pasir Bodri
Sumber : Penelitian Laboratorium.

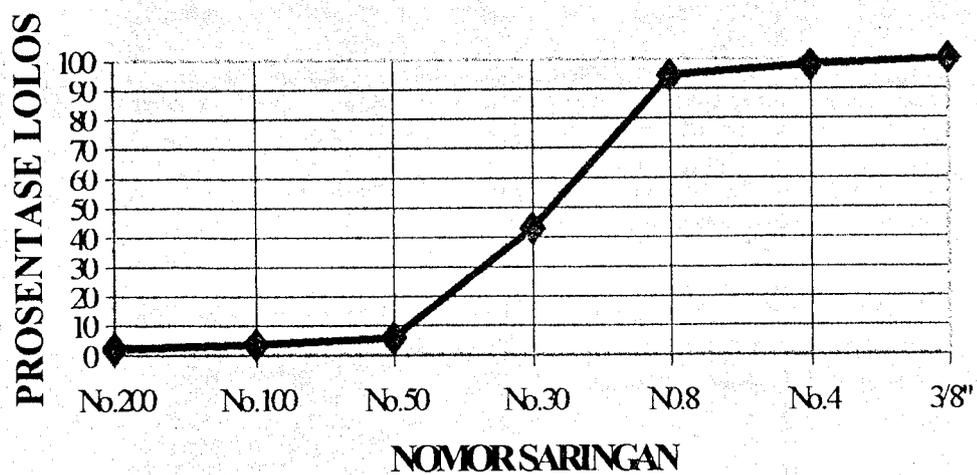


Gambar 4.2 Pembesaran Optik Pasir Muntilan
Sumber : Penelitian Laboratorium.



Gambar 4.3 Grafik Analisa Saringan Pasir Muntlan

Sumber: Hasil Pengujian di Laboratorium Balai Pengujian
Dan Peralatan Pekerjaan Umum Semarang



Gambar 4.4 Grafik Analisa Saringan Pasir Kali Bodri

Sumber: Hasil Pengujian di Laboratorium Balai Pengujian
Dan Peralatan Pekerjaan Umum Semarang

4.1.3 Hasil pengujian benda uji

Dari hasil penelitian yang dilakukan terhadap ATB (asphalt treated base) dengan campuran menggunakan pasir Muntilan dan ATB (asphalt treated base) dengan campuran menggunakan pasir Kali Bodri di laboratorium, di dapat nilai-nilai VITM “void in the mix = % rongga dalam campuran” , VFWA “void filled with asphalt = % rongga terisi aspal” , Stabilitas, Flow dan Marshall Quotient, seperti yang terdapat pada Tabel 4.4 dan Tabel 4.5 sebagai berikut.

Tabel 4.4 Hasil Test Marshall ATB Campuran Pasir Kali Bodri

Karakteristik	Kandungan Aspal				
	3,2 %	4,2 %	5,2 %	6,2 %	7,2 %
Density (gr/cc)	2,355	2,370	2,386	2,384	2,376
VITM (%)	9,398	7,409	5,368	4,015	2,917
VFWA (%)	43,613	56,439	69,023	78,018	84,973
Stabilitas (Kg)	858	984	1041	879	732
Flow (mm)	2,631	2,822	3,208	4,093	4,093
QM (kg/mm)	3,221	3,423	3,186	1,754	1,754

Sumber: Hasil Pengujian di Laboratorium Balai Pengujian Dan Peralatan Pekerjaan Umum Semarang

Tabel 4.5 Hasil Test Marshall ATB Campuran Pasir Muntilan

Karakteristik	Kandungan Aspal				
	3 %	4 %	5 %	6 %	7 %
Density (gr/cc)	2,351	2,365	2,382	2,380	2,372
VITM (%)	9,391	7,451	5,376	4,016	2,917
VFWA (%)	42,012	55,044	68,113	77,422	84,591
Stabilitas (Kg)	858	1289	1488	1133	919
Flow (mm)	2,487	2,772	3,298	3,618	3,631
QM (kg/mm)	3,385	4,557	4,469	3,085	2,486

Sumber: Hasil Pengujian di Laboratorium Balai Pengujian Dan Peralatan Pekerjaan Umum Semarang

4.2 Analisa Dan Pembahasan

Pada analisa dan pembahasan ini akan diuraikan hasil tes uji “Marshall” untuk campuran ATB dengan menggunakan pasir Muntilan dan pasir Kali Bodri sesuai dengan spesifikasi dari Bina Marga seperti tersebut dalam tinjauan pustaka pada Bab II di atas. Dari hasil nilai-nilai yang didapat pada daftar tabel uji tes “Marshall” kemudian dianalisa, dibandingkan dan dibahas .

4.2.1 Tinjauan terhadap Kepadatan (“Density”)

Contoh hitungan nilai “Density” atau disebut juga berat isi sample untuk kadar aspal 5% campuran ATB Pasir Muntilan :

$$\text{Berat Isi Sample} = \frac{\text{Berat Kering Benda Uji}}{\text{Volume Benda Uji}}$$

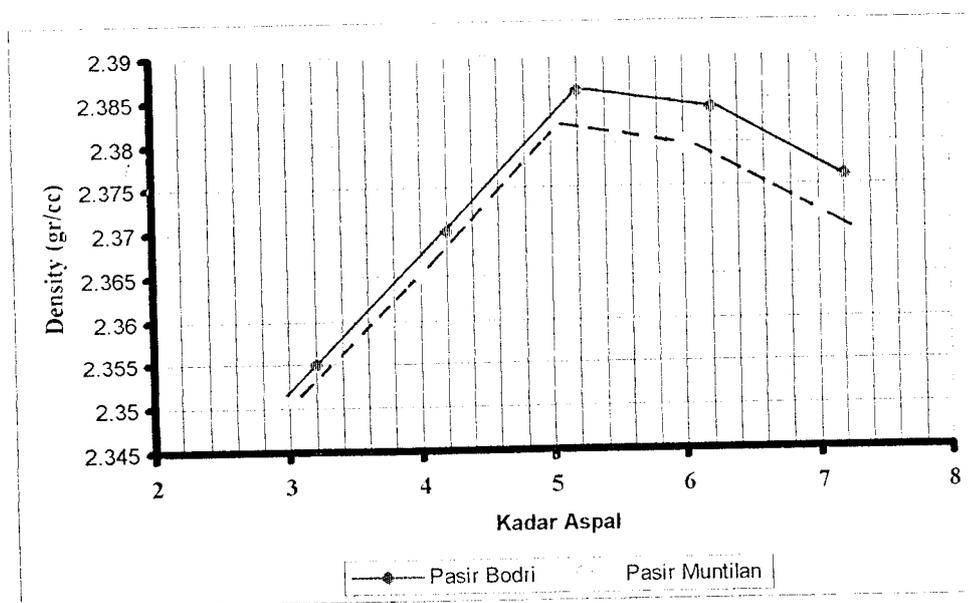
Untuk nilai berat kering benda uji dan volume (isi benda uji) dapat dilihat lampiran nomer 28 dan 31 pada tabel perhitungan test “Marshall”.

$$\text{Berat Isi Sample} = \frac{1190,5}{1203,1 - 703,2}$$

$$\text{Nilai Density} = 2,382 \text{ gr/cc.}$$

Pada kadar aspal yang sama dari 3% sampai 7%, baik untuk ATB campuran pasir Muntilan maupun untuk ATB campuran pasir Kali Bodri diperoleh nilai “Density” dengan rumus yang sama seperti contoh diatas.

Analisa grafik hubungan kadar aspal dan density dapat dilihat pada gambar 4.5 dibawah ini.



Gambar 4.5 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan Density

Sumber: Hasil Pengujian di Laboratorium Balai Pengujian Dan Peralatan Pekerjaan Umum Semarang

Berdasarkan grafik 4.5 tersebut dapat dibahas bahwa nilai “Density” meningkat seiring dengan bertambahnya kadar aspal, sampai batas tertentu nilai “Density” kembali menurun seiring dengan bertambahnya kadar aspal. Pada kadar aspal 3,2% sampai 5,2 % untuk campuran ATB campuran pasir Kali Bodri mempunyai kenaikan rata-rata 0,99% sama dengan kenaikan untuk ATB campuran pasir Muntilan pada kadar aspal 3% sampai 5%, nilai tertinggi untuk ATB campuran pasir Kali Bodri pada kadar aspal 5,2% sebesar 2,386, sedangkan nilai terbesar untuk ATB campuran pasir Muntilan pada kadar 5% dengan nilai “Density” sebesar 2,382.

Nilai “Density” untuk ATB campuran pasir Kali Bodri lebih tinggi dari ATB campuran pasir Muntilan. Dikarenakan ATB campuran pasir Kali Bodri agregatnya lebih bisa saling merapat dibandingkan dengan agregat ATB campuran pasir Muntilan. Hal ini disebabkan bentuk tekstur permukaan pasir Kali Bodri lebih rata atau licin dibandingkan dengan bentuk tekstur permukaan pasir Muntilan yang cenderung kasar.

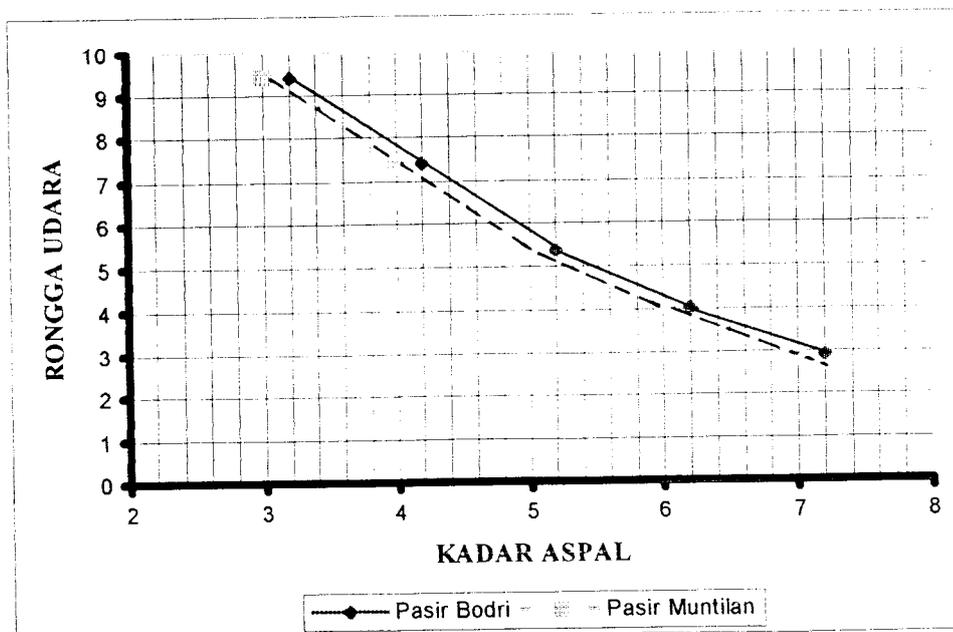
4.2.2 Tinjauan terhadap VITM ("Void In The Mix")

Contoh hitungan nilai VITM untuk kadar aspal 5% ATB campuran Pasir Muntilan :

$$\text{Nilai VITM} = \frac{B_j \text{ mak} - B_j \text{ bulk campuran}}{B_j \text{ mak}} * 100$$

Untuk nilai berat isi benda uji dan berat jenis maksimum teoritis dapat dilihat pada lampiran nomer 28 dan 31. Dan dengan rumus ini juga dapat dicari nilai VITM untuk semua kadar aspal pada campuran ATB dengan pasir Muntilan maupun campuran ATB dengan pasir Kali Bodri.

$$\text{Nilai VITM} = \frac{2,517 - 2,382}{2,517} * 100 = 5,376$$



Gambar 4.6 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VITM

Sumber: Hasil Pengujian di Laboratorium Balai Pengujian Dan Peralatan Pekerjaan Umum Semarang

Berdasarkan grafik 4.6 dapat dibahas bahwa nilai VITM akan berkurang dengan meningkatnya kadar aspal dalam campuran. Bertambahnya kadar aspal dalam campuran ini menyebabkan rongga dalam campuran terisi aspal.

Pada campuran ATB yang menggunakan pasir muntilan pada kondisi kadar aspal 5% mempunyai nilai VITM 5,376 lebih tinggi dari nilai VITM pada campuran ATB yang menggunakan pasir Kali Bodri pada kondisi kadar aspal 5,2% yaitu 5,368, ini mellihatkan bahwa pada ATB campuran pasir Bodri mempunyai rongga udara lebih sedikit, artinya butiran-butiran pasir Bodri mampu mengisi celah rongga pada campuran agregat kasar lebih banyak dikarenakan gradasi butiran-butiran pasir Bodri Lebih ideal dibandingkan dengan gradasi butiran-butiran pasir Kali Muntilan.

Prosentase rongga yang disyaratkan pada penelitian ini adalah 4% - 6%. Lapis keras yang mempunyai nilai VITM kurang dari 4% akan mudah terjadi “Bledding”, hal ini akibat adanya beban lalu-lintas yang menambah pemadatan lapisan dan mengakibatkan lapisan aspal meleleh keluar. Sebaliknya nilai VITM lebih besar dari 6% menunjukkan banyak terjadi rongga dalam campuran ATB sehingga campuran tidak rapat dan tidak kedap air.

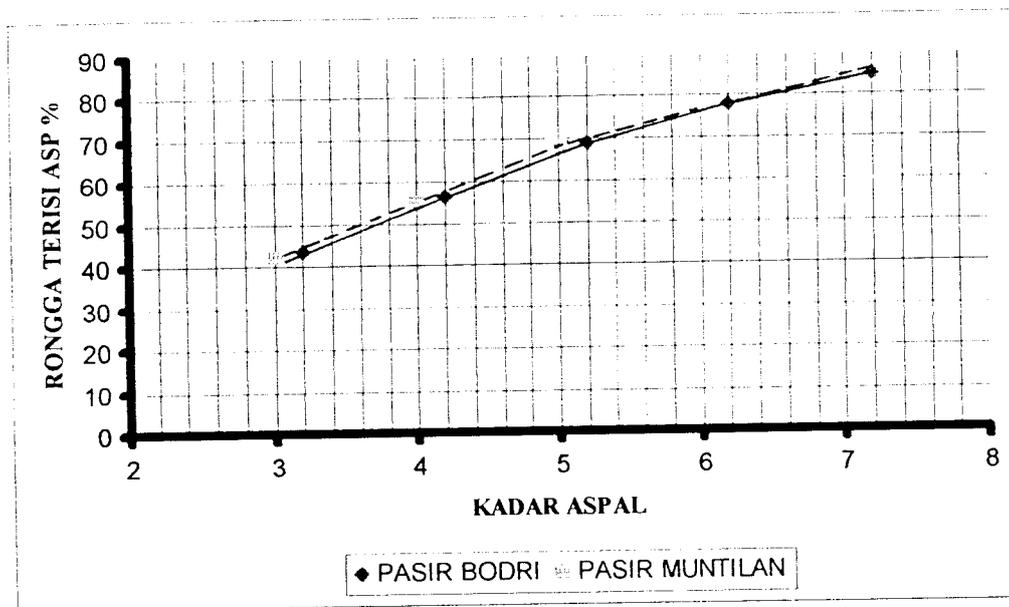
4.2.3 VFWA (Void Filled With Asphalt)

Contoh hitungan nilai VFWA untuk kadar aspal 5% ATB campuran pasir Muntilan

$$100 \% * \frac{(\% \text{ Kadar Aspal} * \text{BJ Bulk Campuran}) : \text{BJ Aspal}}{((\% \text{ Kadar Aspal} * \text{BJ Bulk Campuran}) : \text{Bj Aspal}) + \% \text{ Rongga Udara}}$$

Untuk hasil nilai parameter rumus tersebut dapat dilihat pada lampiran 28 dan 29. Dan dengan rumus yang sama dapat dicari nilai VFWA pada ATB campuran pasir Kali Bodri untuk semua kadar aspal.

$$\text{Nilai VFWA} = \frac{11,509}{16,815} * 100 \% = 68,113$$



Gambar 4.7 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan VFWA

Sumber: Hasil Pengujian di Laboratorium Balai Pengujian Dan Peralatan Pekerjaan Umum Semarang

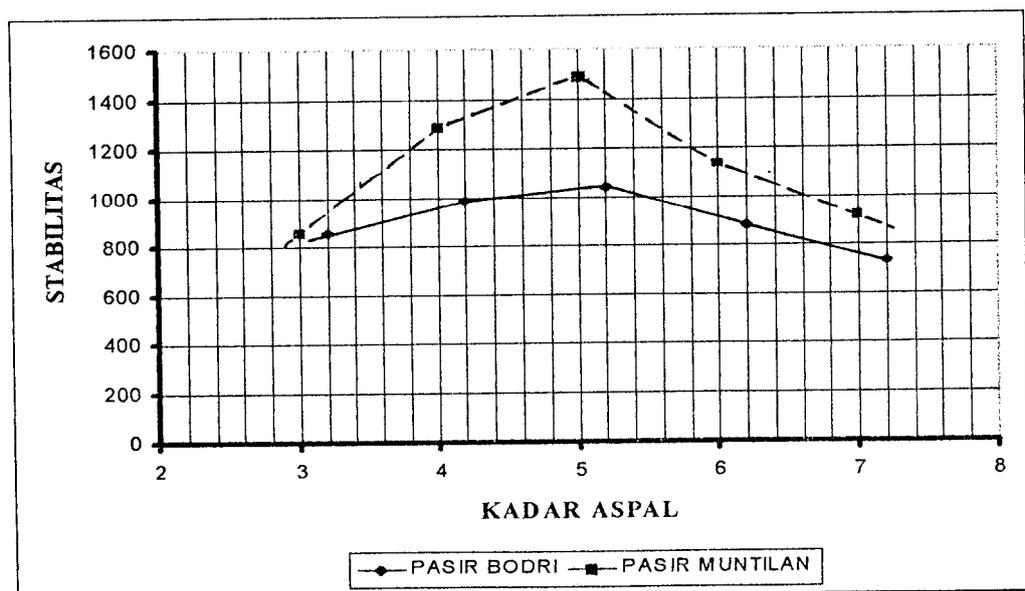
Berdasarkan grafik 4.7 tersebut diatas dapat dibahas bahwa nilai VFWA meningkat dengan bertambahnya kadar aspal dalam campuran. Bertambahnya jumlah kadar aspal dalam campuran ATB menyebabkan rongga antar agregat terisi oleh aspal, sehingga nilai VFWA akan naik. Nilai VFWA berhubungan erat dengan nilai VITM. VFWA yang kecil mengakibatkan aspal yang dapat menyelimuti agregat terbatas dan menghasilkan film aspal yang tipis. Film aspal yang tipis mudah lepas dan mengakibatkan lapis tidak lagi kedap air, oksidasi mudah terjadi dan lapis perkerasan menjadi rusak. Pemakaian aspal yang banyak mengakibatkan aspal tidak lagi dapat

menyelimuti agregat dengan baik karena nilai rongga udara yang tersisa sedikit dan juga menghasilkan rongga antar campuran (voids in mix) yang kecil. Jadi nilai VFWA dan VITM kecil serta kadar aspal tinggi kemungkinan terjadinya “Bleeding” cukup besar.

Pada grafik 4.7 terlihat bahwa nilai VFWA pada ATB campuran pasir Kali Bodri lebih tinggi dibanding dengan ATB campuran pasir Muntilan

4.2.4 Tinjauan Terhadap Stabilitas

Nilai-nilai stabilitas diperoleh dari hasil uji tes “Marshall” tiga benda uji dengan kadar aspal yang sama dan dibuat nilai rata – rata kemudian dibuatkan gambar grafik 4.8 dibawah ini.



Gambar 4.8 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan Stabilitas

Sumber: Hasil Pengujian di Laboratorium Balai Pengujian Dan Peralatan Pekerjaan Umum Semarang

Berdasarkan grafik 4.8 diatas dapat dibahas bahwa nilai stabilitas meningkat dengan bertambahnya kadar aspal, sampai batas tertentu nilai stabilitas kembali

menurun seiring dengan bertambahnya kadar aspal, hal ini disebabkan semakin bertambah banyak kadar aspal mengakibatkan ikatan antar agregat menjadi licin akibat banyaknya aspal dan gesekan antar agregat lebih kecil.

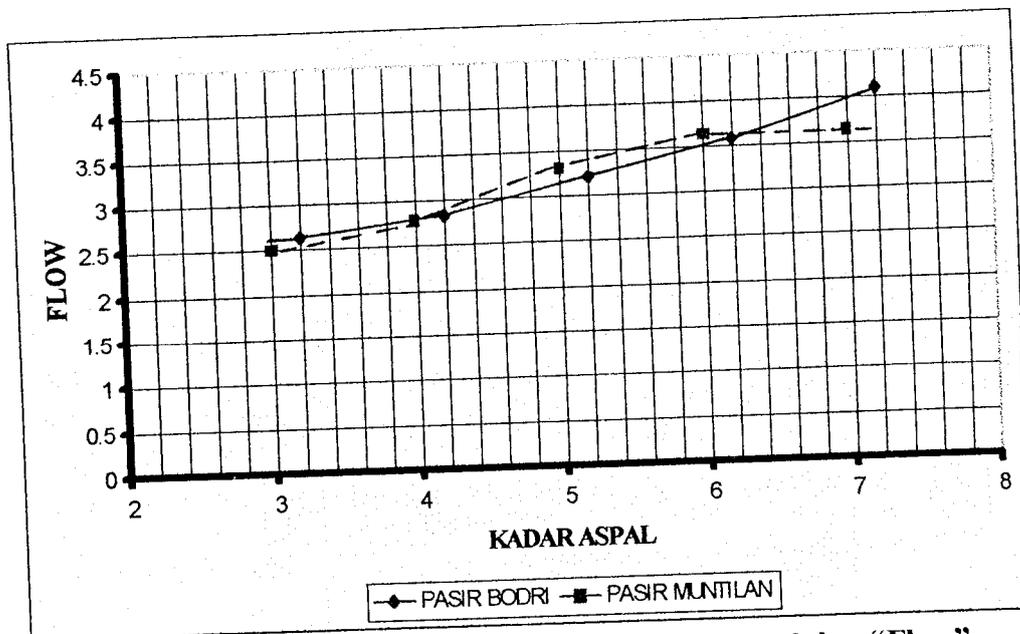
Dari grafik 4.8 terlihat bahwa nilai stabilitas tertinggi yang dihasilkan pada ATB campuran pasir Kali Bodri yaitu 1041 lebih rendah dibanding dengan nilai stabilitas tertinggi ATB campuran pasir Muntilan yaitu 1488. Adapun nilai stabilitas yang ada pada spesifikasi ATB Bina Marga adalah minimal 600 Kg.

Dari grafik 4.8 terlihat bahwa nilai stabilitas tertinggi pada kadar aspal 5% dan 5,2%, hal ini disebabkan karena komposisi yang ideal antara campuran ATB dengan pasir yang digunakan. Dan perbedaan tingkat kenaikan terendah ATB campuran pasir Kali Bodri terhadap ATB campuran pasir Muntilan terletak pada kadar aspal 3% dan 7%.

Dibandingkan ATB campuran pasir Kali Bodri dengan ATB campuran pasir Muntilan, penguncian (“interlocking”) antar butiran agregat pada ATB campuran pasir Muntilan lebih baik sehingga perkerasan cukup kaku dan harga stabilitas campuran ATB lebih tinggi.

4.2.5 Tinjauan terhadap flow

Untuk nilai “Flow” diperoleh dengan cara pembacaan langsung arloji “Flow” pada saat uji “Marshall” dilakukan dan dibuatkan tabel seperti pada lampiran 28 dan lampiran 31. Analisa grafik hubungan kadar aspal dan flow dapat dilihat pada gambar 4.9 dibawah ini.



Gambar 4.9 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan “Flow”

Sumber: Hasil Pengujian di Laboratorium Balai Pengujian Dan Peralatan Pekerjaan Umum Semarang

Berdasarkan grafik 4.9 diatas dapat dibahas bahwa nilai “Flow” cenderung naik dengan bertambahnya kadar aspal. Dari hasil penelitian yang ditunjukkan pada grafik “Flow”, bahwa nilai ATB campuran pasir Bodri tidak adanya kenaikan yang mencolok terhadap ATB campuran pasir Muntilan . Pada kadar aspal 4% dan 5% untuk ATB campuran pasir Muntilan terdapat kenaikan rata-rata sebesar 20%, untuk kadar aspal 6% dan 7% harga “Flow” cenderung mendatar (sama), dan nilai “Flow” untuk ATB campuran pasir Bodri lebih rendah dibandingkan dengan nilai “Flow” ATB campuran pasir Muntilan.

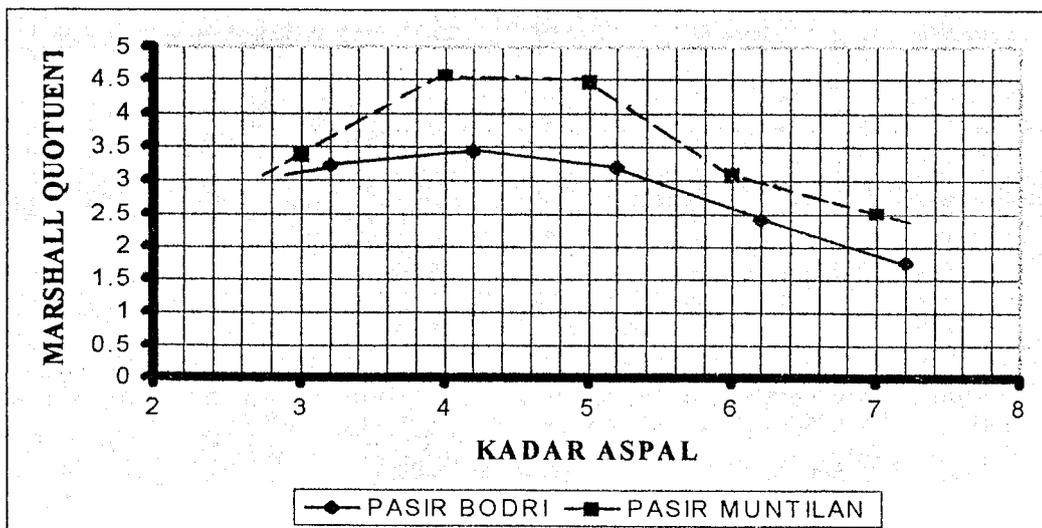
4.2.6 Tinjauan terhadap Marshall Quotient

Untuk nilai “Marshall Quotient” diperoleh dari hasil bagi stabilitas dengan kelelahan “Flow”. Contoh perhitungan MQ pada kadar aspal 5% untuk ATB campuran pasir Muntilan :

$$\text{Marshall Quotient} = \frac{\text{Stabilitas}}{102 \text{ Flow}}$$

$$\text{Marshall Quotient} = \frac{1488}{102 * 3,298} = 4,469 \text{ Kn/MM}$$

Dan dengan persamaan tersebut diatas dapat dicari nilai MQ untuk semua kadar aspal pada ATB campuran pasir Muntilan maupun ATB campuran pasir Kali Bodri. Analisa grafik hubungan kadar aspal dengan "Marshall Quotient" dapat dilihat pada gambar 4.10 dibawah ini



Gambar 4.10 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan "Marshall Quotient"

Sumber: Hasil Pengujian di Laboratorium Balai Pengujian Dan Peralatan Pekerjaan Umum Semarang

Berdasarkan grafik 4.10 di atas dapat dibahas bahwa nilai “Marshall Quotient” (MQ) meningkat dengan bertambahnya kadar aspal, sampai batas tertentu nilai “Marshall Quotient” menurun kembali seiring dengan bertambahnya kadar aspal.

Dari grafik 4.10 tersebut terlihat bahwa nilai “Marshall Quotient” untuk ATB campuran pasir Muntilan lebih tinggi dibanding dengan ATB campuran pasir Bodri mulai dari kadar aspal 3% sampai dengan kadar 7%. Nilai MQ terbesar pada kadar aspal 4,2% untuk ATB campuran pasir Bodri yaitu 3,423 dan 4% untuk ATB campuran pasir Muntilan yaitu 4,557, hal ini disebabkan karena nilai stabilitas yang cukup tinggi sedangkan nilai “Flow” untuk semua campuran ATB cukup rendah.

4.2.7 Penentuan Kadar Aspal Optimum

Kadar aspal optimum adalah jumlah aspal yang digunakan dalam campuran ATB, agar dapat mencapai persyaratan berdasarkan “Density”, VITM, VFWA, “Flow” dan Stabilitas.

Penentuan kadar aspal optimum pada campuran ATB disini menggunakan metode Bina Marga. Nilai kadar aspal diperoleh dengan cara sebagai berikut :

Rentang kadar aspal yang memenuhi spesifikasi berdasarkan nilai “density”, VITM (3% - 8%), “Flow” (2mm - 4mm), VFWA (65% - 75%) dan Stabilitas (min 600 kg), diplotkan pada tabel “Spec” kadar aspal. Berdasarkan garis yang telah diplotkan pada tabel “Spec” kadar aspal, dicari batas terdalam dari kiri maupun dari kanan tabel tersebut. Nilai tengah diantara dari kedua batas tersebut merupakan kadar aspal optimum.

Kadar aspal optimum yang dihasilkan pada penelitian ini diberikan pada gambar 4.11 dan 4.12 sebagai berikut :

Kadar Aspal (%)					
Spesifikasi	3,2	4,2	5,2	6,2	7,2
1. Density (gr/cc)	—————				
2. VFWA (%)	—————				
3. VITM (%)	—————				
4. Stabilitas (kg)	—————				
5. Flow (mm)	—————				

Aspal Optimum 5.2 %

Gambar 4.11 Kadar Aspal Optimum ATB Campuran Pasir Bodri

Sumber: Hasil Pengujian di Laboratorium Balai Pengujian
Dan Peralatan Pekerjaan Umum Semarang

Kadar Aspal (%)					
Spesifikasi	3	4	5	6	7
1. Density (gr/cc)	—————				
2. VFWA (%)	—————				
3. VITM (%)	—————				
4. Stabilitas (kg)	—————				
5. Flow (mm)	—————				

Aspal Optimum 5 %

Gambar 4.12 Kadar Aspal Optimum ATB Campuran Pasir Muntlan

Sumber: Hasil Pengujian di Laboratorium Balai Pengujian
Dan Peralatan Pekerjaan Umum Semarang

Berdasarkan gambar 4.11 dan 4.12 dapat dibahas bahwa kadar aspal optimum untuk kedua campuran ATB dicapai pada 5,2% untuk ATB campuran pasir Bodri dan 5% untuk ATB campuran pasir Muntilan. Terdapat perbedaan kadar aspal optimum pada campuran ATB yang menggunakan pasir Bodri dan pasir Muntilan. Kadar aspal optimum yang telah dicapai pada penelitian ini adalah kadar aspal terhadap campuran total, sehingga kadar aspal optimum ini sekaligus merupakan kadar aspal design. ATB Campuran pasir Bodri memiliki rentang kadar aspal pada 3,2% sampai 4,2 % hingga 6,2% sampai 7,2%, sedangkan ATB campuran pasir Muntilan memiliki rentang pada kadar aspal pada 3% sampai 4 % hingga 6% sampai 7 %. Kadar aspal optimum yang telah didapatkan ini menjadi acuan design campuran untuk pekerjaan pelaksanaan di lapangan.

4.2.8 Evaluasi Hasil Laboratorium Terhadap Spesifikasi

Dari hasil pengujian di laboratorium didapatkan hasil yang memenuhi persyaratan seperti terdapat pada tabel 4.4 berikut ini.

Tabel 4.4 Hasil Benda Uji ATB Dengan Spesifikasi

KAREKTERISTIK	ATB CAMPURAN PASIR BODRI	ATB CAMPURAN PASIR MUNTILAN	SPEKIFIKASI BINA MARGA
Total Kadar Aspal	5,20	5,00	3 – 6 %
Density (gr/cc)	2,386	2,382	--
VITM (%)	5,368	5,376	3 – 8 %
VFWA (%)	69,023	68,113	65 – 75 %
Stabilitas (Kg)	1041	1488	Min 600 Kg
Flow (mm)	3,208	3,298	2 – 4 mm
QM (kg/mm)	3,186	4,469	1,8 – 5 Kg/mm

Sumber: Hasil Pengujian di Laboratorium Balai Pengujian Dan Peralatan Pekerjaan Umum Semarang

Dari tabel 4.4 diatas dapat dilihat bahwa penggunaan pasir kali Bodri dan pasir Muntilan sebagai agregat untuk campuran ATB (asphalt treated base) memenuhi spesifikasi dari Bina Marga.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian di laboratorium yang telah dilakukan pada jenis perkerasan ATB (Asphalt Treated Base) dengan menggunakan campuran pasir Kali Bodri dan campuran pasir Muntilan beserta dengan analisa yang telah diuraikan di dalam pembahasan di depan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai “Density” ATB campuran pasir kali Bodri lebih tinggi dari nilai “Density” ATB campuran pasir Muntilan dikarenakan.
 1. Berat Jenis pasir Kali Bodri lebih besar dibandingkan Berat Jenis pasir Muntilan. Berat Jenis pasir Kali Bodri 2,710 gr/cm sedangkan Berat Jenis pasir Muntilan 2,681 gr/cm . Hal ini berpengaruh pada Berat Jenis campuran ATB.
 2. ATB campuran pasir Kali Bodri lebih padat dibandingkan dengan agregat ATB campuran pasir Muntilan. Hal ini disebabkan gradasi butiran pasir Kali Bodri lebih ideal dibandingkan dengan pasir Muntilan, dan juga bentuk tekstur permukaan pasir Kali Bodri lebih rata atau licin dibandingkan dengan bentuk tekstur permukaan pasir Muntilan yang cenderung kasar.
2. Pada ATB campuran pasir kali Bodri mempunyai nilai VITM lebih kecil dibandingkan dengan ATB campuran pasir Muntilan. Hal ini disebabkan gradasi butiran pasir kali Bodri lebih ideal dibandingkan gradasi pasir Muntilan yang cenderung merata, sehingga butiran-butiran pasir kali Bodri bisa mengisi lebih banyak rongga-rongga yang ada diantara Agregat Kasar.

3. Nilai VFWA pada ATB campuran pasir kali Bodri lebih besar dari nilai VFWA ATB campuran pasir Muntilan. Hal ini disebabkan
 1. Nilai peresapan pasir kali Bodri lebih besar dari nilai peresapan pasir Muntilan. Yaitu 4,428 % nilai peresapan untuk pasir kali Bodri dan 1,092 % untuk peresapan pasir Muntilan.
 2. Permukaan butiran pasir kali Bodri lebih halus dari pada permukaan butiran pasir Muntilan. Hal ini menyebabkan aspal lebih mudah masuk diantara celah-celah pori dari ATB.
4. Nilai stabilitas yang dihasilkan pada ATB campuran pasir Muntilan yaitu 1488 kg, lebih tinggi dari nilai stabilitas ATB campuran pasir Bodri yaitu 1041 kg. Hal ini disebabkan permukaan butiran pasir Muntilan Lebih kasar, sehingga proses penguncian (interlocking) antar butiran lebih bagus.
5. Pada kadar aspal optimum, nilai "Flow" ATB campuran pasir Muntilan yaitu 3,298 ini lebih tinggi dibandingkan dengan nilai "Flow" ATB campuran pasir kali Bodri yaitu 3,208. Hal ini disebabkan ATB campuran pasir kali Bodri lebih rapat sehingga nilai penurunannya kecil. Bisa dibuktikan dengan gradasi pasir kali Bodri lebih ideal, nilai VITM nya lebih kecil, nilai VFWA nya lebih besar dari ATB campuran pasir Muntilan.
6. Nilai "Marshall Quotient" untuk ATB campuran pasir Muntilan yaitu 4,469 kg/mm lebih besar dari ATB pasir kali Bodri yaitu 3,186 kg/mm. Hal ini disebabkan karena nilai stabilitas ATB campuran pasir Muntilan lebih tinggi nilainya dengan perbedaan selisih nilai yang besar dan harga "Flow" selisih kecil dengan ATB campuran pasir kali Bodri.

7. Nilai aspal optimum berbeda, pada ATB campuran pasir kali bodri aspal optimumnya 5,2 % sedangkan pada ATB campuran pasir muntilan 5%. Hal ini disebabkan karena nilai penyerapan pasir terhadap air masing-masing pasir berbeda. Nilai penyerapan pasir kali bodri terhadap air sebesar 4,428 % sedangkan nilai penyerapan pasir muntilan terhadap air sebesar 1,092 %.
8. Dengan menggunakan gradasi “Open Graded” dengan tipe III seperti pada hal 19 tabel 2.2 untuk ATB campuran pasir kali Bodri maupun pasir Muntilan pada penelitian ini, yang digunakan untuk lapisan struktural “Surface Course” pada perkerasan jalan, ternyata nilai – nilai yang disyaratkan dalam tes “Marshall” semuanya terpenuhi. Sehingga lapisan ini dapat dipakai sebagai lapisan ATB (asphalt treated base) untuk jalan raya.
9. Dari hasil serangkaian pengujian terhadap agregat kasar, pasir dan aspal, maka dapat diketahui bahwa yang dipakai dalam penelitian ini sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan Bina Marga untuk campuran ATB (Asphalt Treated Base) sehingga dapat dipakai sebagai bahan untuk penelitian.

5.2 Saran

Dari hasil analisa penelitian di Laboratorium, penggunaan pasir kali Bodri dan pasir Muntilan sebagai agregat untuk campuran ATB (asphalt treated base) dapat dikemukakan beberapa saran sebagai berikut :

1. Diperlukan pengembangan penelitian yang meliputi letak pengambilan pasir kali Bodri, di daerah hulu, daerah tengah, atau di daerah hilir sungai. Dan juga

waktu pengambilan pasir pada waktu musim kemarau atau pada waktu musim penghujan, mengingat pasir berkaitan erat dengan kadar lumpurnya.

2. Diperlukan pengembangan penelitian yang meliputi pengaruh beberapa jenis aspal pada ATB campuran pasir Muntilan maupun ATB campuran pasir Kali Bodri.
3. Diperlukan pengembangan penelitian yang meliputi pengaruh bahan tambah Aditive pada ATB campuran pasir Muntilan maupun ATB campuran pasir Kali Bodri.

DAFTAR PUSTAKA

Kardono tjokrodimuljo, 1992, **Teknologi Beton**, yogyakarta.

----- , 1994, **Jilid Tiga Spesifikasi Umum**, Proyek Perencanaan Dan Pengawasan Teknik Peningkatan Jalan Semarang Dinas Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, Semarang.

----- , 1987, **Petunjuk Pelaksanaan Lapis Atas Beton (LASTON) Untuk Jalan Raya**, Dinas Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta.

Silvia Sukirman, 1992, **Perkerasan Lentur Jalan Raya**, Nova, Bandung.

Dalimin BRE, 1982, **Pengaspalan ("Surface Couse")**.

----- , 1998, **Fricseal Teknologi Hot Mix Lapis**, PT. Jasa Marga, Jakarta.

----- , 1996, **Panduan Paktikum Jalan Raya IV**, Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Dan Perencanaan UII, Yogyakarta.

Soehartono, 1995, **Usaha Meningkatkan Keandalan Aspal Sebagai Bahan Perkerasan Jalan**, Jakarta.

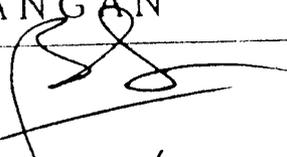
----- , 1999, **Job Mix Formula Asphalt Treatate Base (ATB) Bagian Proyek Peningkatan Jalan Semarang-Kendal-Weleri Paket T-109 Kendal Weleri**, PT Perwita Karya, Semarang.

----- , 1983, **Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton Pondasi Atas (LASTON ATAS)**, 03/PT/B/1983, Dinas Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta.

LAMPIRAN - LAMPIRAN

7. Ace - proposal

CATATAN - KONSULTASI

No.	Tanggal	Konsultasi ke :	KETERANGAN	Paraf
	16/3 - 99	Proposal diperbaiki		
	20/3 - 99	Proposal Ace diajukan ke perbibig		
	25/3 99	Z.	<p>Jistim ditak feb 2</p> <ul style="list-style-type: none">• Bab II & III diganti data- Diteliti: Marshall <p>→ Metodologi penelitian:</p> <ul style="list-style-type: none">• Cara memperoleh data- analisis analisis & Membed- prediksi prediksi data- menyimpulkan menyimpulkan <p>• Buat flow chart metode logis penelitian</p> <ul style="list-style-type: none">• Definisi variabel	

3/4
3/4/99

INDONESIA
DAN PERENCANAAN

95330 Yogyakarta

TUGAS AKHIR

	N.I.R.M.	Bidang Studi
		TRANSPORTASI
		REKONSTRUKSI

MALIK ROHRI GERASAT ALPHANT

Yogyakarta.

ek an,

Insan Teknik Sipil

JENI BIL ARIS, NG