

**STUDI KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL BETON
DENGAN MENGGUNAKAN AGREGAT MILAN TANPA
DAN DENGAN PENAMBAHAN FIBER**

*STUDY ON THE CONCRETE – ASPHALT
CHARACTERISTICS USING MILAN’S AGGREGATES
WITH AND WITHOUT FIBERS*

ROBERT MANGONTAN



**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2008**

**STUDI KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL BETON
DENGAN MENGGUNAKAN AGREGAT MILAN TANPA
DAN DENGAN PENAMBAHAN FIBER**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi
Teknik Sipil

Disusun dan diajukan oleh

Robert Mangontan

Kepada

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2008

TESIS

STUDI KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL BETON DENGAN MENGGUNAKAN AGREGAT MILAN TANPA DAN DENGAN PENAMBAHAN FIBER

Disusun dan diajukan oleh

Robert Mangontan

No. Pokok : P2302206006

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis
pada tanggal 4 September 2008
dan telah dinyatakan memenuhi syarat

Menyetujui

Komisi Penasehat,

Prof.Dr.Ir. Lawalenna S, Ms. M.Eng

Ketua

Ketua Program Studi
Teknik Sipil

Dr. Rudy Djamaluddin, ST.M.Eng

Anggota

Direktur Program Pascasarjana
Universitas Hasanuddin

Prof.Dr.Ing. Herman Parung, M.Eng

Prof.Dr.dr. Abd. Razak Thaha, M.Sc

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Robert Mangontan
Nomor mahasiswa : P2302206006
Program Studi : Teknik Sipil Konsentrasi Transportasi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 28 Agustus 2008

Yang menyatakan

Robert Mangontan

ABSTRAK

ROBERT MANGONTAN. *Studi Karakteristik Campuran Aspal Beton Dengan Menggunakan Agregat Milan Tanpa Dan Dengan Penambahan Fiber* (dibimbing oleh Lawalenna Samang dan Rudy Djamaluddin).

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis dan mengevaluasi karakteristik campuran perkerasan jalan beton aspal dengan agregat Milan, penambahan fiber dengan menggunakan aspal penetrasi 60/70. Penambahan *fiber C-Glass Woven Roving* 600 g/m² (China), berfungsi sebagai tulangan yang mempunyai kekuatan/tegangan putus dan daya serap yang tinggi. Pemanfaatan fiber sebagai bahan tambah, difokuskan pada peningkatan kualitas campuran, khususnya kekuatan (stabilitas), mengurangi rongga dalam campuran, sehingga kedap air, dan bertahan sesuai umur rencana.

Penggabungan agregat kasar dan halus tidak memenuhi spesifikasi Bina Marga, sebabg memotong kurva fuller dua kali, antara saringan No. 100 dan No. 50 serta No. 8 dan No. 4. untuk menggunakan agregat Milan dibuatkan rancangan agregat campuran yang berada di atas kurva fuller dengan komposisi agregat kasar 51%, agregat halus 40%, dan filler (abu batu) 9%. Studi ini bertujuan mengkaji secara teknis pemanfaatan agregat Milan untuk campuran lapisan beton aspal, tanpa fiber untuk menentukan kadar optimum (KAO) dengan variasi kadar aspal dari 5.5% - 8.0% dengan tingkat kenaikan 0.5%. Dan penambahan fiber dengan variasi 0,25 %, 0,50 %, 0,75 %, dan 1 %, setelah kadar aspal optimum (KAO) ditentukan.

Penelitian ini menghasilkan 1). Pengujian marshall tanpa fiber diperoleh kadar aspal optimum (KAO) 7%, dan karakteristik marshall yaitu : stabilitas 1708,35 kg; flow 3,38 mm; VIM 4,31 %; VMA 17,85 % dan MQ 506,57 kg/mm. 2). Pengujian marshall penambahan fiber dengan kadar aspal optimum (KAO) 7 %, diperoleh variasi fiber yang paling memungkinkan pada variasi 0,25 % dengan stabilitas 1444,99 kg, flow 3,28 mm; VIM 3,77 %; VMA 17,39 % dan MQ 441,36 kg/mm. 3). Hasil pengujian marshall immersion menunjukkan indeks kekuatan sisa (IKS) tanpa fiber 68,32% dan indeks kekuatan sisa penambahan fiber 91,44 %, sedangkan nilai standar sesuai spesifikasi Bina Marga adalah minimum 75%.

ABSTRACT

ROBERT MANGONTAN. *Study on The Concrete – Asphalt Characteristics using Milan’s Aggregates With and Without Fibers* (supervised by **Lawalenna Samang** and **Rudy Djameluddin**).

The research was carried out to analyze and evaluate the characteristics of concrete-asphalt mixtures using Milan’s aggregates, using asphalt of 60/70 penetration. The addition of fibers C–Glass Woven Roving 600 g/m² (ex China) was intended as reinforcement due to high tensile strength and high absorption. The fibers can increase the quality of mixtures (strength), decrease voids in mixtures, so the mixtures will be become more water-proof and long-lasting as designed.

The mixing of the fines and coarses aggregates didn’t comply with Bina Marga requirements because the fuller curve was cut twice, namely between sieves No. 100 – No. 50 and No. 8 – No. 4. In order to comply with the requirements, several mixing composition had been tried and it was found that the best composition is 51 % coarse aggregates, 40 % fine aggregates and 9 % filler. In the laboratory experimental study, the percentage of asphalt was varied between 5.5– 8 % with 0,5 % increment. The percentage of fibers used were 0.25 %, 0.50 %, 0.75 % and 1 %.

The research reveals that : 1). Marshall test without fibers and with the maximum asphalt content is 7 % : stability 1708.35 kg; flow 3.38 m, VIM 4.31 %, VMA 17.85 %, MQ 506.57 kg/mm. 2). Marshall test with fibers and for 7 % asphalt content and with 0.25 % fibers (the best combination) : stability 1444.99 kg, flow 3.28 mm, VIM 3.77 %, VMA 17.39 % and MQ 441.36 kg/mm. 3). The immersion Marshall test shows that the residual strength index without fibers is 68.32 % and 91.44 % with fibers (higher than the specified value according to Bina Marga, namely 75%).

PRAKATA

Dengan segala puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa dengan selesainya tesis ini.

Gagasan yang melatar belakangi tajuk permasalahan ini, timbul dari hasil pengamatan penulis, bahwa kebanyakan konstruksi pekerasan lentur jalan sebelum mencapai umur rencana mengalami kerusakan-kerusakan, misalnya retak-retak, pelepasan butir, berlubang dan lain sebagainya, yang diakibatkan oleh beban kendaraan yang berlebihan, air hujan, dan tanah dasar, sehingga terjadi deformasi plastis pada permukaan jalan, sehingga lapisan permukaan jalan menjadi retak-retak dan akhirnya terjadi kerusakan berat, dan para pengguna jalan merasa tidak aman dan nyaman melalui jalan tersebut.

Banyak masalah yang dihadapi penulis dalam rangka penyusunan tesis ini, tetapi berkat bantuan dari berbagai pihak, maka tesis ini dapat diselesaikan.

Pada kesempatan ini penulis dengan tulus menyampaikan terima kasih kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Lawalenna Samang, MS. M.Eng sebagai Ketua Komisi Penasehat dan Bapak Dr. Ir. Rudy Djamaluddin, M.Eng sebagai Anggota Komisi Penasehat atas bantuan dan bimbingannya, baik pada pelaksanaan penelitian sampai dengan penulisan tesis ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Ketua Program Teknik Sipil Program

Pascasarjana Universitas Hasanuddin, Ketua Konsentrasi Teknik Sipil Transportasi, Ketua Jurusan Teknik Sipil UKI Paulus, Kepala Laboratorium Jalan dan Aspal UKI Paulus, Laboran, dan adik-adik mahasiswa yang telah membantu dalam proses pengambilan bahan penelitian dan pelaksanaan penelitian di laboratorium.

Penulis sangat berterima kasih kepada keluarga yang turut membantu secara moril terutama istri dan anak-anak yang tercinta.

Penulis menyadari bahwa dalam tesis ini masih banyak kekurangan, olehnya itu penulis mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan penulisan tesis ini.

Akhirnya penulis berharap semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya bidang Teknik Transportasi.

Makassar, Agustus 2008

Robert Mangontan

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN	iv
PRAKATA	v
ABSTRAK DALAM BAHASA INDONESIA	vii
ABSTRACT DALAM BAHASA INGGRIS	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR NOTASI	xvi
Bab I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	5
E. Ruang Lingkup Penelitian	5
F. Hipotesis	6
Bab II TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Perkerasan Beton Aspal	7
B. Karakteristik Beton Aspal	8
C. Beton Aspal Campuran Panas	12
D. Gradasi Agregat Gabungan	15

E. Karakteristik Aspal	22
F. Sifat – Sifat Dasar Campuran Aspal	24
G. Desain Campuran Lapisan Beton Aspal	25
H. Serat Fiber	31
I. Koefisien Kekuatan Relatif (a_1)	32
J. Kerangka Konseptual	35
Bab III METODE PELAKSANAAN PENELITIAN	36
A. Metode Penelitian	36
B. Lokasi Pengambilan Sampel	38
C. Metode Pengambilan Sampel	38
D. Rancangan Penelitian	39
E. Metode Pengujian dan Analisis	43
F. Penentuan Koefisien Kekuatan Relatif	45
Bab IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	46
A. Karakteristik Agregat dan Aspal	46
B. Desain Campuran Perkerasan	55
C. Karakteristik Campuran Perkerasan	66
D. Kekuatan Campuran	73
Bab V. KESIMPULAM DAN SARAN	77
A. Kesimpulan	77
B. Saran	79
DAFTAR PUSTAKA	80
LAMPIRAN-LAMPIRAN	82

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
A1. Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar	82
A2. Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus	83
A3. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	84
A4. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	85
A5. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Filler (Abu Batu)	86
A6. Hasil Pengujian Pemeriksaan Keausan Agregat Dengan Alat Abrasi Los Angeles	87
A7. Hasil Pengujian Pemeriksaan Kelekatan Agregat Terhadap Aspal	91
A8. Hasil Pengujian Pemeriksaan Kadar Lumpur Pasir	92
A9. Hasil Pengujian Pemeriksaan Indeks Kepipihan Dan Kelonjongan	93
A10. Hasil Pengujian Pemeriksaan Kekuatan Agregat Terhadap Tumbukan	94
B1. Hasil Pengujian Penetrasi Aspal Sebelum Kehilangan Berat	95
B2. Hasil Pengujian Penetrasi Aspal Setelah Kehilangan Berat	96
B3. Hasil Pengujian Penurunan Berat Aspal	97
B4. Hasil Pengujian Berat Jenis Aspal	98
B5. Hasil Pengujian Titik Lembek Aspal	99
B6. Hasil Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal	100
B7. Hasil Pengujian Daktilitas (Kelenturan) Aspal	101
B8. Hasil Pengujian Pemeriksaan Viskositas	102

C. Angka Korelasi Stabilitas	104
D. Foto-foto Dokumentasi	105

DAFTAR GAMBAR

Nomor	halaman
1. Grafik titik kontrol, daerah larangan, dan kurva fuller	21
2. Kemungkinan bentuk kurva VMA	29
3. Grafik variasi bitumen dengan parameter tegangan	33
4. Grafik hubungan antara modulus elastisitas dengan koefisien kekuatan relatif (a_1)	34
5. Bagan alir kerangka konseptual	35
6. Bagan alir metode penelitian	37
7. Grafik pemeriksaan analisa saringan agregat	49
8. Grafik agregat gabungan	51
9. Grafik kurva rancangan gradasi agregat campuran	53
10. Grafik penentuan kadar aspal optimum (KAO)	60
11. Grafik penentuan kadar fiber maksimal dengan kadar Aspal optimum 7 %	63
12. Grafik variasi bitumen dengan Parameter tegangan	74
13. Grafik hubungan antara modulus elastisitas dengan Koefisien kekuatan relatif (a_1)	75

DAFTAR TABEL

Nomor	halaman
1. Ketentuan agregat kasar	14
2. Ketentuan agregat halus	15
3. Gradasi agregat untuk campuran beton aspal	16
4. Titik kontrol, kurva fuller, dan daerah larangan	20
5. Persyaratan aspal penetrasi 60/70	23
6. Ketentuan sifat-sifat campuran beton aspal	25
7. Spesifikasi C – glass woven roving 600 – m ²	32
8. Perhitungan benda uji perkiraan kadar aspal optimum	41
9. Perhitungan benda uji dengan penambahan serat fiber	42
10. Spesifikasi marshallcampuran lapis beton aspal	42
11. Hasil pemeriksaan karakteristik agregat kasar	46
12. Hasil pemeriksaan karakteristik agregat halus	46
13. Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar dan halus	47
14. Penentuan proporsi agregat gabungan	50
15. Komposisi gradasi agregat rancangan campuran	52
16. Hasil pemeriksaan karakteristik aspal	55
17. Perhitungan berat aspal dan agregat	56
18. Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat	57
19. Hasil pemeriksaan marshall standar tanpa serat fiber	59

20. Hasil pemeriksaan marshall standar penambahan serat fiber	62
21. Hasil pemeriksaan marshall immersion	65

DAFTAR NOTASI

AC	= <i>Asphalt Concrete</i>
AC – WC	= <i>Asphalt Concrete – Wearing Course</i>
ASTM	= <i>American Society for Testing and Materials</i>
C	= Konstanta
C.st	= <i>Centi Stoke</i>
Filler	= Bahan pengisi
Flow	= Kelelehan
GA	= Berat Jenis Aspal
Gmb	= Berat Jenis Curah (<i>Bulk</i>) Dari Campuran Beraspal
Gmm	= Berat Jenis Maksimum Teoritis Dari Campuran Beraspal
Gsb	= Berat Jenis Curah Dari Agregat Total
KAO	= Kadar Aspal Optimum
Kurva Fuller	= Garis gradasi agregat yang paling rapat yang memiliki nilai VMA terkecil.
LP	= Luas permukaan total dari agregat campuran di dalam beton aspal padat
LASTON	= Lapis Beton Aspal
LATASIR	= Lapis Tipis Aspal Pasir
LATASTON	= Lapis Tipis Aspal Beton
MQ	= <i>Marshall Quetient</i>
PEN	= Penetrasi
SNI	= Standar Nasional Indonesia
SSD	= <i>Surface Saturated Dry</i>
VIM	= <i>Voids in the Mixture</i>
VMA	= <i>Voids in the Mineral Agregate</i>
IKS	= Indeks Kekuatan Sisa

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Jalan salah satu prasarana transportasi darat yang sangat penting dalam usaha pengembangan wilayah, kehidupan masyarakat, berbangsa dan bernegara, membina kesatuan dan persatuan bangsa untuk mencapai masyarakat yang adil dan makmur, sesuai tujuan bangsa Indonesia. Jalan juga mempunyai peranan penting dalam bidang ekonomi, sosial, politik, pariwisata, keamanan dan pertahanan. (Adisasmita. R. 2005)

Oleh karena itu pembangunan prasarana transportasi darat perlu dibangun yang baru untuk menghubungkan kabupaten-kabupaten, provinsi-provinsi dalam suatu pengembangan wilayah dan peningkatan peranan jalan yang sudah ada, apalagi dengan meningkatnya permintaan akan kebutuhan angkutan orang dan barang, maka pemerintah harus memperhatikan akan prasarana transportasi darat untuk dapat mengangkut orang dan barang dengan aman, nyaman, cepat, dan tepat, sampai ditujuan.

Dengan melihat kondisi jalan di Provinsi Sulawesi Selatan khususnya di Kabupaten Tana Toraja dan sekitarnya yang hampir setiap tahunnya mengalami kerusakan-kerusakan permukaan jalan, dimana umur rencana belum tercapai, sehingga diperlukan perbaikan-perbaikan, utamanya pada lapisan permukaan yang berhubungan langsung dengan

roda kendaraan, yang mengalami gesekan, keausan, sehingga lapisan permukaan cepat mengalami kerusakan retak-retak, pelepasan butir, dan berlubang, sehingga perlu diberi pelapisan tambahan (*overlay*), yang mengakibatkan biaya pembangunan, pemeliharaan, dan perbaikan jaringan jalan menjadi mahal.

Lapisan permukaan yang sering digunakan saat ini adalah jenis campuran aspal panas yaitu : Lapisan Beton Aspal (Laston) atau Aspal Semen (*Asphalt Concrete*), Lapis Tipis Beton Aspal (Lataston) atau HRS (*Hot Rolled Sheet*) dan Lapis Tipis Aspal Pasir (Latasir), penggunaan berbagai campuran lapisan tersebut diatas, mempunyai tujuan yang sama yaitu untuk mendapatkan ketahanan (*stabilitas*) lapis permukaan jalan selama umur rencana (Dep. Pekerjaan Umum 2007)

Pada ruas-ruas jalan yang baru selesai dikerjakan, banyak mengalami kerusakan, misalnya : retak, perubahan bentuk, dimana penyebabnya adalah, mungkin perencanaan yang tidak tepat, pencampuran agregat dengan aspal yang tidak sesuai, pelaksanaan dilapangan yang tidak tepat (tidak sesuai dengan spesifikasi) dan lain sebagainya. (Yamin 2002)

Kerusakan-kerusakan lapisan permukaan jalan dapat juga disebabkan oleh bahan perkerasan kurang baik, pelapukan material, tanah dasar, air tanah, perkerasan dibawah lapis permukaan kurang stabil, sokongan dari samping/bahu jalan kurang, penyusutan tanah dasar, drainase kurang baik atau tidak berfungsi, pencampuran aspal,

agregat kasar, agregat halus, dan *filler* yang tidak sesuai, perencanaan tebal lapisan perkerasan yang tidak tepat, beban kendaraan yang melampaui batas kekuatan jalan, penggunaan koefisien kekuatan relatif yang tidak sesuai dan lain sebagainya.

Penggunaan koefisien kekuatan relatif lapisan aspal beton (*laston*), yang digunakan pada perhitungan tebal perkerasan lentur, pada Metode Analisa Komponen, apakah koefisien kekuatan relatif tersebut, cocok digunakan untuk perencanaan perkerasan lapisan permukaan jalan (*laston*) pada daerah lain, misalnya untuk daerah Tana Toraja dan sekitarnya, dimana agregat yang digunakan untuk lapisan permukaan jalan diambil dari lokasi Sungai Sadang, Dusun Milan, Kelurahan Kamali, Kecamatan Makale, Kabupaten Tana Toraja Provinsi Sulawesi Selatan, yang di olah menjadi agregat kasar, agregat halus dan abu batu.

Untuk itu penulis akan meneliti apakah koefisien kekuatan relatif, lapisan aspal beton (*Laston*) yang digunakan untuk menghitung tebal perkerasan lentur pada metode AASTHO, Metode Analisa Komponen, dapat juga digunakan, jika menggunakan agregat Milan Kabupaten Tana Toraja Provinsi Sulawesi Selatan,

Walaupun demikian dalam penggunaan agregat kasar, agregat halus, aspal, dan *filler* (abu batu) telah sesuai dengan spesifikasi pencampuran aspal beton dan pelaksanaan telah sesuai, masih sering terjadi kerusakan pada lapisan permukaan jalan. Oleh sebab itu perlu dipikirkan bahan tambah kedalam campuran lapisan aspal beton yang

dapat mengatasi kerusakan-kerusakan pada lapisan permukaan jalan, sehingga umur rencana penggunaan jalan bisa tercapai atau lebih lama, misalnya di beri bahan tambah fiber pada persentase tertentu dari berat campuran beton aspal yang berfungsi sebagai tulangan untuk menahan retak. sehingga penulis memilih judul **“STUDI KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL BETON DENGAN MENGGUNAKAN AGREGAT MILAN TANPA DAN DENGAN PENAMBAHAN FIBER”**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini dapat dikemukakan sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik agregat material campuran lokasi Milan Tana Toraja.
2. Bagaimana karakteristik campuran lapisan aspal beton, tanpa dan dengan penambahan fiber.
3. Bagaimana koefisien kekuatan relatif campuran lapisan aspal beton agregat Milan Tana Toraja, tanpa dan dengan penambahan fiber.

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini yaitu :

1. Untuk mengetahui karakteristik agregat, material campuran lokasi Milan Tana Toraja
2. Untuk mengevaluasi dan menganalisis karakteristik campuran lapisan aspal beton tanpa dan dengan penambahan fiber.

3. Untuk menentukan koefisien kekuatan relatif campuran lapisan aspal beton, tanpa dan dengan penambahan fiber.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat berupa :

1. Bahan masukan bagi para perencana, untuk menghitung tebal perkerasan jalan dengan menggunakan agregat Milan Tana Toraja.
2. Bahan masukan pemerintah Kabupaten Tana Toraja, khususnya Dinas Pekerjaan Umum.
3. Memberi masukan/menambah pengetahuan bagi para pembaca mengenai agregat Milan Tana Toraja, tanpa fiber dan dengan fiber.

E. Ruang Lingkup Penelitian

Dengan kompleksnya permasalahan pada penelitian ini, maka penulis memberi batasan/ruang lingkup sebagai berikut :

1. Pengujian karakteristik agregat Milan Tana Toraja
2. Pengujian *marshall* campuran aspal beton, tanpa fiber dan penambahan fiber 0,25 %, 0,50 %, 0,75 %, dan 1,00 %
3. Penentuan koefisien kekuatan relatif (a_1), untuk campuran lapis aspal beton, tanpa fiber dan dengan fiber.
4. Aspal yang digunakan adalah aspal penetrasi 60/70.

5. Fiber yang digunakan, jenis *C – glass woven roving* 600 g/m².

F. Hipotesis

Pada penelitian ini, dapat memberi hasil sebagai berikut :

1. Penambahan fiber dapat memperbaiki karakteristik campuran aspal beton.
2. Penambahan fiber mempengaruhi karakteristik *marshall* standar maupun *marshall immersion*

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Perkerasan Beton Aspal

Lapisan aspal beton (Laston) adalah lapisan permukaan konstruksi perkerasan lentur jalan yang mempunyai nilai struktural. Lapisan tersebut terdiri dari agregat kasar, agregat halus, bahan pengisi (*filler*) dengan aspal keras, dicampur pada tempat pencampuran AMP (*Asphalt Mixing Plant*), diangkut ke lokasi pekerjaan, dihamparkan dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.

Kekuatan perkerasan lapisan aspal beton diperoleh dari kualitas agregat yang digunakan dan dari struktur agregat yang saling mengunci, menghasilkan geseran internal yang tinggi dan saling melekat bersama lapis tipis aspal diantara butiran agregat. Oleh sebab itu lapisan aspal beton memiliki sifat stabilitas tinggi dan relatif kaku, yaitu tahan terhadap pelelehan plastis namun cukup peka terhadap retak, sehingga dengan demikian campuran ini cukup peka terhadap variasi kadar aspal dan perubahan gradasi agregat.

Lapisan aspal beton Lapis Aus (*Wearing Course*) adalah merupakan lapisan paling atas dari susunan lapisan perkerasan yang berhubungan langsung dengan roda kendaraan, mempunyai tekstur yang lebih halus dan kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan lapisan dibawahnya. Disamping sebagai pendukung beban lalu lintas, lapisan ini

berfungsi sebagai pelindung konstruksi lapisan dibawahnya dari kerusakan akibat pengaruh air dan cuaca, sebagai lapisan aus dan menyediakan permukaan jalan yang rata dan tidak licin, tidak bergelombang dan sebagainya.

B. Karakteristik beton aspal

Karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh lapisan aspal beton adalah stabilitas, keawetan (*durabilitas*), kelenturan (*fleksibilitas*), ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*), kekesatan permukaan atau ketahanan geser (*skid resistance*), kedap air (*impermeabilitas*), dan kemudahan pelaksanaan (*workability*).

1. Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur, dan *bleeding*. Kebutuhan akan stabilitas sebanding dengan fungsi jalan, dan beban lalu lintas yang akan dilayani. Jalan yang melayani volume lalu lintas tinggi dan dominan terdiri dari kendaraan berat, membutuhkan perkerasan jalan dengan stabilitas tinggi. Sebaliknya perkerasan jalan yang diperuntukkan untuk melayani lalu lintas kendaraan ringan tidak perlu stabilitas tinggi.

Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai stabilitas beton aspal adalah :

- **Gesekan internal**, yang dapat berasal dari kekasaran permukaan dari butir-butir agregat, luas bidang kontak antara butir atau bentuk butir, gradasi agregat, kepadatan campuran, dan tebal film

aspal. Stabilitas terbentuk dari kondisi gesekan internal yang terjadi di antara buti-butir agregat, saling mengunci dan mengisinya butir-butir agregat, dan masing-masing butir saling terikat, akibat gesekan antara butir dan adanya aspal. Kepadatan campuran menentukan pula tekanan kontak, dan nilai stabilitas campuran. Pemilihan agregat bergradasi baik atau rapat akan memperkecil rongga antara agregat, sehingga aspal yang dapat ditambahkan dalam campuran menjadi sedikit. Hal ini berakibat film aspal menjadi tipis. Kadar aspal yang optimal akan memberikan nilai stabilitas yang maksimum.

- **Kohesi**, adalah gaya ikat aspal yang berasal dari gaya lekatnya, sehingga mampu memelihara tekanan kontak antara butir agregat. Daya kohesi terutama ditentukan oleh penetrasi aspal, perubahan viskositas akibat temperatur, tingkat pembebanan, komposisi kimiawi aspal, efek dari waktu dan umur aspal. Sifat *reologi* aspal menentukan kepekaan aspal untuk mengeras dan rapuh, yang akan mengurangi daya kohesinya.

2. Keawetan (Durabilitas)

Keawetan adalah kemampuan lapisan beton aspal menerima repetisi beban lalu lintas seperti berat kendaraan, gesekan antara roda kendaraan dan permukaan jalan, serta menahan keausan akibat pengaruh cuaca dan iklim, seperti udara, air, atau perubahan temperatur. Durabilitas beton aspal dipengaruhi oleh tebalnya film atau selimut aspal, banyaknya pori dalam

campuran, kepadatan dan kedap airnya campuran. Selimut aspal yang tebal akan membungkus agregat secara baik, beton aspal akan lebih kedap air, sehingga kemampuannya menahan keausan semakin baik. Tetapi semakin tebal selimut aspal, maka semakin mudah terjadi *bleeding* yang mengakibatkan jalan semakin licin. Besarnya pori yang tersisa dalam campuran setelah pemadatan, mengakibatkan durabilitas beton aspal menurun. Semakin besar pori yang tersisa semakin tidak kedap air dan semakin banyak udara didalam beton aspal, yang menyebabkan semakin mudahnya selimut aspal beroksidasi dengan udara dan menjadi getas, dan durabilitasnya menurun.

3. Kelenturan (*Fleksibilitas*)

Kelenturan adalah kemampuan lapisan beton aspal untuk menyesuaikan diri akibat penurunan (*konsolidasi/settlement*) dan pergerakan dari pondasi atau tanah dasar, tanpa terjadi retak. Penurunan terjadi akibat dari repetisi beban lalu lintas, ataupun penurunan akibat penurunan sendiri tanah timbunan yang dibuat di atas tanah asli. Fleksibilitas dapat ditingkatkan dengan mempergunakan agregat bergradasi terbuka dengan kadar aspal yang tinggi.

4. Ketahanan terhadap kelelahan (*Fatigue resistance*)

Ketahanan terhadap kelelahan adalah kemampuan lapisan beton aspal menerima lendutan akibat repetisi beban, tanpa terjadinya kelelahan berupa alur dan retak. Hal ini dapat tercapai jika mempergunakan kadar aspal yang tinggi.

5. Kekesatan/tahanan geser (*Skid resistance*)

Kekesatan adalah kemampuan permukaan lapisan beton aspal terutama pada kondisi basah, memberikan gaya gesek pada roda kendaraan sehingga kendaraan tidak tergelincir, ataupun slip. Faktor-faktor untuk mendapatkan kekesatan jalan sama dengan untuk mendapatkan stabilitas yang tinggi, yaitu kekasaran permukaan dari butir-butir agregat, luas bidang kontak antar butir atau bentuk butir, gradasi agregat, kepadatan campuran, dan tebal film aspal. Ukuran maksimum butiran agregat ikut menentukan kekesatan permukaan. Dalam hal ini agregat yang digunakan tidak saja harus mempunyai permukaan yang kasar, tetapi juga mempunyai daya tahan untuk permukaannya tidak mudah menjadi licin akibat repetisi kendaraan.

6. Kedap air (*impermeabilitas*)

Kedap air adalah kemampuan lapisan beton aspal untuk tidak dapat dimasuki air ataupun udara ke dalam lapisan beton aspal. Air dan udara dapat mengakibatkan percepatan proses penuaan aspal, dan pengelupasan film/selimut aspal dari permukaan agregat. Jumlah pori yang tersisa setelah beton aspal dipadatkan dapat menjadi indikator kededapan air campuran. Tingkat impermeabilitas lapisan beton aspal berbanding terbalik dengan tingkat durabilitasnya.

7. Mudah dilaksanakan (*workability*)

Mudah dilaksanakan adalah kemampuan campuran beton aspal untuk mudah dihamparkan dan dipadatkan. Tingkat kemudahan dalam

pelaksanaan, menentukan tingkat efisiensi pekerjaan. Faktor yang mempengaruhi tingkat kemudahan dalam proses penghamparan dan pemadatan adalah viskositas aspal, kepekaan aspal terhadap perubahan temperatur, dan gradasi serta kondisi agregat. Revisi atau koreksi terhadap rancangan campuran dapat dilakukan jika ditemukan kesukaran dalam pelaksanaan.

Ketujuh sifat campuran beton aspal ini tak mungkin dapat dipenuhi sekaligus oleh satu jenis campuran. Sifat-sifat beton aspal mana yang dominan lebih diinginkan, akan menentukan jenis beton aspal yang dipilih. Hal ini sangat perlu diperhatikan ketika merancang tebal perkerasan jalan. Jalan yang melayani lalu lintas ringan, seperti mobil penumpang, sepantasnya lebih memilih jenis beton aspal yang mempunyai sifat durabilitas, dan fleksibilitas yang rendah, dari pada memilih jenis beton aspal dengan stabilitas tinggi.

C. Beton Aspal Campuran Panas

1. Agregat

Agregat merupakan salah satu faktor penentu kemampuan perkerasan jalan memikul beban lalu lintas dan daya tahan terhadap cuaca. Oleh karena itu perlu pemeriksaan yang teliti sebelum diputuskan suatu agregat dapat digunakan sebagai material perkerasan jalan. Sifat agregat yang menentukan kualitasnya sebagai material perkerasan jalan adalah gradasi, kebersihan, kekerasan dan ketahanan agregat, bentuk butir, tekstur permukaan, porositas, kemampuan menyerap air, berat jenis, dan

daya kelekatan dengan aspal. Gradasi agregat merupakan sifat yang sangat luas pengaruhnya terhadap kualitas perkerasan secara keseluruhan. (Silvia Sukirman 2007). Agregat yang digunakan pada penelitian ini diambil dari sungai Saddang di dusun Milan kelurahan Kamali kecamatan Makale kabupaten Tana Toraja, hasil stone crusher PT. Sabar Jaya, yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan abu batu. Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan, karena jumlah yang dibutuhkan dalam campuran perkerasan berkisar antara 90% - 95% agregat, berdasarkan persentase berat total campuran, atau 75% - 85% agregat, berdasarkan persentase volume campuran. Dengan demikian kualitas perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain. Disamping dari segi jumlahnya agregat juga berperan penting terhadap daya dukung perkerasan jalan, yang sebagian besar ditentukan oleh karakteristik agregat yang digunakan. Pemilihan suatu agregat untuk material perkerasan jalan sangat ditentukan oleh ketersediaan material, kualitas dan harga material serta jenis konstruksi yang akan digunakan.

2. Agregat kasar

Fungsi agregat kasar adalah memberikan stabilitas campuran, dengan kondisi saling mengunci dan masing-masing partikel agregat kasar harus batu pecah atau kerikil pecah. Agregat kasar untuk rancangan campuran dengan ukuran butir lebih besar atau yang tertahan saringan no.8 (2,36 mm), dan harus bersih, keras, awet dan bebas dari lempung

atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan memenuhi ketentuan yang diberikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Ketentuan agregat kasar

PENGUJIAN	STANDAR	NILAI
Abrasi dengan mesin Los Angeles	SNI - 03 - 2417 - 1991	Maks. 40 %
Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI - 03 - 2439 - 1991	Min. 95 %
Angularitas kasar	SNI - 03 - 6877 - 2002	95/90 (*)
Partikel pipih dan lonjong (**)	ASTM D - 4791	Maks. 10 %
Material lolos saringan No. 200	SNI - 03 - 4142 - 1996	Maks. 1 %

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2007

Catatan.

(*) 95/90 menunjukkan bahwa 95 % agregat kasar mempunyai muka bidang pecah satu atau lebih dan 90 % agregat kasar mempunyai muka bidang pecah dua atau lebih.

(**) Pengujian dengan perbandingan lengan alat uji terhadap poros 1 : 5

3. Agregat halus

Fungsi utama agregat halus adalah untuk memberikan stabilitas dan mengurangi deformasi permanen, campuran melalui friksi dan perilaku, yaitu dengan memperkuat sifat saling mengunci dan mengisi rongga antar butir agregat kasar serta menaikkan luas permukaan dari agregat yang dapat diselimuti aspal, sehingga menambah keawetan perkerasan. Agregat halus adalah agregat yang lolos saringan no.8 (2,36 mm), dan tertahan pada saringan no. 200 (0,075 mm) yaitu fraksi agregat halus hasil pecahan mesin, atau pasir dengan persentase maksimum yang disarankan untuk Laston (AC) adalah sebesar 15 %. Agregat halus harus merupakan bahan yang bersih, keras, bebas dari lempung atau bahan lainnya yang tidak dikehendaki dan memenuhi ketentuan pada tabel 2.

Tabel 2. Ketentuan agregat halus

PENGUJIAN	STANDAR	NILAI
Nilai Setara Pasir	SNI 03 - 4428 - 1997	Min. 50%
Material Lolos Saringan No. 200	SNI 03 - 4142 - 1996	Maks. 8 %
Angularitas	SNI 03 - 6877 - 2002	Min. 45 %

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2007

4. Filler

Bahan pengisih atau filler yang ditambahkan terdiri atas debu batu kapur (*Limestone Dust*), semen Portland, abu terbang, abu tanur semen, abu batu atau bahan non plastis lainnya. Fungsi dari bahan pengisi adalah untuk mengurangi kepekaan campuran terhadap temperatur. Penggunaan bahan pengisi harus dibatasi, jika terlalu banyak menyebabkan campuran getas dan mudah retak akibat beban lalu lintas. Sebaliknya jika terlalu rendah akan menghasilkan campuran lunak dan tidak tahan cuaca. Bahan pengisi, harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan bila diuji dengan pengayakan sesuai SNI M-02-1994-03 harus mengandung bahan yang lolos saringan no.200 (0,075 mm) tidak kurang dari 75 % terhadap beratnya. (Dept. Pekerjaan Umum, 2007)

D. Gradasi Agregat Gabungan

Gradasi agregat gabungan untuk campuran yang akan digunakan adalah Laston Lapis Aus (*AC Wearing Course*), yaitu harus memenuhi batas-batas gradasi agregat seperti tercantum pada Tabel 3. Pada campuran Laston selain batasan titik kontrol, terdapat persyaratan khusus yaitu kurva Fuller dan daerah larangan. Kombinasi agregat dianjurkan tidak berimpit

dengan kurva Fuller, yaitu kurva gradasi dimana kondisi campuran memiliki kepadatan maksimum dengan rongga di antara mineral agregat (VMA) yang minimum. Selain itu juga kombinasi agregat dianjurkan menghindari daerah larangan (Dept. Pekerjaan Umum, 2007)

Campuran bergradasi menerus mempunyai sedikit rongga dalam struktur agregatnya dibandingkan dengan gradasi senjang. Hal ini menyebabkan campuran Laston lebih peka terhadap variasi dalam proporsi campuran. Kepekaan ini dapat dikurangi dengan menggeser sebagian gradasi menjauh keatas atau sebagian gradasi ada dibawah kurva Fuller. Diatas kurva Fuller gradasi agregat cenderung lebih halus dan lebih mudah dipadatkan, tetapi ketahanan terhadap deformasi relatif lebih rendah. Dibawah kurva Fuller gradasi agregat mempunyai tekstur lebih kasar serta cenderung sulit dipadatkan, tetapi tahan terhadap deformasi.

Tabel 3. Gradasi agregat untuk campuran beton aspal

Ukuran		% Berat Yang Lolos						
Ayakan		Latasir (SS)		Lataston (HRS)		Laston (AC)		
ASTM	(mm)	Kelas A	Kelas B	WC	Base	WC	BC	Base
1½"	37,5							100
1"	25						100	90 - 100
¾"	19	100	100	100	100	100	90 - 100	Maks.90
½"	12,5			90 - 100	90 - 100	90 - 100	Maks.90	
3/8"	9,5	90 - 100		75 - 85	65 - 100	Maks.90		
No.8	2,36		75 - 100	50 - 72'	35 - 55'	28 - 58	23 - 49	19 - 45
No.16	1,18							
No.30	0,600			35 - 60	15 - 35			
No.200	0,075	10 - 15	8 - 13	6 - 12	2 - 9	4 - 10	4 - 8	3 - 7
						DAERAH LARANGAN		
No.4	4,75							39,5
No.8	2,36					39,1	34,6	26,8 - 30,8
No.16	1,18					25,6 - 31,6	22,3 - 28,3	18,1 - 24,1
No.30	0,600					19,1 - 23,1	16,7 - 20,7	13,6 - 17,6
No.50	0,300					15,5	13,7	11,4

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2007

Catatan :

Untuk AC, digunakan titik kontrol gradasi agregat, berfungsi sebagai batas-batas rentang utama yang harus ditempati oleh gradasi-gradasi tersebut. Batas-batas gradasi ditentukan pada ayakan ukuran nominal maksimum, ayakan menengah (2,36 mm) dan ayakan terkecil (0,075 mm)

Menurut SHRP (*Strategic Highway Research Program*) 1994 daerah larangan mempunyai dua tujuan sebagai berikut :

1. Membatasi penggunaan pasir alam yang menyebabkan gradasi bongkok pada ayakan no.30 (0,6 mm).
2. Mengurangi kemungkinan gradasi yang berada pada garis kepadatan (*Density*) maksimum, sehingga seringkali tidak mempunyai rongga yang cukup diantara mineral agregat (VMA).

Kombinasi gradasi campuran yang berada dibawah daerah larangan bukanlah merupakan keharusan. Superpave (*Superior Performing asphalt Pavements*) mengijinkan tetapi tidak menyarankan campuran yang mempunyai kurva gradasi diatas daerah larangan (The Asphalt Institute, 1996).

Dalam campuran beton aspal ada beberapa syarat yang harus dipenuhi dalam penetapan gradasi yang digunakan. Syarat-syarat tersebut adalah:

1. Gradasi harus terletak dalam titik-titik kontrol.
2. Gradasi harus terletak sejauh mungkin dari kurva Fuller dan hanya boleh memotong kurva Fuller satu kali.
3. Gradasi tidak boleh memotong daerah hitam atau daerah larangan (*restricted Zone*).
4. Gradasi tidak boleh bongkok.

5. Pembatasan pemakaian pasir alam.
6. Perbedaan Berat Jenis Agregat harus $< 0,2$

1. Titik kontrol

Dalam gradasi tidak dikenal amplop atau pita gradasi seperti yang selama ini terdapat dalam spesifikasi lama sebagai batasan terluar gradasi. Dalam campuran beton aspal ini batasan gradasi hanya diberikan dalam bentuk beberapa titik kontrol, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 1. Dengan titik-titik kontrol ini diharapkan penentuan gradasi dapat lebih luwes tetapi dengan tidak mengabaikan persyaratan gradasi lainnya seperti yang telah disebutkan di atas.

2. Kurva fuller

Kurva garis Fuller adalah garis gradasi agregat yang paling rapat yang memiliki nilai VMA terkecil. Gambar 1 menunjukkan bentuk kurva Fuller yang ditampilkan baik dalam grafik berskala log maupun dalam skala biasa.

Dalam gambar tersebut garis Fuller digambarkan dengan menggunakan persamaan :

$$P = 100 \left(\frac{d}{D} \right)^{0,45} \quad (1)$$

Keterangan :

P = Persen lolos saringan dengan bukaan saringan d mm

D = Ukuran maksimum agregat dalam campuran, mm

d = Ukuran saringan yang ditinjau

Gradasi agregat yang mengikuti garis Fuller merupakan gradasi terpadat dimana material halus akan mengisi rongga antar agregat. Bila garis gradasi agregat berada di atas kurva Fuller maka kita akan mendapatkan gradasi halus dimana volume fraksi agregat halus lebih besar dari volume rongga antar agregat kasar. Gradasi seperti ini disebut gradasi matrik pasir (*sand matrix gradation*). Sebaliknya gradasi kasar didapatkan bila gradasi berada jauh dibawah kurva Fuller. Pada gradasi ini, jumlah fraksi halus agregat tidak mencukupi untuk mengisi seluruh rongga antar agregat kasar. Gradasi seperti ini disebut gradasi bermatrik batu (*stone matrix gradation*).

Gradasi campuran beraspal jenis AC dan HRS adalah gradasi bermatriks pasir. Pada gradasi jenis ini, semakin jauh letak gradasi dari kurva Fuller semakin halus atau kasar gradasi yang didapat dan semakin besar nilai VMA yang dihasilkan. Gradasi yang terlalu halus tidak dapat mendukung lalu lintas berat, sebaliknya gradasi yang sangat kasar akan menimbulkan masalah disintergrasi agregat. Oleh sebab itu jauhnya letak gradasi dari kurva Fuller harus dibatasi.

3. Daerah hitam atau daerah larangan (*Restricted Zone*)

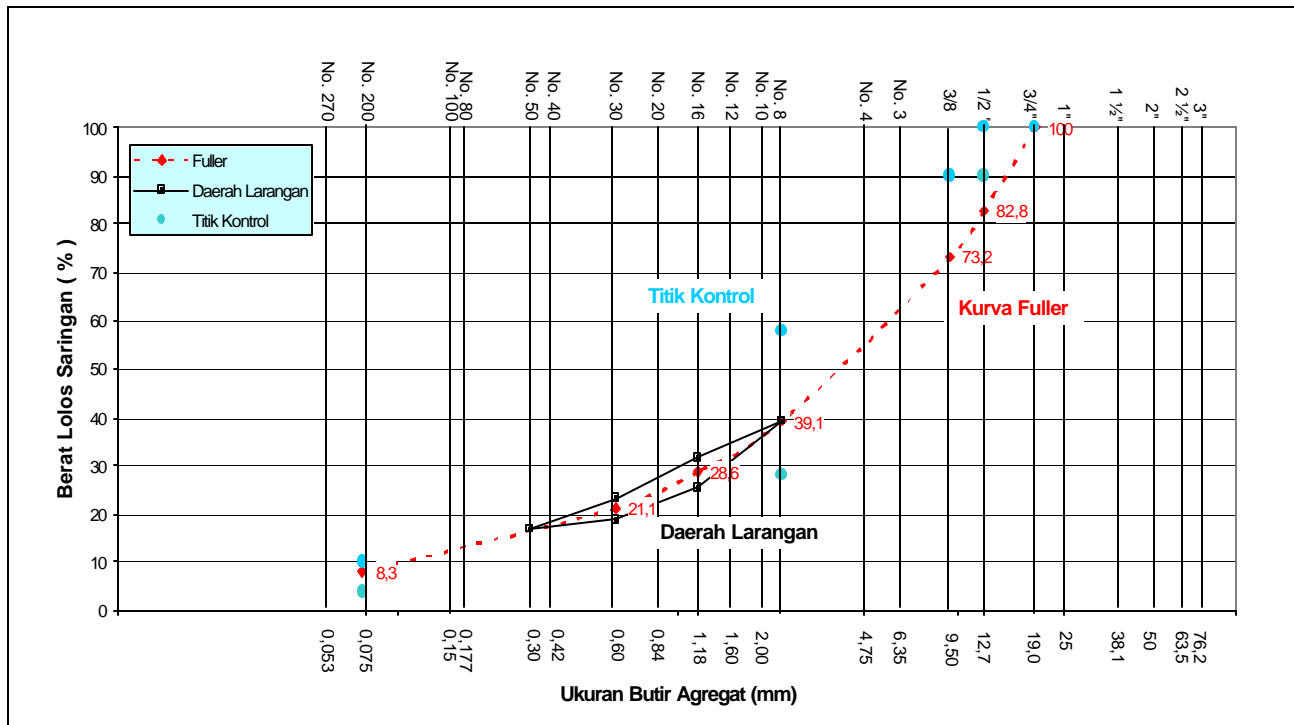
Pemakaian "Daerah Hitam" dalam persyaratan gradasi dikembangkan oleh SHRP (*Strategic Highway Research Program*) Superpave (*Superior Performing aspalht Pavements*) untuk mencegah diperolehnya campuran beraspal yang lunak dan rentan terhadap deformasi plastis (David, 1997 dalam Yamin AR, 2002)

Daerah hitam ini terletak pada kurva *fuller* antara saringan No. 50 ukuran 0,30 mm dan saringan No.8 ukuran 2,36 mm, yang bentuk tipikalnya seperti yang diberikan pada gambar 1. Batasan-batasan daerah hitam ini berbeda-beda untuk campuran aspal panas (AC-WC, AC-BC, dan AC-Base). Batasan-batasan ini secara jelas dapat dilihat pada spesifikasi baru campuran aspal panas tabel 4.

Tabel 4. Titik kontrol, kurva fuller dan daerah Larangan

UKURAN AYAKAN		% BERAT YANG LOLOS LASTON (AC)	
ASTM	(mm)	WC	FULLER
1"	25		100
3/4"	19	100	87,8
1/2"	12,5	90 - 100	73,2
3/8"	9,5	Maks. 90	64,2
No.4	4,75		47
No.8	2,36	28 - 58	34,5
No.16	1,18		25,1
No.30	0,6		18,5
No.200	0,075	4 - 10	13,6
DAERAH LARANGAN			
No.4	4,75		53,6
No.8	2,36	39,1	39,1
No.16	1,18	25,6 - 31,6	28,6
No.30	0,6	19,1 - 23,1	21,1
No.50	0,3	15,5	15,5

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 1999



Gambar 1. Grafik titik kontrol, daerah larangan, dan kurva fuller

E. Karakteristik Aspal

Aspal atau bitumen adalah zat perekat berwarna hitam atau gelap, yang dapat diperoleh di alam ataupun sebagai hasil produksi. Bitumen mengandung senyawa hidrokarbon seperti aspal, tar, dan *pitch* dan ini sebagai material bahan pengikat dan yang umum digunakan untuk bahan pengikat agregat adalah aspal.

Aspal didefinisikan sebagai material perekat berwarna hitam atau coklat tua, dengan unsur utama bitumen. Aspal dapat diperoleh di alam ataupun merupakan residu dari pengilangan minyak bumi. Aspal adalah material yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, dan bersifat termoplastis. Aspal akan mencair jika dipanaskan sampai temperatur tertentu dan kembali membeku jika temperatur turun. Bersama dengan agregat, aspal merupakan material pembentuk campuran perkerasan jalan. Banyaknya aspal dalam campuran perkerasan berkisar antara 4 – 10 % berdasarkan berat campuran, atau 10 – 15 % berdasarkan volume campuran.

Aspal untuk Lapis Aspal Beton harus terdiri dari salah satu aspal keras penetrasi 60/70 atau 80/100 yang seragam, tidak mengandung air, bila dipanaskan sampai dengan 175°C tidak berbusa, dan memenuhi persyaratan aspal seperti pada Tabel 5 berikut :

Tabel 5. Persyaratan aspal keras pen 60/70

No.	Jenis Pengujian	Metode	Persyaratan
1	Penetrasi, 25°C, 100 gr, 5 detik; 0,1 mm	SNI 06-2456-1991	60-79
2	Titik Lembek; °C	SNI 06-2434-1991	48-58
3	Titik Nyala; °C	SNI 06-2433-1991	Min. 200
4	Daktilitas, 25°C; cm	SNI 06-2432-1991	Min. 100
5	Berat jenis	SNI 06-2441-1991	Min. 1,0
6	Kelarutan dalam Trichloro Etylen; % berat	SNI 06-2438-1991	Min. 99
7	Penurunan Berat (dengan TFOT); %berat	SNI 06-2440-1991	Max. 0,8
8	Penetrasi setelah penurunan Berat; % asli	SNI 06-2456-1991	Min. 54
9	Daktilitas setelah penurunan berat; % asli	SNI 06-2432-1991	Min. 50
10	Uji bintik (spot Tes)	AASHTO T. 102	Negatif
	- Standar Naptha		
	- Naptha Xylene		
	- Hephtane Xylene		
11	Kadar paraffin, %	SNI 03-3639-2002	Maks. 2

Sumber : Departemen Kimpraswil, 2007

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

F. Sifat-Sifat Dasar Campuran Aspal

Shell Bitumen (1990) menyatakan bahwa campuran beraspal harus mempunyai kemampuan untuk :

1. Tahan terhadap deformasi permanen.
2. Mampu menahan retak lelah (*Fatigue Cracking*).
3. Mudah dalam pelaksanaan, baik penghamparan maupun pemadatan dengan peralatan yang sesuai.
4. Kedap air, untuk melindungi lapisan dibawahnya dari pengaruh air.
5. Awet, tahan terhadap gesekan dan pengaruh udara dan air.
6. Memberikan daya dukung terhadap struktur perkerasan.
7. Mudah dipelihara dan yang paling penting yaitu harus mempunyai biaya yang efektif.

Untuk campuran Lapisan Beton Aspal, pada spesifikasi baru harus memenuhi ketentuan sifat-sifat campuran seperti ditunjukkan pada Tabel 6. Perencanaan campuran beraspal panas ditentukan berdasarkan metode *Marshall*.

Tabel 6. Ketentuan sifat-sifat campuran beton aspal

Sifat-sifat Campuran		Laston		
		WC	BC	Base
Penyerapan aspal (%)	Maks.	1,2		
Jumlah tumbukan per bidang		75		112
Rongga dalam campuran (VIM)(%)	Min.	3,5		
	Maks.	5,5		
Rongga dalam Agregat (VMA)(%)	Min.	15	14	13
Rongga terisi aspal (VFA)(%)	Min.	65	63	60
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	800		1500
	Maks.	-		-
Pelelehan (mm)	Min.	3		5
Marshall Quotient (MQ)(kg/mm)	Min.	250		300
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C	Min.	75		
Rongga dalam campuran (%) pada Kepadatan membal (refusal)	Min.	2,5		

Sumber : Depertemen Kimpraswil, 2007

G. Desain Campuran Lapis Beton Aspal

Pada dasarnya, bahan, tahapan pembuatan dan jenis pengujian campuran beraspal relatif sama untuk semua jenis campuran beraspal. Hanya saja untuk campuran beraspal bergradasi terbuka seperti SMA dan aspal porus, diperlukan bahan-bahan dan pengujian-pengujian tambahan lainnya. Pemilihan dan pengujian agregat, aspal dan penentuan proporsi agregat adalah langkah-langkah pembuatan campuran beraspal yang harus dilakukan pada semua jenis campuran beraspal. Penentuan kadar aspal optimum campuran biasanya dilakukan berdasarkan pengujian parameter *Marshall*.

Pada prinsipnya pembuatan campuran beraspal dapat dilakukan dalam dua tahap, yaitu penetapan proporsi agregat dan penentuan

kadar aspal optimum. Tahapan ini berlaku untuk semua jenis campuran beraspal walaupun campuran tersebut menggunakan jenis agregat dan aspal yang berbeda. Langkah pertama dalam prosedur umum penentuan proporsi agregat yang akan digunakan adalah penetapan gradasi yang akan digunakan dengan memperhatikan target rongga udara yang akan dicapai. Kemudian tentukan proporsi pemakaian masing-masing fraksi agregat dengan cara coba-coba dan bandingkan hasilnya dengan gradasi yang disyaratkan. Apabila campuran beraspal yang dibuat hanya akan digunakan untuk percobaan di laboratorium saja, maka penentuan banyaknya agregat untuk setiap ukuran individual agregat dapat dilakukan berdasarkan penimbangan (*by sieve*). Walaupun begitu, penentuan proporsi berdasarkan persentase pemakaian agregat kasar dan halus (*by portion*) lebih direkomendasikan karena selain cepat juga lebih mensimulasikan proses pembuatan campuran beraspal sebenarnya. (Yamin AR, 2002).

Setelah gradasi agregat gabungan ditetapkan langkah selanjutnya adalah menentukan banyaknya aspal yang diperlukan untuk mengikat agregat sehingga menghasilkan suatu campuran yang kuat, stabil dan kedap air tetapi masih menyisakan cukup rongga udara untuk mengakomodasikan pengaliran aspal yang terjadi karena perubahan volume akibat panas dan pemadatan lanjutan oleh lalu lintas.

Karena tujuan dari percobaan *Marshall* ini adalah untuk menentukan kadar aspal optimum, yaitu kadar aspal dimana

campuran yang dihasilkan memiliki sifat-sifat yang terbaik, maka percobaan ini harus dilakukan pada benda Uji dengan kadar aspal yang bervariasi. Agar variasi aspal untuk menentukan kadar aspal optimum tidak terlalu banyak, Persamaan (2-3) di bawah ini digunakan untuk menentukan nilai Perkiraan Kadar Aspal Optimum (PKAO). Besarnya nilai *c* dalam persamaan ini tergantung pada jenis campuran, besarnya antara 0,5 - 1 untuk AC dan 2,0 - 3,0 untuk HRA : (Dept. pekerjaan umum, 2007)

$$\text{PKAO} = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\% FF) + c \quad (2)$$

Dimana :

CA = *Coarse Aggregate* (agregat kasar)

FA = *Fine Aggregate* (agregat halus)

FF = *Fine Filler* (bahan pengisi)

C = Konstanta (0,5 – 1,0) untuk laston

Setelah PKAO didapat, selanjutnya dibuatkan masing-masing empat variasi kadar aspal; dua di atas dan dua di bawah dari nilai PKAO, dengan peningkatan atau penurunan sebesar 0,5%. Kadar aspal yang digunakan biasanya dinyatakan sebagai persentase terhadap berat campuran tetapi dapat juga dinyatakan sebagai persentase terhadap berat agregat. Untuk memenuhi persyaratan statistik, paling tidak tiga benda uji dari masing-masing kadar aspal harus dibuat dan diuji (TAI, 1983 dalam Yamin AR, 2002).

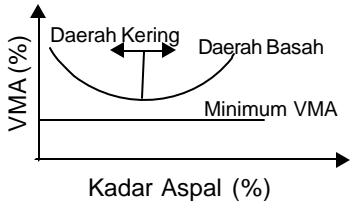
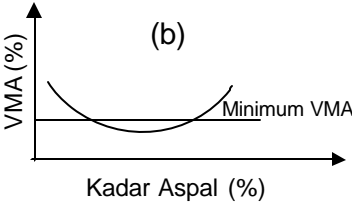
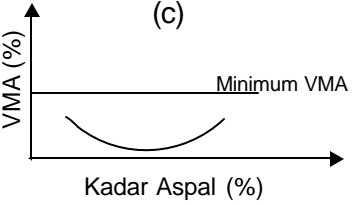
Pada pembuatan benda uji, pencampuran agregat dengan aspal dilakukan pada temperatur yang memberikan nilai kekentalan aspal (*viskositas*) 170 ± 20 Cst. Selanjutnya pemadatan dilakukan pada temperatur yang memberikan nilai kekentalan aspal 280 ± 30 Cst dengan 2 x 75 tumbukan tanpa memperhatikan lalu lintas yang akan melewati jalan tersebut. Selanjutnya lakukan pengujian sifat-sifat volumetrik campuran dan *Marshall* standar (SNI 03-2489-1991). Nilai VIM, VMA, stabilitas dan kelelehan dari masing-masing benda uji yang didapat dari analisa volumetrik dan pengujian Marshall ini kemudian dibuatkan grafik hubungannya dengan persentase kadar aspal.

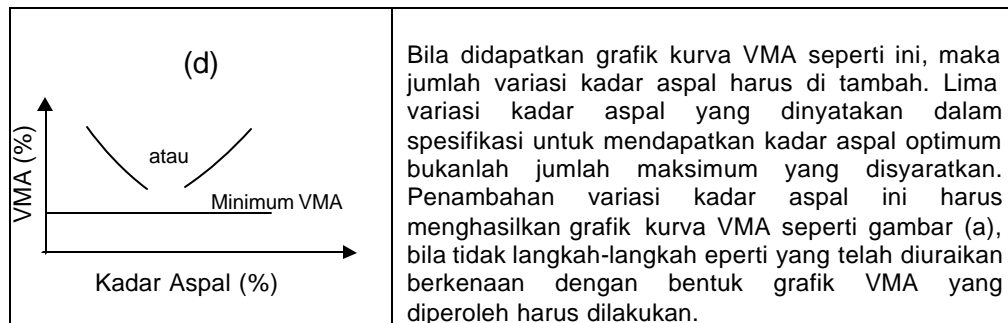
Kecenderungan bentuk lengkung hubungan antara kadar aspal dan parameter *Marshall* adalah : (TAI, 1983 dalam Silvia Sukirman, 2007)

- a. Lengkung VIM akan terus menurun dengan bertambahnya kadar aspal sampai secara ultimit mencapai nilai minimum.
- b. Stabilitas akan meningkat jika kadar aspal bertambah, sampai mencapai nilai maksimum, dan setelah itu stabilitas akan menurun.
- c. Lengkung VMA akan turun sampai mencapai nilai minimum dan kemudian kembali bertambah dengan bertambahnya kadar aspal.
- d. Kelelehan atau *flow* akan terus meningkat dengan meningkatnya kadar aspal.

- e. Lengkung berat volume identik dengan lengkung stabilitas, tetapi nilai maksimum tercapai pada kadar aspal yang sedikit lebih tinggi dari kadar aspal untuk mencapai stabilitas maksimum.

Dan kemungkinan-kemungkinan perolehan grafik VMA terhadap kadar aspal pada campuran aspal beton seperti pada gambar 2 :

Bentuk Kurva VMA	Hal yang Perlu Diperhatikan
<p>(a)</p> 	<p>Grafik seperti ini adalah grafik bentuk kurva VMA dari campuran yang benar. Bila didapatkan grafik seperti ini kadar aspal ditentukan pada titik minimum kurva atau pada daerah dari kurva tersebut. Usahakan untuk menghindari daerah berkadar aspal di atas titik minimum VMA. Rongga udara di antara agregat daerah tersebut membesar (kurva naik) karena sebagian agregat telah terdorong oleh aspal. Oleh sebab itu, walaupun daerah tersebut memberikan VMA sesuai persyaratan tetapi kadar aspal tersebut cenderung akan menyebabkan terjadinya <i>bleeding</i> atau deformasi plastis. Pada daerah ini aspal cenderung berfungsi sebagai pelumas.</p>
<p>(b)</p> 	<p>Dalam kasus seperti ini, proporsi masing-masing fraksi agregat kasar, sedang, dan halus ataupun filler, harus dirubah. Perencanaan campuran harus diulangi dengan proporsi yang lain. Usahakan untuk mendapatkan gradasi yang jauh dari kurva Fuller untuk mendapatkan VMA yang lebih besar.</p>
<p>(c)</p> 	<p>Grafik seperti ini mengindikasikan terlalu kecilnya rongga di antara agregat dalam campuran sehingga campuran tersebut kurang cukup tempat untuk mengakomodasikan aspal dengan jumlah yang memadai tetapi masih menyisakan cukup rongga dalam campuran. Bila didapat grafik seperti ini maka rencana campuran harus di rombak total, bila perlu lakukan penggantian sumber agregat.</p>



Sumber : R. Anwar Yamin (2002)

Gambar 2. Kemungkinan Bentuk Kurva VMA

Pengujian beton aspal padat dilakukan melalui pengujian *Marshall*, yang dikembangkan pertama kali oleh Bruce Marshall, yang bekerja sebagai *Bitumios Engineering* pada Departement Jalan Raya Negeri Bagian Missisipi. Pada tahun 1948, uji tersebut telah diadopsi oleh beberapa organisasi maupun pemerintahan berbagai negara.

Pengujian *Marshall* untuk beton aspal padat ditentukan melalui pengujian benda uji yang meliputi :

- ? Penentuan berat volume benda uji
- ? Pengujian nilai stabilitas, adalah kemampuan maksimum beton aspal padat menerima beban sampai terjadi kelelahan plastis
- ? Pengujian kelelahan (*flow*), adalah besarnya perubahan bentuk plastis dari beton aspal padat akibat adanya beban sampai batas keruntuhan.
- ? Perhitungan *Marshall Quontien*, adalah perbandingan antara nilai stabilitas dan kelelahan (*flow*).

- ? Perhitungan berbagai jenis volume pori dalam beton aspal padat (VIM, VMA, dan VFA)
- ? Perhitungan tebal selimut atau film aspal

Alat Marshall merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan cincin penguji (*proving ring*) berkapasitas 22,2 KN (= 5000 lbf) dan *flowmeter*. *Proving ring* digunakan untuk mengukur nilai stabilitas, dan *flowmeter* untuk mengukur kelelahan plastis atau *flow*. Benda uji Marshall berbentuk silinder berdiameter 4 inci (=10,2 cm) dan tinggi 2,5 inci (=6,35 cm). Prosedur pengujian *Marshall* mengikuti SIN 06-2489-1991, atau AASHTO T 245-90, atau ASTM D 1559-76. Campuran Beton Aspal harus memenuhi spesifikasi khusus seperti pada Tabel 6.

H. Serat Fiber

Fiber yang digunakan pada campuran beton aspal adalah jenis *C-glass woven roving* 600 g/m², sebagai bahan tambah pada campuran aspal beton.

Fiber adalah serat halus yang terbuat dari fiber glass dengan kualitas yang sangat tinggi. Bahan ini dibuat untuk meminimalkan dan mengontrol retak akibat geser. Jenis fiber *C-glass woveng roving 600 gr/m²*, tersedia dalam bentuk lembaran. Untuk penambahan pada campuran lapisan beton aspal, fiber di potong-potong sepanjang ? 2 cm.

Tabel 7. Spesifikasi *C-glass woven roving* 600-1M

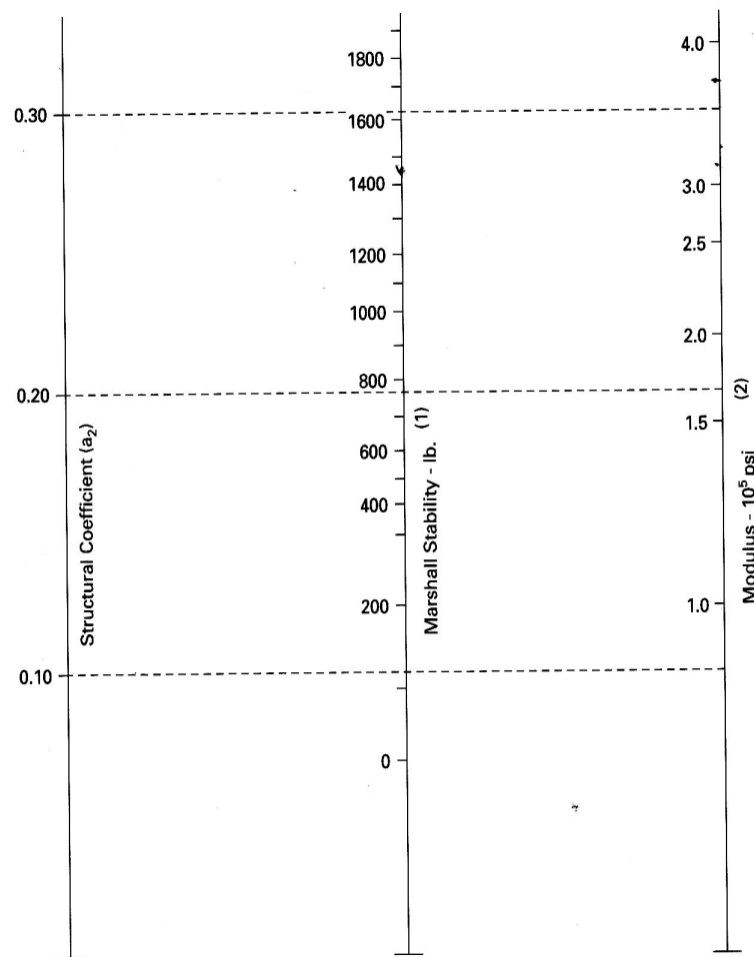
CERTIFICAT OF ANALYSIS			
L/C NO.001/0109940/L/S			
IMPORT APPLICATION NO.949.030/9263			
SPECIMEN FROM : Foreign Market Department			
SPECIMEN NAME : C-GLASS WOVEN ROVING 600-1M			
H.S.NO.7019.40.0000. COUNTRY OF ORIGIN : CHINA			
TESTING STANDARD : GB/T 18370-2001			
ITEM	TECHNOLOGY EDMAND	TEST RESULT	TEST METHOD
Fabrie count root/cm	Warp density 2,6 ? 10%	2,6	GB 7689.2-2001
	Filling density 2,6 ? 10%	2,3	
Area weight g/m ²	600 ? 6%	605	GB.T 9914.3-2001
Width cm	100 ? 10	102	GB/T 7689.4-2001
Tensile breaking	Warp ? 3500	3650	GB/T 7689.5-2001
Force N	Weft ? 3000	3050	
Loss of ignition %	0,40 - 0,80	0,63	GB/T 9914.2-2001
Moisture content %	0,2	0,1	GB/T 9914.1-2001
Evaluate result			
R.T 25 °C	R.H. 65 %	DATE OF TEST 2007-12-13	
TESTED BY <u>ZHOU YONG</u> CHECKED BY <u>ZHOU GUO YIN</u> DATE <u>DEC. 13.2007</u>			

Sumber : P.T. Makmur Fanta Wijaya Jakarta

I. Koefisien Kekuatan Relatif (a_1)

Koefisien kekuatan relatif (a_1) perkerasan fleksibel adalah ukuran keefektipan relatif dari bahan yang diberikan untuk difungsikan sebagai komponen struktural dari perkerasan. Koefisien kekuatan relatif dari bahan yang berbeda, dapat ditentukan berdasarkan pada hasil pengujian laboratorium dari bahan berbeda dan ditentukan berdasarkan nilai stabilitas campuran yang dikonversikan ke nilai modulus elastisitas.

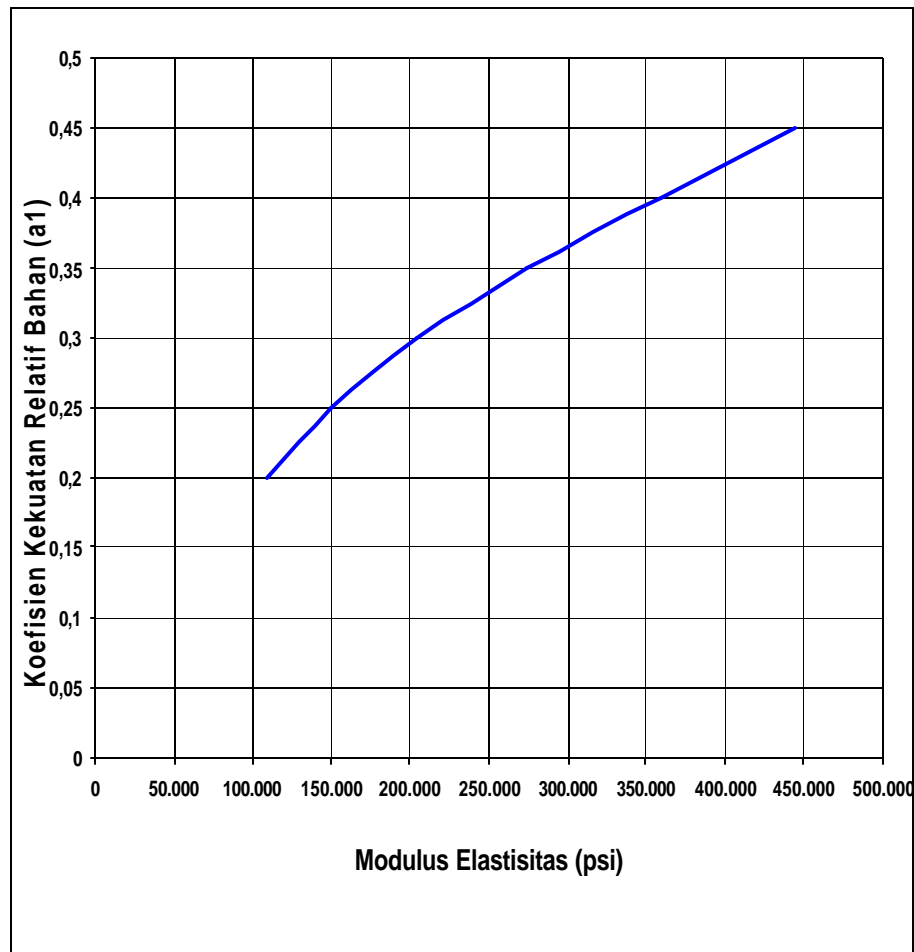
Pada Gambar 3. Grafik variasi bitumen dengan parameter tegangan ditampilkan untuk dapat digunakan menentukan nilai modulus elastisitas berdasarkan nilai stabilitas, setelah nilai modulus elastisitas ditentukan pada gambar 3, maka dengan menggunakan gambar 4, koefisien kekuatan relatif (a_1) dapat ditentukan.



- (1). Skala korelasi diambil dari Illinois.
 (2). Skala pada NCHRP project.

Sumber : *Highway Engineering* (Paul H. W/Karen K. D. 2004),

Gambar 3. Grafik variasi bitumen dengan parameter tegangan

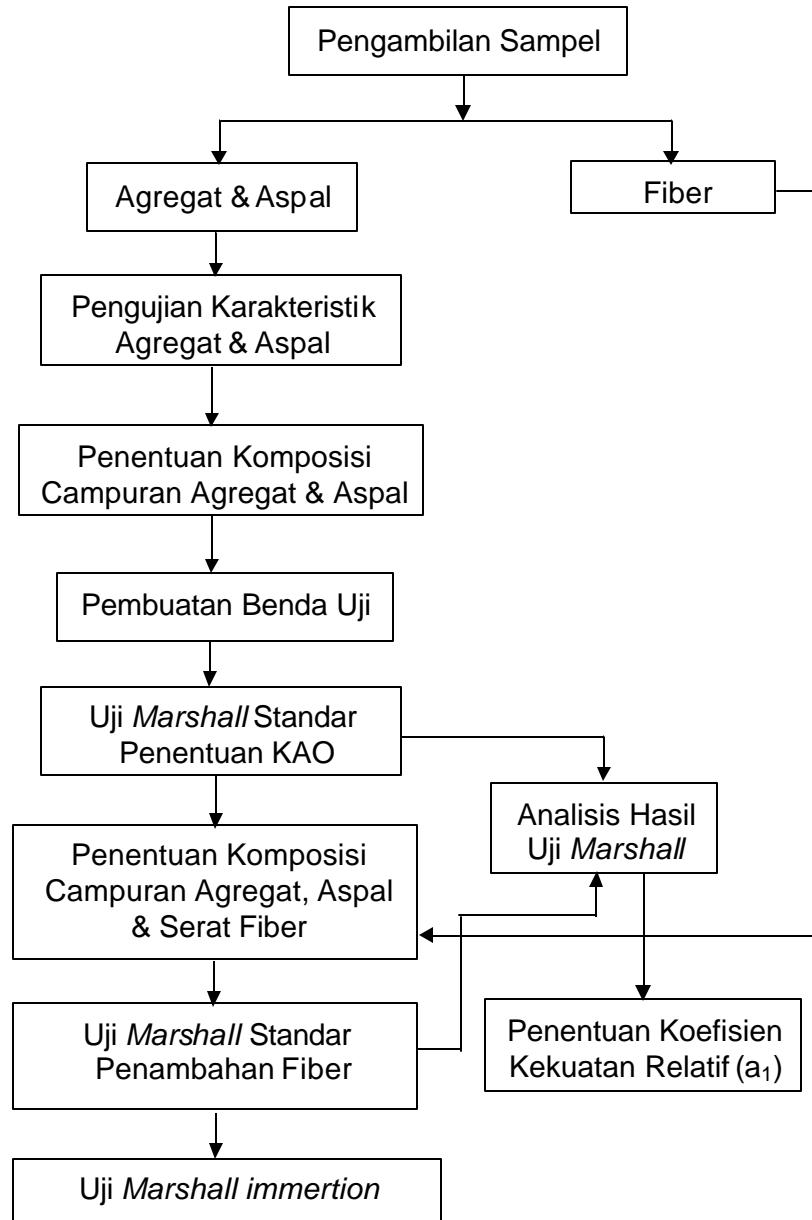


Sumber : *Highway Engineering* (Paul H. W/Karen K. D. 2004),

Gambar 4. Grafik Hubungan Antara *Modulus Elastisitas* Dengan Koefisien Kekuatan Relatif (a_1)

J. Kerangka Konseptual

Penelitian ini untuk menentukan bagaimana pengujian marshall standar, marshall immersion dan penentuan angka kekuatan relatif bahan tanpa fiber dan penambahan fiber,



Gambar 5. Bagan alir kerangka konseptual