TUGAS AKHIR

VARIASI GRADASI AGREGAT DENGAN ASPAL CUT BACK MC 800 UNTUK LAPISAN ASPAL BETON

Disusun Oleh :

MUHAMMAD AGUNG IKANEGARA

No. Mhs : 93 310 022

NIRM : 930051013114120022

FERRY AGUS WIBOWO

No. Mhs : 93 310 104

NIRM : 930051013114120101

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

1999

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

VARIASI GRADASI AGREGAT DENGAN ASPAL CUT BACK MC 800 UNTUK LAPISAN ASPAL BETON

Disusun Oleh :

MUHAMMAD AGUNG IKANEGARA

No. Mhs : 93 310 022

NIRM : 930051013114120022

FERRY AGUS WIBOWO

No. Mhs : 93 310 104

NIRM : 930051013114120101

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. Balya Umar MSc

Dosen Pembimbing I

Tanggal : 15 - 4 - '99.

Ir. Subarkah MT

Dosen Pembimbing II

Tanggal : 15 - 4 - 1999

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Segala puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat, rahmat, taufik dan hidayah-Nya , penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir ini disusun sebagai persyaratan bagi mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia , guna melengkapi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana.

Tugas Akhir ini kami susun berdasarkan penelitian di laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia serta dari buku bacaan yang terkait. Adapun obyek yang kami gunakan adalah aspal cut back, dengan judul " **Variasi Gradasi Agregat Dengan Aspal Cut Back MC 800 untuk Lapis Aspal Beton** ".

Dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini, telah diusahakan dengan maksimal agar laporan ini dapat sesempurna mungkin. Namun juga diharapkan segala kritik dan saran yang bersifat mendukung bagi kesempurnaan laporan ini. Dalam kesempatan ini , diucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya atas pengarahan, bimbingan serta bantuan selama penyusun melaksanakan penelitian dari awal hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini kepada :

1. Bapak Ir. Widodo, MSC, Phd, selaku dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

2. Bapak Ir. Tadjudin, MS, selaku ketua jurusan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
3. Bapak Ir. H. Balya Umar MSc, selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir
4. Bapak Ir. Subarkah, MT, selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir
5. Bapak - Bapak Staff Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
6. Rekan - rekan sekalian yang telah memberikan do'a, motivasi dan bantuan selama penelitian Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penyusun berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua, dan mohon maaf bila dalam penyusunan Tugas Akhir ini terdapat kesalahan yang tidak kami sengaja.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Desember 1998

Penyusun

DAFTAR ISI

			Halaman
KATA PENGANTAR			i
DAFTAR ISI			iii
DAFTAR TABEL			vi
DAFTAR GAMBAR			viii
DAFTAR LAMPIRAN			ix
BAB	I.	PENDAHULUAN	1
	1.1.	Latar belakang	1
	1.2.	Tujuan penelitian	2
	1.3.	Manfaat penelitian	2
	1.4.	Batasan masalah	2
BAB	II.	TINJAUAN PUSTAKA	4
	2.1.	Aspal	4
	2.2.	Aspal Cut Back	6
	2.3.	Agregat	9
	2.4.	Gradasi	12
BAB	III.	LANDASAN TEORI	15
	3.1.	Konstruksi perkerasan jalan	15
	3.2.	Karakteristik Perkerasan	17
	3.2.1.	Stabilitas	17

3.2.2. Fleksibilitas 18

3.2.3. Keawetan (Durability) 18

3.2.4. Kemudahan dalam pelaksanaan (Workability) 19

3.2.5. Ketahanan Kelelehan (Fatique Resistence) 19

3.3. Bahan Perkerasan 20

3.4. Perencanaan Kadar Aspal Campuran 23

3.5. Analisa Benda Uji 24

BAB IV. HIPOTESIS 30

BAB V. METODE PENELITIAN 31

5.1. Bahan 31

5.1.1. Asal Bahan 31

5.1.2. Spesifikasi Bahan 32

5.2. Pengujian Bahan 35

5.2.1. Pemeriksaan Agregat 36

5.2.2. Pemeriksaan Aspal MC 800 41

5.3. Metode penelitian 49

5.3.1. Persiapan 49

5.3.2. Pembuatan Benda Uji 52

5.3.3. Cara Pengujian Benda Uji 55

BAB VI. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 59

6.1. Hasil penelitian 59

6.1.1. Hasil Pemeriksaan Bahan 59

6.2. Data dan Hasil Pengujian Marshall 60

6.3. Pembahasan 67

6.3.1. Pengaruh Variasi Gradasi Terhadap Stabilitas 67

6.3.2. Pengaruh Variasi Gradasi Terhadap Kelelehan 69

6.3.3. Pengaruh Variasi Gradasi Terhadap Density 70

6.3.4. Pengaruh Variasi Gradasi Terhadap VFWA
(Void Filled With Asphalt) 72

6.3.5. Pengaruh Variasi Gradasi Terhadap VITM
(Void In The Mix) 73

6.3.6. Pengaruh Variasi Gradasi Terhadap QM
Marshall Quotient 75

6.3.7. Evaluasi Hasil Laboratorium 76

BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN 79

7.1. Kesimpulan 79

7.2. Saran 80

DAFTAR PUSTAKA 81

PENUTUP 83

LAMPIRAN - LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Halaman

1. Tabel 2.1. Penggunaan umum aspal cut back 8
2. Tabel 2.2 Sifat - sifat beberapa jenis batuan 13
3. Tabel 3.1 Spesifikasi campuran agregat untuk Laston 20
4. Tabel 3.2. Spesifikasi aspal cut back jenis MC - 800 23
5. Tabel 5.1 Spesifikasi pemeriksaan agregat kasar 32
6. Tabel 5.2 Spesifikasi pemeriksaan agregat halus 33
7. Tabel 5.3 Spesifikasi aspal cut back MC 800 35
8. Tabel 5.4 Gradasi agregat untuk analisa keausan agregat 37
9. Tabel 5.5 Analisa saringan pada gradasi atas 50
10. Tabel 5.6 Analisa saringan pada gradasi tengah 51
11. Tabel 5.7 Analisa saringan pada gradasi bawah 51
12. Tabel 5.8 Persyaratan nilai viskositas pada suhu pencampuran dan pemadatan 53
13. Tabel 6.1. Hasil pemeriksaan agregat 59
14. Tabel 6.2. Hasil pemeriksaan aspal cut back MC 800 60
15. Tabel 6.3. Urutan hitungan metode Marshall untuk gradasi bawah .. 60
16. Tabel 6.4. Rekapitulasi hasil test Marshall untuk gradasi bawah .. 62
17. Tabel 6.5. Urutan hitungan metode Marshall untuk gradasi tengah .. 62
18. Tabel 6.6. Rekapitulasi hasil test Marshall untuk gradasi tengah ... 64

19. Tabel 6.7. Urutan hitungan metode Marshall untuk gradasi atas . . . 64

20. Tabel 6.8. Rekapitulasi hasil test Marshall untuk gradasi atas 65

21. Tabel 6.9 . Data marshall untuk kadar aspal optimum 66

22. Tabel 6.10. Berat masing - masing agregat untuk percobaan 68

DAFTAR GAMBAR

Halaman

1. Gambar 3.1. Gradasi agregat campuran Laston 21
2. Gambar 3.2. Proporsi bahan tambah dalam aspal cair yang digunakan 22
3. Gambar 5.1 Grafik hubungan antara kadar pelarut dan angka kekentalan 34
4. Gambar 5.2 Diagram alir penelitian 57
5. Gambar 6.1. Hubungan stabilitas dengan kadar aspal optimum setiap gradasi 67
6. Gambar 6.2. Hubungan flow dengan kadar aspal optimum setiap gradasi 69
7. Gambar 6.3. Hubungan density dengan kadar aspal optimum setiap gradasi 71
8. Gambar 6.4. Hubungan VFWA dengan kadar aspal optimum setiap gradasi 72
9. Gambar 6.5 Hubungan VITM dengan kadar aspal optimum setiap gradasi 74
10. Gambar 6.6. Hubungan Marshall Quotient dengan kadar aspal optimum setiap gradasi 75

DAFTAR LAMPIRAN

1. Pemeriksaan keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles
2. Pemeriksaan kelekatan agregat terhadap aspal
3. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus
4. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar

4.a. Pemeriksaan sand equivalent

5.a. Pemeriksaan kekentalan (viskositas)

5.b. Grafik hubungan antara kadar pelarut dan aspal

5.c. Grafik hubungan antara viskositas terhadap suhu pemadatan dan pencampuran

6. Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar
7. Pemeriksaan penyulingan aspal cair
8. Pemeriksaan daktilitas residu
9. Pemeriksaan berat jenis aspal
10. Analisa saringan agregat untuk pembuatan benda uji pada gradasi batas bawah
11. Perhitungan tes Marshall pada gradasi batas bawah
12. Grafik analisa untuk mendapatkan nilai optimum pada gradasi bawah
13. Perhitungan kadar aspal optimum pada gradasi bawah
14. Analisa saringan agregat untuk pembuatan benda uji pada gradasi batas tengah
15. Perhitungan tes Marshall pada gradasi batas tengah

16. Grafik analisa untuk mendapatkan nilai optimum pada gradasi tengah

17. Perhitungan kadar aspal optimum pada gradasi tengah

18. Analisa saringan agregat untuk pembuatan benda uji pada gradasi batas atas

19. Perhitungan tes Marshall pada gradasi batas atas

20. Grafik analisa untuk mendapatkan nilai optimum pada gradasi atas

21. Perhitungan kadar aspal optimum pada gradasi atas

22. Analisa saringan agregat dengan kadar aspal optimum untuk setiap gradasi

23. Perhitungan tes Marshall pada dengan kadar aspal optimum

24. Grafik pembagian butiran agregat

25. Tabel angka korelasi stabilitas

INTISARI

Dengan semakin meningkatnya pertumbuhan jalan maka menuntut perkembangan teknologi dalam perkerasan, baik untuk jalan yang akan di bangun ataupun pemeliharaan jalan itu.

Kualitas campuran sangat dipengaruhi oleh aspal dan agregat. Agregat sebagai bahan penyusun utama campuran juga ditentukan oleh gradasinya. Gradasi yang baik akan menjamin semakin baiknya nilai karakteristik dari perkerasan itu. Sebaliknya gradasi yang kurang tepat akan berpengaruh buruk terhadap campuran perkerasan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyimpangan pada batas gradasi atas dan batas gradasi bawah, yang masih dapat digunakan dalam perkerasan. Dari penelitian ini dihitung nilai Stabilitas, kelelehan, VITM, VFWA, density dan Marshall Quotient.

Dari hasil penelitian didapatkan hasil bahwa masing - masing gradasi mempunyai kelebihan dan kekurangan. Gradasi atas mempunyai nilai yang lebih baik pada nilai stabilitas, VITM, VFWA dan density. Gradasi tengah mempunyai nilai Marshall Quotient yang cukup. Gradasi bawah mempunyai angka flow yang cukup tinggi. Dengan melihat hasil penelitian terdapat kecenderungan untuk campuran dengan beban lalu - lintas yang berat menggunakan campuran pada gradasi tengah dengan kecenderungan ke gradasi atas. Sebaliknya untuk beban lalu - lintas sedang menggunakan campuran pada gradasi tengah dengan kecenderungan ke gradasi bawah.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di Indonesia, perkembangan transportasi membawa konsekuensi untuk terus meningkatkan kualitas jalan, baik untuk jalan yang akan dibangun ataupun untuk pemeliharaan jalan tersebut.

Dengan perkembangan teknologi yang semakin maju, maka harus dicari alternatif yang efisien dan ekonomis. Kini sudah banyak dilakukan penelitian di bidang teknologi jalan yang menekankan pada penelitiannya pada segi bahan konstruksi jalan. Berbagai bahan " additive " ataupun penggunaan berbagai jenis aspal dan batuan yang berbeda banyak dicoba untuk mengetahui pengaruhnya terhadap konstruksi jalan. Sebagai salah satu cara inovatif untuk mengatasi perkembangan teknologi di bidang perkerasan jalan, maka dilakukan penelitian tentang penggunaan aspal cut back sebagai bahan ikat pada perkerasan.

Dalam penelitian ini diharapkan akan diketahui sifat - sifat yang dapat diambil bila digunakan aspal jenis cut back pada konstruksi jalan untuk lalu - lintas sedang, khususnya untuk jenis pekerjaan tambal sulam , pelebaran tepi jalan dan pelapisan ulang.Kualitas campuran sangat dipengaruhi oleh aspal dan agregat. Agregat sebagai bahan penyusun utama campuran juga ditentukan oleh gradasinya. Gradasi yang baik akan menjamin semakin baiknya nilai karakteristik dari perkerasan itu. Sebaliknya gradasi yang kurang tepat akan berpengaruh buruk terhadap campuran perkerasan.

Dalam pelaksanaan di lapangan, untuk mendapatkan suatu lapis perkerasan yang berkualitas, maka perlu diperhatikan kualitas penggunaan bahan, faktor perencanaan dan pelaksanaannya.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah untuk mengumpulkan data teknis yang dimiliki oleh penyimpangan gradasi batuan dan untuk mengetahui sejauh mana penyimpangan itu masih dapat diijinkan.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian adalah untuk mengetahui sifat - sifat konstruksi jalan dengan aspal cut back jenis MC 800 sebagai bahan ikatnya untuk beban lalu lintas sedang, dengan penyimpangan gradasi batuan pada batas atas dan batas bawah spesifikasi yang telah ditentukan oleh Bina Marga.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini hanya membatasi permasalahan pada penyimpangan gradasi agregat untuk mengetahui sifat - sifat yang terjadi akibat penyimpangan tersebut. Penyusun membahas penelitian tugas akhir dengan batasan seperti berikut ini :

1. analisa penyimpangan gradasi batuan,
2. penentuan kadar aspal optimum mengacu pada rumus dari Asphalt Institute dengan nilai penambahan kelipatan 0,4 % dari kadar aspal rencana,
3. penentuan suhu untuk penelitian aspal cut back mengacu pada nilai viskositas atau kekentalan yang disyaratkan,
4. waktu 3 jam untuk pemanasan di dalam oven pada suhu 100 ° C dilakukan untuk menghilangkan kandungan minyak tanah yang ada dalam aspal cut back jenis MC 800,
5. analisa hasil penelitian mengacu pada spesifikasi Bina Marga untuk beban lalu lintas sedang,

6. pemeriksaan bahan konstruksi jalan, yaitu batu pecah dan aspal cut back jenis MC 800, dan
7. percobaan hanya dengan tinjauan di laboratorium, tanpa membandingkan dengan pelaksanaan di lokasi pekerjaan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Aspal

Aspal adalah bahan ikat yang berwarna hitam atau coklat tua, yang pada suhu ruang berbentuk padat sampai agak padat. Jika dipanaskan pada suhu tertentu aspal menjadi lunak dan jika temperatur mulai turun, aspal akan menjadi padat dan mengikat agregat hingga permanen. (Perkerasan Lentur Jalan Raya , Silvia Sukirman , 1987) [14]

Bahan dasar dari aspal yang utama adalah hidrokarbon yang umum disebut sebagai bitumen . Aspal yang umum digunakan saat ini terutama berasal dari salah satu hasil proses destilasi minyak bumi dan disamping itu mulai banyak pula digunakan aspal yang berasal dari pulau Buton

Aspal minyak yang digunakan untuk lapis konstruksi perkerasan jalan merupakan proses hasil residu dari destilasi minyak bumi yang sering disebut juga aspal semen. Aspal semen bersifat mengikat agregat pada campuran aspal beton dan bersifat sebagai lapisan kedap air serta tahan terhadap pengaruh asam, basa dan garam.

Aspal sebagai bahan ikat konstrusi jalan dapat digunakan dengan 2 macam pengolahan, yaitu campuran secara panas (hot mix operations) dan campuran secara dingin (cold mix operations).

Aspal campuran secara panas merupakan pencampuran antara agregat dan aspal yang keduanya dipanaskan antara suhu 150 ° C - 170 ° C, sehingga dapat menyelimuti permukaan dan pengadukan akan lebih merata.

Aspal campuran dingin adalah campuran yang dilakukan dengan mengubah sifat aspal yang semula padat menjadi cair atau kental pada suhu laboratorium tanpa melakukan pemanasan. Bahan pengikat dapat dipilih dari aspal cut back ataupun aspal emulsi sesuai dengan " grade " aspal itu dan macam penggunaannya. Pencampuran secara dingin memerlukan kesabaran dalam pengadukan agar menjadi homogen. (Cold - Mix Asphalt Technology, Asphalt Paving Technology, vol. 44, 1975) [5]

Campuran aspal dingin adalah penggabungan antara batuan tanpa dipanasi dengan aspal emulsi atau aspal cut back. Aspal emulsi dihasilkan dengan mencampurkan aspal semen dan air dengan sejumlah kecil bahan pengemulsi. Aspal dan air adalah 2 bahan yang tidak dapat menjadi satu, sehingga digunakan pengemulsi untuk mengubah aspal padat menjadi cair atau " liquid " dengan bantuan air. Aspal cut back dihasilkan dari penggabungan aspal ditambah dengan bahan hasil penyulingan minyak bumi yang dikenal dengan nama " diluents ", yang dalam suhu laboratorium bahan tambah hasil penyulingan minyak bumi itu akan menguap. (Asphalt Cold Mix Manual (MS-14), Asphalt Institute, Manual Series No. 14, Third Edition, 1989) [4]

Sebagai salah satu bahan perkerasan jalan, aspal merupakan salah satu komponen kecil, umumnya hanya 4 % - 10 % berdasarkan berat totalnya atau 10 % - 15 % berdasarkan volume totalnya, tetapi merupakan komponen

yang mahal. (Asphalt Technology And Construction Practices, The Aspal Institute, Educational Series No 1, Second Edition, 1983) [3]

2.2 Aspal Cut Back

Aspal cut back atau aspal cair ini adalah campuran antara aspal minyak dengan nilai viskositas atau kekentalannya telah dikurangi dengan bahan pencair dari hasil penyulingan minyak bumi, dengan tujuan menghasilkan bitumen yang cair sehingga dapat digunakan tanpa proses pemanasan yang cukup tinggi. Aspal cut back terdiri atas dua bagian yaitu aspal dan bahan pelarut. Banyaknya pelarut yang ditambahkan akan menentukan kekentalan aspal cair tersebut. Fungsi dari bahan pelarut adalah untuk mengubah susunan bahan agar mudah dalam pengerjaan campuran. Dengan demikian aspal cut back ini berbentuk cair atau " liquid " pada suhu ruang. Penggunaan aspal cut back tidak memerlukan pemanasan yang cukup tinggi, jadi lebih ekonomis bila ditinjau dari segi biaya.

Setiap jenis aspal cut back mempunyai fungsi yang berbeda dan memberikan hasil yang baik bila digunakan sesuai sifat-sifatnya. Berdasarkan bahan pencair dan kemudahan menguap bahan pelarutnya, aspal cut back dibedakan atas :

1. Rapid - Curing cut back Asphalt (RC Asphalt)

   Rapid - Curing cut back Asphalt merupakan aspal yang dilarutkan dengan bahan pencair yang cepat menguap , yaitu bensin / premium. Macam - macam "grade" dari aspal ini adalah RC 70, RC 250, RC 800, RC 3000. Huruf dibelakang tanda RC adalah rentang dari kekentalan aspal. Huruf dengan angka terkecil merupakan aspal dengan kekentalan yang

terendah. Aspal RC menunjukkan aspal yang paling kental pada suhu ruang.

2. Medium - Curing cut back Asphalt (MC Asphalt)

Medium - Curing cut back Asphalt merupakan aspal yang dilarutkan dengan bahan pencair yang lebih kental dan tidak cepat menguap seperti minyak tanah. Macam - macam " grade " dari aspal ini adalah MC 70, MC 250, MC 800, MC 3000. Huruf di belakang tanda MC menunjukkan kekentalan aspal. Jadi yang paling kental adalah MC 3000 pada suhu ruang.

3. Slow - Curing cut back Asphalt (SC- Asphalt)

Slow - Curing cut back Asphalt merupakan aspal yang dilarutkan dengan bahan yang lebih kental , seperti solar. Aspal cut back jenis ini paling lama untuk menguap. Macam - macam "grade" dari aspal ini adalah SC 70, SC 250, SC 800, SC 3000. Huruf dibelakang tanda SC adalah rentang dari kekentalan aspal. Huruf dengan angka terkecil merupakan aspal dengan kekentalan yang terendah. Aspal SC merupakan aspal yang paling encer pada suhu ruang.

(Jalan Raya II, Indrasurya B Mochtar dan Sudjanarko S, 1987) [10]

Penggunaan aspal cut back pada konstruksi jalan dapat dilaksanakan pada pekerjaan seperti berikut ini :

1. " Tack coat ",
2. " Prime coat ",

3. Lapis permukaan , khususnya untuk lapisan tambal - sulam ,dan

4. Stabilisasi .

(Transport and Research Laboratory, LS Hitch and M Steward, 1987) [13]

Aspal cut back ini digunakan sebagai bahan ikat pada perkerasan jalan dengan volume lalu - lintas sedang. Untuk pelaksanaan pekerjaan lapangan di lokasi yang selalu berpindah - pindah dan jumlah aspal yang digunakan sedikit, yaitu seperti untuk pekerjaan tambal - sulam, maka penggunaan aspal cut back bila ditinjau dari segi biaya akan lebih ekonomis. (Jalan Raya II, Indrasurya B Mochtar dan Sudjanarko S, 1987) [10]

Dalam pemilihan jenis aspal cut back banyak hal - hal yang mesti diperhatikan, seperti sifat - sifatnya, maksud penggunaan atau yang lain. Sebagai pedoman umum dalam menentukan jenis aspal cut back yang digunakan dapat dilihat dalam Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1 Penggunaan Umum Aspal Cut Back

Jenis Aspal / Type Konstruksi	Rapid Curing (RC)				Medium Curing (MC)				SlowCuring (SC)		
	70	250	800	3000	70	250	800	3000	250	800	3000
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Pencampuran di AMP											
Gradasi terbuka							x				
Gradasi menerus		x				x	x	x	x	x	x
Tambalan / segera		x	x			x	x	x		x	x
Tambalan / stock pile						x	x		x	x	

Tabel 2.1 Penggunaan Umum Aspal Cut Back (lanjutan)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Pencampuran di lokasi											
Gradasi terbuka		x	x	x			x	x	x	x	
Gradasi menerus		x				x	x		x	x	
Pasir		x	x		x	x	x				
Tanah berpasir	x	x				x	x	x		x	x
Tambalan / segera		x	x			x	x	x		x	x
Tambalan / stock pile						x	x		x		

Sumber : (Asphalt Cold Mix Manual (MS-14), Asphalt Institute, Manual Series No. 14, Third Edition, 1989.) [4]

2.3 Agregat

Agregat atau batuan secara umum didefinisikan sebagai bagian kulit bumi yang keras dan kenyal atau solid yang merupakan komponen penyusun utama pada lapisan perkerasan jalan, yaitu mengandung 90 % – 95 % agregat berdasarkan persentase berat totalnya atau 78 % – 85 % agregat berdasarkan persentase volume totalnya. (Asphalt Technology And Construction Practices, The Asphalt Institute , Educational Series No 1, Second Edition, 1983) [3]

Agregat yang digunakan dalam konstruksi jalan didapat dari tiga macam sumber yaitu, sebagai berikut ini .

1. Agregat alam

   Agregat alam adalah agregat yang dapat digunakan sebagaimana bentuknya di alam.. Agregat ini terbentuk melalui proses erosi dan degradasi. Bentuk agregat ini yang sering digunakan adalah pasir dan kerikil, yang banyak di temukan di daerah aliran sungai yang merupakan

aliran dari batuan dari gunung berapi.

2. Agregat melalui proses pengolahan

Agregat ini agar dapat digunakan maka harus diolah dulu dengan pengolahan / pemecahan agregat. Proses pengolahan ini sebaiknya dengan mesin pemecah batu (stone crusher) sehingga ukuran agregat yang dihasilkan dapat dikontrol dengan cermat dan sesuai dengan yang diinginkan.

3. Agregat buatan

Agregat ini dibuat dari bahan yang mengalami proses kimia yang berubah, sehingga menjadi bentuk yang tetap. Hasil pembuatan bahan jadi bagus tapi mempunyai gaya gesek yang tinggi.

(Aggregate Properties Related to Pavement Perfomance, Asphalt Paving Technology, vol. 58, 1989) [6]

Sifat dan kualitas batuan menentukan kemampuannya dalam memikul beban lalu - lintas. Batuan dengan kualitas dan sifat yang baik dibutuhkan untuk lapisan permukaan yang langsung memikul beban lalu - lintas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya.

Sifat batuan yang menentukan kualitasnya sebagai bahan konstruksi jalan dapat dibedakan menjadi 3, yaitu sebagai berikut ini.

1. Kekuatan dan keawetan, bergantung pada :

   a. gradasi,

b. ukuran maksimum,

c. kadar lempung,

d. ketahanan dan kekerasan,

e. bentuk permukaan, dan

f. tekstur permukaan.

2. Kemampuan agar dilapisi aspal dengan baik, bergantung pada :

a. porositas,

b. kemungkinan basah, dan

c. jenis batuan.

3. Kemudahan dalam pelaksanaan dan menghasilkan lapisan yang nyaman dan aman, bergantung pada :

a. tahanan geser, dan

b. campuran yang memudahkan dalam pelaksanaan.

Komponen - komponen agregat campuran harus ditetapkan menurut " Fraksi Rancangan " yang disyaratkan, didefinisikan sebagai :

1. Fraksi agregat kasar

Persentase berat dari campuran keseluruhan dari material yang tertahan pada saringan 2.36 mm.

2. Fraksi agregat halus

Persentase berat dari campuran keseluruhan dari material yang lolos saringan 2.36 mm tetapi tertahan pada saringan 75 mikron.

3. Fraksi bahan pengisi

   Persentase berat dari campuran keseluruhan dari material yang lolos saringan 75 mikron.

(Krebs and Walker, Highway Material, Mc Graw - Hill Company, 1971) [11]

2.4 Gradasi

Gradasi adalah distribusi ukuran butiran dari batuan. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang berpengaruh pada stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan. (Teknologi Beton, Ir Kardiyono Tjokrodimuljo, ME, 1992) [12]

Gradasi agregat diperoleh dari pembagian ukuran butiran yang merupakan hasil analisa ayakan menggunakan 1 set saringan dengan susunan ayakan yang terbesar diletakkan di atas dan ayakan yang terkecil diletakkan paling bawah. Gradasi dihitung melalui material yang lolos saringan dengan menimbang agregat yang tertahan di masing-masing saringan. Pembuatan spesifikasi gradasi berfungsi :

1. untuk mengontrol material dan memperoleh kualitas perkerasan yang sesuai,
2. untuk mendapatkan penggunaan material yang tersedia secara optimum, dan
3. untuk mengurangi pemborosan biaya melalui standarisasi ukuran butir dan spesifikasi gradasi yang ditentukan oleh negara itu dengan pengujian pengujian yang disesuaikan oleh kondisi setempat dan asosiasi industri di negara itu.

(Asphalt Technology and Construction Practise, Asphalt Institute, Educational Series No.1 (ES), 1983) [3]

Adapun gradasi agregat dapat dikelompokkan menjadi 3 bagian, yaitu :

1. Gradasi seragam atau gradasi terbuka

   Yaitu prosentase campuran batuan dengan ukuran hampir sama / sejenis atau mengandung batuan halus yang sedikit jumlahnya sehingga tidak dapat mengisi rongga antar agregat.

2. Gradasi rapat atau gradasi baik

   Yaitu prosentase campuran batuan kasar dan halus dalam jumlah yang seimbang dan akan terlihat dalam bentuk grafik yang menerus. Gradasi ini mempunyai sifat mudah dipadatkan karena rongga antar butiran hampir seluruhnya terisi oleh butiran yang lebih kecil.

3. Gradasi jelek

   Yaitu campuran batuan yang tidak sesuai dengan 2 ketentuan di atas.

Adapun sifat sifat yang dimiliki oleh ketiga jenis batuan di atas dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut ini :

Tabel 2.2 Sifat sifat beberapa jenis batuan

Gradasi Seragam	Gradasi Baik	Gradasi Jelek
(1)	(2)	(3)
Kontak antar batuan baik	Kontak antar batuan baik	Kontak antar batuan jelek
Kepadatan bervariasi tergantung dari segregasi yang terjadi	Kepadatan seragam dan kepadatan tinggi	Kepadatan seragam dan kepadatan jelek
Stabilitas dalam keadaan terbatasi tinggi	Stabilitas tinggi	Stabilitas sedang
Stabilitas dalam keadaan lepas rendah	Kuat menahan deformasi	Stabilitas rendah pada keadaan basah

Tabel 2.2 Sifat sifat beberapa jenis batuan (lanjutan)

(1)	(2)	(3)
Sulit untuk dipadatkan	Tidak terlalu sulit untuk dipadatkan	Mudah untuk dipadatkan
Mudah diresapi air	Tingkat permeabilitas tinggi	Tingkat permeabilitas rendah
Tidak dipengaruhi kadar air	Pengaruh variasi kadar air cukup	Kurang dipengaruhi ber-variasinnya kadar air

Sumber : Perkerasan Lentur Jalan Raya, Silvia Sukirman, 1987. [14]

Untuk lapisan konstruksi jalan yang kuat membutuhkan agregat yang mempunyai gradasi baik, yakni antara batuan dengan dimensi yang besar hingga yang paling kecil mempunyai komposisi yang seimbang. Dimensi batuan maksimum dibatasi oleh tebal lapisan yang diharapkan.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Konstruksi Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah lapisan yang terletak di atas tanah dasar yang telah dipadatkan, mempunyai fungsi untuk memikul beban lalu - lintas dan kemudian menyebarkan beban lalu lintas itu ke arah vertikal maupun ke arah horisontal. Beban lalu - lintas tersebut diteruskan ke bawah sampai tanah dasar, sehingga beban pada tanah dasar tidak melebihi daya dukung tanah yang diijinkan.

Konstruksi perkerasan jalan secara umum dapat dibagi menjadi tiga jenis, yaitu sebagai berikut ini.

1. Konstruksi perkerasan lentur (Flexible pavement)

   yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat dan lapisan perkerasannya bersifat menyebarkan beban lalu - lintas ke tanah dasar.

2. Konstruksi perkerasan kaku (Rigid pavement)

   yaitu perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan pengikat dengan pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dan beban lalu lintas ditahan oleh pelat beton dan diteruskan selebar plat beton ke tanah dasar.

3. Konstruksi perkerasan composit (composite pavement)

yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur, dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur.

Konstruksi perkerasan lentur jalan tersusun atas lapisan - lapisan sebagai berikut ini.

1. Tanah dasar (Subgrade)

   lapis ini berfungsi sebagai tempat perletakan lapis pondasi dan memberikan daya dukung terhadap lapisan di atasnya.

2. Lapis pondasi bawah (Subbase course)

   lapis ini terletak antara lapis pondasi atas dan tanah dasar yang berfungsi untuk menahan beban dari atas dan menyebarkan beban ke tanah dasar.

3. Lapis pondasi atas (Base course)

   lapis ini terletak antara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah yang berfungsi sebagai lapis pendukung bagi lapis permukaan dan menahan gaya lintang dari beban roda.

4. Lapis permukaan (Surface course)

   lapis ini terletak paling atas yang berfungsi untuk menahan gaya vertikal, gaya horizontal dan gaya gesek roda kendaraan di atasnya, lapis permukaan harus rata sehingga dapat memberikan kenyamanan bagi pemakai lalu lintas.

3.2 Karakteristik Perkerasan

Lapis perkerasan harus memenuhi karakteristik tertentu sehingga didapatkan lapis perkerasan yang kuat, awet, aman dan nyaman untuk melayani lalu - lintas.

Karakteristik dari lapis perkerasan juga didasarkan pada sifat bahan penyusunnya, khususnya perilaku aspal apabila telah dicampurkan. Unsur - unsur yang harus diperhatikan dalam lapis keras adalah sebagai berikut ini.

1. stabilitas,
2. fleksibilitas (kelenturan),
3. keawetan (durability),
4. kemudahan dalam pelaksanaan (workability), dan
5. ketahanan kelelehan (fatique resistance).

Dari ke 5 unsur di atas, perkerasan jalan yang baik adalah perkerasan yang mempunyai sifat – sifat seperti di atas.

3.2.1 Stabilitas

Stabilitas adalah besarnya kemampuan lapis perkerasan tersebut untuk menahan deformasi akibat beban lalu - lintas yang bekerja. Kebutuhan stabilitas berbanding lurus dengan jumlah lalu - lintas dan beban kendaraan yang melewati jalan tersebut. Oleh sebab itu, jalan dengan volume lalu lintas yang tinggi dan dilewati kendaraan - kendaraan berat menuntut stabilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan jalan dengan volume lalu - lintas sedang yang dilewati kendaraan - kendaraan ringan atau jenis kendaraan penumpang saja.

Stabilitas terjadi dari gesekan antar batuan, penguncian antar batuan dan daya ikat aspal yang cukup baik. Stabilitas yang tinggi dapat dicapai dengan mengusahakan penggunaan :

1. aspal cut back dengan jumlah yang optimum,
2. agregat dengan gradasi yang rapat, dan
3. agregat dengan permukaan yang kasar, sehingga ikatan antar butir jadi kuat.

Stabilitas yang tinggi bisa berarti menurunkan fleksibilitas dan workability atau kemudahan dalam pelaksanaan, maka dengan gradasi padat akan didapatkan kekuatan menahan beban yang besar tapi mengurangi fleksibilitas dan kemudahan dalam pelaksanaannya.

3.2.2 Fleksibilitas

Fleksibilitas pada lapis perkerasan adalah kemampuan lapisan untuk mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas tanpa menimbulkan retak. Fleksibilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan cara berikut ini.

1. menggunakan agregat bergradasi renggang sehingga diperoleh Void In Mineral Agregat (VMA) yang besar, dan
2. menggunakan aspal cukup banyak sehingga diperoleh Void In The Mix (VITM) yang kecil.

3.2.3 Keawetan (durability)

Keawetan adalah kemampuan lapis permukaan untuk menahan pengaruh cuaca, air dan perubahan suhu atau keausan akibat gesekan antara roda kendaraan dengan permukaan jalan. Keawetan yang baik untuk campuran perkerasan dilakukan

dengan memberikan kadar aspal yang tinggi dan gradasi rapat sehingga ikatan antar partikel akan kuat.

3.2.4 Kemudahan dalam pelaksanaan (workability)

Kemudahan dalam pelaksanaan adalah kemampuan campuran untuk dihampar dan dipadatkan dengan mudah untuk memenuhi kepadatan yang direncanakan. Faktor yang mempengaruhi kemudahan dalam pelaksanaan adalah sebagai berikut ini.

1. gradasi agregat yang rapat, karena campuran antara agregat halus dan kasar berimbang, sehingga mudah dalam pelaksanaan, dan
2. kandungan bahan pengisi yang sedikit, akan memudahkan dalam pelaksanaan.

3.2.5 Ketahanan Kelelehan (Fatique Resistence)

Ketahanan kelelehan adalah ketahanan dari lapis perkerasan jalan dalam menerima beban. Tanda - tanda dari terjadinya kelelehan berupa alur dan retak .

Faktor yang mempengaruhi ketahanan terhadap kelelehan adalah sebagai berikut ini.

1. Void In The Mix (VITM) yang tinggi dan kadar aspal yang rendah akan mengakibatkan kelelehan yang lebih cepat, dan
2. Void In Mineral Agregat (VMA) yang tinggi dan kadar aspal yang tinggi akan mengakibatkan lapis perkerasan menjadi fleksibel.

3.3 Bahan perkerasan

Bahan perkerasan pokok yang digunakan adalah agregat dan aspal cut back sebagai bahan pengikatnya. Acuan gradasi yang digunakan adalah gradasi menerus agregat campuran untuk Lapis Aspal Beton (Laston). Spesikasi campuran ini didasarkan pada SNI No. 1737 - 1989 - F. (lihat lampiran 24)

Pembuatan Lapis Beton Aspal ini dimaksudkan untuk mendapatkan suatu lapisan permukaan pada perkerasan jalan yang mampu memberikan tambahan daya dukung serta sebagai lapis kedap air yang dapat melindungi lapisan di bawahnya. Sebagai lapis permukaan, Lapis Beton Aspal harus dapat memberikan kenyamanan dan keamanan yang tinggi. (Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton Untuk Jalan Raya, Departemen Pekerjaan Umum, 1987) [8]

Spesifikasi gradasi agregat yang digunakan pada penelitian ini, seperti Tabel 3.1 berikut ini.

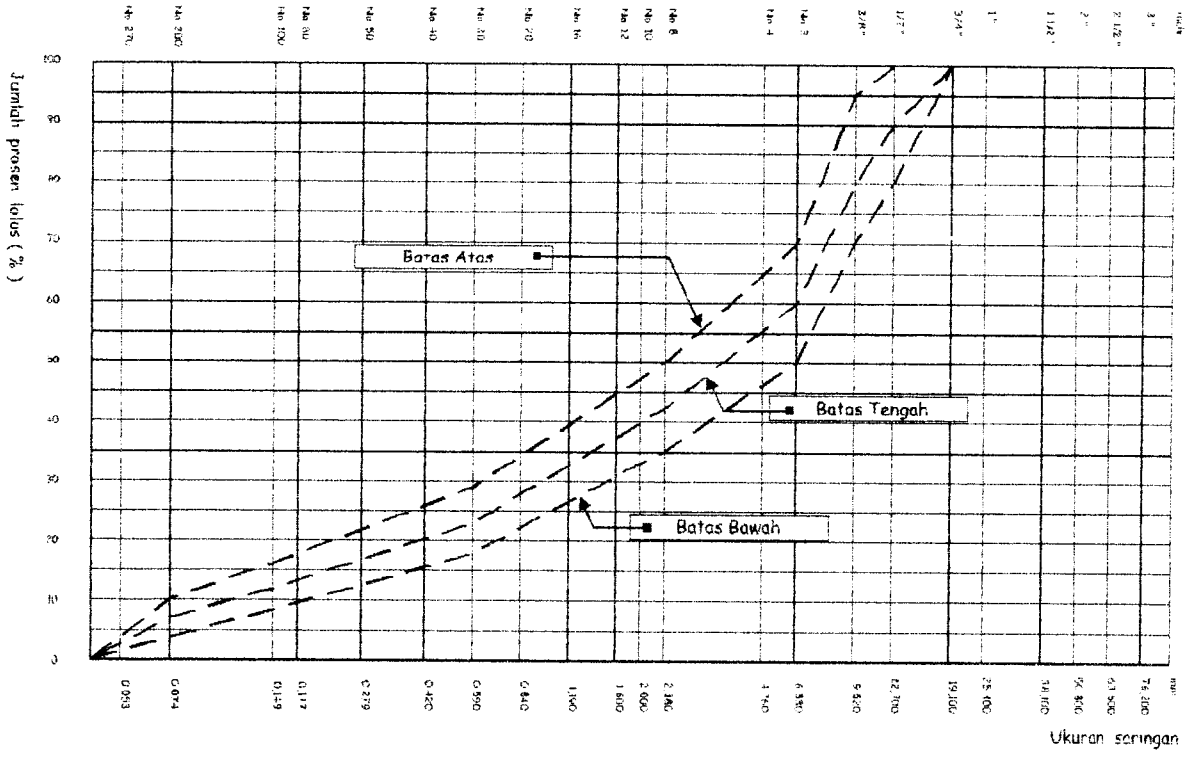
Tabel 3.1 . Spesifikasi campuran agregat untuk Laston

Ukuran Saringan	Spesifikasi	Gradasi Ideal	
	% Lolos	% Lolos	% Tertahan
3/4 (19,1 mm)	100	100	0
1/2 (12,7 mm)	80 - 100	90	10
3/8 (9,52 mm)	70 - 90	80	20
no.4 (4,76 mm)	50 - 70	60	40
no.8 (2,36 mm)	35 - 50	42,5	57,5
no.30 (0,59 mm)	18 - 29	23,5	76,5
no.50 (0,289 mm)	13 - 23	18	82
no.100 (0,149 mm)	8 - 16	12	88
no.200	4 - 10	7	93
Pan	0	0	100

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Lapis Apal Beton Untuk Jalan Raya, Departemen Pekerjaan Umum, 1987 [8]

Penelitian dilaksanakan dengan pembuatan 3 macam benda uji, yaitu benda uji yang mempunyai gradasi spesifikasi ideal, gradasi spesifikasi pada batas atas dan gradasi spesifikasi pada batas bawah. Pembuatan benda uji ini dimaksudkan sebagai pemisalan tentang penyimpangan pekerjaan konstruksi jalan di lokasi yang mempunyai tingkat ketelitian yang kecil. Batas gradasi batuan untuk penelitian dapat dilihat dalam gambar berikut ini.

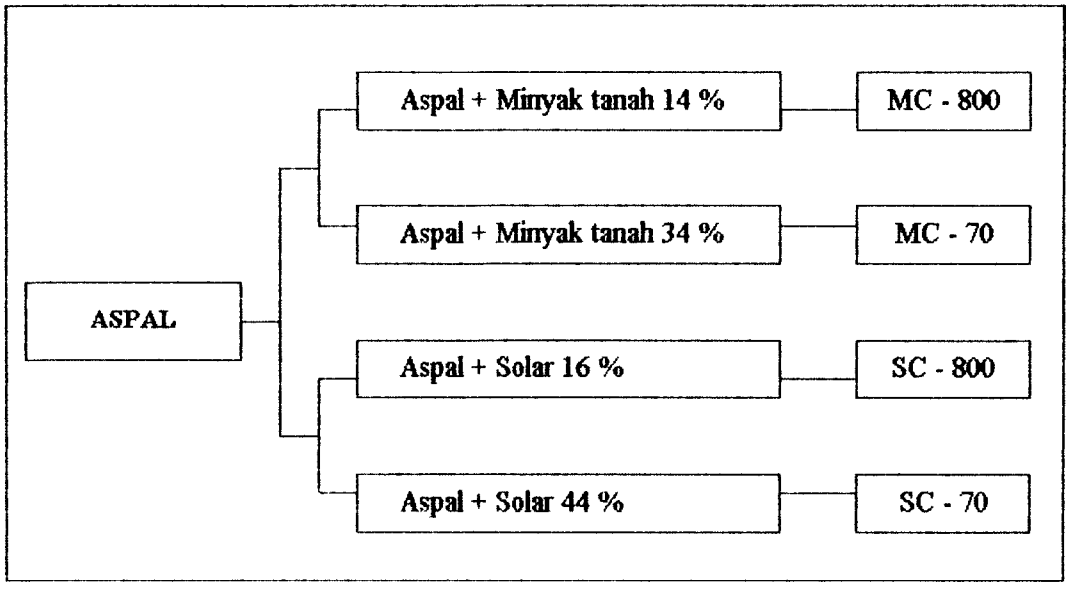
GRAFIK PEMBAGIAN BUTIRAN AGREGAT



Gambar 3.1 Gradasi agregat campuran Laston

Aspal cair yang digunakan dalam penelitian dibuat dari aspal keras Penetrasi 60 / 70 ditambah bahan pelarut dengan proporsi minyak tanah 14 % dalam total campuran untuk MC 800.

Secara skematis perbandingan untuk aspal cut back dapat dilihat dalam Gambar 3.2 berikut ini.



Gambar 3.2 Proporsi bahan tambah dalam aspal cair yang digunakan

Sumber : Perencanaan Campuran Dan Spesifikasi Beton Aspal Campuran Dingin, Departemen Pekerjaan Umum, Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan, Bandung, 1994 [9]

Aspal cut back MC 800 dalam penelitian ini digunakan sebagai bahan ikatnya disebabkan dalam pelaksanaannya mudah untuk diolah. Aspal jenis MC 800 pada suhu antara 25 ^{0}C - 27 ^{0}C yang pada suhu laboratorium tidak begitu kental atau padat, sehingga dalam pembuatan benda uji tidak hancur setelah dilakukan pemadatan..

Adapun sifat - sifat dan persyaratan untuk aspal cut back MC 800 dapat dilihat dalam Tabel 3.2 berikut ini.

Tabel 3.2 Spesifikasi aspal cut back jenis MC 800

No	Jenis Pemeriksaan	Persyaratan MC 800		Satuan
		Min	Max	
1	Kekentalan Kinematik (60 ° C)	800	1600	C.St
2	Titik Nyala (Cleveland Open Cup)	65	-	^{0}C
3	Destilasi			
	(terhadap isi destilasi 360 ° C)			
	a. Sampai 225 ^{0} C	-	-	% isi
	b. Sampai 260 ^{0} C	0	35	% isi
	c. Sampai 315 ^{0} C	45	80	% isi
	Sisa Destilasi (360 ^{0} C)	75	-	% isi
4	Daktilitas Residu	100	-	Cm
5	Berat jenis	< 1		

Sumber : Part I, Specifications, Standart Specifications for Transportation Materials and Methods od Sampling and Testing, AASHTO, Thirteenth Edition, 1982. [1]

3.4 Perencanaan Kadar Aspal Campuran

Aspal dalam campuran berfungsi sebagai bahan ikat antar batuan. Pemakaian aspal dalam campuran sangat menentukan kekedapan campuran terhadap air dan udara, semakin banyak kadar aspal dalam campuran akan semakin rapat campuran itu karena rongga dalam campuran terisi aspal, sebaliknya bila kadar aspal terlalu sedikit maka campuran kurang rapat karena ada rongga yang tidak terisi aspal, maka kadar aspal yang optimum berperan terhadap lapis perkerasan.

Kadar aspal yang digunakan dalam pencampuran sebagai acuan awal diambilkan dari rumus pendekatan. (Jalan Raya II, Indrasurya B Mochtar dan Sudjanarko S) [10]

$$P = 0.02\,a + 0.07\,b + 0.15\,c + 0.2\,d \qquad (3.1)$$

dengan :

a = persen berat agregat tertahan saringan no 50

b = persen berat yang lolos saringan no 50 dan tertahan saringan no 100

c = persen berat agregat lolos saringan no 100 dan tertahan saringan no 200

d = persen berat agregat yang lolos saringan no 200

Perencanaan yang akan dilaksanakan meliputi analisa terhadap nilai kepadatan dan rongga dalam campuran serta peninjauan nilai stabilitas dan flow. Dari hasil perhitungan kadar aspal pendekatan di atas, kemudian ditentukan kadar aspal optimum dengan membuat sejumlah benda uji.

3.5 ANALISA BENDA UJI

Benda uji yang telah dibuat kemudian dianalisa dengan melakukan uji Marshall , yaitu untuk mengetahui sifat perkerasan yang akan dibuat. Berdasarkan pemeriksaan didapat data sebagai berikut ini.

1. persen aspal terhadap batuan (%),
2. persen aspal terhadap campuran (%),
3. berat benda uji sebelum direndam air (gram),
4. berat benda uji di dalam air (gram),
5. berat benda uji SSD (gram),
6. tebal benda uji (mm),
7. ketahanan / stabilitas (kg / mm), dan
8. kelelahan plastis / flow (mm).

Dari data diatas dapat dihitung nilai - nilai dari density, VITM (Void In The Mix ; % rongga dalam campuran), VFWA (Void Filled With Asphalt ; % rongga terisi aspal), Stabilitas (Stability) dan Marshall Quetient. Cara perhitungan untuk tes Marshall adalah sebagai berikut ini.

1. Berat Jenis Maksimum Teoritis (h)

$$h = \frac{100}{\frac{\%\ \text{agregat}}{\text{BJ agregat}} + \frac{\%\ \text{aspal}}{\text{BJ aspal}}} \qquad (3.2)$$

Dengan :

$$\text{BJ Agregat} = \frac{(X \times F1) + (Y \times F2)}{100} \qquad (3.3)$$

Keterangan : X = % agregat kasar F1 = BJ agregat kasar

Y = % agregat halus F2 = BJ agregat halus

2. Density (BD)

$$BD = g = \frac{c}{f} \quad \text{dan} \quad f = d - e \qquad (3.4)$$

Keterangan :

c = berat benda uji sebelum direndam

d = berat benda uji jenuh air

e = berat benda uji dalam air

f = isi benda uji (ml)

g = berat isi benda uji (gr / ml)

3. VFWA (Void Filled With Asphalt)

Untuk mendapatkan nilai VFWA terlebih dulu digunakan persamaan berikut ini.

a. Persentase aspal terhadap campuran

$$b = \frac{a}{100 + a} \times 100\,\% \qquad (3.5)$$

Keterangan : a = persen aspal terhadap batuan (%)

b = persen aspal terhadap Campuran (%)

b. Isi benda uji

$$f = d - e \qquad (3.6)$$

Keterangan : d = berat dalam keadaan jenuh (gram)

e = berat dalam air (gram)

f = isi (ml)

c. Berat isi benda uji

$$g = \frac{c}{f} \qquad (3.7)$$

Keterangan : c = berat benda uji sebelum direndam (gram)

f = isi (ml)

g = berat isi benda uji (gr / ml)

d. Berat isi benda uji

$$l = 100 - j \qquad (3.8)$$

dengan

$$j = \frac{(100 - b) \times g}{\text{BJ Agregat}} \qquad (3.9)$$

Maka nilai VFWA adalah berikut ini.

$$\text{VFWA} = 100 \times \frac{i}{l} \qquad (3.10)$$

dengan

$$i = \frac{b \times g}{\text{B J Aspal}} \qquad (3.11)$$

Keterangan : l = persentase rongga terhadap agregat (%)

4. VITM (Void in The Mix)

$$\text{VITM} = 100 - \left(100 \times \frac{g}{h}\right) \qquad (3.12)$$

Keterangan : g = berat isi benda uji

h = berat jenis maksimum teoritis

5. Stabilitas (Stability)

Nilai stabilitas benda uji diperoleh dari hasil pembacaan arloji stabilitas alat tekan Marshall. Nilai stabilitas ini masih harus dirubah ke dalam satuan kg dengan kalibrasi proving ring dan kemudian dikalikan dengan angka koreksi ketebalan benda uji.

Untuk merubah dari angka yang terbaca dalam arloji stabilitas ke dalam satuan kg , dapat dipergunakan rumus berikut ini.

P = O x kalibrasi proving ring

g = P x koreksi tebal sampel

Keterangan : O = pembacaan arloji (stabilitas)

6. Kelelehan (Flow)

Nilai kelelehan didapat dari pembacaan arloji flow yang menyatakan besarnya kelelehan plastis benda uji. Nilai ini harus dikalikan dengan angka 0,01 (inchi) dan kemudian dirubah ke dalam satuan mm.

7. Marshall Quotient (QM)

$$QM = \frac{s}{r} \qquad (3.13)$$

Keterangan : QM = nilai marshall quotient (kg / mm)

r = nilai kelelehan (mm)

s = nilai stabilitas terpakai (kg)

BAB IV

HIPOTESIS

Aspal cut back dimanfaatkan sebagai bahan ikat pada lapis konstruksi jalan dengan lalu lintas sedang. Aspal cut back mempunyai nilai viskositas yang tidak terlalu besar, sehingga dalam pencampuran tidak membutuhkan suhu pemanasan yang terlalu tinggi.

Variasi gradasi batuan pada batas atas dan pada batas bawah pada konstruksi jalan dengan lalu lintas sedang , masih dapat digunakan sebagai konstruksi jalan.

BAB V

METODE PENELITIAN

Pengujian dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Jalannya penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahapan, yaitu, analisa bahan , persiapan bahan untuk benda uji dan analisa benda uji.

5.1 Bahan

5.1.1 Asal bahan

Bahan - bahan yang digunakan dalam penelitian untuk pembuatan benda uji adalah sebagai berikut ini.

1. Agregat

   Agregat yang digunakan berasal dari Base Camp PT Perwita Karya di Piyungan Kabupaten Bantul.

2. Aspal

   Aspal yang digunakan merupakan aspal jenis AC 60 / 70. Dengan aspal AC 60 / 70 dibuat aspal cut back jenis MC 800. Aspal yang digunakan berasal dari Base Camp PT Perwita Karya di Piyungan, Kabupaten Bantul.

5.1.2 Spesifikasi Bahan

Spesifikasi aspal menggunakan spesifikasi dari AASHTO 1982 .Adapun spesifikasi bahan - bahan untuk penelitian adalah sebagai berikut.

1. Agregat kasar

Agregat kasar yang digunakan adalah batu alam yang telah mengalami proses pemecahan oleh mesin pemecah batuan atau stone crusher yang kemudian dipisahkan dengan ayakan yang berbeda beda. Hal ini dimaksudkan agar didapat batuan dengan komposisi ukuran batuan yang berbeda.Komposisi ukuran batuan yang berbeda diharapkan adanya ikatan antara batuan sehingga dapat saling terkunci, sehingga dapat meningkatkan kekuatan agregat dalam menahan beban lalu lintas.

Persyaratan yang harus dipenuhi oleh agregat kasar seperti Tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 5.1 Spesifikasi pemeriksaan agregat

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1	Keausan agregat	< 40 %
2	Kelekatan terhadap aspal	> 75 %
3	Penyerapan air	< 3 %
4	Berat Jenis	> 2,5

Sumber : Asphalt Technology And Construction Practise, The Asphalt Institute, Educational Series No. 1, Second Edition, 1983. [3]

2. Agregat halus

Agregat halus yang digunakan merupakan hasil dari alat pemecah batu (Stone Crusher) dengan persyaratan seperti Tabel 5.2 berikut ini.

Tabel 5.2 Spesifikasi pemeriksaan agregat halus

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1	Penyerapan air	< 3 %
2	Berat Jenis	> 2,5
3	Sand Equivalent	> 50 %

Sumber : Asphalt Technology And Construction Practise, The Asphalt Institute, Educational Series No. 1, Second Edition, 1983. [3]

3. Aspal

Aspal yang digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan aspal cut back MC 800 adalah jenis AC 60 / 70. Aspal ini ditambahkan bahan pelarut yaitu, minyak tanah sebanyak 14 % terhadap berat total aspal cut back MC 800 yang direncanakan. Penambahan pelarut sebanyak 14 % ini dilakukan dengan serangkaian uji coba dengan penggunaan variasi jumlah pelarut yang ditambahkan pada aspal AC 60 / 70. Pada penelitian variasi kadar pelarut yang digunakan adalah pada kadar 10 %, 14 %, 18 %, 20 %.

Contoh perhitungan jumlah pelarut dan jumlah aspal AC 60 /70, untuk tiap 500 gram aspal cut back sebagai berikut ini.

a. Kadar pelarut 10 %

Aspal AC 60 / 70 = (100-10) % x 500 x 1,025 = 461,25 gram

Jumlah pelarut = 10 % x 500 x 0,8 = 40 gram

b. Kadar pelarut 14 %

Aspal AC 60 / 70 = (100-14) % x 500 x 1,025 = 440,75 gram

Jumlah pelarut = 14 % x 500 x 0,8 = 56 gram

c. Kadar pelarut 18 %

Aspal AC 60 / 70 = (100-18) % x 500 x 1,025 = 420,25 gram

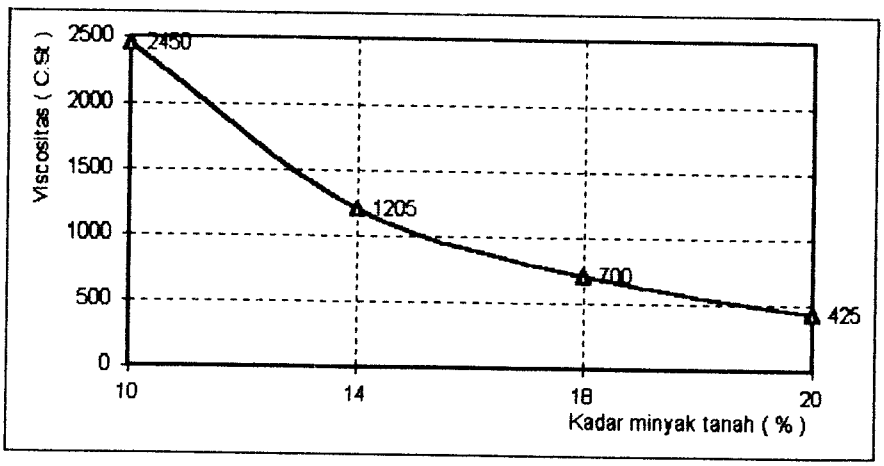
Jumlah pelarut = 18 % x 500 x 0,8 = 72 gram

d. Kadar pelarut 20 %

Aspal AC 60 / 70 = (100-20) % x 500 x 1,025 = 410 gram

Jumlah pelarut = 20 % x 500 x 0,8 = 80 gram

Setelah didapat jumlah antara pelarut dan aspal AC 60 / 70, maka keduanya dicampur pada suhu 120 ^{0} C. dan diaduk agar dapat tercampur dengan merata. Setelah didapat campuran dengan kadar pelarut yang berbeda, dihitung angka viskositasnya dan dibuat grafik hubungan antara kadar pelarut dan kekentalan (viskositas). Hubungan antara kadar pelarut dan kekentalan dapat dilihat pada Gambar 5.1 berikut ini.



Gambar 5.1 Gambar hubungan antara kadar pelarut dan angka kekentalan

Setelah didapat grafik hubungan antara kadar pelarut dan angka viskositas, maka angka viskositas diambil yang sesuai dengan spesifikasi yaitu antara 800 - 1600 C.St. Dari grafik ini didapat kadar pelarut yang sesuai dengan spesifikasi yaitu 14 % . (dapat dilihat pada lampiran 5.b.)

Persyaratan untuk jenis aspal cut back MC 800 dapat dilihat dalam Tabel 5.3 berikut ini.

Tabel 5.3 Spesifikasi aspal cut back jenis MC 800

No	Jenis Pemeriksaan	Persyaratan MC 800		Satuan
		Min	Max	
1	Kekentalan Kinematik (60 °C)	800	1600	C.St
2	Titik Nyala (Cleveland Open Cup)	65	-	°C
3	Destilasi (terhadap isi destilasi 360 ° C)			
	a. Sampai 225 ° C	-	-	% isi
	b. Sampai 260 ° C	0	35	% isi
	c. Sampai 315 ° C	45	80	% isi
	Sisa Destilasi (360 ° C)	75	-	% isi
4	Daktilitas Residu	100	-	Cm
5	Berat jenis	< 1		

Sumber : Part I, Specifications, Standart Specifications for Transportation Materials and Methods Sampling and Testing, AASHTO, Thirteenth Edition, 1982. [1]

5.2 Pengujian Bahan

Bahan yang digunakan harus memenuhi persyaratan teknis sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan.

5.2.1 Pemeriksaan Agregat

Agregat merupakan salah satu bahan yang sangat berpengaruh terhadap kekuatan perkerasan jalan, karena agregat adalah komponen utama dari lapis perkerasan jalan. Untuk mengetahui kualitas agregat dilakukan pemeriksaan sebagai berikut ini.

1. Pemeriksaan keausan agregat

   a. Maksud

      menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin Los Angeles.

   b. Peralatan

      1. mesin Los Angeles
      2. saringan no. 12
      3. timbangan dengan ketelitian 5 gram
      4. bola baja dengan diameter 4,68 cm dan berat 390 gram - 445 gram
      5. oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu

   c. Pelaksanaan

      1. benda uji disiapkan sesuai dengan tabel 5.4,
      2. benda uji dicuci dan dikeringkan dalam oven pada suhu (110 ± 5) °C hingga beratnya tetap,
      3. benda uji dan bola baja dimasukkan ke dalam mesin Los Angeles,
      4. mesin diputar dengan kecepatan 30 rpm - 33 rpm sebanyak 500 putaran,

5. setelah selesai diputar, benda uji dikeluarkan dari mesin dan kemudian disaring dengan ayakan no.12, dan
6. butiran yang tertahan di atasnya, dicuci sampai bersih dan selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu (110 ± 5) ^{0}C sampai beratnya tetap dan butiran itu ditimbang.

Gradasi agregat untuk percobaan keausan agregat dapat dilihat dalam Tabel 5.4 berikut ini.

Tabel 5.4 Gradasi agregat untuk analisa keausan agregat

Ukuran Saringan		Berat benda uji
Lewat (mm)	Tertahan (mm)	
20	10	2500 gram
10	6,3	2500 gram

Sumber : Manual Pemeriksaan Bahan Jalan, 1976, Departemen Pekerjaan Umum. [7]

2. Pemeriksaan kelekatan agregat terhadap aspal cut back

a. Maksud

menentukan kelekatan agregat terhadap aspal cut back MC 800, yaitu prosentase luas permukaan batuan yang tertutup aspal terhadap luas keseluruhan permukaan batuan.

b. Peralatan

1. wadah untuk mengaduk, kapasitas minimal 500 ml
2. timbangan dengan kapasitas 200 gram, ketelitian 0,1 gram

3. pisau pengaduk baja lebar 1 " dan panjang 4 "
4. tabung gelas kimia kapasitas 600 ml
5. oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu
6. saringan 6,3 mm dan 9,5 mm
7. termometer
8. air suling

c. Pelaksanaan

1. benda uji disiapkan, yaitu agregat yang lewat ayakan 9,5 mm dan tertahan saringan 6,3 mm sebanyak 100 gram,
2. benda uji dicuci dan dikeringkan pada suhu $(135 \pm 14)^0$ C sampai beratnya tetap,
3. benda uji dimasukkan ke dalam wadah dan diisi dengan aspal yang telah dipanaskan sebanyak $5,5 \pm 0,2$ gram, kemudian benda uji dan aspal diaduk sampai merata selama 2 menit,
4. adukan beserta wadahnya dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 60^0 C selama 2 jam, setelah itu benda uji dikeluarkan dan diaduk lagi,
5. wadah diisi dengan air suling sebanyak 400 ml dan didiamkan selama 16 jam hingga 18 jam ,dan
6. selaput yang mengambang di permukaan air diambil dengan tidak mengganggu agregat di dalam air dan perkirakan luas permukaan agregat yang dapat diselimuti oleh aspal.

3. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat

a. Maksud

menentukan berat jenis, berat jenis kering permukaan jenuh, berat jenis semu dan penyerapan agregat kasar dan agregat halus.

b. Peralatan

1. keranjang kawat ukuran 3,35 mm dengan kapasitas 5 kg
2. tempat air dengan bentuk dan kapasitas sesuai untuk pemeriksaan
3. timbangan dengan kapasitas 5 kg
4. oven yang dilengkapi pengatur suhu
5. alat pemisah contoh
6. saringan no. 4

c. Pelaksanaan

1. benda uji ditimbang, yaitu agregat sebanyak 5 kg yang tertahan saringan no. 4 dan dicuci hingga bersih,
2. benda uji dikeringkan dalam oven pada suhu 105 ^{0} C sampai beratnya tetap,
3. benda uji didinginkan selama $\pm$ 3 jam dan ditimbang,
4. benda uji direndam selama 24 $\pm$ 4 jam,
5. benda uji dikeluarkan dari dalam air dan dibersihkan dengan kain yang kering, kemudian benda uji ditimbang, dan
6. benda uji diletakkan ke dalam keranjang dan dimasukkan ke air kemudian diguncang untuk mengeluarkan udara yang tersekap kemudian ditimbang dalam air.

4. Pemeriksaan Sand Equvalent

a. Maksud

menentukan kadar debu / lumpur atau bahan yang mempunyai lempung pada agregat halus

b. Peralatan

1. alat pemeriksaan Sand Equivalent yang terdiri dari :
   a. silinder ukur
   b. tutup karet
   c. tabung irigator
   d. kaki pemberat
2. kaleng dengan diameter 57 mm dan isi 85 ml
3. corong
4. stopwatch
5. pengguncang mekanis
6. Larutan $Ca\ Cl_2$, glyserin dan formal dehide

c. Pelaksanaan

1. pasir yang lolos saringan No. 4, diambil sebanyak 70 cc,
2. benda uji lain adalah $Ca\ Cl_2$ sebanyak 450 gram dicampur dengan ½ galon aquadest yang telah dididihkan, kemudian didinginkan,
3. larutan itu diambil sebanyak 85 ml kemudian diencerkan menjadi 1 galon dengan menambahkan aquadest,.
4. pasir sebanyak 70 cc dimasukkan ke dalam larutan tersebut dan didiamkan selama 10 menit, kemudian dikocok mendatar 90 kali,

5. setelah itu didiamkan selama 20 menit ,kemudian dimasukkan beban baca skala beban,

$$\text{Sand Equivalent} = \frac{\text{skala pasir}}{\text{skala lumpur}} \times 100\,\% \qquad (5.1)$$

6. Kadar lumpur = 100 % - SE.

Hasil selengkapnya untuk pengujian agregat dapat dilihat pada lampiran 1 sampai dengan lampiran 4 a.

5.2.2. Pemeriksaan aspal MC 800

Aspal merupakan hasil produksi dari bahan - bahan hasil alam, sehingga sifat - sifat aspal harus diselidiki di laboratorium. Aspal yang telah memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan dapat dipergunakan sebagai bahan ikat perkerasan. Dalam penelitian ini, pemeriksaan bahan ikat aspal langsung pada bahan yang sudah jadi yaitu aspal cut back MC 800. Berkaitan dengan itu maka dilakukan pengujian seperti berikut ini.

1. Pemeriksaan Viscositas atau Kekentalan Kinematik

   a. Maksud

      pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan nilai kekentalan (viskositas) aspal cut back jenis MC 800 dan pemeriksaan dilakukan pada suhu 60 ° C dengan nilai yang disyaratkan antara 800 C.St hingga 1600 C.St.

   b. Peralatan

      1. viskosimeter dan alat pemanasnya

2. labu dari gelas, kapasitas 60 ml
3. termometer
4. stop watch

c. Pelaksanaan

1. benda uji diaduk sampai merata, kemudian dituang ke dalam viskosimeter sampai mencapai lebih dari 60 ml,
2. viskosimeter dipanaskan sampai mencapai suhu 60 ^{0} C dan labu gelas diletakkan di bawah viskosimeter, tepat di bawah lubangnya,
3. sumbat pipa viskosimeter dilepas dan dihitung waktunya dengan stop watch sampai labu penerima terisi sampai batas uji (60 ml), dan
4. viskositas kinematik dihitung dengan rumus viskositas kinematik:

$$\boxed{\text{Viskositas} = C \times \text{Tabel}} \qquad (5.2)$$

dimana C = konstanta kalibrasi viskositas (C.St / detik)

T = waktu mengalir (detik)

2. Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar

a. Maksud

menentukan titik nyala, yaitu suhu pada saat terlihat nyala singkat pada suatu titik di atas permukaan aspal dan menentukan titik bakar, yaitu suhu pada saat terlihat nyala sekurang - kurangnya 5 detik pada suatu titik di atas permukaan aspal.

b. Peralatan

1. termometer
2. cleveland open cup
3. pelat pemanas
4. sumber pemanas
5. nyala penguji

c. Pelaksanaan

1. contoh aspal dipanaskan pada suhu 150 ^{0}C hingga mencair,
2. aspal dimasukkan ke dalam cawan cleveland sampai garis batas dan gelembung udara yang ada dalam permukaan cairan dihilangkan,
3. cawan diletakkan dan diatur di atas pelat pemanas,
4. cawan penguji diletakkan dengan poros pada jarak 7,5 cm dari titik tengah cawan,
5. termometer diletakkan tegak lurus dengan benda uji dengan jarak 6,4 mm di atas cawan,
6. sumber pemanas dinyalakan dan diatur dengan kenaikan 15 ^{0}C tiap menit sampai benda uji mencapai 56 ^{0} C di bawah titik nyala perkiraan,
7. nyala penguji diatur agar diameter nyala penguji menjadi 3,2 mm sampai 4,8 mm,
8. nyala penguji diputar hingga melalui permukaan cawan dalam waktu 1 detik,

9. gerakan nyala penguji diulangi sampai terlihat nyala singkat pada suatu titik di atas permukaan benda uji dan suhunya dicatat, dan
10. pekerjaan dilanjutkan sampai terlihat nyala yang agak lama dan suhunya dibaca.

3. Pemeriksaan Penyulingan (Destilasi)

a. Maksud

sebagai acuan dan pegangan dalam pelaksanaan pengujian untuk memisahkan fraksi aspal cair berdasarkan perbedaan titik didih dengan cara penyulingan.

b. Peralatan

1. peralatan labu kapasitas 500 ml
2. pelindung angin dari baja dengan diameter 148,3 mm
3. alat penyuling yang terdiri dari :
   a. tabung pendingin (kondensor)
   b. tabung pengarah (adaptor)
   c. tabung penerima
4. cawan yang terbuat dari timah berkapasitas 160 gram dan diameter 76 mm
5. termometer

c. Pelaksanaan

1. benda uji disiapkan, yaitu berupa aspal cair sebanyak 200 ml dan bebas air,

2. berat jenis benda uji dihitung dan begitu juga berat labu gelas dan tabung penerima dihitung,
3. aspal cair diaduk hingga merata kemudian dituang ke dalam gelas labu yang telah ditimbang,
4. labu gelas ditutup dengan tutup gabus yang telah dilubangi, hal ini untuk memasukkan termometer ke dalam labu,
5. kemudian air dialirkan ke dalam tabung pendingin,
6. pembakar gas dinyalakan dan waktu dimulainya pengujian dicatat,
7. waktu tetes pertama terjadi dan suhu yang dicapai pada termometer harus dicatat,
8. isi dari tiap fraksi hasil penyulingan dalam tabung penerima dicatat, yaitu pada titik didih 225 ° C, 260 ° C, 315 ° C, 360 ° C,
9. Perhitungan sisa sulingan

$$\text{Sisa penyulingan} = \frac{B}{A} \times 100\,\% \qquad (5.3)$$

Dengan : A = berat benda uji semula

B = berat sisa penyulingan

4. Pemeriksaan Daktilitas Residu

a. Maksud

pemeriksaan ini untuk mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara dua cetakan yang berisi residu pada suhu dan kecepatan tertentu

b. Peralatan

1. bak perendam
2. cetakan daktilitas kuningan
3. mesin penarik benda uji
4. termometer

c. Pelaksanaan

1. cetakan daktilitas dilapisi dengan gliserin, kemudian cetakan daktilitas dipasang di atas pelat dasar,
2. contoh aspal dipanaskan sehingga cair sehingga mudah untuk dituang,
3. benda uji dituang ke dalam cetakan daktilitas, didiamkan pada suhu 25 ^{0} C selama satu jam dalam bak perendam, kemudian benda uji dilepaskan dari pelat dasar,
4. benda uji direndam sekurang - kurangnya 2,5 cm dari permukaan air dan suhu harus tetap dipertahankan,
5. benda uji dipasang pada mesin uji dan ditarik secara teratur dengan kecepatan 5 cm tiap menit sampai benda uji putus,
6. jarak pemegang cetakan dibaca pada saat benda uji putus dalam satuan centimeter.

5. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal

a. Maksud

pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat jenis aspal dengan menggunakan piknometer dan berat jenis bitumen adalah perbandingan

antara berat bitumen dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu.

b. Peralatan

1. termometer
2. bak perendam
3. piknometer
4. air suling
5. bejana gelas

c. Pelaksanaan

1. aspal dipanaskan sampai cair selama 30 menit pada suhu 56 ^{0} C di atas titik lembek dan aspal dituang ke dalam piknometer yang kering sehingga terisi 3 / 4 bagian,
2. bejana diisi dengan air suling bagian atas piknometer yang tidak terendam 40 mm kemudian direndam dan bejana dijepit dalam bak perendam sehingga terendam 100 mm pada suhu 25 ^{0} C,
3. piknometer dibersihkan serta dikeringkan dan ditimbang, selanjutnya bejana diangkat dari bak perendam dan piknometer diisi dengan air suling serta ditutup tanpa ditekan,
4. piknometer diletakkan dalam bejana, tutup rapat lalu dimasukkan dalam bak perendam selama 30 menit, keringkan, kemudian ditimbang ,
5. benda uji dituang dalam piknometer kering sehingga terisi 3 / 4 bagian, selanjutnya ditimbang,

6. piknometer yang berisi air suling, ditutup tanpa ditekan, dan
7. bejana diangkat dari bak perendam dan piknometer diletakkan di dalamnya dan penutup ditekan rapat lalu dimasukkan dalam bak perendam selama 30 menit, kemudian ditimbang.

Hasil lengkap pengujian aspal cut back MC 800 dapat dilihat pada lampiran 5 sampai dengan lampiran 9.

5.3 Metode penelitian

5.3.1 Persiapan

Pekerjaan persiapan meliputi penyediaan agregat, peralatan dan rencana " job mix formula ". Untuk memperoleh gradasi yang diinginkan digunakan beberapa saringan yaitu 3 / 4 ", 1 /2 ", 3/ 8 ", no.4, no.8, no.30, no. 50, no.100, no. 200 dan pan.

Tahapan persiapan adalah sebagai berikut :

1. agregat yang digunakan sudah dipisahkan untuk tiap-tiap saringan dengan menggunakan ayakan mekanis,
2. kebutuhan agregat dihitung sesuai dengan persen berat tertahan dan berat total campuran agregat dan aspal untuk satu benda uji sebesar 1200 gram, yang terdiri dari agregat halus, agregat kasar serta aspal cut back MC 800,
3. agregat hasil penyaringan dicampur supaya diperoleh spesifikasi yang sesuai dengan perencanaan campuran,

4. kadar aspal dihitung dengan menggunakan rumus pendekatan sebagai berikut ini.

$$P = 0{,}02\,a + 0{,}07\,b + 0{,}15\,c + 0{,}2\,d \qquad (5.4)$$

dengan :

a = persen berat agregat tertahan saringan no 50

b = persen berat yang lolos saringan no 50 dan tertahan saringan no 100

c = persen berat agregat lolos saringan no 100 dan tertahan saringan no 200

d = persen berat agregat yang lolos saringan no 200

5. dari persamaan di atas dapat ditentukan besanya nilai P atau persen aspal yang dibutuhkan dan disesuaikan untuk masing - masing gradasi, yaitu :

a. untuk gradasi atas

$P = 0.02\,a + 0.07\,b + 0.15\,c + 0.2\,d$

$P = (0{,}02 \times 77) + (0{,}07 \times 7) + (0{,}15 \times 6) + (0{,}2 \times 10)$

$P = (1{,}54 + 0{,}49 + 0{,}9 + 2)$

$P = 4{,}93$ %, digunakan kadar aspal 5,00 %

b. untuk gradasi tengah

$P = 0.02\,a + 0.07\,b + 0.15\,c + 0.2\,d$

$P = (0{,}02 \times 82) + (0{,}07 \times 6) + (0{,}15 \times 5) + (0{,}2 \times 7)$

P = (1,64 + 0 ,42 + 0,75 + 1,4)

P = 4,21 %, digunakan kadar aspal 4,30 %

c. untuk gradasi bawah

P = 0.02 a + 0.07 b + 0.15 c + 0.2 d

P = (0,02 x 87) + (0,07 x 5) + (0,15 x 4)+ (0,2 x 4)

P = (1,74 + 0 ,35 + 0,6 + 0,8)

P = 3 ,49 %, digunakan kadar aspal 4,00 %

6. dari nilai kadar aspal rencana masing - masing gradasi tersebut di atas kemudian ditambahkan sebanyak 0,4 % dari campuran total untuk mendapatkan kadar aspal optimum,

7. kemudian dilakukan analisa saringan yang hasilnya ditunjukkan pada Tabel 5.5, 5.6, 5.7, berikut ini.

Tabel 5.5 Analisis saringan pada gradasi atas

Ukuran Saringan	Perhitungan berat tertahan tiap saringan						
	Gradasi Atas	MC 800 = 5,00 %		MC 800 = 5,40 %		MC 800 = 5,80 %	
		Berat	Total	Berat	Total	Berat	Total
¾	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
½	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3/8	10	114.00	114.00	113.52	113.52	113.04	113.04
No.4	30	228.00	342.00	227.04	340.56	226.08	339.12
No.8	50	228.00	570.00	227.04	567.60	226.08	565.20
No. 30	71	239.40	809.40	238.39	805.99	237.38	802.58
No. 50	77	68.40	877.80	68.11	874.10	67.82	870.41
No. 100	84	79.80	957.60	79.46	953.57	79.13	949.54
No. 200	90	68.40	1,026.00	68.11	1,021.68	67.82	1,017.36
Pan	100	114.00	1,140.00	113.52	1,135.20	113.04	1,130.40
MC 800		60.00	1,200.00	64.80	1,200.00	69.60	1,200.00

Tabel 5.6 Analisis pada saringan Gradasi tengah

Ukuran Saringan	Perhitungan berat tertahan tiap saringan						
	Gradasi Tengah	MC 800 = 4,30 %		MC 800 = 4,70 %		MC 800 = 5,10 %	
		Berat	Total	Berat	Total	Berat	Total
¾	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
½	10	114.84	114.84	114.36	114.36	113.88	113.88
3/8	20	114.84	229.68	114.36	228.72	113.88	227.76
No.4	40	229.68	459.36	228.72	457.44	227.76	455.52
No.8	57.5	200.97	660.33	200.13	657.57	199.29	654.81
No. 30	76.5	218.20	878.53	217.28	874.85	216.37	871.18
No. 50	82	63.16	941.69	62.90	937.75	62.63	933.82
No. 100	88	68.90	1,010.59	68.62	1,006.37	68.33	1,002.14
No. 200	93	57.42	1,068.01	57.18	1,063.55	56.94	1,059.08
Pan	100	80.39	1,148.40	80.05	1,143.60	79.72	1,138.80
MC 800		51.60	1,200.00	56.40	1,200.00	61.20	1,200.00

Tabel 5.7 Analisis pada saringan Gradasi Bawah

Ukuran Saringan	Perhitungan berat tertahan tiap saringan						
	Gradasi Bawah	MC 800 = 4,00 %		MC 800 = 4,40 %		MC 800 = 4,80 %	
		Berat	Total	Berat	Total	Berat	Total
¾	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
½	20	230.40	230.40	229.44	229.44	226.08	226.08
3/8	30	115.20	345.60	114.72	344.16	113.04	339.12
No.4	50	230.40	576.00	229.44	573.60	226.08	565.20
No.8	65	172.80	748.80	172.08	745.68	169.56	734.76
No. 30	82	195.84	944.64	195.02	940.70	192.17	926.93
No. 50	87	57.60	1,002.24	57.36	998.06	56.52	983.45
No. 100	92	57.60	1,059.84	57.36	1,055.42	56.52	1,039.97
No. 200	96	46.08	1,105.92	45.89	1,101.31	45.22	1,085.18
Pan	100	46.08	1,152.00	45.89	1,147.20	45.22	1,130.40
MC 800		48.00	1,200.00	52.80	1,200.00	69.60	1,200.00

8. dari hasil analisa saringan di atas, kemudian dicari kadar aspal optimum untuk pembuatan uji selanjutnya, sehingga untuk penelitian ini dibutuhkan benda uji sejumlah berikut ini.

untuk menentukan kadar aspal optimum	3 x (3 x 3)	= 27 buah
untuk variasi gradasi batuan	3 x 3	= 9 buah
jumlah benda uji total		= 36 buah

Gradasi yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari spesifikasi lapis aspal beton untuk beban lalu - lintas sedang.

Adapun persyaratan yang ditentukan sebagai berikut ini.

1. stabilitas (kg) : 450 kg
2. persen rongga dalam campuran : 3 % - 5 %
3. persen rongga terisi aspal : 75 % - 82 %
4. marshall quotient : 200 kg / mm - 350 kg / mm
5. kelelehan : 2 mm - 4,5 mm

5.3.2 Pembuatan benda uji

Dalam pembuatan benda uji dalam penelitian ini, pemanasan bahan - bahan dengan bahan ikat aspal cut back MC 800 harus menghasilkan nilai viskositas antara 170 ± 20 C.St untuk pencampuran dan 280 ± 30 C.St untuk pemadatan..

Dari pengujian pada aspal cut back MC 800 untuk mencapai nilai viskositas 170 ± 20 C.St dibutuhkan pencampuran pada suhu ± 105 ^{0} C dan untuk mencapai nilai viskositas 280 ± 30 C.St dibutuhkan pemadatan

pada suhu ± 90 ^{0} C. Pada suhu tersebut aspal akan dapat menyelimuti batuan dengan baik.

Dengan pemanasan tersebut juga akan menambah kemudahan dalam pembuatan benda uji, karena bahan yang digunakan lebih mudah untuk dicampur.

Adapun secara umum persyaratan untuk nilai viskositas untuk menentukan suhu pencampuran dan pemadatan pada beberapa jenis bahan ikat ditunjukkan dalam Tabel 5.8 berikut ini.

Tabel 5.8 Persyaratan nilai viscositas untuk menentukan suhu pencampuran dan pemadatan

Bahan Pengikat	Campuran			Pemadatan		
	Kinematik C.St	Saybolt Furol Det.S.F	Engler	Kinematik C.St	Saybolt Furol Det.S.F	Engler
Aspal Panas	170 ± 20	85 ± 20		280 ± 30	140 ± 15	
Aspal Dingin	170 ± 20	85 ± 20		280 ± 30	140 ± 15	
Tar			25 ± 3			40 ± 5

Sumber : Manual Pemeriksaan Bahan , Departemen Pekerjaan Umum, Dirjen Bina Marga, 1976 [7]

Gambar hubungan antara suhu pemadatan dan suhu pencampuran dengan nilai viscositasnya dapat dilihat dalam lampiran 5.c.

Adapun langkah - langkah dalam pembuatan benda uji untuk penelitian adalah sebagai berikut ini.

1. agregat hasil timbangan yang sesuai dengan gradasinya dipanaskan pada suhu ± 105 ^{0} C, demikian juga aspal cut back dipanaskan pada suhu ± 105 ^{0} C, dari suhu ini didapatkan dari nilai viskositas pada 170 ± 20 C.St,

2. hasil penimbangan agregat itu dimasukkan ke dalam panci pencampur dan ditambahkan aspal cut back dengan berat sesuai dengan kadar aspal yang telah direncanakan ,

3. selanjutnya diaduk sampai tercampur secara merata dan untuk membuat campuran menjadi homogen memerlukan kesabaran karena aspal cut back tidak dapat segera menyelimuti agregat dengan baik,

4. hasil campuran yang sudah homogen tersebut kemudian dipindahkan dalam panci, kemudian ditimbang dan dimasukkan dalam oven selama ± 3 jam dengan suhu 100 ^{0} C , hal ini diasumsikan bahwa setelah dioven selama 3 jam maka minyak tanah yang terjebak dalam campuran akan menguap,

5. cetakan benda uji disiapkan, dibersihkan dan diberi vaselin agar campuran itu tidak menempel pada cetakan dan kemudian dipanaskan di oven,

6. campuran dikeluarkan dari oven dan dipanaskan sesaat hingga suhunya menjadi ± 90 ^{0} C dan siap untuk dipadatkan,

7. campuran dituang ke dalam cetakan setelah bagian bawahnya diberi selembar kertas, sambil ditusuk - tusuk dengan spatula sebanyak 15 kali pada bagian tepi dan 10 kali pada bagian tengah agar benda uji tidak terlalu berongga,

8. pemadatan dilakukan pada suhu 90 ^{0} C, suhu ini didapatkan dari nilai viskositas pada (280 ± 30) C.St,

9. pemadatan dilakukan dengan cara menumbuk sebanyak 50 kali,

10. kemudian posisi benda uji dibalik dan ditumbuk pula sebanyak 50 kali, sehingga satu benda uji dilakukan penumbukan 2 x 50, hal ini dilakukan karena dalam percobaan ini diasumsikan pencampuran ini penggunaannya untuk beban lalu lintas sedang,

11. setelah selesai penumbukan sebanyak 2 x 50 kali untuk selanjutnya didinginkan , dan

12. kemudian dikeluarkan dari cetakan dengan bantuan ejektor. Benda uji ini direndam dalam air selama 24 jam agar dapat diuji dengan alat marshall.

5.3.3 Cara pengujian benda uji

Benda uji yang telah dibuat, diuji dengan uji Marshall. Langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut ini.

1. benda uji dibersihkan dari kotoran yang menempel,
2. benda uji diberi tanda pengenal,
3. setiap benda uji diukur tingginya 3 kali pada tempat yang berbeda, kemudian dirata - rata hasil pengukuran tersebut,
4. benda uji ditimbang dalam keadaan kering,
5. benda uji direndam 16 - 24 jam agar menjadi jenuh,

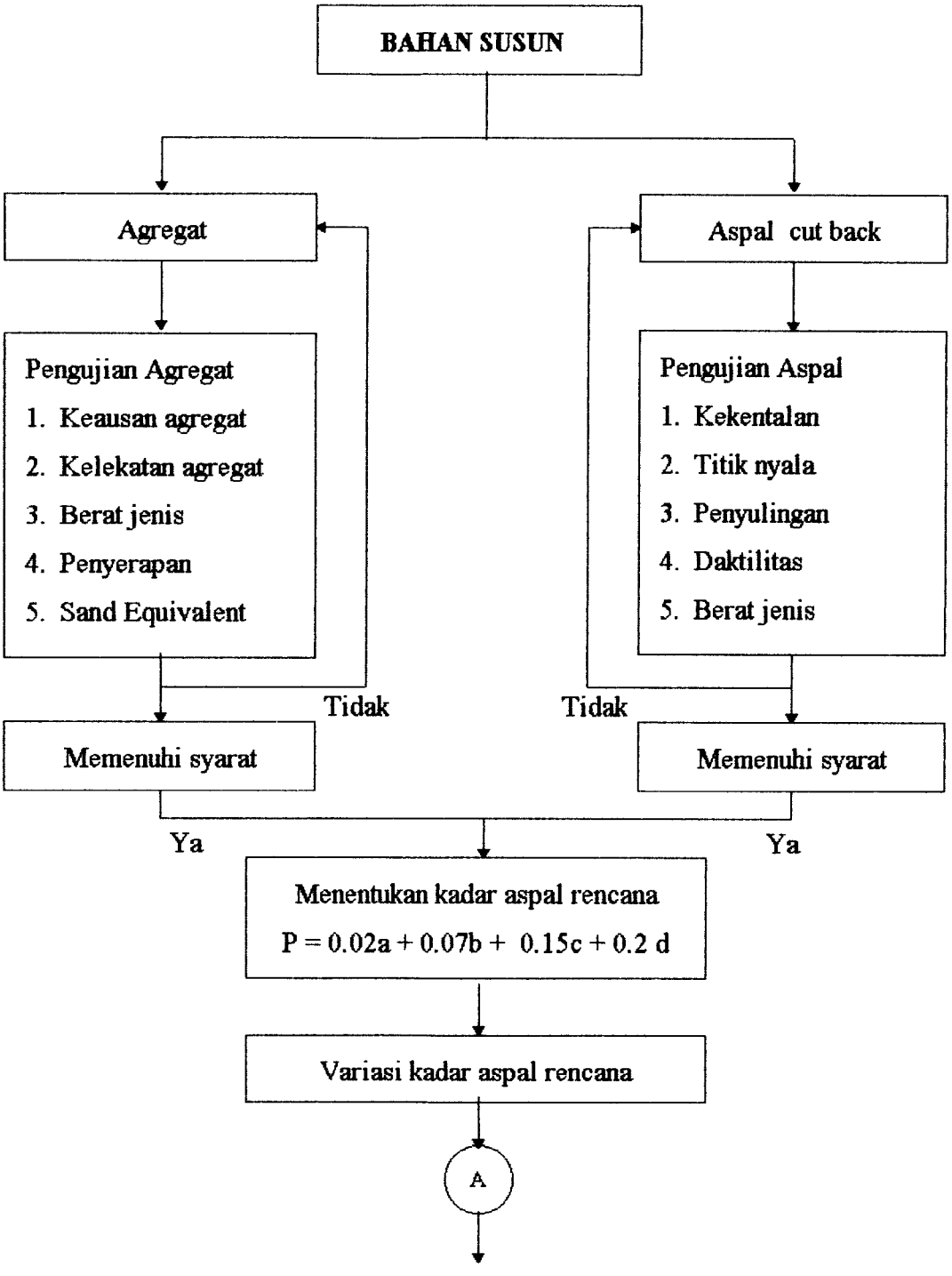
6. setelah jenuh, ditimbang dalam air guna mendapatkan volume benda uji,
7. benda uji dikeluarkan dari bak perendam,
8. benda uji dikeringkan dengan kain hingga menjadi kering permukaan (SSD) lalu ditimbang,
9. benda uji direndam dalam waterbath selam 30 menit, dengan suhu perendaman 60 ° C,
10. kepala penekan marshall dibersihkan dan permukaannya dilumasi dengan oli agar benda uji mudah dilepas,
11. benda uji diletakkan pada alat uji Marshall yang dilengkapi dengan arloji kelelehan (flow meter) dan arloji pembebanan / stabilitas,
12. pembebanan dimulai dengan kecepatan 50 mm / menit hingga mencapai maksimum , yaitu saat arloji pembebanan berhenti dan berbalik arah, saat itu dibaca flow meter,
13. setelah pembebanan selesai benda uji dikeluarkan dari alat uji Marshall, dan
14. benda uji berikutnya siap diuji seperti diatas.

5.3.4. Tahapan Penelitian

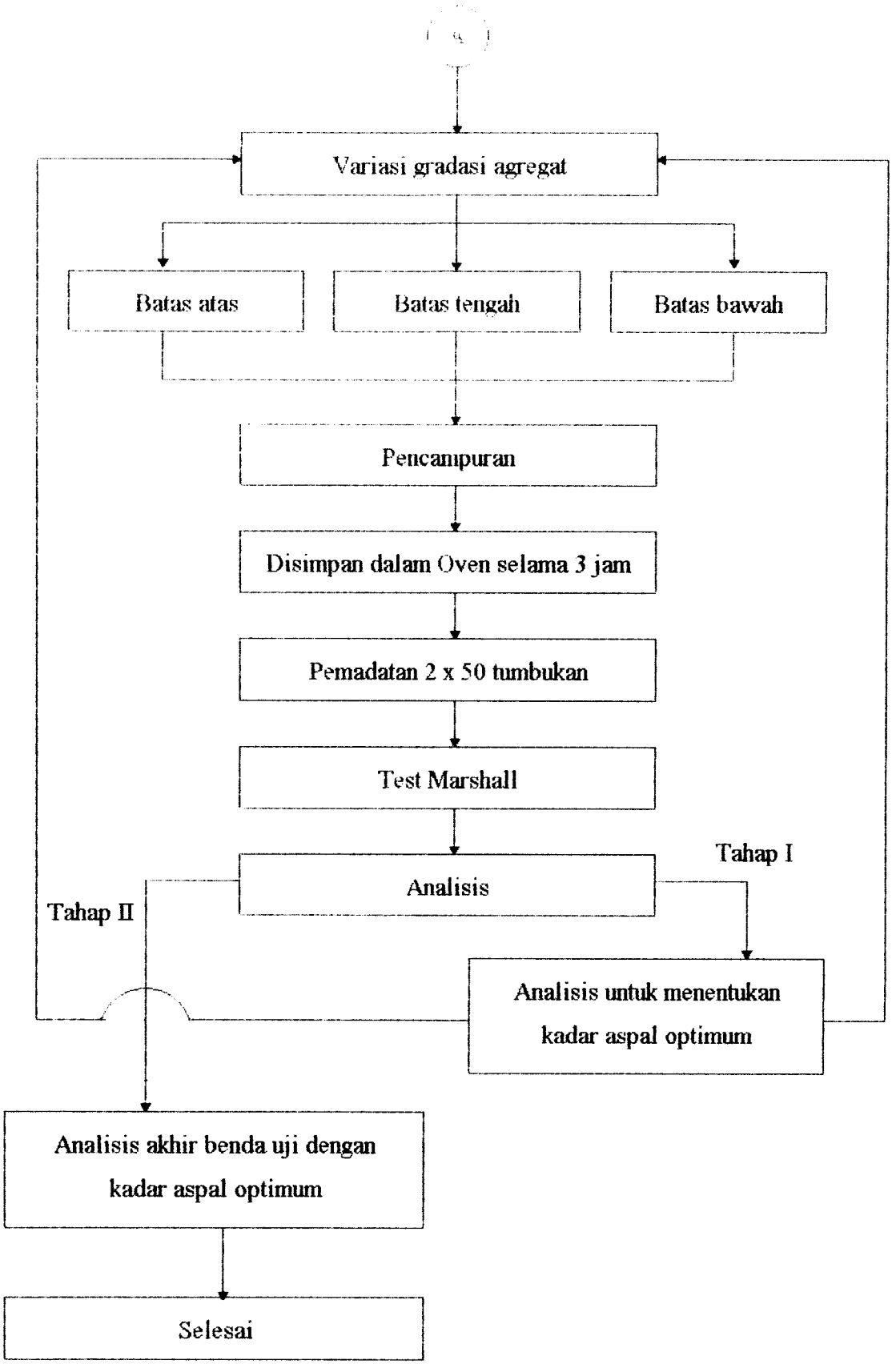
Dalam penelitian ini dilaksanakan dengan tahapan kerja seperti pada diagram alir seperti gambar 5.2 berikut ini.

VARIASI AGREGAT DENGAN ASPAL CUT BACK MC 800

UNTUK LAPIS ASPAL BETON



Gambar 5.2 Diagram alir penelitiam



Gambar 5.2 Diagram alir penelitian (lanjutan)

BAB VI

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

6.1 Hasil Penelitian

6.1.1 Hasil Pemeriksaan Bahan

Dari hasil serangkaian pemeriksaan bahan yang digunakan, didapatkan data penelitian agregat kasar, agregat halus serta aspal MC 800 yang dilihat pada Tabel 6.1 dan Tabel 6.2 berikut ini :

Tabel 6.1 Hasil pemeriksaan agregat

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat	Satuan
1	Keausan dengan mesin Los Angeles	27,3	< 40	%
2	Kelekatan terhadap aspal	98,5	> 75	%
3	Agregat Kasar			
	a. Berat jenis	2,591	-	
	b. Berat jenis SSD	2,629	-	
	c. Berat jenis semu	2,885	min 2,5	
	d. Penyerapan air (%)	1,381	max 3,0	%
4	Agregat Halus			
	a. Berat jenis	2,543	-	
	b. Berat jenis SSD	2,604	-	
	c. Berat jenis semu	2,712	min 2,5	
	d. Penyerapan air (%)	2,450	max 3,0	%
5	Sand Equivalent	76,450	> 50 %	%

Tabel 6.2 Hasil pemeriksaan aspal Cut back jenis MC 800

No	Jenis Pemeriksaan	Persyaratan		Hasil	Satuan
		Min	Max		
1	Kekentalan Kinematik (60 ° C)	800	1600	1087	C.St
2	Titik Nyala (Cleveland Open Cup)	65	-	120	^{0} C
3	Destilasi (isi destilasi 360 ° C)				
	a. Sampai 225 ^{0} C	-	-		% isi
	b. Sampai 260 ^{0} C	0	35		% isi
	c. Sampai 315 ^{0} C	45	80	53,0	% isi
	Sisa Destilasi (360 ^{0} C)	75	-	94,2	% isi
4	Daktilitas Residu	100	-	> 150	Cm
5	Berat jenis	0,961			

Dari hasil penelitian bahan di atas, dapat disimpulkan bahwa bahan - bahan yang digunakan untuk penelitian meliputi agregat kasar, agregat halus dan aspal jenis cut back MC 800 telah memenuhi syarat spesifikasi AASHTO 1982.

6.2. Data dan Hasil Pengujian Marshall

Dalam penelitian ini untuk mendapatkan kadar aspal optimum, tiap - tiap kadar aspal rencana dibuat 3 buah benda uji. Adapun contoh dalam penghitungan dengan Metode Marshall disajikan dalam Tabel 6.3 sampai Tabel 6.8 berikut ini.

Tabel 6.3 Urutan hitungan Metode Marshall
Untuk mendapatkan nilai aspal optimum pada gradasi bawah

No	Keterangan	Hasil	Satuan
(1)	(2)	(3)	(4)
1.	t = tebal benda uji	= 68,565	mm
2.	a = jumlah aspal terhadap batuan	= 4,170	%

Tabel 6.3 Urutan hitungan Metode Marshall (lanjutan)

(1)	(2)	(3)		(4)
3.	b = jumlah aspal terhadap campuran	=	4,000	%
4.	c = berat kering	=	1176	gram
5.	d = berat SSD	=	1189	gram
6.	e = berat dalam air	=	658	gram
7.	f = volume (isi) = d - e	=	532	gram
8.	g = berat isi sampel = c / f	=	2,213	gram
9.	h = BJ maksimum $\text{BJ maks} = \dfrac{100}{\dfrac{\%\ \text{agregat}}{\text{BJ agregat}} + \dfrac{\%\ \text{aspal}}{\text{BJ aspal}}}$	=	2,426	gram / cm ^{3}
10.	$i = \dfrac{b \times g}{\text{BJ aspal}}$	=	9,179	-
11.	$j = \dfrac{(100 - b)\,g}{\text{BJ agregat}}$	=	81,704	-
12.	k = Jumlah kandungan rongga (100 - I - j)	=	8,810	%
13.	l = (100 - j) rongga terhadap agregat	=	18,020	%
14.	m = rongga terisi aspal (VFWA) 100 x (i / j)	=	51,108	%
15.	n = 100 - ((1000 x g / h))	=	8,810	%
16.	o = pembacaan arloji stabilitas	=	193	-
17.	p = o x kalibrasi proving ring	=	660,060	kg
18.	q = p x koreksi tebal sampel	=	643,986	kg
19.	r = flow (kelelahan plastis)	=	4,826	mm
20.	BJ Aspal	=	0,961	-
21.	BJ Agregat	=	2,591	-
22.	$\text{Marshall Quotient} = \dfrac{\text{Stabilitas}}{\text{Flow}}$	=	138,722	kg / mm

Tabel 6.4 Rekapitulasi hasil Tes Marshall

Kadar Aspal (%)	Hasil Pengujian				
	Stabilitas (kg)	VITM (%)	VFWA (%)	Flow (mm)	Marshall Quotient (kg / mm)
4,00	643,986	8,810	51,108	4,826	138,722
4,40	679,051	7,978	56,046	4,318	180,490
4,80	756,196	7,185	60,738	3,387	236,164

Hasil di atas adalah hasil perhitungan rata - rata dari pembuatan 3 benda uji. Adapun nilai kadar aspal optimum adalah sebagai berikut ini.

$$= \frac{\text{Stabilitas max} + \text{Density max} + \text{Median VITM}}{3}$$

$$= \frac{4{,}80 + 4{,}80 + 4{,}40}{3}$$

= 4,67 % digunakan kadar aspal optimum = 4,70 %

$$\text{Kadar aspal terhadap batuan} = \frac{4{,}70}{100 - 4{,}70} = 4{,}93\ \%$$

Untuk mengetahui hasil penelitian secara lengkap dapat dilihat dalam tabel pada lampiran 10 sampai lampiran 13.

Tabel 6.5 Urutan hitungan Metode Marshall

Untuk mendapatkan nilai aspal optimum pada gradasi tengah

No	Keterangan	Hasil	Satuan
(1)	(2)	(3)	(4)
1.	t = tebal benda uji	= 67,473	mm
2.	a = jumlah aspal terhadap batuan	= 4,490	%
3.	b = jumlah aspal terhadap campuran	= 4,300	%

Tabel 6.5 Urutan hitungan Metode Marshall (lanjutan)

(1)	(2)	(3)	(4)
4.	c = berat kering	= 1176	gram
5.	d = berat SSD	= 1187	gram
6.	e = berat dalam air	= 655	gram
7.	f = volume (isi) = d - e	= 532	gram
8.	g = berat isi sampel = c / f	= 2,211	gram
9.	h = BJ maksimum $\text{BJ maks} = \dfrac{100}{\dfrac{\%\ \text{agregat}}{\text{BJ agregat}} + \dfrac{\%\ \text{aspal}}{\text{BJ aspal}}}$	= 2,415	gram / cm ^{3}
10.	$i = \dfrac{b \times g}{\text{BJ aspal}}$	= 9,894	-
11.	$j = \dfrac{(100 - b)\,g}{\text{BJ agregat}}$	= 81,675	-
12.	k = Jumlah kandungan rongga (100 - I - j)	= 8,431	%
13.	l = (100 - j) rongga terhadap agregat	= 18,325	%
14.	m = rongga terisi aspal (VFWA) 100 x (i / j)	= 54,084	%
15.	n = 100 - ((1000 x g / h))	= 8,431	%
16.	o = pembacaan arloji stabilitas	= 239	-
17.	p = o x kalibrasi proving ring	= 816,240	kg
18.	q = p x koreksi tebal sampel	= 767,756	kg
19.	r = flow (kelelahan plastis)	= 3,471	mm
20.	BJ Aspal	= 0,961	-
21.	BJ Agregat	= 2,591	-
22.	$\text{Marshall Quotient} = \dfrac{\text{Stabilitas}}{\text{Flow}}$	= 237,500	kg / mm

Tabel 6.6 Rekapitulasi hasil Tes Marshall

Kadar Aspal (%)	Hasil Pengujian				
	Stabilitas (kg)	VITM (%)	VFWA (%)	Flow (mm)	Marshall Quotient (kg / mm)
4,30	767,756	8,431	54,084	3,471	237,500
4,70	781,573	7,694	58,488	3,387	247,403
5,10	821,507	6,837	63,296	2,625	344,276

Adapun nilai kadar aspal optimum adalah sebagai berikut :

$$= \frac{\text{Stabilitas max} + \text{Density max} + \text{Median VITM}}{3}$$

$$= \frac{5{,}10 + 5{,}10 + 4{,}70}{3}$$

= 4,67 % digunakan kadar aspal optimum = 5,00 %

$$\text{Kadar aspal terhadap batuan} = \frac{5{,}00}{100 - 5{,}00} = 5{,}26\ \%$$

Untuk mengetahui hasil penelitian secara lengkap dapat dilihat dalam tabel pada lampiran 14 sampai lampiran 17.

Tabel 6.7 Urutan hitungan Metode Marshall

Untuk mendapatkan nilai aspal optimum pada gradasi atas

No	Keterangan	Hasil	Satuan
(1)	(2)	(3)	(4)
1.	t = tebal benda uji	= 65,940	mm
2.	a = jumlah aspal terhadap batuan	= 5,260	%
3.	b = jumlah aspal terhadap campuran	= 5,000	%
4.	c = berat kering	= 1175	gram
5.	d = berat SSD	= 1188	gram
6.	e = berat dalam air	= 656	gram

Tabel 6.7 Urutan hitungan Metode Marshall (lanjutan)

(1)	(2)	(3)	(4)
7.	f = volume (isi) = d - e	= 532	gram
8.	g = berat isi sampel = c / f	= 2,209	gram
9.	h = BJ maksimum $\text{BJ maks} = \dfrac{100}{\dfrac{\%\ \text{agregat}}{\text{BJ agregat}} + \dfrac{\%\ \text{aspal}}{\text{BJ aspal}}}$	= 2,388	gram / cm ^{3}
10.	$i = \dfrac{b \times g}{\text{BJ aspal}}$	= 11,495	-
11.	$j = \dfrac{(100 - b)\,g}{\text{BJ agregat}}$	= 81,009	-
12.	k = Jumlah kandungan rongga (100 - I - j)	= 7,495	%
13.	l = (100 - j) rongga terhadap agregat	= 18,991	%
14.	m = rongga terisi aspal (VFWA) 100 x (i / j)	= 60,547	%
15.	n = 100 - ((1000 x g / h))	= 7,495	%
16.	o = pembacaan arloji stabilitas	= 243	-
17.	p = o x kalibrasi proving ring	= 831,060	kg
18.	q = p x koreksi tebal sampel	= 831,060	kg
19.	r = flow (kelelahan plastis)	= 3,133	mm
20.	BJ Aspal	= 0,961	-
21.	BJ Agregat	= 2,591	-
22.	$\text{Marshall Quotient} = \dfrac{\text{Stabilitas}}{\text{Flow}}$	= 270,125	kg / mm

Tabel 6.8 Rekapitulasi hasil Tes Marshall

Kadar Aspal (%)	Hasil Pengujian				
	Stabilitas (kg)	VITM (%)	VFWA (%)	Flow (mm)	Marshall Quotient (kg / mm)
5,00	831,060	7,495	60,574	3,133	270,125
5,40	858,021	6,824	65,570	2,879	313,051
5,80	908,956	6,175	68,396	2,709	356,924

Adapun nilai kadar aspal optimum adalah sebagai berikut ini.

$$= \frac{\text{Stabilitas max} + \text{Density max} + \text{Median VITM}}{3}$$

$$= \frac{5{,}80 + 5{,}80 + 5{,}40}{3}$$

= 5,67 % digunakan kadar aspal optimum = 5,70 %

$$\text{Kadar aspal terhadap batuan} = \frac{5{,}70}{100 - 5{,}70} = 6{,}04\ \%$$

Untuk mengetahui hasil penelitian secara lengkap dapat dilihat dalam tabel pada lampiran 18 sampai lampiran 21.

Tabel 6.9 Data Marshall dengan kadar aspal optimum
Untuk gradasi bawah, gradasi tengah dan gradasi atas

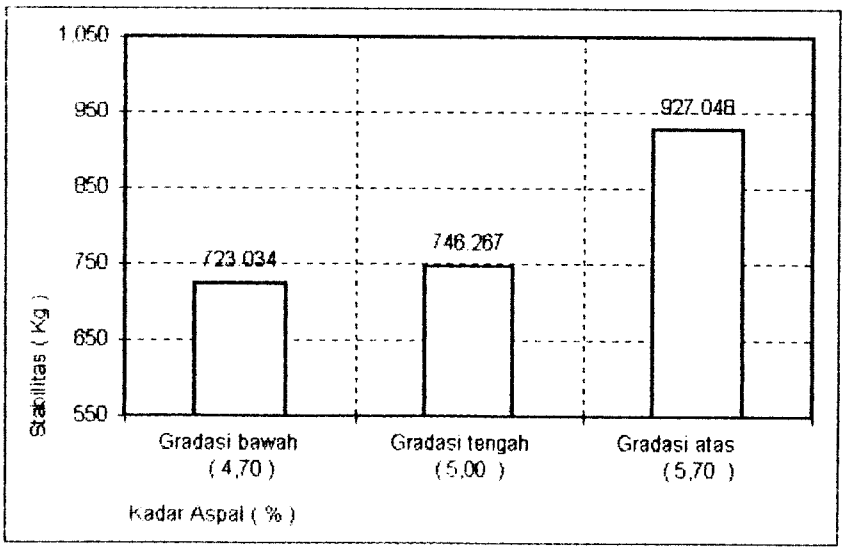
Kadar Aspal (%)	Hasil Pengujian					
	Density (gr / cc)	Stabilitas (kg)	VITM (%)	VFWA (%)	Flow (mm)	M. Quotient (kg / mm)
Spesifikasi		> 450	3 - 5	75 - 82	2 - 4,5	250 - 350
G. Bawah						
4,70	2,213	723,034	7,767	58,233	3,283	245,369
G. Tengah						
5,00	2,217	746,267	7,715	61,652	3,048	279,951
G. Atas						
5,70	2,219	927,048	6,074	68,368	2,879	346,588

Untuk mengetahui hasil penelitian secara lengkap dapat dilihat dalam tabel pada lampiran 22 dan lampiran 23.

6.3 Pembahasan

6.3.1 Pengaruh variasi gradasi terhadap Stabilitas

Nilai stabilitas menunjukkan besarnya kemampuan perkerasan untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas yang bekerja. Perencanaan nilai stabilitas suatu perkerasan sebanding dengan volume lalu lintas dan beban kendaraan yang memakai jalan tersebut. Jalan dengan volume lalu - lintas yang tinggi menuntut angka stabilitas yang lebih besar. Perkerasan yang mempunyai stabilitas yang terlalu rendah akan mudah mengalami deformasi akibat beban lalu lintas yang bekerja. Sebaliknya stabilitas yang terlalu tinggi menyebabkan campuran menjadi kaku , sehingga mudah retak bila menahan beban. Hubungan Stabilitas dengan kadar aspal pada kondisi optimum dapat dilihat pada Gambar 6.1 berikut ini.



Gambar 6.1 Hubungan Stabilitas dengan kadar aspal pada kondisi optimum Untuk gradasi bawah, gradasi tengah dan gradasi atas

Dari hasil penelitian pada Gambar 6.1 tampak bahwa gradasi atas mempunyai nilai stabilitas yang paling tinggi dibandingkan dengan gradasi tengah dan gradasi bawah. Dalam Tabel 6.10 dapat diketahui suatu hubungan terbalik antara jumlah agregat kasar dan nilai stabilitasnya. Dengan semakin meningkatnya jumlah agregat kasar yang digunakan, maka nilai stabilitasnya akan semakin turun. Hal ini disebabkan oleh banyaknya jumlah batuan dengan dimensi yang besar, yaitu tertahan saringan 2,36 mm akan menyebabkan nilai density atau kerapatannya berkurang yang berakibat nilai gesekan antar batuan akan semakin kecil. Dalam campuran dengan gradasi pada batas bawah akan memberikan kondisi yang menghasilkan nilai gesekan yang kecil di dalam campuran, yang disebabkan oleh batuan yang tidak dapat saling mengunci.

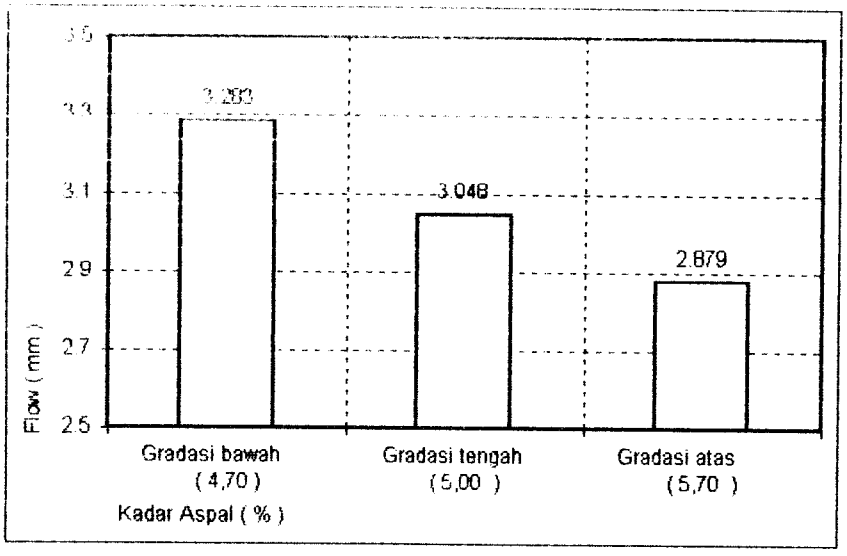
Tabel 6.10 Berat masing masing agregat untuk percobaan
Untuk gradasi bawah, gradasi tengah dan gradasi atas

Batasan Agregat	GRADASI					
	Gradasi Bawah		Gradasi Tengah		Gradasi Atas	
	%	Berat	%	Berat	%	Berat
Coarse Agregat CA	61.945	743.340	54.625	655.500	47.150	565.800
Medium Agregat MA	29.543	354.516	33.725	404.700	37.720	452.640
Fine Agregat FA	3.812	45.744	6.650	79.800	9.430	113.160
Berat MC 800	4.700	56.400	5.000	60.000	5.700	68.400
Total		1,200.000		1,200.000		1,200.000

Dengan mengacu persyaratan Bina Marga, maka nilai stabilitas untuk lalu lintas sedang adalah >450 kg, maka ketiga gradasi itu dalam penelitian ini memenuhi spesifikasi yang disyaratkan oleh Bina Marga.

6.3.2 Pengaruh variasi gradasi terhadap Kelelehan (Flow)

Nilai kelelehan (flow) menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi pada lapis perkerasan akibat beban lalu - lintas yang bekerja. Suatu campuran dengan nilai flow yang tinggi sampai pada batas maksimum menyebabkan campuran cenderung plastis, sehingga akan berubah bentuk bila menerima beban. Sebaliknya jika campuran mempunyai nilai flow kecil, maka campuran cenderung menjadi kaku dan jika beban yang bekerja melampaui daya dukungnya, maka perkerasan akan mudah retak (cracking). Hubungan flow dengan kadar aspal pada kondisi optimum dapat dilihat pada Gambar 6.2 berikut ini.



Gambar 6.2 Hubungan flow dengan kadar aspal pada kondisi optimum
Untuk gradasi bawah, gradasi tengah dan gradasi atas

Dari hasil penelitian tentang pengaruh variasi gradasi terhadap flow menunjukkan bahwa gradasi pada batas bawah memiliki nilai flow yang paling tinggi. Hal ini dapat disebabkan oleh tingkat kepadatan dalam campuran yang

terjadi. Campuran pada gradasi bawah memiliki jumlah batuan berukuran besar lebih banyak dibandingkan campuran pada gradasi atas. Hal ini akan menyebabkan campuran pada gradasi bawah menjadi tidak begitu padat dan mempunyai jumlah rongga kosong yang besar. Batuan - batuan dengan dimensi besar tersebut tidak dapat saling mengisi rongga - rongga kosong yang terjadi dalam campuran. Hal ini akan mengakibatkan campuran menjadi tidak kaku dan akan mengalami deformasi cukup besar .

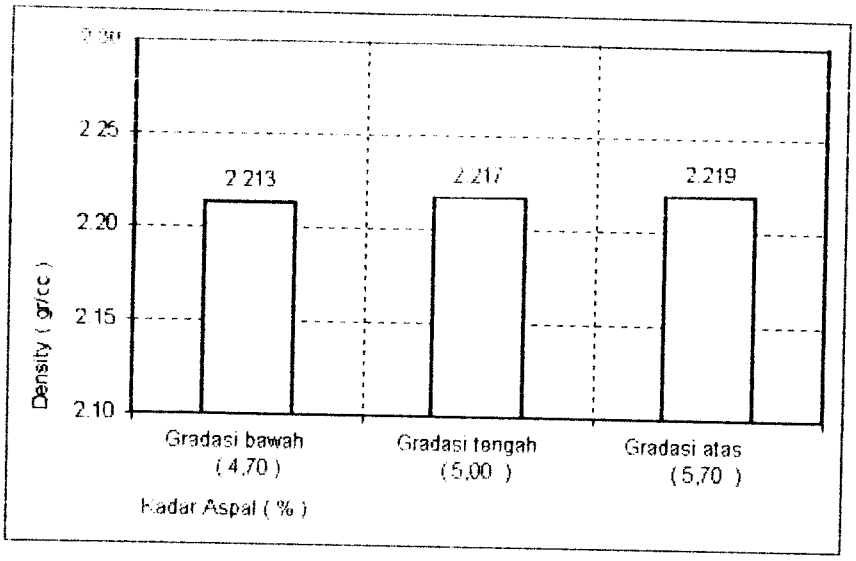
Sebaliknya dengan yang terjadi pada gradasi butiran pada batas atas dan pada batas tengah, campuran yang terjadi lebih bersifat plastis dan kaku. Hal ini disebabkan oleh batuan dengan dimensi kecil yang akan mengisi rongga antar batuan, yang mengakibatkan campuran yang terjadi akan lebih padat dan deformasi yang terjadi akan kecil nilainya .

Nilai kelelehan (flow) yang mengacu persyaratan Bina Marga untuk beban lalu - lintas sedang, yaitu antara 2 mm - 4,5 mm. Dari hasil di atas maka semua campuran memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.

6.3.3 Pengaruh variasi gradasi terhadap Density (kepadatan)

Nilai density menunjukkan besarnya tingkat kepadatan suatu campuran yang telah dipadatkan. Campuran dengan kepadatan tinggi akan mampu menahan beban yang besar dibandingkan dengan dengan campuran yang mempunyai kepadatan rendah, hal ini disebabkan agregat dengan kepadatan tinggi mempunyai bidang kontak yang besar, sehingga gaya gesek antar butir menjadi besar pula. Selain itu, density juga mempengaruhi kekedapan campuran, semakin besar nilai density, campuran semakin kedap terhadap air dan udara.

Dari hasil penelitian tentang pengaruh variasi gradasi terhadap density dapat dilihat dari Gambar 6.3 , berikut ini.



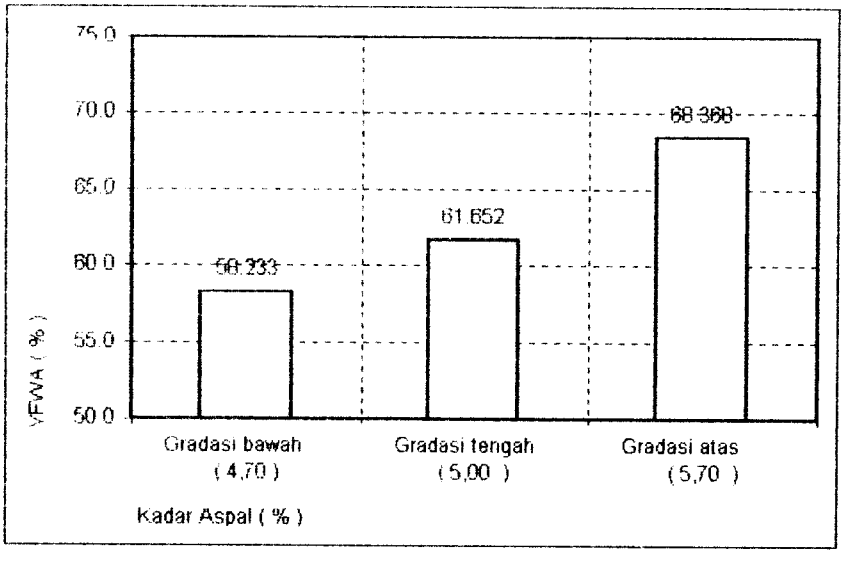
Gambar 6.3 Hubungan density dengan kadar aspal pada kondisi optimum Untuk gradasi bawah, gradasi tengah dan gradasi atas

Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa kepadatan yang terbesar terjadi gradasi atas dan kepadatan terkecil pada gradasi bawah. Campuran pada gradasi atas memiliki jumlah batuan dengan dimensi kecil lebih banyak dibandingkan dengan campuran pada gradasi yang lain. Batuan - batuan dengan dimensi yang kecil ini akan mengisi rongga - rongga kosong yang terjadi, sehingga campuran akan lebih padat. Campuran yang padat tersebut akan menghasilkan agregat dengan bidang kontak yang besar, sehingga menghasilkan gaya gesekan dan tingkat kekedapan yang tinggi.Dengan nilai kekedapan yang tinggi mengakibatkan keawetan campuran semakin bertambah.

6.3.4 Pengaruh variasi gradasi terhadap Void Filled With Asphalt (VFWA)

Nilai VFWA menunjukkan prosentase besarnya rongga dalam campuran yang dapat terisi oleh aspal. Besarnya nilai VFWA berpengaruh terhadap kekedapan dan keawetan suatu perkerasan.

Bila nilai VFWA besar berarti banyak rongga yang terisi aspal sehingga kekedapan campuran terhadap air dan udara akan menjadi tinggi. Bila VFWA terlalu tinggi dapat menyebabkan deformasi yang disebabkan rongga terlalu sedikit, sehingga bila perkerasan menerima beban maka sebagian aspal akan mencari tempat kosong dengan naik ke permukaan (bleeding). Sebaliknya bila nilai VFWA terlalu kecil maka kekedapan perkerasan akan semakin kecil. Hal ini karena banyak rongga - rongga yang kosong dan mengakibatkan air mudah masuk kedalamnya dan mengoksidasi aspal dalam campuran sehingga keawetan perkerasan akan berkurang.



Gambar 6.4 Hubungan VFWA dengan kadar aspal pada kondisi optimum
Untuk gradasi bawah, gradasi tengah dan gradasi atas

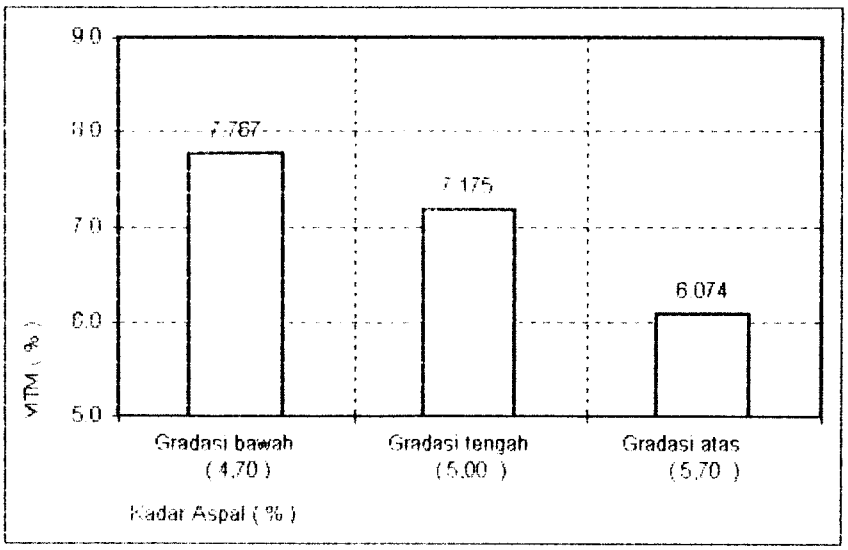
Gradasi berpengaruh terhadap nilai VFWA karena gradasi berguna untuk menentukan prosentase antara berat agregat kasar dan agregat halus.

Dari Gambar 6.4 terlihat bahwa pada hasil penelitian dengan gradasi atas mempunyai nilai VFWA yang lebih besar daripada gradasi tengah dan gradasi bawah. Gradasi atas mempunyai prosentase agregat halus yang lebih banyak dibandingkan dengan gradasi bawah. Dengan meningkatnya jumlah agregat halus, maka penyerapan agregat terhadap aspal akan semakin besar. Hal ini berakibat jumlah rongga yang terisi aspal akan semakin banyak dan rongga kosong yang terjadi akan semakin kecil jumlahnya. Aspal yang terdapat dalam campuran tersebut akan menyelimuti batuan dan mengisi rongga yang masih kosong.Semakin besar nilai rongga terisi aspal , maka keawetan campuran akan bertambah.

Nilai VFWA yang mengacu pada persyaratan oleh Bina Marga untuk lalu lintas sedang adalah 75 % - 82 %. Dari hasil di atas maka semua campuran tidak memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan..

6.3.5 Pengaruh variasi gradasi terhadap Void In The Mix (VITM)

Nilai VITM (Void In The Mix) menunjukkan banyaknya rongga yang terdapat di dalam campuran.VITM berpengaruh terhadap kekedapan campuran . Apabila nilai VITM besar berarti banyak terdapat rongga dalam campuran sehingga kurang kedap terhadap pengaruh udara dan air , akibatnya aspal akan mudah teroksidasi sehingga keawetan aspal akan berkurang. Sebaliknya bila nilai VITM terlalu kecil maka campuran rapat dan aspal sulit menembus rongga sehingga saat menerima lalu lintas akan mengalami deformasi bila menerima beban lalu lintas yang berlebihan. Hasil penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 6.5, berikut ini.



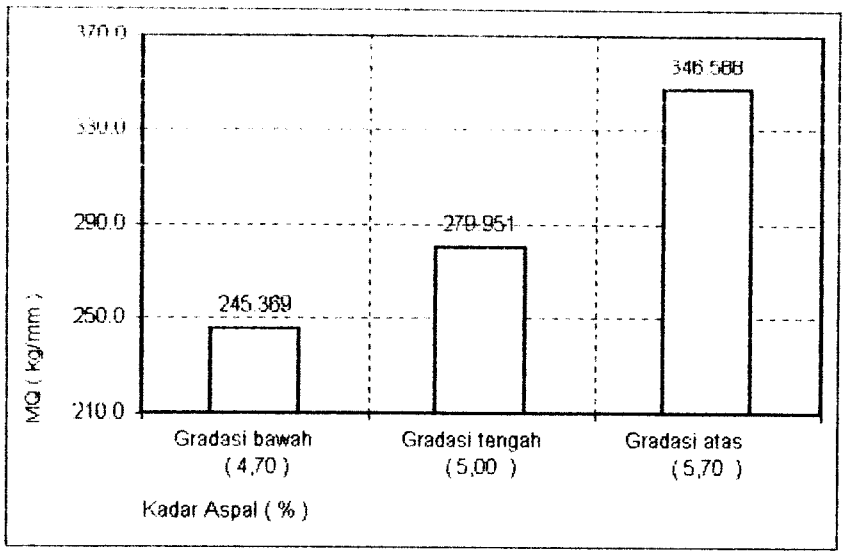
Gambar 6.5 Hubungan VITM dengan kadar aspal pada kondisi optimum Untuk gradasi bawah, gradasi tengah dan gradasi atas

Dari hasil penelitian di atas dapat dilihat bahwa nilai VITM akan naik pada gradasi bawah sejalan dengan semakin banyaknya agregat kasar yang terdapat dalam campuran. Dengan semakin banyaknya agregat kasar pada gradasi bawah tersebut, maka campuran akan memiliki rongga yang semakin besar. Hal ini disebabkan pada gradasi bawah, agregat dengan dimensi kecil tidak dapat mengisi rongga - rongga yang terjadi karena jumlahnya yang lebih sedikit daripada yang terdapat pada gradasi atas. Semakin besar rongga dalam campuran menyebabkan keawetan campuran berkurang sebaliknya bila rongga dalam campuran semakin kecil akan menyebabkan retak (cracking) , karena kurang lentur untuk menahan deformasi.

Nilai VITM yang mengacu pada persyaratan oleh Bina Marga untuk lalu lintas sedang adalah 3 % - 5 %. Dari hasil di atas maka semua campuran tidak memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.

6.3.6 Pengaruh variasi gradasi terhadap Marshall Quotient (QM)

Marshall Quotient (QM) merupakan hasil bagi antara stabilitas dan kelelehan yang digunakan sebagai pendekatan terhadap tingkat kekakuan atau fleksibilitas campuran . Nilai Marshall Quotient yang tinggi menunjukkan kekakuan lapis perkerasan yang tinggi yang menimbulkan retak. Keadaan sebaliknya apabila nilai Marshall Quotient terlalu rendah, menunjukkan campuran terlalu fleksibel (plastis) yang berakibat perkerasan mudah mengalami deformasi pada saat menerima beban lalu lintas. Hasil penelitian laboratorium dapat dilihat pada Gambar 6.6 berikut ini.



Gambar 6.6. Hubungan QM dengan kadar aspal pada kondisi optimum Untuk gradasi bawah, gradasi tengah dan gradasi atas

Dari Gambar 6.6 di atas menunjukkan adanya nilai QM yang terbesar pada gradasi atas dan semakin menurun pada gradasi tengah dan bawah. Nilai QM ditentukan oleh hubungan terbalik antara stabilitas dan nilai kelelehannya. Angka kepadatan yang tinggi yang mengakibatkan stabilitas yang tinggi pula dengan nilai kelelehan yang kecil akan menyebabkan nilai Marshall Quotient yang besar. Akibat nilai Marshall Quotient yang besar maka campuran yang terjadi akan lebih kaku bila dibandingkan dengan campuran pada gradasi yang lainnya. Apabila nilai kelelehan yang dihasilkan tinggi dengan angka stabilitas yang rendah seperti pada gradasi bawah, maka nilai marshall quotient akan semakin kecil pula.

Nilai Marshall Quotient yang mengacu pada persyaratan Bina Marga untuk lalu lintas sedang adalah (200 - 350) Kg / mm. Dari hasil di atas maka semua campuran memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.

6.3.7 Evaluasi hasil laboratorium

Hasil evaluasi uji Marshall dengan kadar aspal optimum secara keseluruhan dapat dilihat dalam Tabel 6.9. Penelitian dilakukan pada gradasi batas bawah, gradasi batas tengah dan gradasi batas atas dengan beban lalu - lintas sedang.

Semakin bertambahnya jumlah agregat halus dalam campuran pada batas gradasi atas, maka akan mengakibatkan naiknya nilai stabilitas, nilai density, nilai VFWA dan nilai Marshall Quotient. Tapi hal itu akan menyebabkan turunnya nilai flow dan nilai VITM dalam campuran. Agregat halus tersebut akan mengisi rongga kosong dalam campuran. Ketika perkerasan dipadatkan, maka agregat halus akan bergerak mengisi tempat - tempat yang kosong, sehingga campuran akan semakin padat dan memiliki ikatan antar butiran yang kuat.

Konstruksi perkerasan jalan yang baik ditentukan oleh sifat bahan - bahan penyusunnya, khususnya perilaku aspal apabila telah dicampur. Unsur pokok yang harus diperhatikan adalah nilai stabilitas perkerasan, nilai fleksibilitas, nilai durabilitas, kemudahan dalam pelaksanaan dan ketahanan kelelehan.

Nilai stabilitas berbanding lurus dengan volume lalu - lintas dan beban kendaraan yang lewat. Perkerasan dengan batuan pada batas gradasi atas akan mampu menahan volume lalu - lintas yang tinggi ataupun lalu - lintas dengan beban yang berat. Hal ini akibat nilai stabilitas yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan pada batas gradasi bawah, sehingga perkerasan pada batas atas terdapat batuan yang saling mengunci dan memiliki tingkat kepadatan yang tinggi.

Nilai keawetan atau " durability " perkerasan pada batas atas lebih baik sejalan dengan meningkatnya jumlah agregat halus yang terdapat pada gradasi atas. Agregat halus tersebut akan mengisi rongga - rongga kosong yang ada dalam campuran, sehingga akan terbentuk perkerasan dengan gradasi rapat dengan ikatan antar batuan yang kuat. Hal itu akan meningkatkan kemampuan perkerasan dalam menahan pengaruh cuaca, air dan perubahan suhu.

Apabila jumlah aspal yang mengisi rongga bertambah banyak, maka hal tersebut akan mengurangi jumlah rongga kosong dalam campuran. Perkerasan pada gradasi batas atas akan memiliki kepadatan / density tinggi akibat banyaknya jumlah aspal yang menyelimuti agregat dan mengisi rongga kosong dalam campuran. Hal tersebut mengakibatkan nilai VITM menjadi rendah

Campuran dengan gradasi batuan yang seimbang akan semakin mudah dalam pengerjaannya atau dalam pencampurannya. Batuan dengan gradasi pada

batas atas akan memiliki luas permukaan batuan yang kecil karena kandungan agregat halusnya lebih banyak. Hal ini akan mengakibatkan aspal mudah menyelimuti batuan. Namun pada batas gradasi bawah terdapat batuan kasar dengan luas permukaan yang harus diselimuti aspal cukup luas, sehingga aspal akan sulit menyelimuti batuan tersebut.

Perkerasan akan menjadi kaku atau tidak fleksibel sejalan dengan meningkatnya nilai stabilitasnya. Nilai stabilitas yang tinggi pada campuran akan menjadikan perkerasan menjadi lebih kaku, sehingga perkerasan akan rusak ataupun retak bila mendapatkan beban lalu - lintas yang tinggi. Jika perkerasan diletakkan pada tanah dengan daya dukung yang kecil atau tanah yang lembek, maka konstruksi jalan tersebut akan rusak bila mendapatkan beban permanen.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Gradasi atas menghasilkan nilai stabilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan gradasi lainnya. Hal ini menunjukkan gradasi atas lebih tahan terhadap adanya deformasi.

2. Gradasi bawah menghasilkan nilai flow yang lebih baik dibandingkan dengan gradasi lain. Dengan nilai flow yang tinggi maka ini menunjukkan gradasi bawah lebih tinggi kelelehannya.

3. Gradasi atas menghasilkan nilai density yang lebih tinggi dibanding gradasi lain. Dengan nilai density yang lebih tinggi menunjukkan bahwa gradasi atas mempunyai tingkat keawetan dan stabilitas yang lebih baik.

4. Gradasi atas mempunyai nilai Void In The Mix (VITM) lebih baik dari gradasi lain. Hal ini menyebabkan gradasi atas mempunyai tingkat keawetan lebih tinggi.

5. Gradasi atas mempunyai nilai Void Filled With Asphalt (VFWA) yang paling tinggi dari gradasi lainnya. Dengan nilai VFWA yang paling tinggi

maka gradasi atas mempunyai tingkat kepadatan dan tingkat keawetan yang lebih baik dari gradasi lain.

6. Gradasi tengah mempunyai nilai Marshall Quotient yang paling tepat, karena tingkat fleksibilitasnya cukup dan nilai stabilitasnya cukup, dan campuran ini tidak kaku dalam menerima beban lalu - lintas. Pada gradasi atas dengan nilai Marshall Quotient yang terlalu besar ada kecenderungan untuk mengakibatkan retak , sedangkan pada gradasi bawah dengan nilai Marshall Quotient terlalu kecil ada kecenderungan untuk mengakibatkan deformasi permanen .

7. Dari hasil penelitian ini , dapat disimpulkan bahwa campuran yang akan dibuat disesuaikan dengan beban lalu lintas yang lewat . Untuk beban lalu lintas tinggi dapat digunakan campuran gradasi tengah dengan kecenderungan ke atas , sedangkan untuk beban lalu - lintas sedang dapat digunakan campuran gradasi tengah dengan kecenderungan ke bawah.

7.2. Saran

1. Untuk menutupi kelemahan dari sifat - sifat perkerasan dengan bahan ikat MC 800 yaitu nilai VITM yang tinggi dan nilai VFWA yang rendah, maka perlu dicari kemungkinan penambahan bahan tambah untuk mengatasi permasalahan tersebut.

2. Aspal cut back jenis MC 800 masih membutuhkan pemanasan dalam pelaksanaannya, sehingga masih dibutuhkan penelitian lanjutan untuk menentukan jenis aspal cut back yang paling baik dan tepat digunakan

DAFTAR PUSTAKA

1. AASHTO, 1982, Standart Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling And Testing, Part I - Specifications, Thirteenth Edition.
2. AASHTO, 1982, Standart Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling And Testing, Part II - Methods of Sampling and Testing, Thirteenth Edition.
3. Asphalt Institute, 1983, Asphalt Technology and Construction Practices, Educational series No 1.
4. Asphalt Institute, 1989, Asphalt Cold Mix Manual, Manual Series No. 14 (MS-14).
5. Asphalt Paving Technology, 1975, Vol 44, Proceedings Association of Asphalt Paving Technology Technical Sessions, Arizona
6. Asphalt Paving Technology, 1989, Vol 58, Proceedings Association of Asphalt Paving Technology Technical Sessions, Arizona
7. Departemen Pekerjaan Umum, Ditjen Bina Marga, 1976, Manual Pemeriksaan Bahan Jalan.
8. Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Bina Teknik, No 12 / PT / B / 1983, Petunjuk Pelaksanaan LASTON
9. Departemen Pekerjaan Umum, 1994, Pengkajian Perencanaan Campuran Dan Spesifikasi Beton Aspal Campuran Dingin, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan, Bandung

10. Indrasurya B dan Sudjanarko, 1987, Jalan Raya II , Penerbit ITS ,Surabaya.

11. Krebs, R.D and Walker. R, 1971, Highway Material, McGraw-Hill Book Company .

12. Kardiyono Tjokrodimuljo, 1992, Teknologi Beton, Penerbit Universitas Gadjah Mada

13. LS Hitch and M Stewart, 1987, Transport and Research Laboratory, California

14. Silvia Sukirman, 1993, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Penerbit Nova , Bandung .

15. Wright, Paul H and Paquette, Radnor J, 1979, Highway Engineering, John Willey and Sons .

PENUTUP

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada penyusun, sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Dalam tugas akhir ini, penyusun telah berusaha sebaik - baiknya menyampaikan hasil penelitian yang penyusun dapatkan. Kritik dan saran yang bersifat membangun guna menyelesaikan Tugas Akhir ini, sangat diharapkan oleh penyusun.

Penyusun mengucapkan banyak terima kasih, terutama kepada bapak Ir. H Balya Umar, MSc selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Ir. Subarkah, MT selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing penyusun dari awal hingga akhir secara baik dan sabar, disamping telah meluangkan tenaga, waktu dan pikiran untuk memeriksa Tugas Akhir ini hingga selesai.

Semoga amal ibadahnya diberikan balasan oleh Allah SWT. *Amiin.*

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

LAMPIRAN

LABORATORIUM JALAN RAYA
Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta - 55584.

PEMERIKSAAN
KEAUSAN DENGAN MESIN LOS ANGELES

Contoh dari : PT Perwita Karya
Jenis Contoh : Agregat tertahan saringan 12,7 mm dan 9,51 mm.
Diperiksa tgl : 28 November 1998

Ukuran saringan		Benda
Lewat (mm)	Tertahan (mm)	Uji I
76,20	63.50	-
63,50	50.80	-
50,80	38.10	-
38.10	25.40	-
25,40	19.05	-
19.05	12.70	2500
12.70	9.51	2500
9.51	6.35	-
6.35	4.75	-
4,75	2.36	-
Jumlah benda uji (gram)	*A*	5000 gram
Jumlah tertahan di saringan no. 12	*B*	3635 gram

$$\text{KEAUSAN} = \frac{(A - B)}{A} \times 100\,\% = \frac{(5000 - 3635)}{5000} \times 100\,\% = 27{,}30\,\%$$

Diperiksa oleh :

(Ir. Subarkah, MT)

LABORATORIUM JALAN RAYA
Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta - 55584.

PEMERIKSAAN
KELEKATAN AGREGAT TERHADAP ASPAL

Contoh dari : PT Perwita Karya
Jenis Contoh : Agregat lolos saringan 9,55 mm,tertahan saringan 6,353 mm dan Aspal MC 800
Diperiksa tgl : 28 November 1998

Pemanasan Benda Uji	Pembacaan Suhu (^{0}C)	Pembacaan Waktu (WIB)
Mulai Pemanasan	70	09.25
Selesai Pemanasan	180	09.50
Didiamkan Pada Suhu Ruang		
Mulai	180	09.50
Selesai	30	11.00
Pemeriksaan		
Mulai	27	11.10
Selesai	27	11.15

Benda Uji	Prosen Yang Diselimuti Aspal
I	98 %
II	99 %
Nilai Rata - Rata	98,5 %

Diperiksa oleh :

(Ir. Subarkah, MT)

LABORATORIUM JALAN RAYA
Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta - 55584

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS dan PENYERAPAN AGREGAT HALUS

Contoh dari : PT Perwita Karya
Jenis Contoh : Agregat lolos saringan no. 4
Diperiksa tgl : 27 November 1998 dan 28 November 1998

Pemeriksaan		Benda Uji	
		I	II
Berat benda dalam keadaan basah jenuh	*SSD*	500 gram	500 gram
Berat benda uji kering open	*Bk*	487 gram	489 gram
Berat piknometer diisi air (25 °C)	*B*	684 gram	688 gram
Berat piknometer + benda uji *SSD* + air (25 °C)	*Bt*	993 gram	995 gram

Perhitungan	Benda Uji		Nilai Rata - rata
	I	II	
Berat Jenis (Bulk)	2,549	2,536	2,543
BJ. dalam keadaan basah jenuh	2,617	2,590	2,604
BJ. Semu (Apparent)	2,736	2,687	2,712
Penyerapan (Absorption)	2,669	2,230	2,450

KETERANGAN :

- Berat Jenis $= \dfrac{Bk}{B + 500 - Bt}$
- BJ Semu $= \dfrac{Bk}{B + Bk - Bt}$
- BJ Permukaan Jenuh $= \dfrac{500}{B + 500 - Bt}$
- Penyerapan $= \dfrac{500 - Bk}{Bk} \times 100\ \%$

Diperiksa oleh :

(Ir. Subarkah, MT)

LABORATORIUM JALAN RAYA
Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta - 55584.

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS dan PENYERAPAN AGREGAT KASAR

Contoh dari : PT Perwita Karya
Jenis Contoh : Agregat tertahan saringan no. 4
Diperiksa tgl : 27 November 1998 dan 28 November 1998

Pemeriksaan		Benda Uji
Berat benda uji kering open	*Bk*	1955,00 gram
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh (SSD)	*Bj*	1982,00 gram
Berat benda uji di dalam air	*Ba*	1227,50 gram

Perhitungan	Hasil Perhitungan
Berat Jenis (Bulk)	2,591
BJ. Kering dalam keadaan basah jenuh (SSD)	2,629
BJ. Semu (Apparent)	2,885
Penyerapan (Absorption)	1,381

KETERANGAN :

- Berat Jenis $= \dfrac{Bk}{Bj - Ba}$
- BJ Semu $= \dfrac{Bk}{Bk - Ba}$
- BJ Permukaan Jenuh $= \dfrac{Bj}{Bj - Ba}$
- Penyerapan $= \dfrac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\ \%$

Diperiksa oleh :

(Ir. Subarkah, MT)

LABORATORIUM JALAN RAYA
Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta - 55584.

PEMERIKSAAN
SAND EQUIVALENT

Contoh dari : PT Perwita Karya
Jenis Contoh : Agregat lolos saringan no. 4
Diperiksa tgl : 28 November 1998

Pemeriksaan		Benda Uji	
		I	II
Waktu sedimentasi	*Start*	09.40 WIB	09.45 WIB
	Stop	10.00 WIB	10.05 WIB
Skala pasir		3,6	3,5
Skala lumpur		4,7	4,6
$SE = \frac{\text{Skala Pasir}}{\text{Skala Lumpur}} \times 100\ \%$		76,595	76,31
Kadar Lumpur		23,305	23,69
Sand Equivalent rata - rata		76,45	

$$SE = \frac{\text{Skala Pasir}}{\text{Skala Lumpur}} \times 100\ \%$$

$$SE = 76{,}45\ \%$$

Diperiksa oleh :

(Ir. Subarkah, MT)

LABORATORIUM TEKNIK TRANSPORTASI
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
UNIVERSITAS GADJAH MADA

PEMERIKSAAN
KEKENTALAN (VISCOSITY)

Contoh dari : PT Perwita Karya
Jenis Contoh : Aspal MC 800 (AC 60/70 = 86 % + Minyak Tanah = 14 %)
Diperiksa tgl : 2 Desember 1998

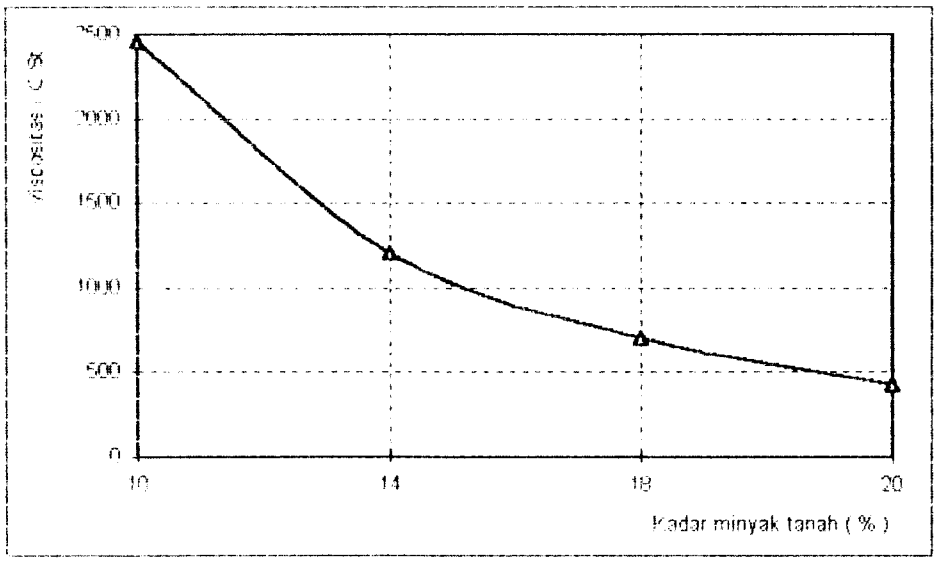
Pemeriksaan		Pembacaan	
		Waktu	Suhu
Persiapan Alat	Mulai Jam Selesai Jam	11.15 11.20	
Pemanasan sampai suhu 60 ° C	Mulai Jam Selesai Jam	11.25 11.35	60 ° C
Pemeriksaan	Mulai Jam Selesai Jam	11.35 13.15	

Viscositas	Contoh	
	Waktu (detik)	Cst
Pengamatan	4440	1087

LABORATORIUM TEKNIK TRANSPORTASI
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
UNIVERSITAS GADJAH MADA

GRAFIK HUBUNGAN ANTARA KADAR PELARUT DAN ANGKA KEKENTALAN

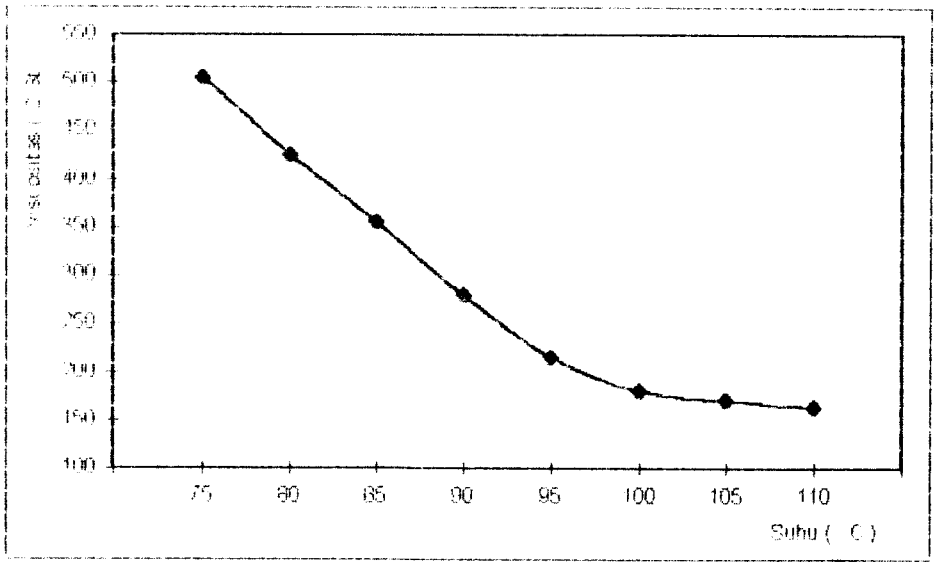
No	Kadar Minyak Tanah (%)	Viscositas (C.St)
1	10	2450
2	14	1205
3	18	700
4	20	425



LABORATORIUM TEKNIK TRANSPORTASI
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
UNIVERSITAS GADJAH MADA

GRAFIK HUBUNGAN ANTARA VISCOSITAS DENGAN SUHU PEMADATAN DAN PENCAMPURAN

No	Suhu	Viscositas
1	75	505
2	80	425
3	85	355
4	90	279
5	95	215
6	100	180
7	105	170
8	110	163



LABORATORIUM JALAN RAYA
Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta - 55584.

PEMERIKSAAN
TITIK NYALA dan TITIK BAKAR

Contoh dari : PT Perwita Karya
Jenis Contoh : Aspal MC 800 (AC 60/70 = 86 % + Minyak Tanah = 14 %)
Diperiksa tgl : 28 November 1998

Pemanasan Benda Uji	Pembacaan Suhu	Pembacaan Waktu (WIB)
Mulai Pemanasan	35	09.25
Selesai Pemanasan	110	09.50
Didiamkan Pada Suhu Ruang		
Mulai	110	09.50
Selesai	45	11.30
Pemeriksaan		
Mulai	110	11.40
Selesai	150	11.50

Benda Uji	Titik Nyala (^{o}C)	Titik Bakar (^{o}C)
I	115	145
II	125	150
Nilai Rata - Rata	120	147,5

Diperiksa oleh :

(Ir. Subarkah, MT)

LABORATORIUM TEKNIK TRANSPORTASI
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
UNIVERSITAS GADJAH MADA

PEMERIKSAAN
PENYULINGAN ASPAL CAIR

Contoh dari : PT Perwita Karya
Jenis Contoh : Aspal MC 800 (AC 60/70 = 86 % + Minyak Tanah = 14 %)
Diperiksa tgl : 2 Desember 1998

Pemeriksaan		Pembacaan	
		Waktu	Suhu
Persiapan Alat	Mulai Jam	11.45	
	Selesai Jam	12.05	
Pemeriksaan	Penyulingan 200 ml		
	Mulai Jam	12.05	
	Tetes Pertama		
	Mulai Jam	12.30	290 ° C
	Selesai Jam	13.10	
	Dituang Jam	13.20	

Penyulingan 200 ml	Contoh	
	ml	%
Pengamatan sampai dengan suhu :		
190 ° C	-	-
225 ° C	-	-
260 ° C	-	-
315 ° C	6.16	53
360 ° C	11.6	100
Sisa penyulingan pada suhu 360 ° C	94,2 %	

LABORATORIUM JALAN RAYA
Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta - 55584.

PEMERIKSAAN
DAKTILITAS (DUCTILITY) / RESIDUE

Contoh dari : PT Perwita Karya
Jenis Contoh : Aspal MC 800 (AC 60/70 = 86 % + Minyak Tanah = 14 %)
Diperiksa tgl : 28 November 1998

Persiapan Benda Uji	Contoh dipanaskan	15 menit	Pembacaan suhu oven ± 135° C
Mendinginkan Benda Uji	Didiamkan pada suhu ruang	60 menit 13.40 - 14.40	
Perendaman Benda Uji	Direndam dalam Water Bath pada suhu 25° C	60 menit 14.40 - 15.40	Pembacaan suhu Water Bath ± 25° C
Pemeriksaan	Daktilitas pada 25° C 5 cm per menit	20 menit 15.40 - 16.00	Pembacaan suhu alat ± 25° C

Daktilitas pada 25° C (5 cm per menit)	Pembacaan pengukur pada alat
Pengamatan I	> 150
Pengamatan II	> 150
Nilai Rata - Rata	> 150

Diperiksa oleh :

(Ir. Subarkah, MT)

LABORATORIUM JALAN RAYA
Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta - 55584

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS ASPAL

Contoh dari : PT Perwita Karya
Jenis Contoh : Aspal MC 800 (AC 60/70 = 86 % + Minyak Tanah = 14 %)
Diperiksa tgl : 27 November 1998

No	Urutan Pemeriksaan	Berat
1	Berat vicnometer kosong	28.35 gram
2	Berat vicnometer + Aquadest	76.00 gram
3	Berat air (2 - 1)	47.65 gram
4	Berat vicnometer + Asphalt	46.85 gram
5	Berat Asphalt (4 - 1)	18.50 gram
6	Berat vicnometer + Asphalt + Aquadest	78.35 gram
7	Berat airnya saja (6 - 4)	28.40 gram
8	Volume Asphalt	19.25 gram
9	Berat Jenis Asphalt : berat / vol (5 / 8)	0.961gram

Diperiksa oleh :

(Ir. Subarkah, MT)

LABORATORIUM JALAN RAYA
Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta - 55584.

ANALISA SARINGAN AGREGAT UNTUK PEMBUATAN BENDA UJI

Contoh dari : PT Perwita Karya
Jenis Agregat : Agregat pada Spesifikasi Batas Bawah
Jenis Aspal : Cut Back MC 800
Diperiksa tgl : 25 November 1998

Ukuran Saringan	Prosen Spesifikasi	Perhitungan berat tertahan tiap saringan					
		MC 800 = 5,00 %		MC 800 = 4,40 %		MC 800 = 4,80 %	
		Berat	Total	Berat	Total	Berat	Total
3/4	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1/2	20	230.40	230.40	229.44	229.44	228.48	228.48
3/8	30	115.20	345.60	114.72	344.16	114.24	342.72
No.4	50	230.40	576.00	229.44	573.60	228.48	571.20
No.8	65	172.80	748.80	172.08	745.68	171.36	742.56
No. 30	82	195.84	944.64	195.02	940.70	194.21	936.77
No. 50	87	57.60	1,002.24	57.36	998.06	57.12	993.89
No. 100	92	57.60	1,059.84	57.36	1,055.42	57.12	1,051.01
No. 200	96	46.08	1,105.92	45.89	1,101.31	45.70	1,096.70
Pan	100	46.08	1,152.00	45.89	1,147.20	45.70	1,142.40
MC 800		48.00	1,200.00	52.80	1,200.00	57.60	1,200.00

Catt. = Masing - masing dibuat 3 buah benda uji

Diperiksa oleh :

(Ir. Subarkah, MT)

PERHITUNGAN TES MARSHALL
GRADASI PADA BATAS BAWAH

Asal material : *PT Pewita Karya - Yogyakarta*
Dikerjakan Oleh : *Muh Agung Ikanegara*
Ferry Agus Wibowo

Tanggal : 9 - 10 Desember 1996
Dosen Pembimbing : Ir. Balya Umar MSC
Ir. Subarkah, MT

	Tebal	% Aspal		Berat			Volume	Berat isi	BJ maks			Jumlah	Rongga thd	Rongga yg	Rongga yg	Pembacaan	o x kalibrasi	p x koreksi	FLOW	Marshall
	benda uji	thd bat	thd camp	kering	SSD	dlm air	(isi)	sample	teoritis			rongga	agregat	terisi aspal	terisi camp	stabilitas	proving ring	tbl sample	Kelelahan	Quotient
No	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	QM
1	67.283	4.17	4.00	1174	1189	653	536	2.190	2.426	9.117	81.153	9.730	18.847	48.374	9.730	0	0.000	0.000	0.000	0.000
2	68.500	4.17	4.00	1175	1189	656	531	2.213	2.426	9.210	81.987	8.802	18.013	51.133	8.802	235	803.700	771.552	4.572	175.787
3	68.630	4.17	4.00	1177	1189	657	532	2.212	2.426	9.209	81.973	8.819	18.027	51.082	8.819	151	516.420	516.420	5.080	101.657
	68.565	4.17	4.00	1176	1189	656	532	2.213	2.426	9.179	81.704	8.810	18.020	51.108	8.810	193	660.060	643.986	4.826	138.722
1	70.005	4.60	4.40	1178	1183	652	531	2.218	2.411	10.157	81.854	7.986	18.146	55.976	7.986	201	687.420	639.301	4.572	150.354
2	68.416	4.60	4.40	1182	1188	659	529	2.234	2.411	10.230	82.443	7.327	17.557	58.268	7.327	191	653.220	627.091	4.318	151.278
3	68.250	4.60	4.40	1172	1182	650	532	2.203	2.411	10.067	81.284	8.629	18.716	53.694	8.629	285	974.700	770.760	4.064	239.636
	68.890	4.60	4.40	1177	1184	654	531	2.219	2.411	10.158	81.860	7.981	18.140	56.046	7.978	226	771.780	679.051	4.318	180.490
1	66.600	5.04	4.80	1181	1189	658	531	2.224	2.396	11.109	81.719	7.172	18.281	60.769	7.172	232	793.440	761.702	3.048	250.315
2	67.250	5.04	4.80	1176	1184	655	529	2.223	2.396	11.104	81.681	7.215	18.319	60.613	7.215	241	824.220	791.251	3.556	231.783
3	69.416	5.04	4.80	1179	1184	654	530	2.225	2.396	11.111	81.735	7.154	18.265	60.832	7.154	225	769.500	715.635	3.556	216.395
	67.755	5.04	4.80	1179	1186	656	530	2.224	2.396	11.108	81.712	7.180	18.288	60.738	7.185	233	795.720	756.190	3.387	236.164

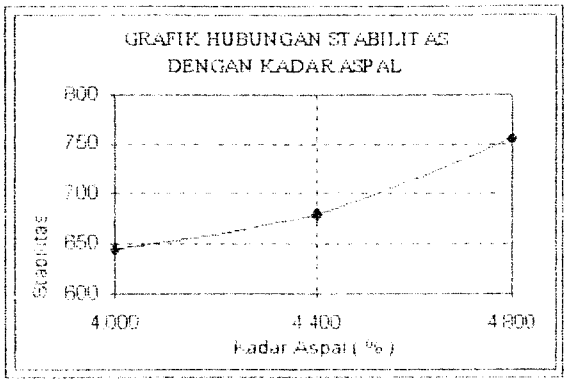
t = Tebal benda uji
a = % Aspal terhadap batuan
b = % Aspal terhadap campuran
c = Berat kering (sebelum direndam)
d = Berat dalam keadaan SSD
e = Berat di dalam air
f = Volume (isi) d - e
g = Berat isi c / f
h = BJ maksimum (100 /(% Agr/Bj Agr+%Asp/Bj Asp))

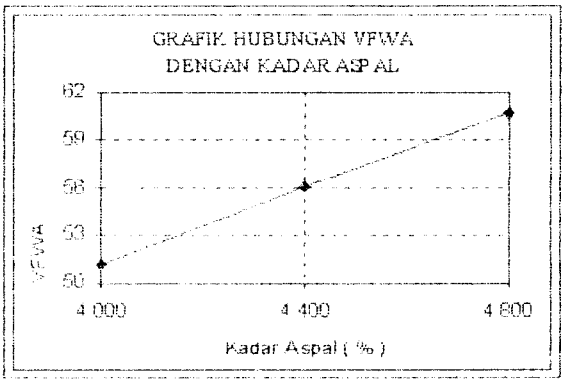
i = (b/g) / Bj Asp
j = (100-b)/g / Bj Agr
k = Jumlah kand. rongga (100-i-j)
l = % Rongga terh. agr (100 - j)
m = % Rongga yg terisi aspal (VFWA)(100x(i/l))
n = % Rongga thd campuran 100-(100x(g/h))
o = Pembacaan arloji stabilitas
p = 0 x kalibrasi proving ring
q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)

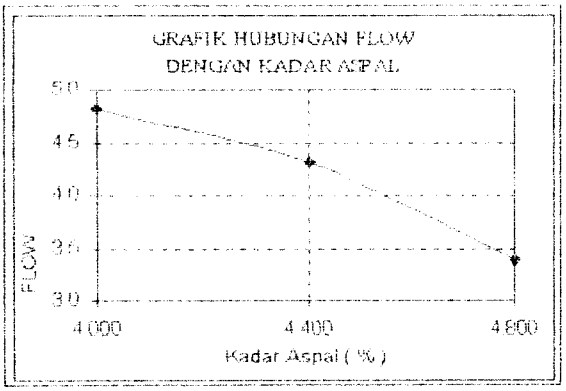
r = Flow (kelelahan plastis)
QM = Marshall Quotient
Suhu pencampuran = 105 Celcius
Suhu pemadatan = 90 Celcius
Suhu Waterbath = 60 Celcius
Bj Aspal = 0,961
Bj Agregat = 2,591

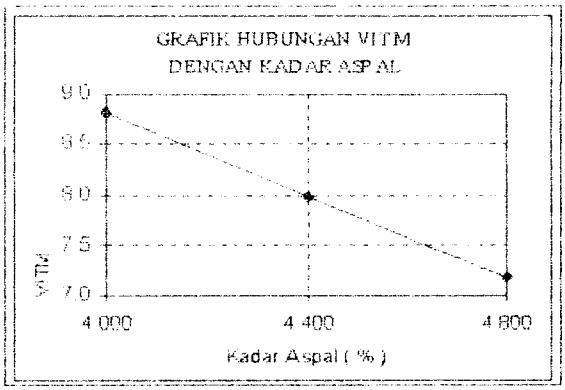
LABORATORIUM JALAN RAYA
Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta - 55584

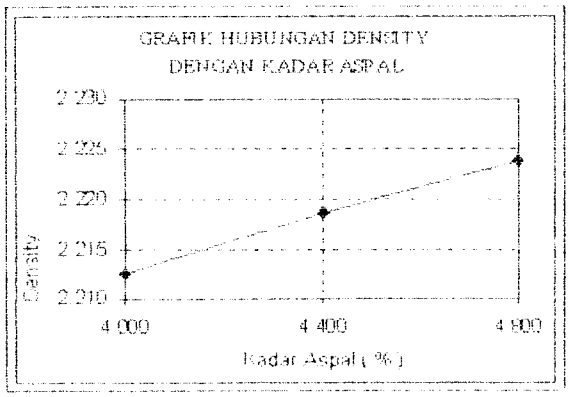
GRAFIK ANALISA UNTUK MENDAPATKAN NILAI OPTIMUM ASPAL PADA VARIASI GRADASI BAWAH











Spesifikasi	Kadar Aspal (%)		
	4,00	4,400	4,800
Stabilitas	643,986	679,051	756,196
VFWA	51,108	56,046	60,738
Flow	4,826	4,318	3,387
VITM	8,810	7,978	7,185
Density	2,213	2,219	2,224

Pada penelitian ini , kadar aspal optimum pada gradasi bawah dihitung dari persamaan di bawah ini.

$$= \frac{\text{Stabilitas max} + \text{Density max} + \text{Median VITM}}{3}$$

$$= \frac{4{,}80 + 4{,}80 + 4{,}40}{3}$$

$$= 4{,}67\ \%$$

Digunakan kadar aspal optimum terhadap campuran = 4,70 %

Kadar aspal terhadap batuan = $\frac{4{,}70}{100 - 4{,}70}$ = 4,93 %

LABORATORIUM JALAN RAYA
Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta - 55584.

ANALISA SARINGAN AGREGAT UNTUK PEMBUATAN BENDA UJI

Contoh dari : PT Perwita Karya
Jenis Agregat : Agregat pada Spesifikasi Batas Tengah
Jenis Aspal : Cut Back MC 800
Diperiksa tgl : 24 November 1998

Ukuran Saringan	Prosen Spesifikasi	Perhitungan berat tertahan tiap saringan					
		MC 800 = 4,30 %		MC 800 = 4,70 %		MC 800 = 5,10 %	
		Berat	Total	Berat	Total	Berat	Total
3/4	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1/2	10	114.84	114.84	114.36	114.36	113.88	113.88
3/8	20	114.84	229.68	114.36	228.72	113.88	227.76
No.4	40	229.68	459.36	228.72	457.44	227.76	455.52
No.8	57.5	200.97	660.33	200.13	657.57	199.29	654.81
No. 30	76.5	218.20	878.53	217.28	874.85	216.37	871.18
No. 50	82	63.16	941.69	62.90	937.75	62.63	933.82
No. 100	88	68.90	1,010.59	68.62	1,006.37	68.33	1,002.14
No. 200	93	57.42	1,068.01	57.18	1,063.55	56.94	1,059.08
Pan	100	80.39	1,148.40	80.05	1,143.60	79.72	1,138.80
MC 800		51.60	1,200.00	56.40	1,200.00	61.20	1,200.00

Catt = Masing - masing dibuat 3 buah benda uji.

Diperiksa oleh :

(Ir. Subarkah, MT)

PERHITUNGAN TES MARSHALL

GRADASI PADA BATAS TENGAH

Asal material : *PT Perwita Karya - Yogyakarta*
Dikerjakan Oleh : *Muh Agung Ikanegara*
Ferry Agus Wibowo

Tanggal : 7 - 8 Desember 1998
Dosen Pembimbing : Ir. Balya Umar, MSC
Ir. Subarkah, MT

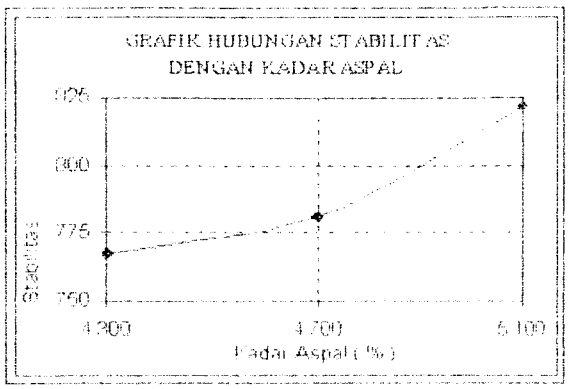
	Tebal benda uji	% Aspal thd bat	% Aspal thd camp	Berat kering	Berat SSD	Berat dlm air	Volume (isi)	Berat isi sample	BJ maks teoritis			Jumlah rongga	Rongga thd agregat	Rongga yg terisi aspal	Rongga yg terisi camp	Pembacaan stabilitas	o x kalibrasi proving ring	p x koreksi tbl sample	FLOW Kelelahan	Marshall Quotient
No	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	QM
1	68.070	4.49	4.30	1176	1186	659	527	2.235	2.415	10.002	82.562	7.436	17.438	57.356	7.436	260	889.200	826.956	3.610	233.386
2	66.450	4.49	4.30	1179	1189	655	534	2.208	2.415	9.879	81.549	8.572	18.451	53.542	8.572	253	865.260	830.650	3.048	283.676
3	67.900	4.49	4.30	1172	1185	650	535	2.191	2.415	9.802	80.913	9.285	19.087	51.365	9.285	203	694.260	645.662	3.556	195.236
	67.473	4.49	4.30	1176	1187	655	532	2.211	2.415	9.894	81.675	8.431	18.325	54.084	8.431	239	816.240	767.756	3.471	237.500
1	67.700	4.93	4.70	1179	1188	658	530	2.225	2.400	10.860	81.821	7.300	18.179	59.846	7.300	285	974.700	935.712	3.302	295.185
2	67.680	4.93	4.70	1178	1188	656	532	2.214	2.400	10.829	81.444	7.726	18.556	58.361	7.726	223	762.660	709.274	3.610	200.173
3	68.400	4.93	4.70	1176	1187	654	533	2.206	2.400	10.791	81.153	8.056	18.847	57.265	8.056	220	752.400	699.732	3.048	246.850
	67.927	4.93	4.70	1178	1188	656	532	2.215	2.400	10.833	81.473	7.694	18.527	58.488	7.694	243	829.920	781.573	3.387	247.403
1	71.060	5.37	5.10	1175	1186	657	529	2.221	2.385	11.788	81.354	6.856	18.646	63.220	6.658	260	889.200	826.956	2.286	368.976
2	67.430	5.37	5.10	1174	1185	656	529	2.219	2.385	11.778	81.285	6.937	18.715	62.952	6.937	267	913.140	849.220	2.794	326.822
3	69.400	5.37	5.10	1179	1189	659	530	2.225	2.385	11.806	81.477	6.717	18.523	63.735	6.717	259	885.780	788.344	2.794	317.029
	69.297	5.37	5.10	1176	1187	657	529	2.222	2.385	11.790	81.372	6.837	18.628	63.296	6.837	262	896.040	821.507	2.625	344.276

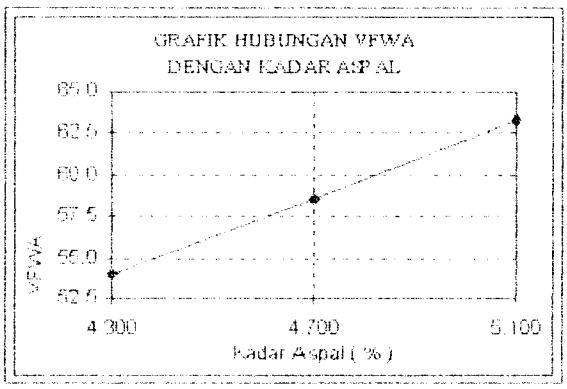
t = Tebal benda uji
a = % Aspal terhadap batuan
b = % Aspal terhadap campuran
c = Berat kering (sebelum direndam)
d = Berat dalam keadaan SSD
e = Berat di dalam air
f = Volume (isi) d - e
g = Berat isi c / f
h = BJ maksimum (100 (% Agr/Bj Agr+%Asp/Bj Asp))
i = (b×g) / Bj Asp
j = (100-b)×g / Bj Agr
k = Jumlah kand. rongga (100-i-j)
l = % Rongga terh. agr (100 - j)
m = % Rongga yg terisi aspal (VFWA)100×(i/l)
n = % Rongga thd campuran 100-(100×(g/h))
o = Pembacaan arloji stabilitas
p = o × kalibrasi proving ring
q = p × koreksi tebal benda uji (stabilitas)

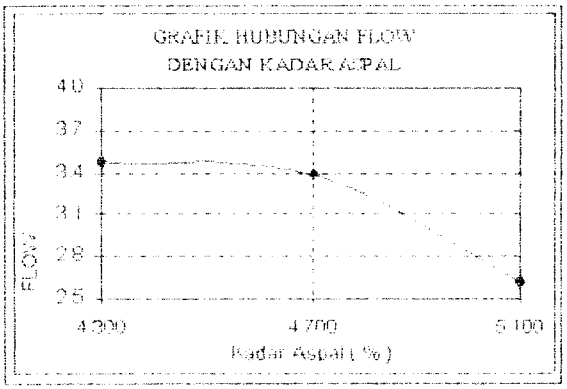
r = Flow (kelelahan plastis)
QM = Marshall Quotient
Suhu pencampuran = 105 Celcius
Suhu pemadatan = 90 Celcius
Suhu Waterbath = 60 Cecius
Bj Aspal = 0,961
Bj Agregat = 2,591

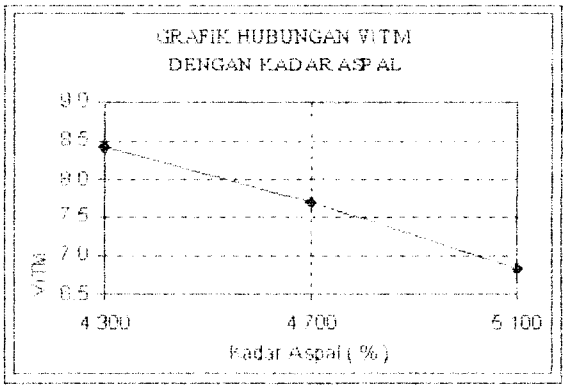
LABORATORIUM JALAN RAYA
Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta - 55584

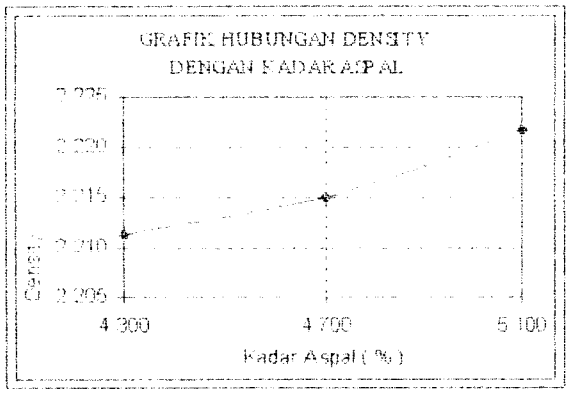
GRAFIK ANALISA UNTUK MENDAPATKAN NILAI OPTIMUM ASPAL PADA VARIASI GRADASI TENGAH











Spesifikasi	Kadar Aspal (%)		
	4,300	4,700	5,100
Stabilitas	767,756	781,573	821,507
VFWA	54,084	58,488	63,296
Flow	3,471	3,387	2,625
VITM	8,431	7,694	6,837
Density	2,211	2,215	2,222

Pada penelitian ini , kadar aspal optimum pada gradasi tengah dihitung dari persamaan di bawah ini.

$$= \frac{\text{Stabilitas max} + \text{Density max} + \text{Median VITM}}{3}$$

$$= \frac{5{,}10 + 5{,}10 + 4{,}70}{3}$$

$$= 4{,}967\ \%$$

Digunakan kadar aspal optimum terhadap campuran = 5 %

$$\text{Kadar aspal terhadap batuan} = \frac{5{,}00}{100 - 5{,}00} = 5{,}26\ \%$$

LABORATORIUM JALAN RAYA
Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta - 55584

ANALISA SARINGAN AGREGAT
UNTUK PEMBUATAN BENDA UJI

Contoh dari : PT Perwita Karya
Jenis Agregat : Agregat pada Spesifikasi Batas Atas
Jenis Aspal : Cut Back MC 800
Diperiksa tgl : 23 November 1998

Ukuran Saringan	Prosen Spesifikasi	Perhitungan berat tertahan tiap saringan					
		MC 800 = 5,00 %		MC 800 = 5,40 %		MC 800 = 5,80 %	
		Berat	Total	Berat	Total	Berat	Total
3/4	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1/2	0	0.00	0.00	113.52	113.52	226.08	226.08
3/8	10	114.00	114.00	113.52	227.04	113.04	339.12
No.4	30	228.00	342.00	227.04	454.08	226.08	565.20
No.8	50	228.00	570.00	198.66	652.74	169.56	734.76
No. 30	71	239.40	809.40	215.69	868.43	192.17	926.93
No. 50	77	68.40	877.80	62.44	930.86	56.52	983.45
No. 100	84	79.80	957.60	68.11	998.98	56.52	1,039.97
No. 200	90	68.40	1,026.00	56.76	1,055.74	45.22	1,085.18
Pan	100	114.00	1,140.00	79.46	1,135.20	45.22	1,130.40
MC 800		60.00	1,200.00	64.80	1,200.00	69.60	1,200.00

Catt : Masing - masing dibuat 3 buah benda uji.

Diperiksa oleh :

(Ir. Subarkah, MT)

PERHITUNGAN TES MARSHALL

GRADASI PADA BATAS ATAS

Asal material : *PT Perwita Karya - Yogyakarta*
Dikerjakan Oleh : *Muh Agung Ikanegara*
Ferry Agus Wibowo

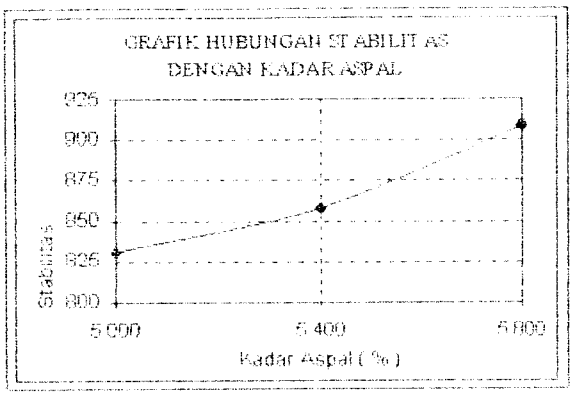
Tanggal : 4 - 5 Desember 1998
Dosen Pembimbing : Ir Balya Umar, MSC
Ir Subarkah, MT

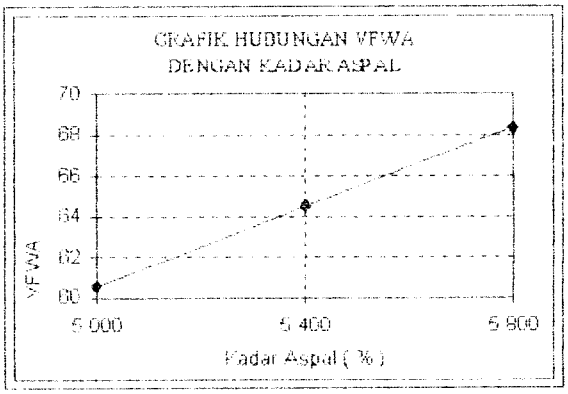
	Tebal benda uji	% Aspal thd bat	% Aspal thd camp	Berat kering	Berat SSD	Berat dlm air	Volume (isi)	Berat isi sample	BJ maks teoritis			Jumlah rongga	Rongga thd agregat	Rongga yg terisi aspal	Rongga yg terisi camp	Pembacaan stabilitas	o x kalibrasi proving ring	p x koreksi tbl sample	FLOW Kelelahan	Marshall Quotient
No	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	QM
1	66.030	5.26	5.00	1177	1189	656	531	2.217	2.366	11.533	61.271	7.196	18.729	61.578	7.196	260	889.200	989.200	3.302	299.291
2	66.930	5.26	5.00	1175	1188	657	531	2.215	2.366	11.513	61.133	7.354	18.867	61.023	7.354	235	603.700	803.700	3.556	226.012
3	65.660	5.26	5.00	1172	1187	654	533	2.199	2.366	11.441	60.623	7.937	19.377	59.041	7.937	234	800.280	800.280	2.540	315.071
	65.940	5.26	5.00	1175	1186	656	532	2.209	2.366	11.495	61.009	7.495	18.991	60.547	7.495	243	831.060	831.060	3.133	270.125
1	67.130	5.71	5.40	1180	1189	656	533	2.214	2.374	12.440	60.831	6.729	19.169	64.896	6.729	280	957.600	919.296	2.540	377.008
2	65.130	5.71	5.40	1180	1187	651	536	2.201	2.374	12.371	60.379	7.251	19.621	63.046	7.251	256	876.520	876.520	3.048	287.244
3	67.500	5.71	5.40	1183	1189	656	533	2.220	2.374	12.472	61.037	6.492	18.963	65.768	6.492	245	837.900	779.247	3.048	274.902
	66.587	5.71	5.40	1181	1188	654	534	2.212	2.374	12.427	60.749	6.824	19.251	64.570	6.824	260	890.340	858.021	2.879	313.051
1	65.960	6.16	5.80	1179	1166	654	532	2.216	2.359	13.375	60.572	6.052	19.428	68.847	6.052	256	876.520	840.499	3.048	287.244
2	65.660	6.16	5.80	1180	1167	655	532	2.218	2.359	13.367	60.641	5.973	19.359	69.149	5.973	320	1,094.400	1,094.400	2.286	478.740
3	67.860	6.16	5.80	1180	1165	650	535	2.206	2.359	13.312	60.188	6.500	19.812	67.191	6.500	249	851.580	791.969	2.794	304.789
	66.493	6.16	5.80	1180	1166	653	533	2.213	2.359	13.358	60.467	6.175	19.533	68.396	6.175	275	940.500	908.956	2.709	356.924

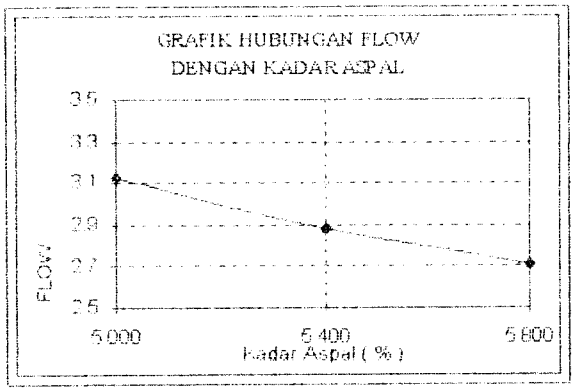
t = Tebal benda uji
a = % Aspal terhadap batuan
b = % Aspal terhadap campuran
c = Berat kering (sebelum direndam)
d = Berat dalam keadaan SSD
e = Berat di dalam air
f = Volume (isi) d - e
g = Berat isi c / f
h = BJ maksimum (100 (% Agr/Bj Agr+% Asp/Bj Asp))
i = (b/g) Bj Asp
j = (100-b)/g Bj Agr
k = Jumlah kand rongga (100-j)
l = % Rongga terh agr (100 - j)
m = % Rongga yg terisi aspal (VFWA (100-k/j))
n = % Rongga thd campuran 100-(100xg/h)
o = Pembacaan arloji stabilitas
p = o x kalibrasi proving ring
q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)
r = Flow (kelelahan plastis)
QM = Marshall Quotient
Suhu pencampuran = 105 Celcius
Suhu pemadatan = 90 Celcius
Suhu Waterbath = 60 Cecius
Bj Aspal = 0,961
Bj Agregat = 2,591

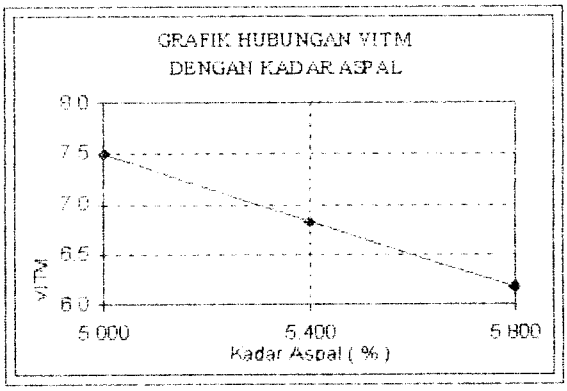
LABORATORIUM JALAN RAYA
Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta - 55584.

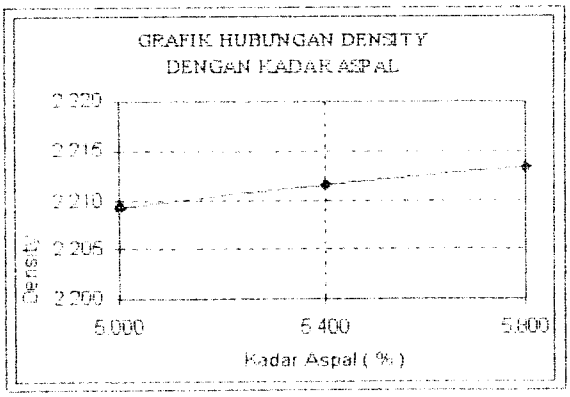
GRAFIK ANALISA UNTUK MENDAPATKAN NILAI OPTIMUM ASPAL PADA VARIASI GRADASI ATAS











Spesifikasi	Kadar Aspal (%)		
	5,000	5,400	5,800
Stabilitas	831,060	858,021	908,956
VFWA	60,547	64,570	68,396
Flow	3,133	2,879	2,709
VITM	7,495	6,824	6,175
Density	2,209	2,212	2,213

Pada penelitian ini , kadar aspal optimum pada gradasi atas dihitung dari persamaan di bawah ini.

$$= \frac{\text{Stabilitas max} + \text{Density max} + \text{Median VITM}}{3}$$

$$= \frac{5{,}80 + 5{,}80 + 5{,}40}{3}$$

$$= 5{,}67\ \%$$

Digunakan kadar aspal optimum terhadap campuran = 5,70 %

$$\text{Kadar aspal terhadap batuan} = \frac{5{,}70}{100 - 5{,}70} = 6{,}04\ \%$$

LABORATORIUM JALAN RAYA
Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta - 55584

ANALISA SARINGAN AGREGAT UNTUK PEMBUATAN BENDA UJI DENGAN KADAR ASPAL OPTIMUM

Contoh dari : PT Perwita Karya
Jenis Agregat : Agregat pada Spesifikasi Batas Bawah, Batas Tengah dan Batas Atas
Jenis Aspal : Cut Back MC 800
Diperiksa tgl : 10 Desember 1998

Ukuran Saringan	Persen Gradasi Bawah	Berat tertahan MC 800 = 4,70 %		Persen Gradasi Tengah	Berat tertahan MC 800 = 5,00 %		Persen Gradasi Atas	Berat tertahan MC 800 = 5,70 %	
		Berat	Total		Berat	Total		Berat	Total
3/4	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
1/2	20	228.72	228.72	10	114.00	114.00	0	0.00	0.00
3/8	30	114.36	343.08	20	114.00	228.00	10	113.16	113.16
No.4	50	228.72	571.80	40	228.00	456.00	30	226.32	339.48
No.8	65	171.54	743.34	57.5	199.50	655.50	50	226.32	565.80
No. 30	82	194.41	937.75	76.5	216.60	872.10	71	237.64	803.44
No. 50	87	57.18	994.93	82	62.70	934.80	77	67.90	871.33
No. 100	92	57.18	1,052.11	88	68.40	1,003.20	84	79.21	950.54
No. 200	96	45.74	1,097.86	93	57.00	1,060.20	90	67.90	1,018.44
Pan	100	45.74	1,143.60	100	79.80	1,140.00	100	113.16	1,131.60
MC 800		56.40	1,200.00		60.00	1,200.00		68.40	1,200.00

Catt : Masing - masing dibuat 3 buah benda uji.

Diperiksa oleh :

(Ir. Subarkah, MT)

PERHITUNGAN TES MARSHALL
KADAR ASPAL OPTIMUM

Asal material : *PT Perwita Karya - Yogyakarta*
Dikerjakan Oleh : *Moh Agung Ikanegara*
Ferry Agus Wibowo

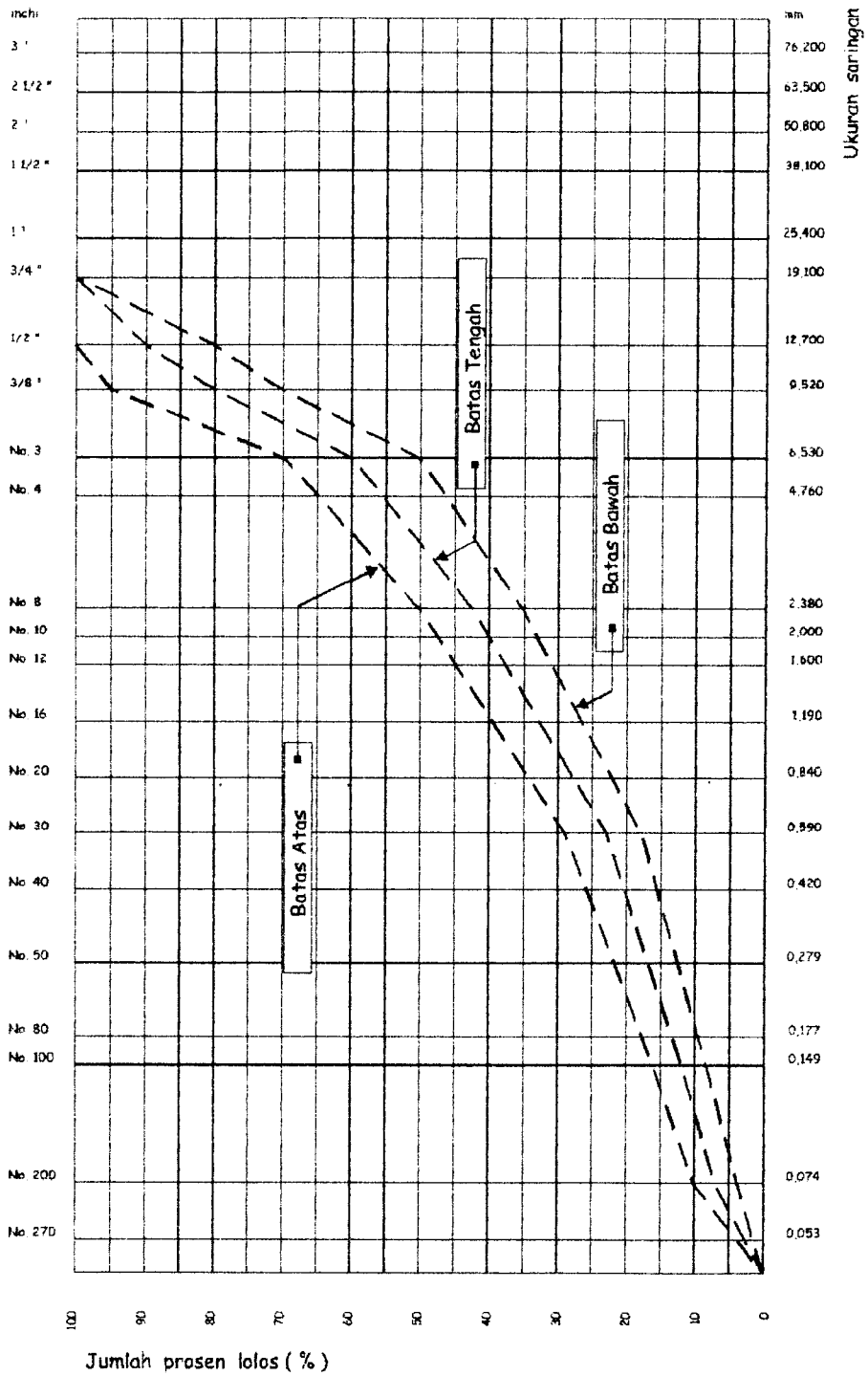
Tanggal : 11 - 12 Desember 199
Dosen Pembimbing : Ir. Baiva Umar, MSC
Ir. Subarkah, MT

	Tebal benda uji	% Aspal thd bat	% Aspal thd camp	Berat kering	Berat SSD	Berat dlm air	Volume (isi)	Berat isi sample	Bj maks teoritis			Jumlah rongga	Rongga thd agregat	Rongga yg terisi aspal	Rongga yg terisi camp	Pembacaan stabilitas	p x kalibrasi proving ring	p x koreksi tbl sample	FLOW kelelahan	Marshall Quotient
No.	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	QM
1	67.155	6.04	5.70	1181	1189	657	532	2.220	2.363	13.167	80.795	6.038	19.205	68.559	6.038	290	991.800	991.800	2.286	433.856
2	66.456	6.04	5.70	1179	1186	656	530	2.225	2.363	13.194	80.962	5.843	19.036	69.306	5.843	250	889.200	853.632	2.540	360.079
3	65.270	6.04	5.70	1175	1184	653	531	2.213	2.363	13.125	80.536	6.340	19.464	67.430	6.340	265	974.700	935.712	3.810	255.627
	66.294	6.04	5.70	1176	1186	655	531	2.219	2.363	13.162	80.764	6.092	19.251	68.368	6.074	276	951.900	927.046	2.879	346.586
1	66.990	5.26	5.00	1178	1187	655	532	2.214	2.388	11.521	81.188	7.292	18.812	61.240	7.292	251	856.420	858.420	2.032	422.451
2	68.620	5.26	5.00	1181	1190	658	532	2.220	2.388	11.550	81.394	7.056	18.606	62.076	7.056	222	759.240	706.095	3.556	213.510
3	70.260	5.26	5.00	1175	1184	654	530	2.217	2.388	11.535	81.285	7.179	18.714	61.639	7.179	212	725.040	674.287	3.556	203.892
	68.690	5.26	5.00	1178	1187	656	531	2.217	2.388	11.535	81.289	7.175	18.711	61.652	7.175	226	780.900	746.267	3.048	279.951
1	71.160	4.93	4.70	1179	1188	654	532	2.216	2.400	10.839	81.513	7.648	18.487	58.629	7.648	231	790.020	734.719	3.543	222.981
2	68.570	4.93	4.70	1173	1185	653	532	2.205	2.400	10.784	81.096	8.118	18.902	57.051	8.118	232	793.440	761.702	2.540	312.376
3	72.287	4.93	4.70	1176	1187	657	530	2.219	2.400	10.852	81.613	7.636	18.387	59.016	7.636	221	755.820	672.680	3.785	205.749
	70.679	4.93	4.70	1176	1186	655	531	2.213	2.400	10.825	81.408	7.767	18.592	58.233	7.767	226	779.760	723.034	3.283	245.369

t = Tebal benda uji
a = % Aspal terhadap batuan
b = % Aspal terhadap campuran
c = Berat kering (sebelum direndam)
d = Berat dalam keadaan SSD
e = Berat di dalam air
f = Volume (isi) d - e
g = Berat isi c/f
h = BJ maksimum (100 (% Agr/Bj Agr+%Asp/Bj Asp))
i = (b/g) Bj Asp
j = (100-b)/g Bj Agr
k = Jumlah kand. rongga (100-j)
l = % Rongga terh. agr (100 - j)
m = % Rongga yg terisi aspal (VFWA (100i/l))
n = % Rongga thd campuran 100-(100i/g/h))
o = Pembacaan arloji stabilitas
p = o x kalibrasi proving ring
q = p x koreksi tebal benda uji (stabilitas)
r = Flow (kelelahan plastis)
QM = Marshall Quotient
Suhu pencampuran = 105 Celcius
Suhu pemadatan = 90 Celcius
Suhu Waterbath = 60 Celcius
Bj Aspal = 0,961
Bj Agregat = 2,591

LABORATORIUM JALAN RAYA
Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta - 55584.

GRAFIK PEMBAGIAN BUTIRAN AGREGAT



TABEL ANGKA KORELASI STABILITAS

Isi benda uji (cm)	Tebal benda uji (mm)	Angka Korelasi
200 - 213	25,4	5,56
214 - 225	27,0	5,00
226 - 237	28,6	4,55
238 - 250	30,2	4,17
251 - 264	31,8	3,85
265 - 276	33,2	3,57
277 - 289	34,9	3,33
290 - 301	36,5	3,03
302 - 316	38,1	2,78
317 - 328	39,7	2,50
329 - 340	41,3	2,27
341 - 353	42,9	2,08
354 - 367	44,4	1,92
368 - 379	46,0	1,79
380 - 392	47,6	1,67
393 - 405	49,2	1,56
406 - 420	50,8	1,47
421 - 431	52,4	1,39
432 - 443	54,0	1,32
444 - 456	55,6	1,25
457 - 470	57,2	1,19
471 - 482	58,7	1,14
483 - 495	60,3	1,09
496 - 508	61,9	1,04
509 - 522	63,5	1,00
523 - 535	64,0	0,96
536 - 546	65,1	0,93
547 - 559	66,7	0,89
560 - 573	68,3	0,86
574 - 585	71,4	0,83
586 - 598	73,0	0,81
599 - 610	74,6	0,78
611 - 625	76,2	0,76

UNIVERSITAS GADJAH MADA
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
LABORATORIUM TEKNIK TRANSPORTASI
Jurusan Teknik Sipil Fakultas teknik UGM Jl. Grafika No. 2 Kampus UGM, Yogyakarta
Telpon : (0274) 902246, 512796 Fax (274) 512796

TABEL KONVERSI VISCOSITAS

REDWOOD No.1 (SECS)	ENGLER (DEGS)	SAYBOLT FUROL (SECS)	SAYBOLT UNIV. (SECS)	KINEMATICVISCOSITY (CST)	REDWOOD No.1 (SECS)	ENGLER (DEGS)	SAYBOLT FUROL (SECS)	SAYBOLT UNIV. (SECS)	KINEMATICVISCOSITY (CST)
30	1,13		33,7	1,50	340	11,0	41	390	83
35	1,28		33,9	3,48	360	11,6	43	410	88
40	1,47		44,7	5,45	380	12,2	46	435	93
45	1,59		50,5	7,30	400	12,8	48	460	97
50	1,74		56,5	9,05	420	13,5	50	480	102
55	1,90		62,5	10,75	440	14,1	52	500	108
60	2,07		68,2	12,30	460	14,8	54	525	112
65	2,24		74,5	14,2	480	15,5	57	550	118
70	2,40		80,5	15,5	500	16,1	59	580	122
75	2,55		86,5	17,0	600	19,2	71	680	147
80	2,70		92,0	18,5	700	22,5	82	800	172
85	2,86		98,0	20,0	800	25,8	94	920	197
90	3,01		104	21,3	900	28,6	105	1.050	221
95	3,18		110	22,7	1.000	32,1	118	1.150	245
100	3,43		116	24,1	1.100	35	129	1.250	270
110	3,62		127	27,2	1.200	39	140	1.360	295
120	3,90		132	29,2	1.300	42	153	1.500	322
130	4,11		149	31,7	1.400	44	165	1.600	345
140	4,33	20,2	160	34,1	1.500	48	175	1.700	370
150	4,80	21,2	169	36,5	2.000	64	235	2.350	495
160	5,18	22,1	183	39,1	2.500	81	295	2.900	625
170	5,50	23,1	194	41,5	3.000	96	350	3.450	740
180	5,80	24,1	207	44,0	3.500	112	410	4.000	860
190	6,20	25,1	219	46,8	4.000	127	470	4.600	970
200	6,47	26,1	229	49,0	4.500	142	520	5.100	1.100
210	6,75	27,2	240	52	5.000	160	575	5.650	1.220
220	7,1	28,2	253	54	5.500	175	650	6.300	1.350
230	7,4	29,3	263	57	6.000	190	700	6.800	1.490
240	7,8	30,4	275	59	6.500	208	760	7.700	1.600
250	8,0	31,3	288	61	7.000	225	810	8.000	1.710
260	8,3	32,2	300	63	7.500	240	880	8.600	1.850
270	8,7	33,3	310	66	8.000	259	936	9.200	1.995
280	9,0	34,5	320	68	8.500	272	1.000	9.800	2.100
290	9,3	35,6	335	71	9.000	285	1.080	10.300	2.220
300	9,6	36,7	341	73	9.500	300	1.110	10.900	2.330
320	10,2	39,0	365	78	10.000	320	1.190	11.800	2,500

Bk98

LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INODOESIA
JL. KALIURANG KM. 14,4 TELP. 895042, 895707 YOGYAKARTA

Nomor : 08/LJR/III/JTS/1999
Lamp. : -
Hal : Surat Keterangan

Assalamu'alaikum wr. Wb.

Yang bertanda tangan dibawah ini kami :

N a m a	: Ir. Subarkah MT.
Jabatan	: Ka. Lab. Jalan Raya FTSP - UII

Menerangkan bahwa :

1.	N a m a	: Muhammad Agung Ekanegara
	No. Mhs.	: 93310022
2.	N a m a	: Ferry Agus Wibowo
	No. Mhs.	: 93310104

Mahasiswa tersebut diatas telah menyelesaikan penelitian di Lab. Jalan Raya UII, dan telah menyelesaikan biaya administrasinya.

Demikian surat keterangan ini di buat, agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Wassalamu'alaikum worohmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, 20 Maret 1999
Ka.Lab. Jalan Raya UII

(Ir. Subarkah MT.)

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

No.	Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi
1	M. AGUNG TRANGGANA	93 310 [illegible]		TRANSPORTASI
2	PERRY AGUS WIBAWA	93 310 104		TRANSPORTASI

JUDUL TUGAS AKHIR : VARIASI AGREGAT DENGAN METODE DINGIN UNTUK STABILASI EMPT PADAT

Dosen Pembimbing I : : IR. H. BALYA UMAR, MSc
Dosen Pembimbing II : : IR. SUBARKAH, MT

1

2

Yogyakarta, 21 Oktober 1998
An. Dekan,
Ketua Jurusan Teknik Sipil.

IR. H. TAMTUHIDIN RNA., MS

Akhir TA : 20 Feb 1999

CATATAN - KONSULTASI

No.	Tanggal	Konsultasi ke :	KETERANGAN	Paraf
1.	5-1-99		1. Baca aturan penulisan TA pada Buku Pedoman TA 2. Perbaiki tata tulis 3. Perbaiki penomoran halaman	
2.	5-2-99		1. Perbaiki tata tulis 2. Pembahasan dipertajam dan ditambah — utk lengkapi 3. Lengkapi Kesimpulan	Spell karakter
3	11-2/99		1. Perbaiki / sempurnakan kesimpulan.	
4	15-2/99		Acc. dilanjutkan ke D.P I	
5	23/2-99		Edit & Sempurnakan	
6	26/2-99		Acc. siap siap ujian seminar	