

TUGAS AKHIR

“HOT MIX RECYCLING OF HRS” UNTUK CAMPURAN
“ASPHALT CONCRETE” PADA PERKERASAN JALAN LENTUR
DIUJI DENGAN METHODE “MARSHALL”



Disusun oleh :

Nama : Endang Saptari Abgan
No. Mhs : 87 310 118
N I R M : 875014330213

Nama : Repol Insan Lantong
No. Mhs : 88 310 110
N I R M : 885014330216

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

2000

TUGAS AKHIR

“HOT MIX RECYCLING OF HRS” UNTUK CAMPURAN “ASPHALT CONCRETE” PADA PERKERASAN JALAN LENTUR DIUJI DENGAN METHODE “MARSHALL”



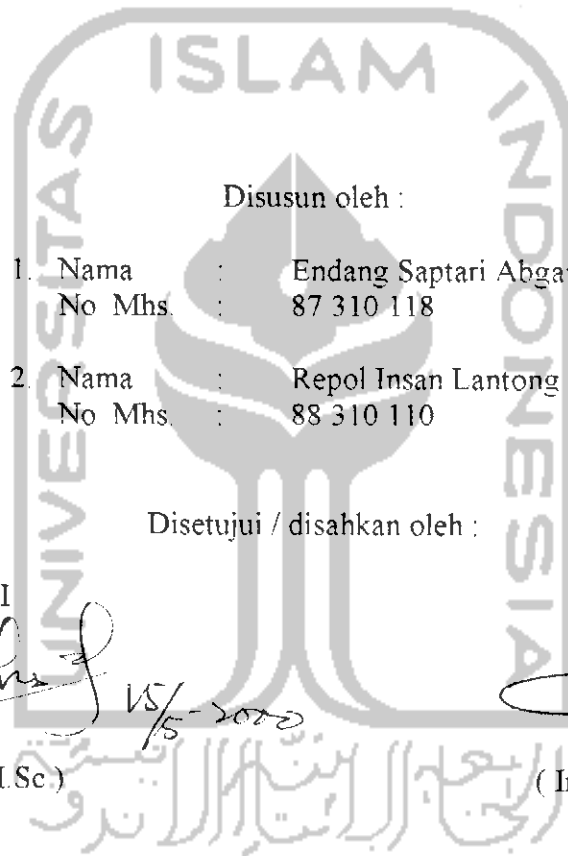
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

2000

Halaman Pengesahan

TUGAS AKHIR

**“HOT MIX RECYCLING OF HRS” UNTUK CAMPURAN
“ASPHALT CONCRETE” PADA PERKERASAN JALAN LENTUR
DIUJI DENGAN METHODE “MARSHALL”**

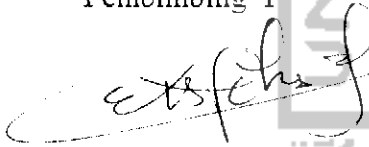


Disusun oleh :


1. Nama : Endang Saptari Abgan
No Mhs. : 87 310 118
2. Nama : Repol Insan Lantong
No Mhs. : 88 310 110

Disetujui / disahkan oleh :

Pembimbing I


(Ir. H. Bachnas M. Sc.)

Pembimbing II


(Ir. H. Balya Umar, M. Sc)

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

2000



KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmani rahim.
Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah swt. yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya, sehingga kami dapat menyelesaikan karya Tugas akhir ini dengan baik. Shalawat dan salam tercurah kepada junjungan Kita *Nabi Besar Muhammad SAW*, beserta keluarga dan para pengikutnya.

Tugas Akhir ini merupakan persyaratan akademis yang harus ditempuh setiap mahasiswa agar dapat memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang tulus kepada :

1. *Bapak Ir. H. Bachnas, M.Sc.* sebagai Dosen Pembimbing I dan penguji
2. *Bapak Ir. H. Balya Umar, M.Sc.* sebagai Dosen Pembimbing II dan penguji
3. *Bapak Ir. Iskandar S. MT* sebagai Penguji
4. *Bapak Ir. Tadjuddin BMA, MS*, Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
5. *Bapak Ir. Widodo Msc, Phd.*, Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
6. Serta semua pihak yang kami tidak dapat sebutkan satu persatu yang telah membantu baik moril ataupun materil sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Kami menyadari bahwa karya tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Hal ini semata-mata disebabkan oleh keterbatasan kemampuan dan ilmu yang kami miliki. Untuk itu kami sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi lebih sempurnanya karya tugas akhir ini. Akhirnya, semoga karya yang sederhana ini dapat sedikit memberikan sumbangsih wawasan bagi kita semua. Amin

Billahi taufiq wal hidayah
Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Januari 2000

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUIL		
HALAMAN JUDUL		i
HALAMAN PENGESAHAN		ii
KATA PENGANTAR		iii
DAFTAR ISI		iv
DAFTAR GAMBAR		viii
DAFTAR TABEL		ix
DAFTAR LAMPIRAN		x
INTISARI		xi
BAB I.	PENDAHULUAN	1
	1.1. Latar belakang	1
	1.2. Manfaat penelitian	3
	1.3. Tujuan Penelitian	4
	1.4. Pembatasan masalah	4
BAB II.	TINJAUAN PUSTAKA	5
	2.1. Kontruksi perkerasan jalan	5
	2.2. Material lapisan permukaan (surface course)	6
	2.3. Beton aspal (asphalt concrete)	8
BAB III.	LANDASAN TEORI	9
	3.1. Perkerasan lama (Reclamed Material)	10
	3.2. Beton aspal (Asphalt Concrete) campuran panas	10
	3.3. Karakteristik beton aspal campuran panas	10
	3.4. Bahan penyusun beton aspal campuran panas	11
	3.4.1. Sifat aspal	11

3.4.1.1.	Daya tahan (durability)	11
3.4.1.2.	Adhesi dan kohesi	12
3.4.1.3.	Kepekaan terhadap temperatur	12
3.4.1.4.	Kekerasan atau kekakuan aspal	12
3.4.2.	Sifat agregat	13
3.4.2.1.	Gradasi dan ukuran maksimum	13
3.4.2.2.	Kadar lempung	14
3.4.2.3.	Daya tahan agregat	14
3.4.2.5.	Daya lekat terhadap aspal	15
3.4.2.6.	Berat jenis agregat	15
3.4.3.	Bahan pengisi	15
3.5.	Daur ulang campuran panas (Hot Mix Recycling)	16
BAB IV.	HIPOTESIS	18
BAB V.	METODE PENELITIAN	20
5.1.	Proses daur ulang beton aspal	20
5.2.	Persiapan penelitian	21
5.2.1.	Persiapan campuran beton aspal lama	21
5.2.2.	Persiapan bahan baru	21
5.3.	Percobaan laboratorium	22
5.3.1.	Pemeriksaan perkerasan lama	23
5.3.2.	Pemeriksaan agregat	23
5.3.2.1.	Pemeriksaan analisa saringan agregat kasar dan halus	23
5.3.2.2.	Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat	24
5.3.2.3.	Pemeriksaan kelekatan agregat terhadap aspal	26
5.3.2.4.	Pemeriksaan keausan agregat dgn mesin "Los Angeles"	27
5.3.2.5.	Pemeriksaan "Sand Equivalent"	29
5.3.3.	Pemeriksaan aspal	30
5.3.3.1.	Pemeriksaan penetrasi bahan-bahan bitumen	30
5.3.3.2.	Pemeriksaan titik lembek aspal	32

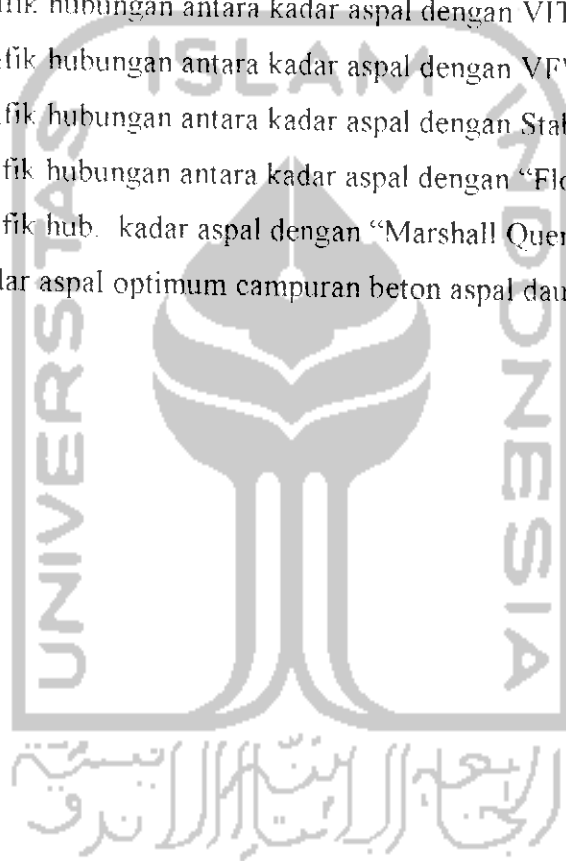
5.3.3.3.	Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar dengan “Cleveland Open Cup”	33
5.3.3.4.	Pemeriksaan kelarutan bitumen dalam CCL4	35
5.3.3.5.	Pemeriksaan daktilitas bahan-bahan bitumen	38
5.3.3.6.	Pemeriksaan berat jenis bitumen	40
5.3.4.	Perencanaan campuran	41
5.1.1.1.	Gradasi agregat tengah atau gradasi ideal	42
5.1.1.2.	Kadar aspal optimum	42
5.1.1.3.	Pemeriksaan campuran dengan alat “Marshall”	43
BAB VI.	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	50
6.1	Hasil penelitian	50
6.1.1	Hasil ekstraksi beton aspal lama	50
6.1.2	Pemeriksaan agregat	51
6.1.2.1	Hasil Pemeriksaan agregat lama	52
6.1.2.2	Hasil pemeriksaan agregat baru	52
6.1.3	Hasil pemeriksaan aspal	53
6.1.4	Hasil pengujian	53
6.2	Perobahasan	54
6.2.1	Tinjauan terhadap gradasi agregat campuran beton aspal lama	54
6.2.2	Tinjauan terhadap Kepadatan “Density”	54
6.2.3	Tinjauan terhadap VITM	57
6.2.4	Tinjauan terhadap VFWA	58
6.2.5	Tinjauan terhadap Stabilitas	60
6.2.6	Tinjauan terhadap Flow	62
6.2.7	Tinjauan terhadap “Marshall Quentient”	63
6.2.8	Penentuan Kadar aspal optimum	65

BAB VII.	KESIMPULAN DAN SARAN	67
7.1	Kesimpulan	67
7.2	Saran	69
DAFTAR PUSTAKA		70
LAMPIRAN		



DAFTAR GAMBAR

Gambar	5.1	Skema pembuatan campuran beton aspal daur ulang	20
Gambar	5.2	Skema tahapan pelaksanaan di laboratorium	22
Gambar	6.1	Grafik analisa saringan agregat camp. Beton aspal lama	54
Gambar	6.2	Grafik hubungan antara kadar aspal dengan "Density"	56
Gambar	6.3	Grafik hubungan antara kadar aspal dengan VITM	57
Gambar	6.4	Grafik hubungan antara kadar aspal dengan VFWA	59
Gambar	6.5	Grafik hubungan antara kadar aspal dengan Stabilitas	61
Gambar	6.6	Grafik hubungan antara kadar aspal dengan "Flow"	62
Gambar	6.7	Grafik hub. kadar aspal dengan "Marshall Quentient"	64
Gambar	6.8	Kadar aspal optimum campuran beton aspal daur ulang	66



DAFTAR TABEL

Tabel	3.1	Rujukan pemeriksaan aspal keras AC pen 60/70	13
Tabel	3.2	Gradasi agregat spesifikasi "Fuller"	14
Tabel	3.3	Gradasi pengisi	16
Tabel	3.4	Kriteria campuran pada cara "Marshall"	17
Tabel	5.1	Spesifikasi gradasi beton aspal daur ulang	42
Tabel	5.2	Kadar aspal AC pen 60/70	43
Tabel	5.3	Analisa saringan agregat halus dan kasar pada kadar aspal 4 %	45
Tabel	6.1	Hasil ekstraksi beton aspal pemadatan awal	50
Tabel	6.2	Hasil ekstraksi beton aspal	51
Tabel	6.3	Analisa saringan agregat halus dan kasar beton aspal lama	51
Tabel	6.4	Hasil pemeriksaan	52
Tabel	6.5	Berat jenis agregat	52
Tabel	6.6	Hasil pemeriksaan	52
Tabel	6.7	Berat jenis agregat	53
Tabel	6.8	Hasil pemeriksaan aspal AC 60 - 70	53
Tabel	6.9	Nilai "Density" campuran beton aspal AC 60 - 70	56
Tabel	6.10	Nilai VITM campuran beton aspal AC 60 - 70	57
Tabel	6.11	Nilai VFWA campuran beton aspal AC 60 - 70	59
Tabel	6.12	Nilai Stabilitas campuran beton aspal AC 60 - 70	61
Tabel	6.13	Nilai Flow campuran beton aspal AC 60 - 70	62
Tabel	6.14	Nilai "Marshall Quentient" campuran beton aspal AC 60 - 70	64

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Keterangan	Lampiran
1.	Pemeriksaan Ekstraksi	1 - 5
2.	Analisa Saringan Agregat Kasar Dan Halus	6 - 11
3.	Pemeriksaan Agregat Lama	12 - 16
4.	Pemeriksaan Agregat Baru	17 - 21
5.	Pemeriksaan Aspal	22 - 26
6.	Perhitungan Tes Marshall	27
7.	Job Mix Design	28 - 31



INTISARI

Selama ini kita mengetahui bahwa jenis-jenis kerusakan lapis permukaan perkerasan beraspal seperti gelombang, alur, retak ataupun kerusakan dini akibat komposisi campuran kurang baik direhabilitasi dengan cara konvensional yaitu "overlay" dimana di atas perkerasan lama diberi tambahan lapisan perkerasan baru. "Overlay" banyak menimbulkan masalah khususnya di kawasan perkotaan karena peil permukaan semakin tinggi akibat penambahan lapisan beton aspal secara terus menerus yang pada suatu saat ketebalan jalan makin tinggi sehingga drainasi, ketinggian bahu jalan, kerb jalan juga menjadi terganggu. Untuk mengatasi permasalahan tersebut digunakan terobosan baru yaitu rehabilitasi dengan proses daur ulang. Pada proses daur ulang ini lapis perkerasan beraspal tersebut digaruk atau dikupas dengan ketebalan tertentu, mencampurnya secara panas dengan atau tanpa penambahan agregat dan aspal serta menggelarnya kembali di atas jalan. Rehabilitasi jalan dengan teknik daur ulang dapat mengatasi persoalan yang dihadapi bila dibandingkan dengan menggunakan cara konvensional. Peil atau geometrik jalan tetap terjaga, dapat menghemat material dibandingkan dengan penggunaan material baru secara keseluruhan, juga kelestarian lingkungan tetap terkendali karena penggunaan material baru dapat dikurangi.

Pada penelitian ini dibahas apakah bahan material agregat dari perkerasan lama jenis HRS (Hot Rolled Sheet) hasil penggarukan pada ruas jalan Galur – Congot Kabupaten Kulon Progo dapat digunakan lagi untuk bahan campuran pada perkerasan yang baru berupa beton aspal (asphalt concrete) dan berapa besar penambahan material baru yang dibutuhkan. Perkerasan lama tersebut di ekstraksi untuk mendapatkan agregat sedangkan untuk agregat baru sebagai bahan tambah di ambil dari hasil stone crusher PT. Perwita Karya Yogyakarta. Bahan ikat yang dipakai berupa aspal yang masih baru (AC 60 – 70 produksi Pertamina) dengan variasi kadar aspal 4% - 7% interval 1% (4%,5%,6%,7%). Material yang sesuai dengan persyaratan Bina Marga dicampur dalam keadaan panas dengan komposisi 75% agregat lama, 25% agregat baru dari berat total campuran. Hasil campuran ini diperoleh beton aspal daur ulang.

Hasil evaluasi terhadap campuran beton aspal didapat nilai Density terendah 2,2651 gr/cc sedangkan tertinggi 2,3562 (gr/cc), nilai VITM terendah 0,9432 (%) sedangkan tertinggi 8,8134 (%), nilai VFWA terendah 50,0300 (%) sedangkan tertinggi 94,4515 (%), nilai Stabilitas terendah 1569,22 (kg) sedangkan tertinggi 2077,80 (kg), nilai Flow terendah 2,2013 mm sedangkan tertinggi 3,7253 mm, nilai Marshall Qoutient terendah 421,233 sedangkan tertinggi 943,897, untuk masing masing variasi kadar aspal. Hasil evaluasi uji "Marshall" di atas diperoleh campuran yang memenuhi syarat Stabilitas, Flow, VITM, VFWA, adalah campuran yang mempunyai kadar aspal 5,8 %.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan peradaban manusia dari waktu ke waktu terus meningkat, sehingga membuat makin banyak dan kompleksnya kebutuhan manusia, baik kebutuhan material maupun spiritual. Dalam rangka memenuhi kebutuhan tersebut manusia melakukan aktivitas dan mobilitas. Semakin tingginya tingkat mobilitas manusia, barang maupun jasa menuntut adanya sarana dan prasarana transportasi yang dapat menjamin keamanan, kenyamanan dan kelancaran aktivitasnya. Tuntutan terhadap sarana dan prasarana transportasi tersebut berupa kualitas dan kuantitas yang pada dasarnya bertujuan mencapai tingkat keamanan baik dari segi struktural maupun fungsional, serta kenyamanan dan kelancaran yang tinggi sehingga mampu memperpendek waktu perjalanan, dengan demikian biaya transportasi dapat ditekan.

Perkerasan jalan dikatakan berkualitas baik apabila mampu menahan beban yang bekerja padanya, baik gaya lalu lintas maupun faktor lingkungan selama umur konstruksi yang direncanakan tanpa adanya kerusakan yang berarti yang dapat mengganggu keamanan maupun kenyamanan pengguna jalan. Untuk mencapai hal tersebut, salah satu program pemerintah dibidang pembangunan jalan adalah pemeliharaan maupun rehabilitasi terhadap ruas jalan yang telah dibangun,

dimaksudkan untuk mencegah terjadinya kerusakan-kerusakan yang lebih serius yang dapat mempengaruhi fungsi dari lapis keras dalam melayani lalu lintas, sehingga ruas jalan tetap dalam kondisi mantap dan berfungsi dengan baik.

Dewasa ini panjang jaringan jalan beraspal di Indonesia yang memerlukan pemeliharaan maupun rehabilitasi terus bertambah sejalan dengan perkembangan pembangunan Nasional. Untuk mengatasi kerusakan jalan yang berupa keausan, retak, alur, gelombang serta kerusakan lainnya biasanya dengan cara konvensional yaitu memberi atau menambah satu lapis perkerasan baru di atas perkerasan lama "overlay", dengan maksud agar dapat memperpanjang umur pelayanan dan meningkatkan daya dukung jalan terhadap beban lalu lintas yang ada.

Tetapi cara ini "overlay" memerlukan material (agregat dan aspal) baru yang relatif banyak. Makin banyak bahan agregat dan aspal yang diperlukan makin besar pula biaya dan waktu operasional yang dikeluarkan. Dari tinjauan lingkungan pemakaian bahan alam secara besar-besaran akan merusak tata lingkungan. Agregat dan aspal tersebut merupakan bahan alam yang pada suatu saat menjadi terbatas keberadaannya.

Cara "overlay" juga menimbulkan masalah yaitu peil permukaan jalan semakin tinggi karena penambahan lapis beton aspal secara terus menerus, akibatnya ketebalan jalan makin tinggi sehingga drainasi, ketinggian bahu jalan, kerb jalan juga menjadi terganggu.

Melihat kondisi tersebut maka pemakaian bahan alam harus dibatasi dan dioptimasi dengan tetap mengacu kepada persyaratan konstruksi yang telah ditentukan

sehingga diperoleh efisiensi yang maksimal terutama dalam pemanfaatan anggaran. Dewasa ini terobosan-terobosan baru muncul dalam bidang teknologi konstruksi lapis keras jalan. Salah satu dari terobosan teknologi tersebut adalah daur ulang perkerasan beraspal (*Asphalt Pavement Recycling*) yaitu pemanfaatan kembali bahan perkerasan jalan lama. Teknik daur ulang dilaksanakan dengan menggunakan mesin untuk menggaruk lapis permukaan jalan beraspal dengan ketebalan tertentu, mencampurkannya secara panas dengan menambah bahan agregat dan aspal kemudian menggelarnya di atas jalan lama.

1.2. Manfaat Penelitian

Penelitian daur ulang perkerasan jenis HRS (Hot Rolled Sheet) ini diharapkan dapat memberikan manfaat, antara lain :

- A. Penghematan material bila dibandingkan dengan menggunakan material baru secara keseluruhan.
- B. Tetap terjaga geometrik jalan yang ada :
 - 1) elevasi permukaan jalan tidak berubah,
 - 2) kondisi drainasi yang ada tidak berubah,
 - 3) tinggi trotoar, bahu, median, dan bangunan lain disamping jalan tidak perlu dinaikkan, dan
 - 4) tidak perlu menaikkan atau mengganti kerb bahu sisi jalan yang ada, karena tidak akan terbenam oleh lapisan daur ulang.

C. Memelihara kelestarian lingkungan.

Kelestarian lingkungan terjaga, karena dengan teknik daur ulang penggunaan agregat baru dapat dikurangi.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian daur ulang perkerasan jenis HRS adalah :

- 1) Untuk mengetahui kehandalan dan komposisi agregat kasar dan agregat halus pada lapis HRS untuk digunakan sebagai lapis AC.
- 2) Untuk mengetahui dan menentukan komposisi campuran yang ekonomis dan memenuhi syarat perkerasan beton aspal.

1.4. Pembatasan Masalah

- 1) Penelitian daur ulang beton aspal campuran panas ini hanya meliputi percobaan, pengujian di laboratorium, tanpa mengenai cara penggarukan beton aspal lama, penghamparan campuran hasil daur ulang, dan pengamatan akibat beban lalu lintas yang ada di lapangan.
- 2) Hanya meliputi penghematan dalam pemakaian material jalan dan tidak mengenai optimasi biaya pengoperasiannya.
- 3) Penelitian hanya mengenai pengujian sifat-sifat fisik, tidak meliputi pengujian sifat kimianya.
- 4) Penelitian laboratorium hanya untuk campuran bagian permukaan perkerasan beton aspal (AC).
- 5) Penelitian hanya meliputi daur ulang material agregat dari perkerasan lama, tidak meliputi material aspal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Konstruksi Perkerasan Jalan

Lapis perkerasan jalan ialah suatu lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan (Subgrade) dan berfungsi memikul beban lalu lintas, selanjutnya beban tersebut diteruskan dan disebarkan ke tanah dasar sedemikian rupa sehingga tanah dasar tidak menerima beban yang melebihi daya dukungnya. Untuk dapat memenuhi fungsi tersebut konstruksi jalan harus direncanakan dan dibangun sebaik mungkin sehingga mampu mengatasi pengaruh baik akibat bahan lalu lintas maupun kondisi lingkungan

Berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan menjadi tiga jenis. (Suprpto TM, 1994)

1. Konstruksi perkerasan lentur (flexible pavement), yaitu : lapis perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat.
2. Konstruksi perkerasan kaku (rigid pavement), yaitu : lapis perkerasan yang menggunakan semen (portland cement) sebagai pengikat.
3. Konstruksi perkerasan komposit (composite pavement), yaitu lapis perkerasan lentur dikombinasikan dengan lapis perkerasan kaku.

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari.

1. Lapisan permukaan (surface course)
2. Lapisan pondasi atas (base course)
3. Lapisan pondasi bawah (subbase course)
4. Lapisan tanah dasar (subgrade)

2.2 Material Lapisan Permukaan (Surface Course)

Lapisan permukaan (Surface Course) adalah lapis pertama dalam konstruksi perkerasan yang pertama menerima seluruh beban lalu lintas yang bekerja, pada umumnya dibuat dengan menggunakan bahan aspal sebagai bahan pengikat. Adapun material penyusun lapis permukaan tersebut adalah sebagai berikut ini.

A. Aspal

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat. Berdasarkan cara perolehannya dibedakan menjadi aspal alam dan aspal buatan. Aspal merupakan komponen kecil lapis perkerasan, umumnya hanya 4 – 10 % berdasarkan berat atau 10 – 15 % berdasarkan volume. Aspal yang umum digunakan saat ini terutama berasal dari salah satu hasil proses destilasi minyak bumi seperti aspal minyak yang sering disebut sebagai aspal keras / semen (AC). Aspal semen pada temperatur ruang (25° - 30°C) berbentuk padat. Aspal semen terdiri dari beberapa jenis tergantung dari proses pembuatannya dan jenis minyak bumi asalnya. Di Indonesia, aspal semen biasanya dibedakan berdasarkan nilai penetrasinya yaitu :

1. AC pen 40/50
2. AC pen 60/70
3. AC pen 85/100
4. AC pen 120/150
5. AC pen 200/300

(S. Sukirman 1995)

B. Agregat

Secara umum agregat / batuan didefinisikan sebagai formasi kulit bumi yang keras dan kenyal. ASTM (1974) mendefinisikan batuan sebagai suatu material yang terdiri dari mineral padat, berupa masa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen.

Berdasarkan proses pengolahannya, agregat dibedakan menjadi agregat alam dan agregat buatan. Agregat terdiri atas agregat halus dan kasar. Agregat halus adalah agregat yang lolos saringan no. 8 atau 2,38 mm, sedang agregat kasar adalah agregat yang tertahan saringan no. 8 atau 2,38 mm (Bina Marga 1987).

Agregat merupakan komponen utama lapis perkerasan. Berdasarkan presentase berat, lapisan perkerasan mengandung 90 - 95% bahan agregat atau 75 - 85% agregat berdasarkan presentase volume. Sebagai bahan utama lapis perkerasan, agregat harus mampu mendukung dan meneruskan beban roda kendaraan sampai ke lapisan tanah dasar, sehingga pemeriksaan terhadap agregat menjadi utama agar mampu memenuhi persyaratan yang berkaitan dengan kemampuan meneruskan dan mendukung beban lalu lintas.

Dengan demikian daya dukung, keawetan dan mutu perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain.

C. Filler

Filler adalah bahan berbutir halus yang berfungsi sebagai butiran pengisi pada campuran beton aspal. Filler didefinisikan sebagai fraksi debu mineral lolos saringan no. 200 (0,074 mm) bisa berupa debu batu, kapur, debu dolomit, atau semen. Filler harus dalam keadaan kering (kadar air maksimum 1%).

2.3. Beton Aspal (Asphalt Concrete)

Beton aspal merupakan salah satu jenis lapis perkerasan konstruksi perkerasan lentur. Jenis perkerasan ini terdiri dari campuran aspal keras sebagai bahan pengikat dan agregat yang mempunyai gradasi menerus, yaitu gradasi dengan ukuran butir dari kasar sampai halus mempunyai komposisi seimbang. Gradasi menerus disebut juga gradasi rapat, karena volume rongga antar butir kecil. Campuran aspal dan agregat ini kemudian dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.

BAB III

LANDASAN TEORI

Hasil percobaan laboraturim yang dilakukan oleh Departemen Pekerjaan Umum di Pusat Litbang jalan mengenai daur ulang beton aspal campuran panas berdasarkan spesifikasi Bina Marga “B” dan spesifikasi gradasi Fuller adalah sebagai berikut.

- | | |
|-----------------------------|-----------------|
| 1. Rongga terhadap campuran | : 3 – 6% |
| 2. Rongga terisi aspal | : 70 – 85% |
| 3. Stabilitas | : \geq 750 kg |
| 4. Kelelehan | : 2 – 4 mm |

Dari dua jenis campuran beton aspal yang diteliti oleh Badan Litbang PU, disimpulkan bahwa campuran yang berdasarkan spesifikasi “Fuller” lebih ekonomis jika dibandingkan dengan campuran yang berdasarkan spesifikasi Bina Marga “B”, karena agregat baru yang dibutuhkan hanya sekitar 25%, sehingga aspal tambahan yang dibutuhkannya pun sedikit.

Pada penelitian yang akan dilaksanakan ini, perencanaan gradasi campuran beton aspal berdasarkan spesifikasi “Fuller”, sistem pencampuran dilakukan dengan cara “Hot Mix”, dan pengujian terhadap campuran beton aspal menggunakan alat “Marshall”. Tinjauan secara umum mengenai “Hot Mix Recycling” untuk campuran

“Asphalt Concrete” pada Perkerasan Jalan Lentur dengan Uji “Marshall” ini akan diuraikan sebagai berikut

3.1. Perkerasan Lama (Reclaimed Material)

Perkerasan lama yang dipakai untuk bahan pengujian di laboratorium dan sebagai bahan campuran dalam penelitian ini adalah jenis perkerasan HRS (Hot Rolled Sheet). Perkerasan lama di dapat dari hasil penggarukan manual di lapangan. Kerusakan terjadi karena sifat-sifat bahan penyusun lapis perkerasan mengalami perubahan akibat pengaruh dari luar, seperti umur, iklim, radiasi matahari, gaya, dan beban lalu lintas. (Irwin, 1991).

3.2. Beton Aspal (Asphalt Concrete) Campuran Panas

Beton aspal merupakan lapisan penutup permukaan perkerasan jalan dengan gradasi menerus/rapat. Lapisan ini terdiri dari agregat kasar, agregat halus, mineral pengisi, dan aspal keras yang kemudian dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.

3.3. Kinerja Beton Aspal Campuran Panas

Kinerja campuran yang harus dimiliki oleh beton aspal campuran panas adalah sebagai berikut ini:

1. Stabilitas,
2. Durabilitas (daya tahan/keawetan),
3. Fleksibilitas (kelenturan),
4. Tahanan geser/kekesatan (skid resistance),

5. Kedap air.
6. Kemudahan pekerjaan (Workability), dan
7. Ketahanan kelelahan (Fatigue resistance).

3.4. Bahan Penyusun Beton Aspal Campuran Panas

Pada umumnya bahan penyusun lapis perkerasan jalan (beton aspal) terdiri dari campuran antara agregat, mineral pengisi (filler), dan bahan pengikat aspal keras. Bahan penyusun campuran perkerasan ini harus memenuhi kriteria yang berlaku.

3.4.1. Sifat Aspal

1. Bahan pengikat, mampu memberikan ikatan yang kuat antara aspal dengan agregat, dan antara aspal itu sendiri.
2. Bahan pengisi, mengisi rongga antara butir-butir agregat dan pori-pori yang ada dari agregat itu sendiri. (S. Sukirman, 1995)

Hal-hal yang perlu diperhatikan dari aspal yang akan digunakan untuk lapis perkerasan jalan yang akan di uji.

3.4.1.1. Daya Tahan (*durability*)

Daya tahan adalah kemampuan aspal mempertahankan sifat asalnya akibat pengaruh cuaca selama masa pelayanan jalan. Sifat ini merupakan sifat dari campuran aspal, sehingga tergantung juga dari sifat agregat, campuran dengan aspal, faktor pelaksanaan.

3.4.1.2. Adhesi dan Kohesi

Adhesi adalah kemampuan aspal untuk mengikat agregat, sehingga dihasilkan ikatan yang baik antara agregat dengan aspal. Kohesi adalah kemampuan aspal untuk tetap mempertahankan agregat tetap terkait setelah terjadi pengikatan. Sifat ini sangat diperlukan agar lapis perkerasan yang dibuat tahan terhadap retak, pengulitan dan goyah.

3.4.1.3. Kepekaan terhadap temperatur

Dengan diketahui akibatnya nilai kepekaan aspal terhadap temperatur, maka dapat ditentukan pada temperatur berapa sebaiknya proses pemadatan campuran harus dilakukan agar diperoleh hasil yang baik.

3.4.1.4. Kekerasan atau Kekakuan Aspal

Kekerasan atau kekakuan aspal berpengaruh pada kekakuan campuran beton aspal, sehingga akan mempengaruhi kemampuan menyebarkan beban dari lapis perkerasan jalan akibat beban lalu lintas. Dalam penelitian ini digunakan aspal semen (AC pen 60/70).

Tabel 3.1. Rujukan Pemeriksaan Aspal Keras (AC pen 60/70)

No	Jenis Pemeriksaan	Metode Pengkajian	Hasil Pengujian		Satuan
			Min	Max	
1	Penetrasi 25°C 100 grm 5 detik	PA 0301 - 76	60	79	0,1 mm
2	Titik lembek / lunak	PA 0302 - 76	48	58	°C
3	Titik nyala	PA 0303 - 76	200	-	°C
4	Penurunan berat (Thuck Film Oven Test)	PA 0304 - 76	-	0,4	% berat
5	Kelarutan dalam CcI4 / CS2	PA 0305 - 76	99	-	% berat
6	Daktilitas	PA 0306 - 76	100	-	cm
7	Penetrasi setelah kehilangan berat	PA 0307 - 76	-	75	% semula
8	Berat jenis	PA 0308 - 76	1	-	gr/cc

Sumber : Bina Marga, No. 03/PT/B/1983.

3.4.2. Sifat Agregat

Hal-hal yang perlu diperhatikan dari agregat yang akan digunakan untuk membuat campuran aspal atau perkerasan aspal yang akan di uji.

3.4.2.1. Gradasi dan ukuran maksimum

Gradasi berdasarkan ukuran agregat berpengaruh terhadap rongga antar butir yang akan menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan. Semakin besar ukuran maksimum partikel agregat yang digunakan, semakin banyak variasi ukuran agregat dari besar sampai kecil yang dibutuhkan. Batasan ukuran maksimum partikel agregat yang diperlukan dibatasi oleh tebal lapisan yang direncanakan. Pada penelitian ini, perencanaan gradasi campuran didasarkan pada spesifikasi "Fuller". Spesifikasi gradasi "Fuller" merupakan komposisi campuran dengan gradasi agregat yang terdiri dari tiga fraksi yaitu kasar, sedang dan halus dan bahan tambah aspal.

Tabel 3.2. Gradasi Agregat Spesifikasi “Fuller”

Ukuran Saringan	% Lolos
3/4"	100
1/2"	81 – 88
3/8"	71 – 81
No. 4	50 – 66
No. 8	35 – 54
No. 16	25 – 43
No. 30	18 – 35
No. 40	14 – 32
No. 50	12 – 28
No. 100	8 – 23
No. 200	6 – 18

Sumber : Irwin, 1991.

3.4.2.2. Kadar Lempung

Mineral lempung yang menyelimuti partikel-partikel agregat mempengaruhi mutu dari campuran, karena akan mengurangi ikatan antara agregat dengan aspal, menambah besar luas permukaan agregat yang harus dilapisi aspal, lapisan ikatan menjadi getas, dan cenderung menyerap aspal. Mineral lempung yang menyelimuti agregat dapat dijelaskan dan diidentifikasi di dalam pengujian “Atterberg Limit” (ANON, 1990).

3.4.2.3. Daya Tahan Agregat

Bentuk dan tekstur berpengaruh terhadap stabilitas dari lapisan perkerasan jalan yang dibentuk oleh agregat tersebut. Partikel agregat dapat berbentuk bulat, lonjong, kubus, pipih, dan bentuk tidak beraturan.

3.4.2.5. Daya lekat terhadap aspal

Kaitannya dengan kelekatan terhadap aspal, maka agregat yang baik untuk lapis perkerasan harus berbentuk kubus dan kasar, jumlah pori tidak terlalu banyak, besarnya absorpsi dibatasi 3%, dan sifat agregat terhadap air yang memudahkan terjadinya “stripping” yaitu lepasnya lapis aspal dari agregat.

3.4.2.6. Berat Jenis Agregat

Berat jenis agregat adalah perbandingan antara berat volume agregat, dan berat volume air. Hubungannya dengan perencanaan campuran lapis perkerasan, berat jenis agregat memegang peranan penting, karena pada umumnya campuran direncanakan berdasarkan perbandingan berat, dan juga untuk menentukan banyaknya pori.

3.4.3. Bahan Pengisi

Hal-hal yang perlu diperhatikan dari bahan pengisi (filler) yang akan digunakan untuk membuat campuran aspal atau perkerasan aspal yang akan di uji.

1. Harus kering dan bebas dari bahan lain yang mengganggu,
2. Mampu meningkatkan kepadatan dan kekuatan beton aspal,
3. Mampu meningkatkan konsistensi aspal,
4. Mampu menurunkan sensitifitas campuran terhadap air, dan
5. Pemeriksaan saringan serta bahan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut.

Tabel 3.3. Gradasi bahan pengisi

No. Saringan	% Lolos
No. 30	100
No. 50	95 - 100
No. 100	90 - 100
No. 200	65 - 100

Sumber : Petunjuk pelaksanaan lapis aspal beton, Dep. PU.

Dalam penelitian ini, bahan pengisi (filler) yang digunakan adalah debu batu yang merupakan hasil samping produksi pemecah batu (Stone Crusher) produksi PT. Perwita Karya, Piyungan, Yogyakarta.

3.5. Daur Ulang Campuran Panas (Hot Mix Recycling)

Daur ulang campuran panas adalah proses pemanfaatan kembali bahan campuran agregat dan aspal yang sudah lama (rusak) menjadi campuran baru yang baik dengan jalan menambahkan bahan tambah agregat dan aspal baru, yang dicampur dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Penambahan agregat dan aspal baru dimaksudkan supaya campuran bahan lama kembali memenuhi persyaratan yang berlaku, sehingga siap untuk dipakai lagi sebagai lapis perkerasan jalan.

Pada penelitian ini, perencanaan dan pengujian terhadap campuran beton aspal yang terdiri dari bahan-bahan lama dan baru dilakukan di laboratorium dengan alat uji "Marshall". Pemeriksaan dengan alat uji "Marshall" ini dimaksudkan untuk menentukan stabilitas terhadap kelelahan plastis (flow) dari campuran aspal dan agregat.

Tabel 3.4. Kriteria Campuran pada Cara "Marshall".

Cara Pemeriksaan (PC 0201 - 76)	Lalu Lintas			Satuan
	Ringan	Sedang	Berat	
Stabilitas	350 - 460	460 - 650	600 - 750	Kg
Rongga dalam campuran	3 - 8	3 - 8	3 - 8	%
Rongga terisi aspal	65 - 75	65 - 75	65 - 75	%
Kelelehan (flow)	2 - 5	2 - 4,5	2 - 4	mm
Jumlah tumbukan	35	50	75	

Sumber : Bina Marga. No. 03/PT/B/1983



BAB IV

HIPOTESIS

Beton aspal (asphalt concrete) adalah salah satu lapis permukaan (surface course) dalam perkerasan lentur bersifat struktural dan berfungsi sebagai lapisan yang menahan dan menyebarkan beban roda kendaraan (Silvia S, 1995).

Jenis kerusakan yang sering dijumpai pada lapisan permukaan (surface course) adalah bergelombang, retak-retak, deformasi, alur, pelupasan, dsb. Berdasarkan Manual Pemeliharaan Jalan Nomor : 03 / MN / B / 1983, Direktorat Jenderal Bina Marga, jenis kerusakan jalan dibedakan menjadi.

1. Retak (crecking)
2. Distorsi (distortion)
3. Cacat permukaan (disintegration)
4. Pengausan (polished aggregate)
5. Kegemukan (bleeding or flushing)
6. Penurunan pada bekas penanaman utilitas

Kerusakan tersebut berdampak pada berkurangnya masa layan perkerasan jalan sesuai dengan umur yang direncanakan.

Jenis-jenis kerusakan pada lapis permukaan (Surface course) di atas dapat diperbaiki dengan proses “Daur Ulang” yaitu memanfaatkan kembali material

perkerasan lama dengan atau tanpa penambahan material baru yang memenuhi persyaratan. Namun hal ini masih harus dibuktikan dengan penelitian



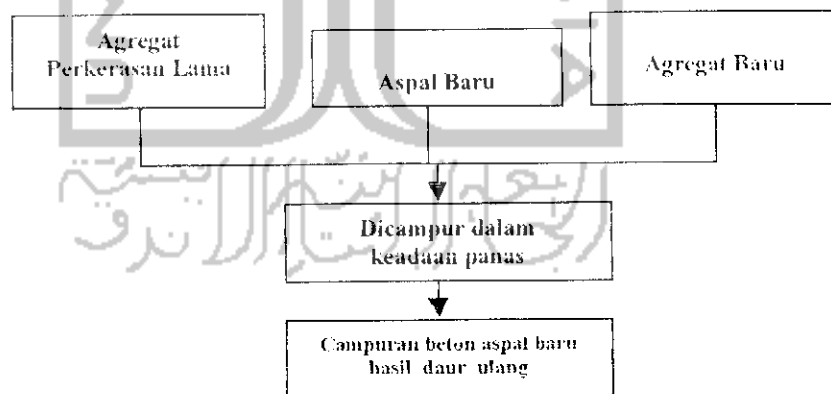
BAB V

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Penelitian ini meliputi tahap persiapan, pemeriksaan bahan lama dan baru, perencanaan campuran beton aspal daur ulang serta pengujian dengan alat “Marshall”.

5.1. Proses Daur Ulang Beton Aspal

Proses pembuatan beton aspal campuran panas daur ulang dapat diilustrasikan pada skema seperti terlihat pada gambar 5.1.



Gambar 5.1. Skema proses pembuatan campuran beton aspal daur ulang

Dari skema tersebut terlihat bahwa campuran beton aspal daur ulang diperoleh dari campuran antara bahan beton aspal lama dengan tambahan bahan baru yang meliputi agregat baru dan aspal baru.

5.2. Persiapan Penelitian

Persiapan dalam penelitian ini meliputi pengumpulan data dan pelaksanaan penggarukan perkerasan lama, pemeriksaan bahan lama dan baru, buku pustaka, serta perijinan ke berbagai instansi, baik pemerintah maupun swasta demi kelancaran penelitian

5.2.1. Persiapan campuran beton aspal lama

Dalam penelitian ini digunakan beton aspal lama dari hasil penggarukan di lapangan pada ruas jalan Galur – Congot Kabupaten Kulon Progo. Pemilihan lapis perkerasan jalan berdasarkan umur jalan dan belum pernah di “Overlay”. Campuran beton aspal lama tersebut dipakai untuk pengujian di laboratorium dan sebagai bahan campuran beton aspal baru.

5.2.2. Persiapan bahan baru

Bahan-bahan yang digunakan adalah sebagai berikut ini.

1. Agregat

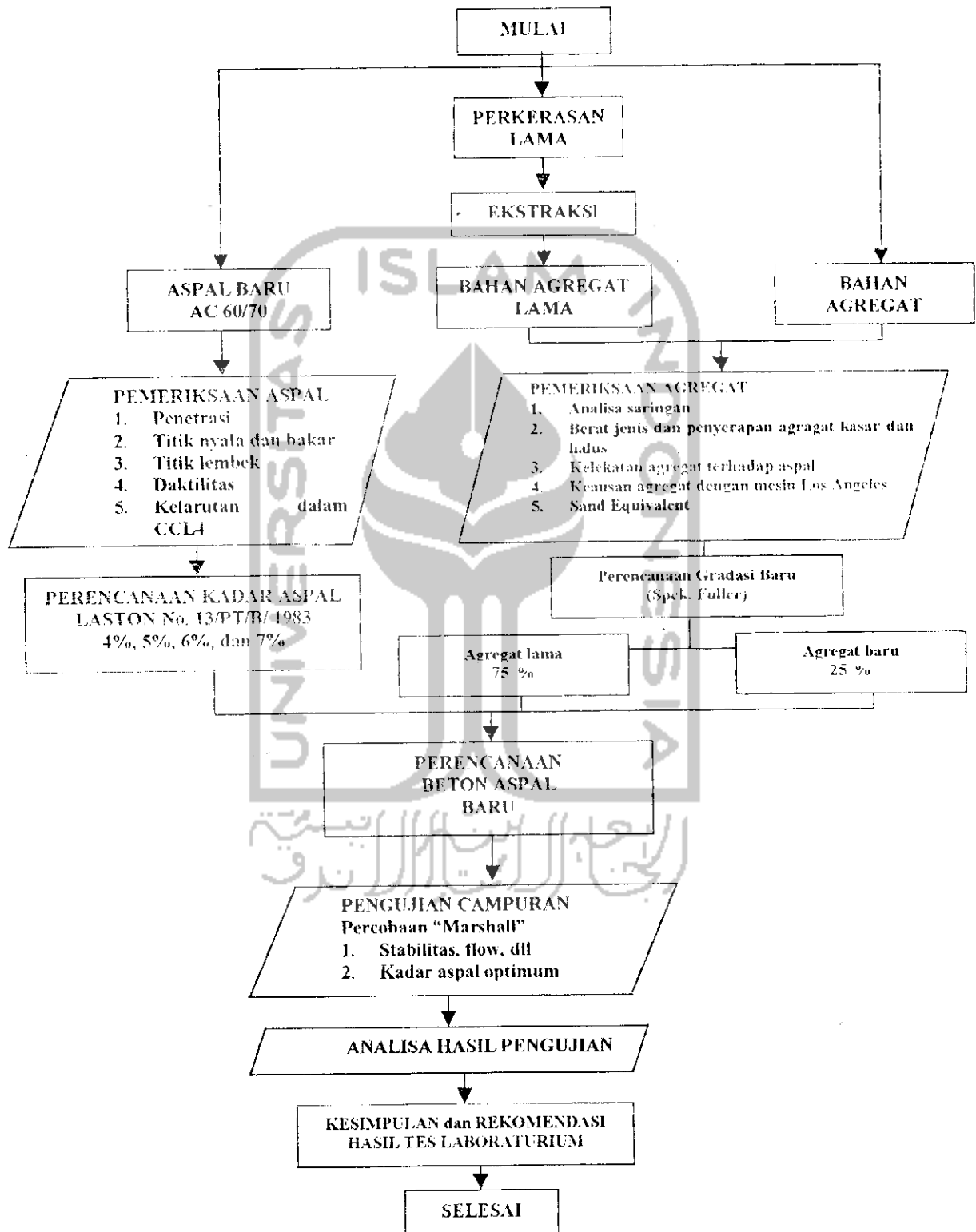
Agregat yang digunakan berupa agregat kasar sampai halus dan debu batu (filler) hasil alat pemecah batu (stone crusher) PT. Perwita Karya Yogyakarta.

2. Aspal

Aspal yang digunakan adalah aspal keras (AC 60/70) produksi Pertamina yang diperoleh dari PT. Perwita Karya Yogyakarta. Variasi kadar aspal yang dipakai dimulai 4% - 7% dengan interval 1% (4%, 5%, 6%, 7%) (LASTON No. 13/PT/B/1983).

5.3. Percobaan Laboraturium

Tahapan pada percobaan di laboraturium di ilustrasikan sebagai berikut :



Gambar 5.2. Skema tahapan pelaksanaan di laboraturium

5.3.1. Pemeriksaan perkerasan Lama

Untuk memisahkan agregat dari aspal pada campuran beton aspal lama dilaksanakan dengan proses ekstraksi. Bahan pelarut yang digunakan adalah Bensin (C_2HCl_3).

Pada penelitian ini, bahan campuran beton aspal lama yang akan dimanfaatkan kembali untuk pembuatan beton aspal baru hanyalah agregatnya, dengan kata lain yang di daur ulang adalah agregatnya, sedangkan aspal lama dibuang dan diganti aspal baru jenis AC 60/70.

5.3.2. Pemeriksaan Agregat

Pengujian terhadap bahan agregat untuk mengetahui kualitasnya adalah sebagai berikut ini.

5.3.2.1. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus

1. Maksud

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat kasar dan halus dengan menggunakan saringan. Pemeriksaan ini berdasarkan prosedur PB - 0201 - 76 (Bina Marga).

2. Peralatan yang dipakai

- a. Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,2 % dari berat benda uji.
- b. Satu set saringan.
- c. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu.
- d. Alat pemisah contoh.

- e. Mesin pengguncang saringan.
 - f. Talam-talam.
 - g. Kuas, sikat kuningan, sendok dan alat-alat lainnya.
3. Pembuatan benda uji
- Benda uji diambil dari fraksi 1 (agregat kasar), fraksi 2 (agregat halus), dan fraksi 3 (filler) sebanyak 1200 gram.
4. Pelaksanaan pengujian
- a. Mengambil benda uji dari masing-masing fraksi.
 - b. Saringan dibersihkan dan disusun sesuai dengan kebutuhan.
 - c. Benda uji dituangkan seluruhnya ke saringan yang paling atas dan ditutup.
 - d. Saringan digoncangkan selama 15 menit.
 - e. Benda uji yang tertahan pada masing-masing saringan diambil dan ditimbang.
 - f. Saringan disusun kembali sesuai kebutuhan penyaringan berikutnya.

5.3.2.2. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat

1. Maksud

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis “bulk”, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), berat jenis semu, serta penyerapan agregat.

Pemeriksaan ini berdasarkan prosedur PB - 0202 - 76 (bina Marga).

2. Peralatan yang dipakai

- a. Keranjang kawat ukuran 3,35 mm atau 2,36 (saringan no. 6 atau 8) dengan kapasitas lebih kurang 5 kg.
- b. Bak peredam.

- c. Timbangan dengan kapasitas 5 kg dan angka ketelitian 0,1 gram.
- d. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu sampai $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$.
- e. Kain pembersih.
- f. Saringan no.4.

3. Pembuatan benda uji

Benda uji adalah agregat yang tertahan saringan no.4 alat pemisah contoh atau cara perempat, sebanyak lebih kurang 5 kg.

4. Pelaksanaan pengujian

- a. Benda uji dicuci untuk menghilangkan debu atau bahan lain yang melekat pada permukaan.
- b. Merendam benda uji dalam air pada suhu kamar selama 24 jam.
- c. Memasukkan benda uji dalam keranjang, kemudian memasukkannya dalam air dan menggoncang-goncangkannya agar udara yang tersekap dapat keluar. Selanjutnya menimbanginya dalam air (Ba).
- d. Mengeluarkan benda uji dari air, dilap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang (SSD). Untuk butiran besar, pengeringannya satu persatu.
- e. Menimbanginya dalam keadaan SSD (Bj).
- f. Mengeringkan benda uji dalam oven pada suhu 105°C .
- g. Mendinginkan benda uji pada suhu kamar, kemudian timbang lagi (Bk).

- c. Timbangan dengan kapasitas 5 kg dan angka ketelitian 0,1 gram.
 - d. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu sampai $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$.
 - e. Kain pembersih.
 - f. Saringan no.4.
3. Pembuatan benda uji
- Benda uji adalah agregat yang tertahan saringan no.4 alat pemisah contoh atau cara perempat, sebanyak lebih kurang 5 kg.
4. Pelaksanaan pengujian
- a. Benda uji dicuci untuk menghilangkan debu atau bahan lain yang melekat pada permukaan.
 - b. Merendam benda uji dalam air pada suhu kamar selama 24 jam
 - c. Memasukkan benda uji dalam keranjang, kemudian memasukkannya dalam air dan menggoncang-goncangkannya agar udara yang tersekap dapat keluar. Selanjutnya menimbanginya dalam air (Ba).
 - d. Mengeluarkan benda uji dari air, dilap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang (SSD). Untuk butiran besar, pengeringannya satu persatu.
 - e. Menimbanginya dalam keadaan SSD (Bj).
 - f. Mengeringkan benda uji dalam oven pada suhu 105°C .
 - g. Mendinginkan benda uji pada suhu kamar, kemudian timbang lagi (Bk).

5.3.2.3. Pemeriksaan Kelekatan Agregat terhadap Aspal

1. Maksud

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kelekatan agregat terhadap aspal. Kelekatan agregat terhadap aspal adalah prosentase luas permukaan batuan yang tertutup aspal terhadap keseluruhan luas permukaan. Pemeriksaan ini berdasarkan prosedur PB – 0205 – 76 (Bina Marga).

2. Peralatan yang dipakai

- a. Wadah untuk mengaduk, kapasitas minimal 50 ml
- b. Timbangan dengan kapasitas 2000 gram, ketelitian 0,1 gram.
- c. Pisau mengaduk baja (spatula), lebar 1" dan panjang 4".
- d. Tabung gelas kimia (bakker glass), kapasitas 500 ml s/d 1000 ml.
- e. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $(150 + 1)^{\circ}\text{C}$.
- f. Saringan 6,3 mm dan 9,5 mm.
- g. Thermometer logam 200°C s/d 300°C .
- h. Air suling dengan pH 6,0 sampai 7,0.

3. Pembuatan Benda Uji

- a. Benda uji adalah agregat yang lewat saringan 9,5 mm dan tertahan saringan 6,3 mm sebanyak lebih kurang 1000 gram.
- b. Agregat sebanyak 1000 gram dicuci dengan air suling, dikeringkan pada suhu 135°C sampai 149°C , hingga berat tetap. Disimpan di tempat yang rapat dan siap untuk diperiksa.

- c. Untuk pelapisan agregat basah perlu ditentukan berat jenis kering permukaan jenuh (SSD) dan penyerapan dari agregat kasar.

4. Pelaksanaan pengujian

- a. Diambil benda uji sebanyak 100 gram, dimasukkan ke dalam “bekker glass” dan dipanaskan dalam oven selama 1 jam pada suhu tetap antara 135°C sampai 149°C. Sementara itu secara terpisah aspal dipanaskan pada suhu 135°C - 149°C.
- b. Aspal panas sebanyak (5,5 + 0,2) gram dimasukkan ke dalam wajan yang berisi benda uji agregat panas. Diaduk sampai merata dengan spatula yang sudah dipanasi selama 2 – 3 menit sampai benda uji terselaput aspal.
- c. Campuran agregat dan aspal didiamkan sampai mencapai suhu ruang.
- d. Benda uji dipindahkan ke dalam tabung gelas kimia 600 ml. segera ditambahkan air suling sebanyak 400 ml, dan dibiarkan pada suhu ruang selama 16 – 18 jam.
- e. Diperiksa luas permukaan benda uji yang masih terselaput aspal.

5.3.2.4. Pemeriksaan Keausan Agregat dengan Mesin “Los Angeles”

1. Maksud

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin “Los Angeles”. Keausan tersebut dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan aus yang lewat saringan no. 12 terhadap berat semula, dalam persen. Pemeriksaan ini berdasarkan prosedur PB – 0206 – 76 (Bina Marga).

2. Peralatan yang dipakai

- a. Mesin “Los Angeles” lengkap.
- b. Saringan no. 12 dan saringan lain sesuai kebutuhan.
- c. Timbangan dengan ketelitian 5 gram.
- d. Bola-bola baja dengan diameter rata-rata 4,68 cm dan berat masing-masing antara 350 gram sampai 445 gram.
- e. Oven yang dilengkapi dengan alat pengatur suhu untuk memanasi sampai $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

3. Pembuatan Benda Uji

- a. Berat dan gradasi benda uji sesuai dengan kebutuhan.
- b. Dibersihkan dan dikeringkan dalam oven pada suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ sampai berat tetap.

4. Pelaksanaan pengujian

- a. Memasukkan benda uji dan bola-bola baja ke dalam mesin “Los Angeles”.
- b. Mesin diputar dengan kecepatan 30 – 33 rpm sebanyak 500 putaran.
- c. Setelah selesai pemutaran, benda uji dikeluarkan dari mesin, kemudian disaring dengan saringan no. 12. Batuan yang tertahan dipisahkan dan dicuci, selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ sampai berat tetap.

5.3.2.5. Pemeriksaan “Sand Equivalent”

1. Maksud

Pemeriksaan ini dimasukkan untuk menentukan kadar debu atau lumpur atau bahan lempung yang dikandung oleh agregat. Pemeriksaan ini dilakukan untuk agregat lolos saringan no. 4 berdasarkan prosedur AASHTO T 176 – 73, 1982.

Nilai yang disyaratkan 50%.

2. Peralatan yang dipakai

- a. Alat uji “Sand Equivalent”.
- b. Kaleng dengan diameter 57 mm dan isi 85 ml.
- c. Corong dengan mulut yang luas.
- d. Jam dengan pembacaan sampai detik.
- e. Pengguncang mekanis.
- f. Larutan CaCl_2 , “glycerin”, dan “formal dehyde”.

3. Pembuatan Benda Uji

Pasir disaring dengan saringan no. 4 dan butir-butir yang menggumpal dihancurkan hingga lolos saringan no. 4, pasir-pasir didapat dengan alat pemisah pasir atau cara seperempat, contoh dimasukkan ke dalam kaleng sampai penuh dan rata. Selama pengisian, alas kaleng sambil diketuk-ketuk agar terjadi konsolidasi.

Benda uji bisa disiapkan dalam keadaan kering udara atau keadaan aslinya.

4. Pelaksanaan Pengujian

Benda uji sebanyak yang dibutuhkan dimasukkan ke dalam larutan CaCl_2 yang diletakkan di dalam tabung kaca dan diendapkan selama $10 + 1$ menit. Selanjutnya tabung yang telah ditutup dengan tutup karet tersebut dikocok dalam arah mendatar sebanyak 90 kali. Larutan ditambah sampai skala 15 dan dibiarkan selama 20 menit. Setelah itu skala pasir dan skala lumpur dibaca.

5.3.3. Pemeriksaan Aspal

Pengujian terhadap bahan aspal dilakukan sebagai berikut ini.

5.3.3.1. Pemeriksaan Penetrasi Bahan-Bahan Bitumen

1. Maksud

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan penetrasi bitumen keras atau lembek (solid atau semi solid) dengan memasukkan jarum penetrasi tertentu, bahan dan waktu tertentu ke dalam bitumen pada suhu tertentu. Pemeriksaan ini berdasarkan prosedur PA - 0301 -76 (Bina Marga).

2. Peralatan yang dipakai

- a. Alat penetrasi dengan ketelitian pengukuran sampai 0,10 mm.
- b. Pemegang jarum seberat $(4,75 \pm 0,05)$ gram.
- c. Pemberat jarum dengan berat $(50 \pm 0,05)$ gram dan $(100 \pm 0,05)$ gram untuk pengukuran dengan beban 100 dan 200 gram.
- d. Jarum penetrasi dari "stainless steel" mutu 440°C, atau HRC 54 sampai 60 berbentuk kerucut terpancung.
- e. Dua buah cawan logam.

- f. Bak peredam (water batch)
- g. Gelas piala (bekker glass) dengan kapasitas > 350 ml.
- h. “Stop Watch”
- i. “Thermometer”

3. Pembuatan Benda Uji

Aspal dipanaskan selama ≤ 30 menit, untuk dituangkan ke dalam cawan logam, diaduk perlahan-lahan agar udara tidak masuk ke dalam benda uji. Benda uji dituangkan ke dalam 2 buah cawan dan didiamkan hingga mencapai suhu ruang.

4. Pelaksanaan pengujian

- a. Letakkan benda uji dalam bak peredam pada suhu ruang.
- b. Jarum dipasang pada pemegang jarum yang telah diperiksa.
- c. Diletakkan pemberat 50 gram di atas jarum untuk memperoleh beban sebesar $(100 \pm 0,1)$ gram.
- d. Gelas piala diletakkan di bawah alat penetrasi.
- e. Diturunkan jarum penetrasi perlahan-lahan sehingga jarum penetrasi menyentuh permukaan benda uji. Kemudian aturlah angka 0 di arloji penetrometer, sehingga jarum penunjuk berimpit.
- f. Dilepaskan pemegang jarum dan serentak jalankan “stop watch” selama jangka waktu $(5 \pm 0,1)$ detik.
- g. Dipurutar arloji penetrometer dan dibaca angka penetrasi yang berimpit dengan jarum penunjuk. Dibulatkan hingga angka 0,1 mm terdekat.

- h. Dilepaskan jarum-jarum dari pemegang jarum dan siapkan alat penetrasi untuk pekerjaan berikutnya.
- i. Pekerjaan a s/d g diatas dilakukan tidak kurang dari 3 kali untuk satu benda uji.

5.3.3.2. Pemeriksaan Titik Lembek Aspal

1. Maksud

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan titik lembek aspal yang berkisar antara 30° - 200°C. Pemeriksaan ini berdasarkan prosedur PA -- 0302 – 76 (Bina Marga).

2. Peralatan yang dipakai

- a. “Thermometer”
- b. Bola baja diameter 9,35 mm, berat 3,45 – 3,55 gram.
- c. Bejana gelas (bekker glass), tahan pemanasan mendadak dengan diameter 8,5 cm dan tingginya \geq 12 cm.
- d. Cincin kuningan.
- e. Alat pengarah bola.
- f. Dudukkan benda uji.
- g. Penjepit.
- h. Sumber pemanas dan perlengkapan lainnya.
- i. Spatula.

3. Pembuatan Benda Uji.

- a. Aspal dipanaskan perlahan-lahan sambil diaduk terus-menerus hingga cair merata. Pemanasan dan pengadukan dilakukan perlahan-lahan agar gelombang udara tidak masuk.
 - b. Setelah cair merata dituangkan ke dalam cincin dan didiamkan hingga mencapai suhu ruang.
 - c. Permukaan benda uji diratakan dengan spatula.
4. Pelaksanaan pengujian.
- a. Benda uji dipasang dan diatur kedudukannya, kemudian pengarah bola diletakkan di atasnya. Dimasukkan seluruh peralatan tersebut ke dalam "bekker glass". Jarak antara permukaan pelat dasar dengan dasar benda uji 25,4 mm.
 - b. Gelas piala diisi dengan air suling sebanyak 101,60 - 108 mm dengan suhu $(5 \pm 1)^{\circ}\text{C}$.
 - c. "Thermometer" diletakkan sesuai pada tempatnya.
 - d. Bola baja yang bersuhu 5°C diletakkan di atas dan di tengah permukaan benda uji dengan penjepit.
 - e. Dipanaskan gelas piala sehingga kenaikan suhu menjadi 5°C per menit untuk 3 menit pertama perbedaan kecepatan pemanasan $\leq 5^{\circ}\text{C}$.

5.3.3.3. Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar dengan "Cleveland Open Cup"

1. Maksud

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan titik nyala dan titik bakar dari semua hasil minyak bumi kecuali minyak bakar dan bahan lainnya yang

mempunyai titik nyala “Open cup” kurang dari 79°C . Pemeriksaan ini berdasarkan prosedur PA – 0303 – 76 (Bina Marga).

2. Peralatan yang dipakai

- a. “Thermometer”
- b. “Cleveland Open Cup” adalah cawan kuningan.
- c. Alat pemanas.
- d. Sumber pemanas.
- e. Penahan angin.
- f. Nyala penguji.
- g. “Stop Watch”

3. Pembuatan Benda Uji

- a. Dipanaskan contoh aspal antara $148,9^{\circ}\text{C}$ s/d 176°C , sampai cukup cair.
- b. Cawan “cleveland” diisi sampai garis dan gelembung udara yang ada pada permukaan cairan dihilangkan (dipecahkan).

4. Pelaksanaan pengujian

- a. Diletakkan cawan di atas pelat pemanas.
- b. Diletakkan nyala penguji dengan proses pada jarak 7,5 cm.
- c. Ditempatkan termometer tegak lurus di dalam benda uji dengan jarak 6,4 mm di atas dasar cawan, dan terletak pada satu garis yang menghubungkan titik tengah cawan dan titik poros nyala penguji. Kemudian diatur sehingga poros termometer terletak pada jarak $\frac{1}{4}$ diameter cawan dari tepi.
- d. Ditempatkan penahan angin di depan nyala penguji.

- e. Dinyalakan sumber pemanas dan diatur pemanasan sehingga kenaikan suhu menjadi $(15 \pm 1)^\circ\text{C}$ per menit sampai benda uji ketemu titik nyalanya.
- f. Diputar nyala penguji sehingga melalui permukaan cawan (dari tepi ke tepi cawan) dalam waktu satu detik. Diulangi setiap kenaikan 2°C .
- g. Dibaca dan dicatat suhu pada termometer di saat terlihat nyala singkat.
- h. Dilanjutkan sampai terlihat nyala yang agak lama sekurang-kurangnya 5 detik. Dibaca dan dicatat suhu termometer.

5.3.3.4. Pemeriksaan Kelarutan Aspal dalam CCL4

1. Maksud

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kadar bitumen yang larut dalam “karbon tetraklorida” / “karbon bisulfida”. Pemeriksaan ini berdasarkan prosedur PA - 0305 - 76 (Bina Marga).

2. Peralatan yang dipakai

- a. “Gooth cruible” adalah cawan porselin diameter atas 4,4 cm, diameter bawah sekurang-kurangnya 8,6 cm, dengan tinggi bagian dalam 2,5 cm.
- b. Alas dari asbes dengan panjang serat kira-kira 1 cm, yang telah dicuci dengan asam.
- c. Labu “Erlenmeyer” kapasitas 125 ml.
- d. Labu penyaring.
- e. Tabung penyaring.
- f. Tabung karet untuk menahan “Gooth cruible”.
- g. Oven yang dilengkapi pengatur suhu untuk memanasi sampai 125°C .

- h. Neraca analitik kapasitas ($200 \pm 0,001$) gram.
 - i. Pembakar gas.
 - j. Pompa hampa udara (Vacuum).
 - k. Desikator.
 - l. "Karbon tetraklorida p.a." / "karbon bisulfida p.a." (p.a. = pro analisa).
 - m. "Ammonium karbonat p.a."
 - n. Batang pembersih (polisman).
 - o. Cawan porselin.
3. Pembuatan Benda Uji
- a. Diambil contoh bitumen yang telah dikeringkan di bawah suhu penguapan air sekurang-kurangnya 2 gram.
 - b. Apabila contoh bitumen tersebut keras, ditumbuk sekurang-kurangnya 4 gram sampai halus, dan diambil 2 gram.
4. Pelaksanaan pengujian
- a. Ditimbang labu "Erlenmeyer".
 - b. Dimasukkan benda uji dan dituangkan 300 cm^3 "karbon tetraklorida p.a." sedikit demi sedikit sambil diaduk, hingga bitumen larut.
 - c. Persiapan "Gooth cruible".
- Dimasukkan tabung penyaring ke dalam mulut labu penyaring dan dimasukkan "Gooth cruible" ke dalam tabung penyaring, kemudian dihubungkan labu penyaring dengan pompa hampa udara.
- Diisi "Gooth cruible" dengan suspensi asbes dalam air. Dihisap dengan menggunakan pompa hampa udara hingga terbentuk lapisan halus asbes pada

dasar "Gooth cruible". Kemudian diangkat dan dibakar "Gooth cruible" dengan pembakar gas, ditimbang dan didinginkan dalam desikator. Diulangi beberapa kali pekerjaan ini sampai mendapatkan asbes karung sebanyak $(0,5 + 0,1)$ gram. Selanjutnya dimasukkan "Gooth cruible" tersebut ke dalam tabung penyaring.

- d. Disimpan dalam almari sekurang-kurangnya 2 jam.
- e. Dituangkan larutan (a) ke dalam "Gooth cruible" yang telah dipersiapkan, dan dihisap dengan hampa udara. Diatur kran pengisapan sehingga asbes dan endapan tidak ikut terhisap.
- f. Dibersihkan dinding labu "erlenmeyer" dengan batang pembersih dan karbon tetraklorida sedikit, dipindahkan endapan ke dalam "Gooth cruible".
- g. Dicuci bagian dalam "Gooth cruible" dengan karbon tetraklorida hingga filtrat menjadi jernih, dihisap dengan pompa hampa udara sampai kering.
- h. Dikeringkan "Gooth cruible" di dalam oven pada 100°C sampai 125°C selama 20 menit.
- i. Didinginkan dalam desikator dan ditimbang.
- j. Jika terdapat sisa-sisa endapan pada dinding labu erlenmeyer, labu dikeringkan dan ditimbang.
- k. Hasil perbedaan timbangan labu "erlenmeyer" ditambahkan sebagai zat yang tidak larut dalam CCL_4 . Dalam hal ini terdapat keragu-raguan mengenai terbawanya mineral dalam filtrat, diuapkan filtrat tersebut dan dibakar sisa ini dalam cawan porselin. Apabila terdapat mineral karbonat, ditambahkan pada

labu tersebut beberapa tetes larutan $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ paket dan dikeringkan pada suhu 100°C , kemudian dibakar untuk kedua kalinya hingga warnanya menjadi merah tua dan didinginkan dalam desikator. Ditimbang dan ditambah berat labu ini pada berat endapan “Gooth Crucible”.

5.3.3.5. Pemeriksaan Daktilitas Bahan-Bahan Bitumen

1. Maksud

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara 2 cetakan yang berisi bitumen keras sebelum putus pada suhu dan kecepatan tarik tertentu. Pemeriksaan ini berdasarkan prosedur PA – 0306 – 76 (Bina Marga).

2. Peralatan yang dipakai

- a. Termometer
- b. Cetakan daktilitas kuningan
- c. Bak peredam isi 10 liter, dengan ketelitian $0,1^\circ\text{C}$.
- d. Mesin uji.
- e. “Methyl alkohol teknik” dan “sodium klorida teknik”.

3. Pembuatan Benda Uji

- a. Lapsi semua cetakan daktilitas dan bagian atas plat dasar dengan campuran “glycerin” dan “dextrin” atau “glycerin” dan “talk” atau “glycerin” dan “kaolin” atau amalgam”. Kemudian dipasang cetakan daktilitas di atas pelat dasar.

- b. Dipanaskan contoh aspal kira-kira 100 gram, hingga cair. Pemanasan dilakukan sampai suhu antara 80°C s/d 100°C di atas titik leleh. Kemudian contoh disaring dengan saringan no. 5, setelah diaduk, dituang ke dalam cetakan.
 - c. Pada waktu mengisi cetakan, contoh dituang hati-hati dari ujung ke ujung, hingga penuh berlebihan.
 - d. Didinginkan cetakan pada suhu ruang selama 30 sampai 40 menit, selanjutnya pindahkan seluruhnya ke dalam bak perendam yang telah disiapkan pada suhu pemeriksaan (sesuai spesifikasi) selama 30 menit, kemudian diratakan contoh yang berlebihan dengan pisau atau spatula yang panas sehingga cetakan terisi penuh dan rata.
4. Pelaksanaan pengujian
- a. Benda uji didiamkan pada suhu 25°C dalam bak perendam selama 85 sampai 95 menit. Kemudian dilepaskan benda uji dari pelat dasar dan sisi – sisi cetakannya.
 - b. Dipasang benda uji pada alat uji dan tarik benda uji secara teratur dengan kecepatan 5 cm / menit sampai benda uji putus. Perbedaan kecepatan $\pm 5\%$ masih diijinkan.
- Dibaca jarak antara pemegang cetakan, pada saat benda uji putus (dalam cm). Selama percobaan berlangsung benda uji harus selalu terendam sekurang-kurangnya $2,5\text{ cm}$ dari air dan suhu harus dipertahankan tetap $(25 \pm 0,5)^{\circ}\text{C}$.

5.3.3.6. Pemeriksaan Berat Jenis Bitumen

1. Maksud

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis bitumen dengan “picnometer”. Pemeriksaan ini berdasarkan prosedur PA -0307 - 76 (Bina Marga).

2. Peralatan yang dipakai

- a. Termometer
- b. Bak perendam yang dilengkapi dengan pengatur suhu
- c. Piknometer
- d. Air suling
- e. Bejana gelas.

3. Pembuatan benda uji

- a. Dipanaskan contoh bitumen sejumlah 50 gram, hingga cair dan aduk secara merata. Pemanasan tidak boleh lebih dari 30 menit pada suhu 56°C diatas titik lembek.
- b. Dituangkan contoh tersebut ke dalam piknometer yang telah kering hingga terisi $\frac{3}{4}$ bagian.

4. Pelaksanaan pengujian

- a. Diisi bejana dengan air suling, hingga kira-kira bagian atas piknometer yang tidak terendam 40 mm. Kemudian direndam dan dijepit bejana tersebut dalam bak perendam hingga terendam sekurang-kurangnya 100 mm. Diatur suhu bak perendam pada suhu 25°C .

- b. Dibersihkan, dikeringkan dan ditimbang piknometer dengan ketelitian 1 mg (A).
- c. Diangkat bejana dari bak perendam dan diisi piknometer dengan air suling dan tutup piknometer tanpa ditekan.
- d. Dimasukkan piknometer ke dalam bejana dan ditekan penutup hingga rapat, dikembalikan bejana berisi piknometer ke dalam bak perendam. Didiamkan sekurang-kurangnya 30 menit, kemudian diangkat piknometer dan dikeringkan dengan lap. Ditimbang piknometer dengan ketelitian 1 mg (B).
- e. Dituangkan benda uji ke dalam piknometer yang telah kering hingga terisi air $\frac{3}{4}$ bagian.
- f. Dibiarkan piknometer dingin sekurang-kurangnya selama 40 menit dan ditimbang beserta tutupnya dengan ketelitian 1 mg (C).
- g. Piknometer yang berisi benda uji diisi dengan air suling, dan ditutup tanpa ditekan, didiamkan agar gelembung-gelembung udara keluar.
- h. Diangkat bejana dari bak perendam dan letakkan piknometer di dalamnya, ditekan penutup hingga rapat. Dimasukkan dan diamkan bejana di dalam bak perendam sekurang-kurangnya 30 menit. Diangkat, dikeringkan dan ditimbang piknometer (D).

5.3.4. Perencanaan Campuran

Perencanaan campuran diperlukan untuk mendapatkan resep campuran yang memenuhi spesifikasi, sehingga diperoleh campuran yang memenuhi kinerja yang

baik dari agregat yang tersedia. Spesifikasi yang dipilih, dipakai untuk dasar pelaksanaan di lapangan.

5.3.4.1. Gradasi Agregat Tengah atau Gradasi Ideal

Gradasi ideal adalah gradasi yang dipilih untuk mendapatkan jumlah persen yang lolos saringan yang terletak di tengah, antara tepi atas dan tepi bawah pada nomor saringan tertentu berdasarkan grafik analisa saringan. Grafik ini dapat dilihat pada gambar grafik analisa saringan agregat kasar dan halus.

Tabel 5.1. Spesifikasi Gradasi Beton Aspal Daur Ulang

Ukuran Saringan		Spesifikasi "Fuller" Persen lolos		Gradasi Ideal (campuran benda uji)	
mm	inch	Min	maks	% lolos	% tertahan
19,10	3/4	-	100	100	0
12,70	1/2	81	88	84,5	15,5
9,52	3/8	71	81	76	24
4,76	no. 4	50	66	58	42
2,38	no. 8	35	54	44,5	55,5
1,729	no. 16	25	43	34	66
0,59	no. 30	18	35	26,5	73,5
0,435	no. 40	14	32	23	77
0,279	no. 50	12	28	20	80
0,149	no. 100	8	23	15,5	84,5
0,074	no. 200	6	18	12	88
PAN	PAN	-	-	0	100

5.3.4.2. Kadar Aspal Optimum

Kadar aspal optimum adalah kadar aspal yang menghasilkan sifat campuran beton aspal terbaik, yaitu diperoleh dengan cara pembuatan sampel campuran beton aspal dengan beberapa variasi kadar aspal yang berbeda, kemudian dilakukan uji "Marshall" di laboratorium. Berdasarkan nilai yang diperoleh dibuat grafik, dan

dibandingkan dengan spesifikasi yang telah ditentukan, sehingga diperoleh "range" letak kadar aspal optimum yang didapat dari nilai tengah "range" tersebut.

Tabel 5.2. Kadar Aspal (AC 60/70)

Jumlah Campuran Beton Aspal	Jumlah Kadar Aspal Campuran			
	4 %	5 %	6 %	7 %
1	A11	A21	A31	A41
2	A12	A22	A32	A42
3	A13	A23	A33	A43

5.3.4.3. Pemeriksaan Campuran dengan Alat "Marshall"

1. Maksud

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan ketahanan (stabilitas) terhadap kelelahan plastis (flow) dari campuran agregat dan aspal. Pemeriksaan ini berdasarkan prosedur PC - 0201 - 76 (Bina Marga).

2. Peralatan yang dipakai

- a. Cetakan benda uji berbentuk silinder dengan diameter 10 cm (4"), tinggi 7,5 cm (3") lengkap dengan pelat alas dan leher sambung.
- b. Alat pengeluar benda uji (injector).
- c. Penumbuk berbentuk silinder dengan permukaan yang rata, mempunyai berat 10 lbs (4,536 kg) dengan tinggi jatuh 45,7 cm (18").
- d. Landasan pemadat terbuat dari balok kayu ukuran 20 x 20 x 45 cm (8" x 8" x 18") yang dilapisi dengan plat baja ukuran 30 x 30 x 2,5 cm (12" x 12" x 1") serta diikatkan pada lantai beton dengan 4 batang baja siku.
- e. Bak perendam (Water Bath) yang dilengkapi dengan pengatur suhu.

- f. Mesin tekan “Marshall” lengkap.
 - g. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu.
 - h. Perlengkapan lain :
 - i. panci-panci untuk memanaskan agregat, aspal, dan campuran
 - ii. termometer logam kapasitas 250°C dan 100°C
 - iii. timbangan yang dilengkapi penggantung benda uji, berkapasitas 2 kg dengan ketelitian 0,1 gram, dan timbangan berkapasitas 5 kg dengan ketelitian 1 gram.
 - iv. kompor
 - v. sarung tangan karet
 - vi. sendok pengaduk
 - vii. spatula dan lain-lain
3. Pembuatan benda uji

Benda uji ini adalah campuran bahan agregat lama dan baru dengan aspal baru, terdiri dari aspal, agregat kasar, agregat halus, dan bahan pengisi (filler), yang dicampur, dipadatkan di dalam silinder cetakan (mole) dan dikeluarkan dengan alat “ejektor” dengan tebal = 101,60 mm dalam keadaan panas. Berat total 1 benda uji 1200 gram dan dibuat untuk kadar aspal yang sama sebanyak 3 buah. Sehingga untuk 4 macam kadar aspal (4%, 5%, 6%, 7%). Jumlah benda uji 3 x 4 = 12 buah.

Benda Uji dengan Kadar Aspal 4%

a. Berat total : 1200 gram

b. Berat aspal : $4\% \times 1200 \text{ gram} = 48 \text{ gram}$

c. Berat agregat : $1200 \text{ gram} - 48 \text{ gram} = 1152 \text{ gram}$

Untuk mendapatkan berat agregat masing-masing nomor saringan dihitung dengan menggunakan perhitungan analisa saringan agregat kasar dan halus seperti pada tabel 5.3. di bawah ini.

Tabel 5.3. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus untuk Kadar Aspal 4 %

Ukuran Saringan		Spek. "Fuller" Persen lolos		Gradasi Ideal Campuran		Berat Tertahan (gram)	
Mm	Inch	Min	Maks	% lolos Kumulatif	% Tertahan Kumulatif	Tertahan Masing ² Saringan	Jumlah Tertahan Kumulatif
19,10	3/4	-	100	100	0	-	-
12,70	1/2	81	88	84,5	15,5	178,56	178,56
9,52	3/8	71	81	76	24	97,92	276,48
4,76	No. 4	50	66	58	42	207,36	483,84
2,38	No. 8	35	54	44,5	55,5	155,52	639,36
1,729	No. 16	25	43	34	66	120,96	760,32
0,59	No. 30	18	35	26,5	73,5	86,40	846,72
0,435	No. 40	14	32	23	77	40,32	887,04
0,279	No. 50	12	28	20	80	34,56	921,60
0,149	no. 100	8	23	15,5	84,5	51,84	973,44
0,074	No. 200	6	18	12	88	40,32	1013,76
PAN	PAN	-	-	0	100	138,24	1152,00

Setelah diketahui berat agregat pada tiap-tiap saringan, maka dapat dilakukan pembuatan benda uji dengan cara sebagai berikut ini.

- Menimbang agregat berdasarkan nomor-nomor saringan.
- Jumlah agregat yang telah ditimbang dipisah, dan dimasukkan ke dalam kantong plastik yang telah diberi tanda agar tidak tercampur dengan agregat lainnya.
- Untuk setiap kadar aspal yang berbeda terdapat 8 kantong plastik.



- d. Agregat pada tiap-tiap nomor saringan dicampur dalam wajan yang telah dibersihkan.
- e. Cetakan benda uji beserta pelat alas dan leher sambung dibersihkan, diolesi porselin dan dipanaskan (di oven).
- f. Agregat seberat 1152 gram dipanaskan dengan alat pemanas (kompor) sambil diaduk-aduk hingga rata sampai mencapai suhu $\pm 170^{\circ}\text{C}$. Secara bersamaan di tempat terpisah aspal dipanaskan sampai suhu $\pm 160^{\circ}\text{C}$.
- g. Setelah aspal mencair pada suhu yang dikehendaki, kemudian dituang ke dalam panci penggoreng yang berisi agregat sesuai prosentase yang dibutuhkan. Campuran agregat dan aspal tersebut secara merata sambil dipanasi dengan suhu tetap $\pm 160^{\circ}\text{C}$ hingga campuran tersebut homogen.
- h. Campuran panas dengan suhu $\pm 160^{\circ}\text{C}$ yang telah homogen dituangkan ke dalam cetakan yang pada bagian bawahnya telah diberi alas dari kertas. Campuran tersebut dituangkan dalam 3 lapis, masing-masing lapisan ditusuk-tusuk dengan spatula sebanyak 10 kali pada bagian tengah, dan 15 kali pada bagian tepi. Hal ini dilakukan untuk menghindari adanya rongga-rongga yang besar pada benda uji. Kemudian benda uji didiamkan hingga mencapai suhu pemadatan $\pm 140^{\circ}\text{C}$. Setelah itu pada bagian permukaan sampel dibuat berbentuk cembung dan diberi lapisan kertas di atasnya.
- i. Pemadatan dilakukan dengan alat penumbuk sebanyak 75 kali (digunakan untuk lalu lintas padat dengan muatan berat) dengan tinggi jatuh 45,70 cm. Palu pemadat diusahakan selalu tegak lurus terhadap cetakan selama

pemadatan dilakukan. Setelah itu pelat alas dan leher sambung dilepas kembali dari cetakan benda uji. Cetakan tersebut dibalik, kemudian pelat alas dan leher sambung dipasang kembali ke cetakan benda uji yang telah dibalik. Penumbukan dilakukan lagi pada permukaan benda uji yang telah dibalik sebanyak 75 kali.

- j. Setelah pemadatan selesai dilakukan, lepaskan pelat alas dan pasanglah alat pengeluar (ejektor hidrolis pump) benda uji. Dengan hati-hati keluarkan dan letakkan benda uji pada permukaan rata yang halus, biarkan selama \pm 24 jam pada suhu ruang.

Dengan cara yang sama seperti langkah-langkah diatas, dapat dilakukan pembuatan benda uji untuk aspal 5 %, 6 %, dan 7 %.

4. Pelaksanaan pengujian

Pengujian terhadap benda uji dilakukan dengan menggunakan alat tekan "Marshall". Sebelum pengujian dilaksanakan, dilakukan beberapa hal sebagai berikut.

- a. benda uji dibersihkan dari kotoran yang menempel,
- b. setiap benda uji diberi tanda pengenal untuk masing-masing kadar aspal yang berbeda,
- c. masing-masing benda uji diukur tingginya sebanyak 3 kali pada tempat yang berbeda, diambil rata-ratanya dengan ketelitian 0,1 mm,
- d. setiap benda uji ditimbang dalam keadaan kering untuk diketahui beratnya (berat sebelum direndam),

- e. benda uji direndam dalam air selama 24 jam pada suhu ruang agar menjadi jenuh,
- f. setelah jenuh, benda uji ditimbang di dalam air untuk mendapatkan berat isi benda uji,
- g. setelah ditimbang di dalam air, benda uji dientaskan dari bak perendam dan dilap, sehingga menjadi kering permukaan jenuh, kemudian ditimbang lagi (berat basah jenuh air), dan
- h. selanjutnya benda uji direndam dalam bak perendam dengan suhu konstan 60°C selama 30 menit.

Setelah direndam selama 30 menit, benda uji dientaskan dari bak perendam untuk dilakukan pengujian. Sebelum pengujian dilakukan, bagian dalam dari kepala penekan harus dibersihkan dan dilumasi dengan paselin agar mudah melepas benda uji.

Kepala penekan yang berisi benda uji diletakkan diatas alat tekan "Marshall", dan arloji kelelahan (flow meter) dipasang pada kedudukannya di atas salah satu batang penuntun. Sebelum dilakukan pembebanan terhadap benda uji, kepala penekan dan benda uji dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji, kemudian kedudukan jarum arloji tekan dan arloji kelelahan diatur pada angka 0, setelah itu terhadap benda uji dilakukan pembebanan dengan kecepatan tetap 50 mm/menit sampai mencapai pembebanan maksimum, yaitu pada saat jarum arloji pembebanan

berhenti dan mulai kembali berputar menurun. Catat besar beban maksimum tersebut, dan lakukan pembacaan terhadap arloji kelelahan (flow meter).



BAB VI

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

6.1. Hasil Penelitian

Pemeriksaan yang sudah dilakukan untuk penelitian Tugas Akhir ini meliputi material sebagai berikut :

1. Beton aspal perkerasan lama (Agregat lama)
2. Agregat dan aspal (Baru).

Material tersebut sesuai persyaratan Bina Marga, dicampur dengan komposisi campuran 75 % agregat lama, 25 % agregat baru dari berat total campuran agregat dan aspal. Dari campuran ini diperoleh beton aspal hasil daur ulang. Dengan pemeriksaan alat uji "Marshall" didapat nilai Stabilitas, Kelelehan plastis (Flow), VITM, VFWA, Marshall Quotient (QM). Untuk lebih jelasnya hasil pemeriksaan tersebut dapat dilihat pada tabel-tabel 6.1 s/d 6.3 berikut ini

6.1.1. Hasil Ekstraksi Beton Aspal Lama

Tabel 6.1 Hasil Ekstraksi Beton Aspal Pemadatan Awal

NO.	URUTAN PEMERIKSAAN	BERAT CONTOH (GRAM)					HASIL RERATA
		I	II	III	IV	V	
1.	Beton aspal	500	500	500	500	500	500
2.	Material yang terekstraksi	462,50	462,40	462,40	462,50	462,50	462,46
3.	Berat aspal	37,50	37,60	37,60	37,50	37,50	37,54
4.	Kadar aspal	7,50 %	7,52 %	7,52 %	7,50 %	7,50 %	7,508 %
5.	Kadar aspal optimum						
	Mix design	7,50 %	7,50 %	7,50 %	7,50 %	7,50 %	7,50 %

Sumber : PB. Kurnia Jaya, 1996

Tabel 6.2 Hasil Ekstraksi beton aspal

NO.	URUTAN PEMERIKSAAN	BERAT CONTOH (GRAM)					HASIL RERATA
		I	II	III	IV	V	
1.	Beton aspal	1031	920	908	1012	1003	974,80 gr
2.	Material yang terekstraksi	952	863	859	932	920	905,20 gr
3.	Berat aspal	71,50	52	46	70	73	62,60 gr
4.	Kadar aspal	6,94 %	5,65 %	5,07 %	6,92 %	7,28 %	6,41 %

Sumber : Hasil Penelitian Lab. Jalan Raya FTSP UII

Tabel 6.3 Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus Beton aspal lama

No.		Hasil Penelitian awal				SPEC.		Hasil Penelitian Lab.				SPEC.	
Saringan		PB. Kurnia Jaya				JL. Raya FTSP UII		JL. Raya FTSP UII				JL. Raya FTSP UII	
mm	inc h	Berat Rerata		Jml Rerata		lolos		Berat Rerata		Jml Rerata		Lolos	
		Terthn	Jumla h	%	%	MIN	MAX	Terthn	Jumla h	%	%	MIN	MAX
		(gr)	(gr)	Terthn	lolos	%	%	(gr)	(gr)	Terthn	lolos	%	%
	3/4	-	-	-	100	-	100	-	-	-	-	-	100
	1/2	57,72	57,72	12,48	87,52	77	100	104,20	104,20	11,51	88,49	77	100
	3/8	51,52	109,24	23,62	76,38	60	85	101,40	205,60	22,71	77,29	60	85
	4	44,84	154,08	33,32	66,68	55	80	101,20	306,80	33,89	66,11	55	80
	8	35,14	189,22	40,92	59,08	50	76	92,80	399,60	44,14	57,86	50	76
	30	112,68	301,90	65,28	34,72	28	60	151,00	550,60	60,83	39,17	24	60
	50	66,86	368,76	79,74	20,26	18	28	108,20	658,80	72,78	27,22	18	28
	100	37,94	406,70	87,94	12,06	8	30	113,80	772,60	85,35	14,65	8	30
	200	26,70	433,40	93,72	6,28	5	9	72,00	844,60	93,31	6,69	5	9
	pan	29,06	462,46	100,00	0,00	-	-	60,60	905,20	100,00	0,00	-	-

Sumber : - Laporan Teknik PB. Kurnia Jaya, 1996
- Hasil Penelitian Lab. JL. Raya FTSP UII

6.1.1. Pemeriksaan Agregat

Pemeriksaan agregat dilakukan dengan mengikuti syarat – syarat yang telah ditentukan untuk mengikuti kelayakan suatu bahan agregat yang telah digunakan untuk bahan perkerasan jalan raya.

6.1.2.1. Hasil Pemeriksaan Agregat Lama

Tabel 6.4. Hasil Pemeriksaan

No.	PENGUJIAN	SYARAT	HASIL
1.	Keausan agregat dengan mesin Los Angeles dengan 500 putaran	Max 40 %	34,90 %
2.	Kelekatan agregat terhadap aspal	> 95 %	96 %
3.	Penyerapan agregat kasar terhadap air	Maks. 3 %	0,938 %
4.	Penyerapan agregat halus terhadap air	Maks. 3 %	1,01 %
5.	Send Equivalent	> 50 %	78,05 %

Sumber : Hasil Penelitian Lab. Jalan Raya FTSP UII

Tabel 6.5 Berat jenis agregat

No.	Berat Jenis	Kasar	Halus
1.	Berat Jenis (Bulk)	2,565	2,69
2.	Bj. Kering Permukaan jenuh (SSD)	2,589	2,72
3.	Berat jenis semu	2,629	2,77

Sumber : Hasil Penelitian Lab. Jalan Raya FTSP UII

6.1.1.1. Hasil pemeriksaan agregat baru

Tabel 6.6 Hasil Pemeriksaan agregat halus dan kasar

No.	PENGUJIAN	SYARAT	HASIL
1.	Keausan agregat dengan mesin Los Angeles dengan 500 putaran	Max 40 %	34,68 %
2.	Kelekatan agregat terhadap aspal	> 95 %	96 %
3.	Penyerapan agregat kasar terhadap air	Maks. 3 %	1,341 %
4.	Penyerapan agregat halus terhadap air	Maks. 3 %	1,42 %
5.	Send Equivalent	> 50 %	69,83 %

Sumber : Hasil Penelitian Lab. Jalan Raya FTSP UII

Tabel 6.7. Berat jenis agregat

No.	Berat Jenis	Kasar	Halus
1.	Berat Jenis (Bulk)	2,70	2,58
2.	Bj. Kering Permukaan jenuh (SSD)	2,74	2,67
3.	Berat jenis semu	2,80	2,84
4.			

Sumber : Hasil Penelitian Lab. Jalan Raya FTSP UII

6.1.2. Hasil Pemeriksaan Aspal

Tabel 6.8 Hasil pemeriksaan aspal AC 60 – 70

No	Jenis Pemeriksaan	Nilai Rujukan		Hasil Penelitian	Satuan
		Min	Max	Laboratorium	
1.	Penetrasi	60	70	64	0,1 mm
2.	Titik lembek	48	58	49	C
3.	Titik nyala	200	-	330	C
4.	Titik bakar	250	-	350	C
5.	Kelarutan dalam CCL4	99	-	99,50	% berat
6.	Daktilitas	100	-	139	cm
7.	Berat jenis	1	-	1,027	gr/cc

Sumber : Hasil penelitian Lab. Jalan Raya FTSP UII

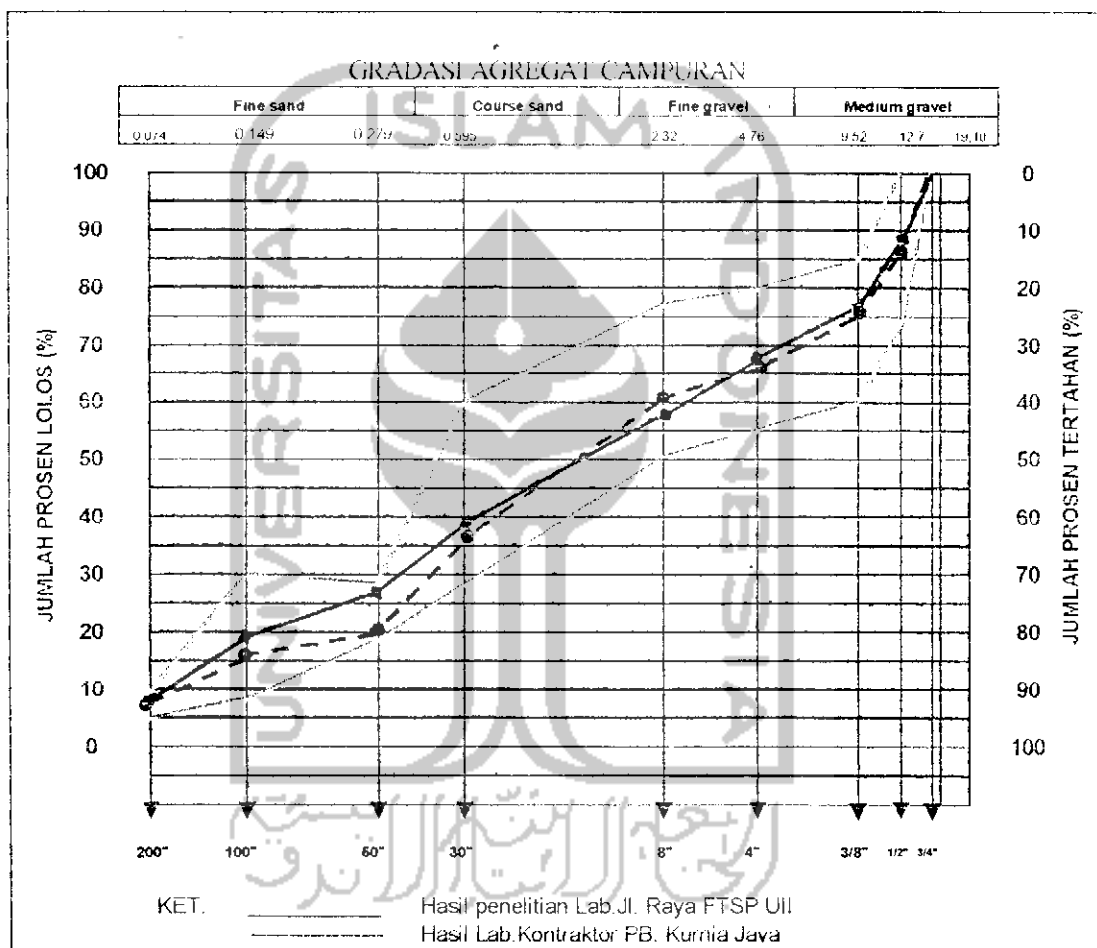
6.1.3. Hasil Pengujian

Dari hasil analisa yang dilakukan terhadap data hasil penelitian yang menggunakan komposisi campuran beton aspal, dengan 75 % bahan agregat lama dan 25 % agregat baru dari berat total campuran serta bahan ikat aspal (AC 60 – 70) yang diuji dengan alat “Marshall”, diperoleh hasil (terlampir).

6.2. Pembahasan

Dalam pembahasan ini diuraikan hasil ekstraksi beton aspal lama dan hasil pengujian dengan alat “Marshall” terhadap beton aspal hasil daur ulang tersebut.

6.2.1. Tinjauan terhadap gradasi agregat campuran beton aspal lama



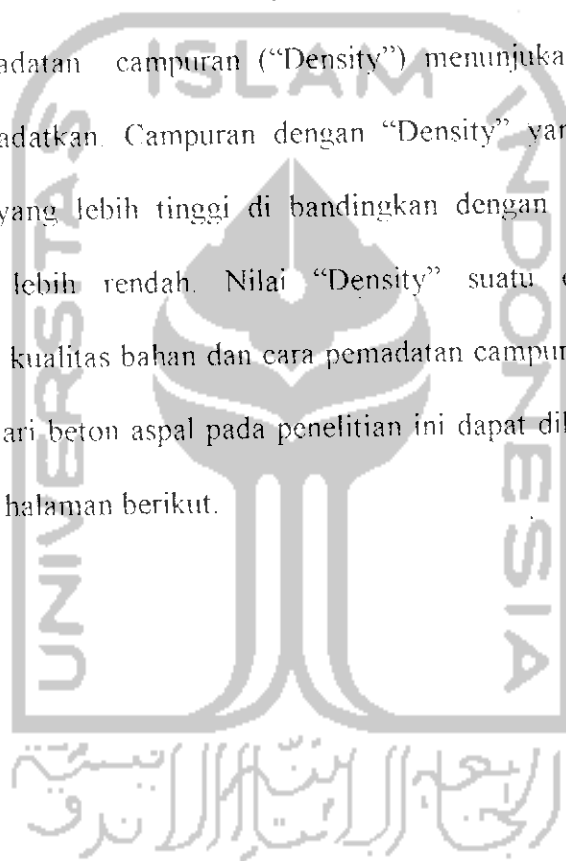
Gambar 6.1 Grafik analisa saringan agregat campuran beton aspal lama

Berdasarkan gambar 6.1, terlihat bahwa nilai prosentasi lolos dari agregat campuran beton aspal menunjukkan adanya peningkatan, jika di bandingkan dengan hasil ekstraksi yang dilakukan oleh Kontraktor PB. Kurnia Jaya pada waktu

campuran beton aspal tersebut pertama kali menerima beban untuk di hampar. Peningkatan nilai prosentasi lolos dari agregat campuran ini akibat adanya sebagian dari agregat campuran yang pecah karena beban lalu lintas yang diterima oleh campuran beton aspal tersebut.

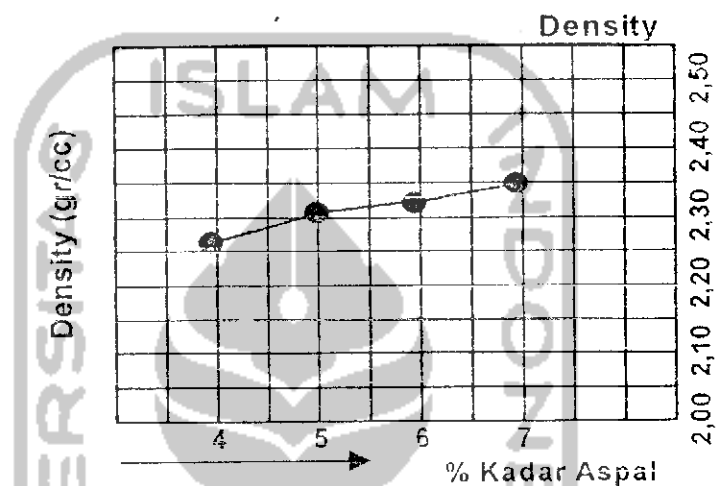
6.2.2. Tinjauan terhadap Kepadatan (“Density”)

Nilai Kepadatan campuran (“Density”) menunjukkan kepadatan campuran yang sudah dipadatkan. Campuran dengan “Density” yang tinggi akan mampu menahan beban yang lebih tinggi di dibandingkan dengan campuran dengan nilai “Density” yang lebih rendah. Nilai “Density” suatu campuran beton aspal dipengaruhi oleh kualitas bahan dan cara pemadatan campuran beton aspal tersebut. Nilai “Density” dari beton aspal pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 6.9. dan gambar 6.2. pada halaman berikut.



Tabel 6.9 Nilai “Density” Campuran Beton aspal AC 60 – 70

Kadar aspal	4 %	5 %	6 %	7 %
Camp. Beton aspal				
AC 60 - 70	2,2651 gr/cc	2,3031 gr/cc	2,3335 gr/cc	2,3562 gr/cc



Gambar 6.2 Grafik hubungan antara Kadar Aspal dengan “Density”

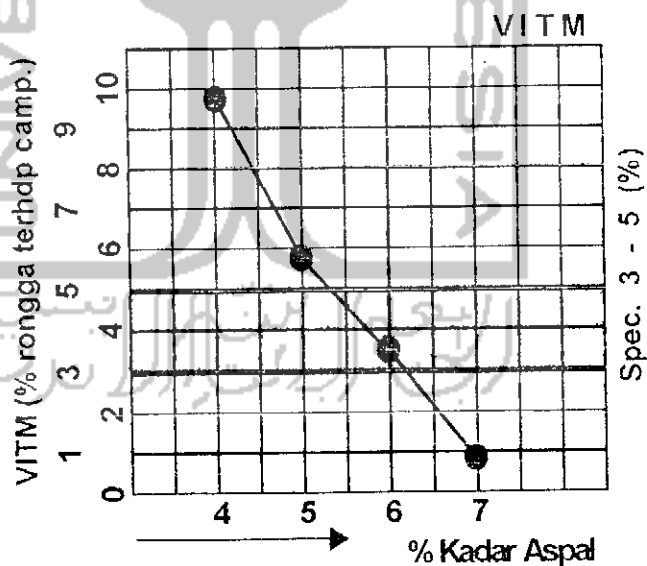
Berdasarkan gambar 6.2 tersebut terlihat bahwa nilai “Density” meningkat seiring dengan bertambahnya kadar aspal. Nilai “Density” campuran beton aspal daur ulang sampai dengan kadar aspal 7% belum menunjukkan penurunan. Ini berarti kadar aspal campuran yang dalam penelitian ini menggunakan interval kadar aspal 4 % sampai dengan 7 % masih berada dalam batas proporsional. Nilai “Density” maksimum yang terjadi dalam penelitian ini terjadi pada kadar aspal 7 % yaitu sebesar 2,3561 gr/cc.

6.2.3. Tinjauan terhadap VITM (“Void In The Mix”)

Volume rongga dalam campuran (VITM) dinyatakan dalam persen rongga dalam volume total campuran beton aspal setelah dipadatkan. Nilai VITM berpengaruh terhadap kedekatan campuran beton aspal. Spesifikasi nilai VITM yang ditetapkan oleh Bina Marga adalah 3 % sampai dengan 5 %. Nilai VITM yang dihasilkan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 6.10 dan gambar 6.3 berikut.

Tabel 6.10 Nilai VITM Campuran Beton aspal AC 60 – 70

Kadar aspal	4 %	5 %	6 %	7 %
Camp. Beton aspal				
AC 60 - 70	8,8134	5,9505	3,2855	0,9432



Gambar 6.3 Grafik hubungan kadar aspal dengan VITM

Berdasarkan gambar 6.3 terlihat bahwa nilai VITM akan berkurang sejalan dengan meningkatnya kadar aspal dalam campuran beton aspal. Hal ini dikarenakan aspal mampu mengisi rongga yang terdapat dalam campuran beton aspal.

Campuran beton aspal yang mempunyai nilai VITM kurang dari 3 % mudah terjadi "Bleding" yaitu mengalirnya aspal melalui rongga-rongga yang terdapat dalam campuran, akibat pengaruh temperatur dan beban kendaraan. Sebaliknya nilai VITM lebih dari 5 % berarti banyak terjadi rongga dalam campuran, sehingga campuran tidak kedap terhadap udara dan air.

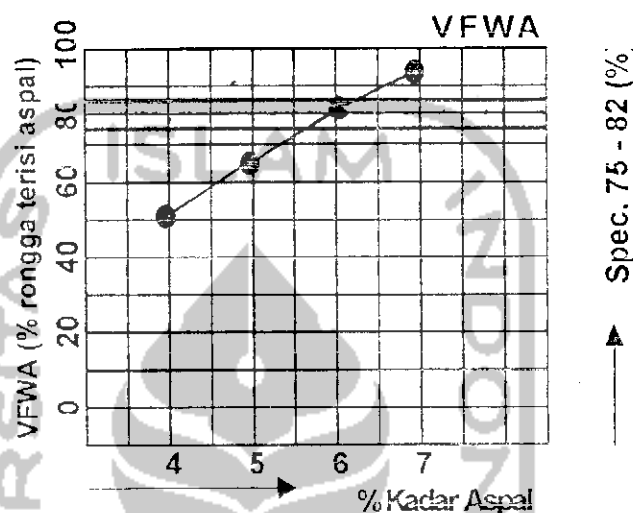
Nilai VITM terbesar terdapat pada kadar aspal 4 % sebesar 8,8134 %, sedangkan nilai VITM terkecil pada kadar aspal 7% yaitu sebesar 0,9432 %.

6.2.4. Tinjauan terhadap VFWA (Void Filled With Asphalt)

Nilai VFWA menunjukkan nilai prosentase rongga yang terisi aspal. Nilai VFWA menentukan keawetan suatu campuran beton aspal yang dipengaruhi oleh kadar aspal yang digunakan. Jika kadar aspal terlalu banyak maka rongga udara yang ada semakin kecil. Saat campuran beton aspal menerima beban lalu lintas yang berulang, menyebabkan terjadinya pemadatan kembali. Jika pemadatan akibat beban tersebut didukung oleh temperatur yang relatif tinggi, maka kekentalan aspal menjadi turun. Hal tersebut menyebabkan nilai VFWA menjadi besar. Nilai VFWA yang dihasilkan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 6.11 dan gambar 6.4 pada halaman berikut.

Tabel 6.11 Nilai VFWA Campuran Beton aspal AC 60 – 70

Kadar aspal	4 %	5 %	6 %	7 %
Camp. Beton aspal				
AC 60 - 70	50,0300	65,3241	80,5709	94,4515



Gambar 6.4 Grafik Hubungan Kadar aspal dan VFWA

Berdasarkan gambar 6.4 terlihat bahwa nilai VFWA meningkat sejalan dengan bertambahnya kadar aspal dalam campuran beton aspal. Bertambahnya jumlah kadar aspal dalam campuran beton aspal menyebabkan rongga antar agregat terisi oleh aspal, sehingga nilai VFWA menjadi naik.

Nilai VFWA berhubungan erat dengan nilai VITM. Nilai VFWA yang kecil mengakibatkan aspal yang dapat meyelimuti agregat terbatas dan membuat film aspal tipis. Film aspal yang tipis akan mudah lepas dan menyebabkan kekedapan campuran beton aspal semakin kecil, oksidasi mudah terjadi dan campuran beton aspal menjadi rusak. Sebaliknya nilai VFWA besar, maka nilai VITM kecil, akibatnya

kemungkinan terjadinya “Bleeding” dalam campuran beton aspal cukup besar. Spesifikasi Bina Marga untuk nilai VFWA adalah (75 - 82) %.

Dari hasil penelitian nilai VFWA campuran beton aspal terendah terjadi pada kadar aspal 4 % yaitu sebesar 50,0300 %, dan nilai VFWA tertinggi terjadi pada kadar aspal 7 % yaitu sebesar 94,4515 %. Nilai VFWA campuran beton aspal yang masuk dalam spesifikasi Bina Marga adalah pada kadar aspal 6 % sebesar 80,5709 %.

6.2.5. Tinjauan terhadap Stabilitas

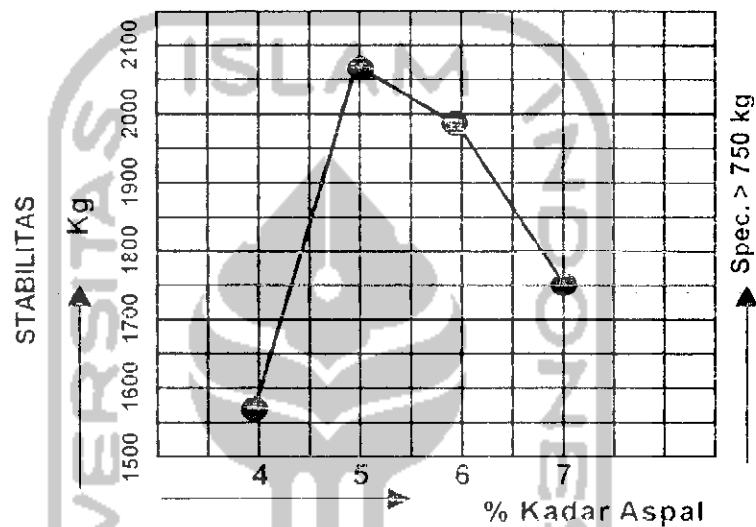
Nilai Stabilitas menunjukkan besarnya kemampuan dari suatu campuran beton aspal untuk dapat menahan deformasi akibat beban lalu lintas yang bekerja. Campuran beton aspal dengan stabilitas tinggi akan mampu menahan beban lalu lintas yang besar.

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

Nilai Stabilitas yang dihasilkan pada penelitian ini diberikan pada tabel 6.12 dan Gambar 6.5 pada halaman berikut.

Tabel 6.12 Nilai Stabilitas Campuran Beton aspal AC 60 – 70

Kadar aspal	4 %	5 %	6 %	7 %
Camp. Beton aspal				
AC 60 - 70	1569,22	2077,80	1909,91	1750,68



Gambar 6.5. Grafik hubungan Kadar aspal dan Stabilitas

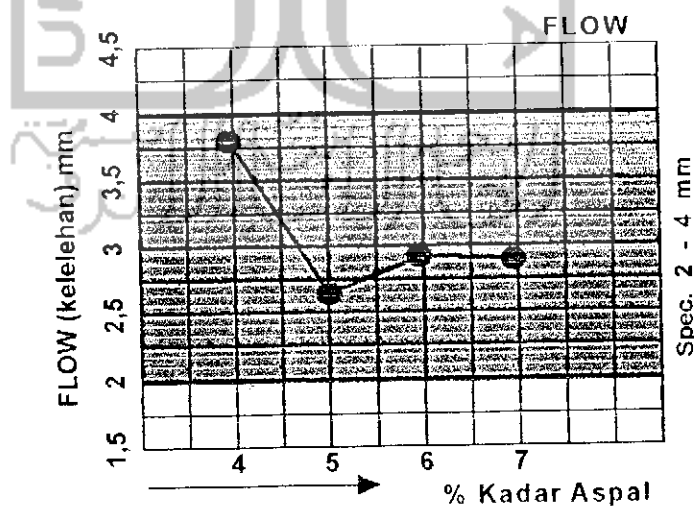
Berdasarkan gambar 6.5. terlihat bahwa nilai Stabilitas meningkat sejalan dengan bertambahnya kadar aspal, sampai batas tertentu nilai stabilitas kembali menurun seiring dengan bertambahnya kadar aspal. Beberapa hal yang mempengaruhi nilai Stabilitas diantaranya adalah ketahanan terhadap gesekan antar agregat, bentuk agregat, bentuk permukaan agregat, kepadatan campuran beton aspal, dan kemampuan saling mengunci (“Interlocking”) antar agregat. Pada penelitian ini nilai Stabilitas tertinggi terjadi pada kadar aspal 5 % yaitu 2077,80 kg, sedangkan nilai terendahnya terjadi pada kadar aspal 4 % yaitu sebesar 1569,22 kg.

6.2.6. Tinjauan Terhadap Flow

Kelelehan (“Flow”) adalah angka yang menunjukkan besarnya deforman yang terjadi pada campuran beton aspal akibat beban yang bekerja padanya. Apabila nilai “Flow” sangat rendah dan nilai stabilitasnya tinggi, menunjukkan campuran beton aspal bersifat kaku. Sebaliknya nilai “Flow” yang tinggi, menunjukkan campuran beton aspal bersifat plastis dan mudah terjadi perubahan bentuk akibat beban yang bekerja padanya. Untuk nilai “Flow” itu Bina Marga mensyaratkan 2 – 4 mm. Nilai “Flow” yang dihasilkan pada penelitian ini terdapat pada tabel 6.13 dan gambar 6.6 berikut.

Tabel 6.13 Nilai “Flow” Campuran Beton aspal AC 60 – 70

Kadar aspal	4 %	5 %	6 %	7 %
Camp. Beton aspal				
AC 60 - 70	3,7253	2,2013	2,8222	2,7983



Gambar 6.6 Grafik hubungan Kadar aspal dan “Flow”

Berdasarkan gambar 6.6 terlihat bahwa nilai "Flow" berhubungan erat dengan nilai Stabilitas. Campuran beton aspal yang mempunyai nilai "Flow" terendah mempunyai nilai Stabilitas yang tinggi. Nilai "Flow" tertinggi (3,7253 mm) dengan nilai stabilitas terendah (1569,22 kg) terjadi pada campuran beton aspal dengan kadar aspal 4 %, sedangkan nilai "Flow" terendah (2,2013 mm) dengan nilai Stabilitas tertinggi (2077,88 kg) terjadi pada campuran beton aspal dengan kadar aspal 5 %.

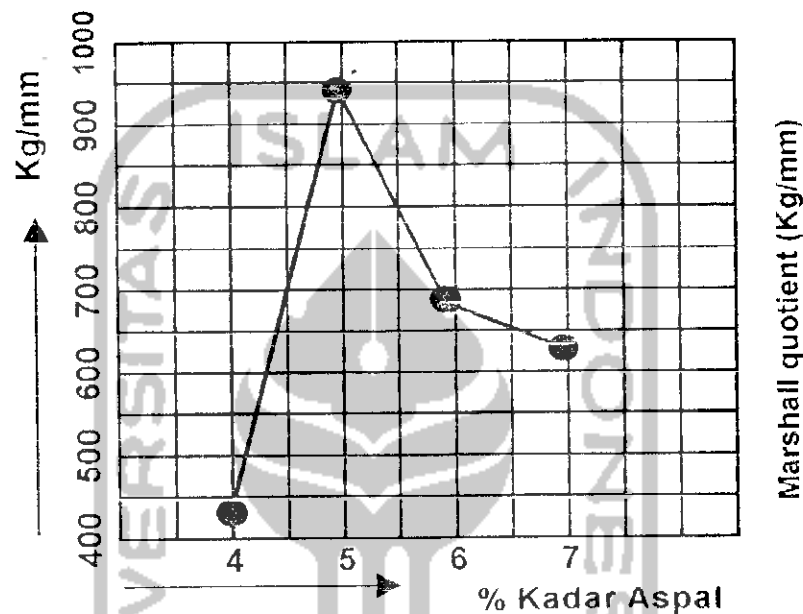
6.2.7. Tinjauan terhadap "Marshall Quotient"

"Marshall Quotient" (MQ) merupakan hasil bagi dari Stabilitas dengan Kelelahan ("Flow"), yang digunakan sebagai pendekatan terhadap tingkat kekakuan suatu campuran. Stabilitas tinggi disertai dengan kelelahan rendah akan menghasilkan campuran beton aspal yang terlalu kaku dan bersifat getas. Sebaliknya Stabilitas yang rendah dengan kelelahan yang tinggi menghasilkan campuran beton aspal yang terlalu plastis, sehingga campuran beton aspal akan mengalami deformasi yang cukup besar pada waktu menerima beban.

Nilai "Marshall Quotient" yang dihasilkan pada penelitian ini terdapat pada tabel 6.14 dan gambar 6.7 pada halaman berikut.

Tabel 6.14 Nilai “Marshall Quotient” Campuran Beton aspal AC 60 – 70

Kadar aspal Camp. Beton aspal	4 %	5 %	6 %	7 %
AC 60 - 70	421,233	943,897	676,745	625,623



Gambar 6.7. Grafik hubungan Kadar Aspal dengan “Marshall Quotient”

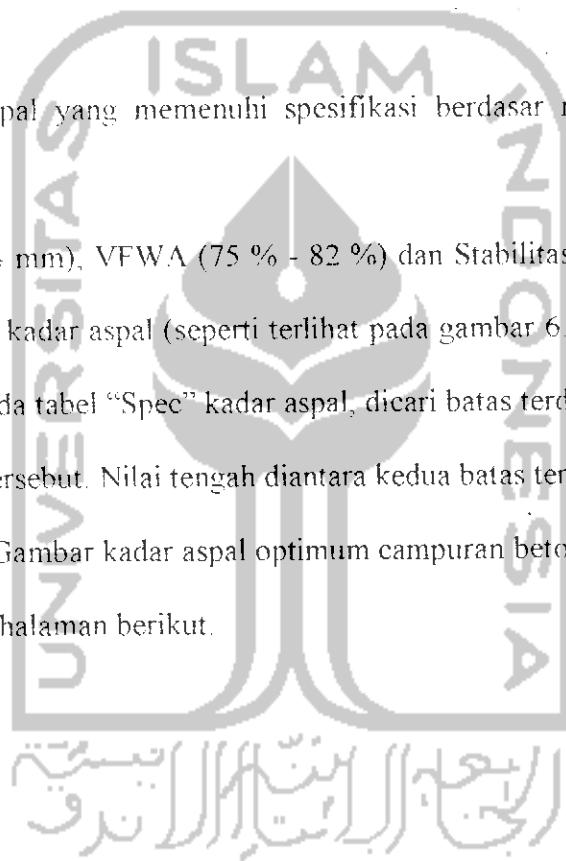
Berdasarkan gambar 6.7 terlihat bahwa nilai “Marshall Quotient” meningkat seiring dengan bertambahnya kadar aspal sampai dengan nilai maksimum yang dijangkau. Untuk besarnya nilai “Marshall Quotient” suatu campuran beton aspal, oleh Bina Marga tidak ditentukan spesifikasinya. Dari hasil pengujian, nilai “Marshall Quotient” tertinggi sebesar 943,897 kg/mm terjadi pada campuran beton aspal dengan kadar aspal 5 %. Hal ini disebabkan campuran beton aspal dengan kadar aspal 5 % mengalami kenaikan nilai stabilitas dan penurunan nilai “Flow”nya.

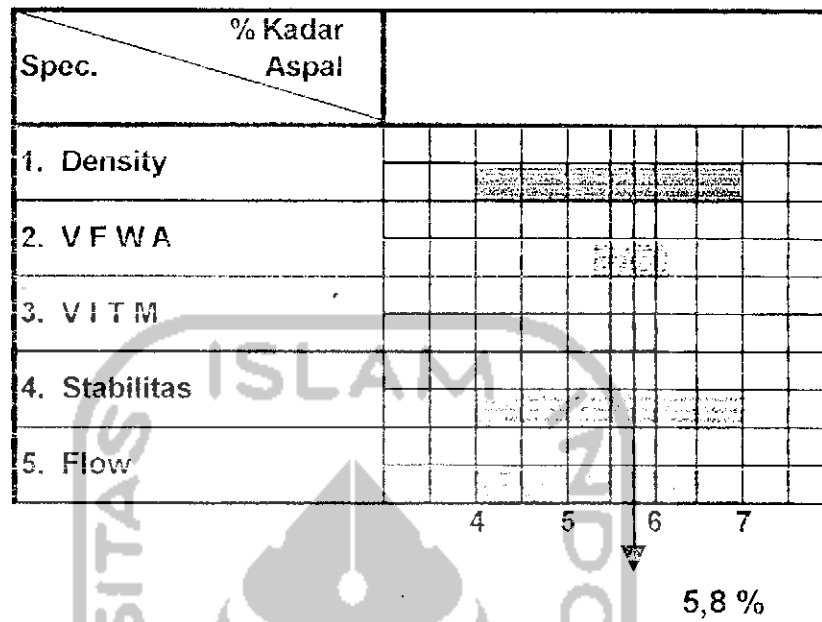
6.2.8. Penentuan Kadar Aspal Optimum

Kadar aspal Optimum adalah jumlah aspal yang digunakan dalam campuran beton aspal, agar dapat mencapai persyaratan berdasarkan Density, VITM, VFWA, Flow, dan Stabilitas. Penentuan kadar aspal optimum pada campuran beton aspal ini menggunakan metode Bina Marga. Nilai kadar aspal optimum diperoleh dengan cara sebagai berikut.

Rentang kadar aspal yang memenuhi spesifikasi berdasar nilai "Density", VITM (3 %-5 %)

"Flow" (2 mm - 4 mm), VFWA (75 % - 82 %) dan Stabilitas (> 750 kg), diplotkan pada tabel "Spec" kadar aspal (seperti terlihat pada gambar 6.8). Berdasar garis yang telah diplotkan pada tabel "Spec" kadar aspal, dicari batas terdalam dari kiri maupun dari kanan tabel tersebut. Nilai tengah diantara kedua batas tersebut merupakan Kadar Aspal Optimum. Gambar kadar aspal optimum campuran beton aspal hasil daur ulang ditunjukkan pada halaman berikut.





Gb. 6.8 Kadar Aspal Optimum Campuran Beton Aspal Hasil Daur Ulang.

Berdasar gambar 6.8 terlihat bahwa kadar aspal optimum untuk campuran beton aspal hasil daur ulang dicapai pada kadar aspal 5,8 %.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, pembahasan dan perhitungan di muka, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari rangkaian pemeriksaan yang dilakukan terhadap beton aspal perkerasan lama (agregat lama), agregat baru (PT. Perwitta Karya), aspal (eks Pertamina) maka disimpulkan bahwa material-material tersebut yang digunakan pada penelitian ini telah memenuhi syarat spesifikasi LASTON (Bina Marga).
2. Metode daur ulang untuk perkerasan lentur merupakan suatu alternatif rehabilitasi, perawatan dan rekonstruksi perkerasan jalan serta dapat memecahkan masalah pembuangan bahan garukan, mempertahankan elevasi jalan, menghemat pemakaian bahan.
3. Bahan beton aspal perkerasan lama yang digunakan dalam penelitian ini adalah hasil penggarukan manual yang mempunyai ukuran rata-rata nominal 1/2 inci dengan kadar aspal rata-rata 6,41 % (Tabel 6.2 Hasil ekstraksi beton aspal).
4. Nilai "Density" campuran beton hasil daur ulang untuk variasi kadar aspal 4%, 5%, 6%, dan 7% mengalami kenaikan secara signifikan.

5. Nilai VITM campuran beton aspal hasil daur ulang mengalami penurunan dengan bertambahnya kadar aspal. Semakin besar kadar aspal, nilai VITM semakin kecil. Nilai VITM tertinggi terdapat pada kadar aspal 4% sebesar 8,8134 %, sedangkan nilai VITM terkecil pada kadar aspal 7% yaitu 0,9432 %.
6. Nilai VFWA campuran beton aspal hasil daur ulang naik dengan bertambahnya kadar aspal. Semakin besar kadar aspal semakin besar pula nilai VFWA. Nilai VFWA yang memenuhi spesifikasi Bina Marga adalah kadar aspal 6% sebesar 80,5709%.
7. Nilai Stabilitas campuran beton aspal hasil daur ulang untuk variasi kadar aspal 4%, 5%, 6%, 7% ternyata memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu diatas 750 kg. Nilai Stabilitas tertinggi pada kadar aspal 5% yaitu 2077,80 kg.
8. Nilai Kelelehan "Flow" campuran beton aspal hasil daur ulang dengan variasi kadar aspal 4%, 5%, 6%, 7% ternyata memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu 2 - 4 (mm). Nilai Kelelehan "Flow" tertinggi pada kadar aspal 4% dan terendah pada kadar aspal 5%.
9. Nilai "Marshall Quotient" campuran beton aspal hasil daur ulang mencapai nilai maksimum pada kadar aspal 5% sebesar 943,897 kg/mm.
10. Kadar aspal optimum campuran beton aspal hasil daur ulang dicapai pada kadar aspal 5,8%.
11. Secara keseluruhan dapat dikatakan bahwa material agregat hasil penggarukan perkerasan lama dapat dimanfaatkan lagi dengan atau tanpa penambahan

agregat baru karena masih memenuhi spesifikasi agregat yang disyaratkan Bina Marga.

7.2. SARAN

1. Sebelum melakukan penelitian harus dipahami terlebih dahulu faktor-faktor yang banyak mempengaruhi terhadap hasil penelitian antara lain suhu pencampuran, pemadatan, penimbangan benda uji. Disamping itu juga perlu ketelitian dalam pemeriksaan bahan baik aspal maupun agregat. Karena hal ini sangat mempengaruhi hasil penelitian.
2. Dalam penelitian tugas akhir "Hot mix recycling" untuk campuran "Asphalt concrete" pada perkerasan jalan lentur dengan uji "Marshall" ini hanya meneliti material agregat pada perkerasan lama untuk digunakan lagi sebagai bahan perkerasan baru. Untuk itu apabila ada rekan-rekan mahasiswa yang melanjutkan penelitian ini dapat dengan komparasi jenis surface course, umur perkerasan lama, jenis kelas jalan yang tentunya akan memberikan hasil ataupun perilaku yang berbeda.
3. Seperti juga jenis perkerasan lentur surface course lainnya, jenis AC ("Asphalt concrete") juga peka terhadap penyimpangan baik dalam perencanaan maupun pelaksanaan. Salah satunya adalah penyimpangan perencanaan ataupun penggunaan gradasi, maka sebaiknya upaya pengawasan dan pengendalian mutu (Quality control) harus ditingkatkan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Asphalt Institute, 1981, ASPHALT HOT - MIX RECYCLING, Manual Series No. 20 (MS - 20).
2. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, PETUNJUK PELAKSANAAN LAPIS ASPAL BETON (Lanston), 13/PT/B/1983.
3. Irwin AR, 1993, PENELITIAN DAUR ULANG BETON ASPAL DINGIN DAN CAMPURAN PANAS, Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan Jalan.
4. Pacific Consultants International and Associates, 1993, DESIGN AND SPECIFICATION OF RECYCLING.
5. Soedarmanto D, dan Hermanto Dardak, 1991, PENELITIAN DAUR ULANG PERKERASAN ASPAL, Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan Jalan.
6. Silvia Sukirman, 1995, PERKERASAN LENTUR JALAN RAYA, Penerbit Nova, Bandung.
7. Suprpto T.M, 1994, BAHAN DAN STRUKTUR JALAN RAYA, Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.



LAMPIRAN

الجامعة الإسلامية
الاندونيسية



PEMERIKSAAN EKSTRAKSI

Contoh dari :
Jenis Contoh : Perkerasan HRS
Diperiksa Tanggal : 22 September 1999
Lokasi : Ruas Jalan Galur - Congot (Kulon Progo)
Untuk Proyek : Tugas Akhir

Diperiksa Oleh :
1. Endang
2. Revol

NO.	URAIAN PEMERIKSAAN	BERAT
1.	Berat Blow Extraktor	1054 gram
2.	Berat Contoh Aspal Beton	1003 gram
3.	Berat Blow + Contoh Aspal	2057 gram
4.	Berat Batuan Terektraksi	920 gram
5.	Berat Kertas Filter Bersih	12.5 gram
6.	Berat Kertas Filter + Mineral	15.5 gram
7.	Berat Mineral Terlarut Yang Menempel Pada Kertas Filter (6-5)	3 gram
8.	Berat Tempat Kosong Untuk Menampung Endapan	258 gram
9.	Berat Tempat + Endapan	265 gram
10.	Berat Endapan	7 gram
11.	Kadar Bitumen = $2 - (4 + 7 + 10)$	73 gram
12.	Kadar Aspal Per Meter Persegi (m ²)	Kg

Yogyakarta, September 1999

Kepala Lab. Jalan Raya FTSP
UII
(S.A.M.S.U.D.I.N.)



PEMERIKSAAN EKSTRAKSI

Contoh dari : **Diperiksa Oleh :**
Jenis Contoh : Perkerasan HRS **1. Endang**
Diperiksa Tanggal : 22 September 1999 **2. Revol**
Lokasi : Ruas Jalan Galur - Congot (Kulon Progo)
Untuk Proyek : Tugas Akhir

NO.	URAIAN PEMERIKSAAN	BERAT
1.	Berat Blow Extraktor	1054 gram
2.	Berat Contoh Aspal Beton	1012 gram
3.	Berat Blow + Contoh Aspal	2066 gram
4.	Berat Batuan Terektraksi	932 gram
5.	Berat Kertas Filter Bersih	12.5 gram
6.	Berat Kertas Filter + Mineral	15.5 gram
7.	Berat Mineral Terlarut Yang Menempel Pada Kertas Filter (6-5)	3 gram
8.	Berat Tempat Kosong Untuk Menampung Endapan	322 gram
9.	Berat Tempat + Endapan	329 gram
10.	Berat Endapan	7 gram
11.	Kadar Bitumen = $2 - (4 + 7 \cdot 10)$	70 gram
12.	Kadar Aspal Per Meter Persegi (m ²)	Kg

Yogyakarta, September 1999

an. Kepala Lab. Jalan Raya FTSP

UII

(S A M S U D I N)



PEMERIKSAAN EKSTRAKSI

Contoh dari :
Jenis Contoh : Perkerasan HRS
Diperiksa Tanggal : 22 September 1999
Lokasi : Ruas Jalan Galur - Congot (Kulon Progo)
Untuk Proyek : Tugas Akhir

Diperiksa Oleh :
1. Endang
2. Revol

NO.	URAIAN PEMERIKSAAN	BERAT
1.	Berat Blow Extraktor	1054 gram
2.	Berat Contoh Aspal Beton	908 gram
3.	Berat Blow + Contoh Aspal	1962 gram
4.	Berat Batuan Terektraksi	859 gram
5.	Berat Kertas Filter Bersih	13 gram
6.	Berat Kertas Filter + Mineral	14 gram
7.	Berat Mineral Terlarut Yang Menempel Pada Kertas Filter (6-5)	1 gram
8.	Berat Tempat Kosong Untuk Menampung Endapan	323 gram
9.	Berat Tempat + Endapan	325 gram
10.	Berat Endapan	2 gram
11.	Kadar Bitumen = $2 - (4 + 710)$	46 gram
12.	Kadar Aspal Per Meter Persegi (m ²)	Kg

Yogyakarta, September 1999

an, Kepala Lab. Jalan Raya FTSP

UII

(S A M S U D I N)



P E M E R I K S A A N E K S T R A K S I

Contoh dari :
Jenis Contoh : Perkerasan HRS
Diperiksa Tanggal : 22 September 1999
Lokasi : Ruas Jalan Galur - Congot (Kulon Progo)
Untuk Proyek : Tugas Akhir

Diperiksa Oleh :
1. Endang
2. Revol

NO.	URAIAN PEMERIKSAAN	BERAT
1.	Berat Blow Extraktor	1054 gram
2.	Berat Contoh Aspal Beton	1031 gram
3.	Berat Blow + Contoh Aspal	2085 gram
4.	Berat Batuan Terektraksi	952 gram
5.	Berat Kertas Filter Bersih	12.50 gram
6.	Berat Kertas Filter + Mineral	15 gram
7.	Berat Mineral Terlarut Yang Menempel Pada Kertas Filter (6-5)	2.50 gram
8.	Berat Tempat Kosong Untuk Menampung Endapan	208 gram
9.	Berat Tempat + Endapan	213 gram
10.	Berat Endapan	5 gram
11.	Kadar Bitumen = $2 - (4 + 7 \cdot 10)$	71.50 gram
12.	Kadar Aspal Per Meter Persegi (m ²)	Kg

Yogyakarta, September 1999
Kepala Lab. Jalan Raya FTSP
UII
(S A M S U D I N)



PEMERIKSAAN EKSTRAKSI

Contoh dari :
Jenis Contoh : Perkerasan HRS
Diperiksa Tanggal : 22 September 1999
Lokasi : Ruas Jalan Galur - Congot (Kulon Progo)
Untuk Proyek : Tugas Akhir

Diperiksa Oleh :
1. Endang
2. Revol

NO.	URAIAN PEMERIKSAAN	BERAT
1.	Berat Blow Extraktor	1054 gram
2.	Berat Contoh Aspal Beton	920 gram
3.	Berat Blow + Contoh Aspal	1974 gram
4.	Berat Batuan Terektraksi	863 gram
5.	Berat Kertas Filter Bersih	13 gram
6.	Berat Kertas Filter + Mineral	14 gram
7.	Berat Mineral Terlarut Yang Menempel Pada Kertas Filter (6-5)	1 gram
8.	Berat Tempat Kosong Untuk Menampung Endapan	209 gram
9.	Berat Tempat + Endapan	213 gram
10.	Berat Endapan	4 gram
11.	Kadar Bitumen = $2 - (4 + 710)$	52 gram
12.	Kadar Aspal Per Meter Persegi (m ²)	Kg

Yogyakarta, September 1999

Kepala Lab. Jalan Raya FTSP
UII
(SAMSUDIN)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Contoh dari : Perkerasan aspal ruas jalan Galur - Congot (Kulon Progo)
Pekerjaan : Analisa Gradasi Agregat
Jenis Agregat : Kombinasi Campuran Agregat
Diterima Tgl : 21 September 1999
Selesai Tgl : 23 September 1999

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
Min	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	Min	Max
	3/4	-	-	-	100.00		100
	1/2	105.00	105.00	11.03	88.97	77	100
	3/8	113.00	218.00	22.90	77.10	60	85
	4	110.00	328.00	34.45	65.55	55	80
	8	81.00	409.00	42.96	57.04	50	76
	30	159.00	568.00	59.66	40.34	24	60
	50	105.00	673.00	70.69	29.31	18	28
	100	126.00	799.00	83.93	16.07	8	30
	200	95.00	894.00	93.91	6.09	5	9
	PAN	58.00	952.00	100.00	0.00	-	-

Keterangan

Tanggal

Diperiksa Oleh

: 1. Endang
2. Revol

Yogyakarta, September 1999

an. Kepala Lab. JL. Raya FTSP UII

(S . A . M . S . U . D . I . N . . .)



Contoh dari : Perkerasan aspal ruas jalan Galur - Congot (Kulon Progo)
Pekerjaan : Analisa Gradasi Agregat
Jenis Agregat : Kombinasi Campuran Agregat
Diterima Tgl : 21 September 1999
Selesai Tgl : 23 September 1999

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
Min	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	Min	Max
	3/4	-	-	0.00	100.00		100
	1/2	95.00	95.00	11.01	88.99	77	100
	3/8	102.00	197.00	22.83	77.17	60	85
	4	92.00	289.00	33.49	66.51	55	80
	8	97.00	386.00	44.73	55.27	50	76
	30	126.00	512.00	59.33	40.67	24	60
	50	96.00	608.00	70.45	29.55	18	28
	100	112.00	720.00	83.43	16.57	8	30
	200	66.00	786.00	91.08	8.92	5	9
	PAN	77.00	863.00	100.00	0.00	-	-

Keterangan

Tanggal

Diperiksa Oleh

: 1. Endang
2. Revol

Yogyakarta, September 1999

..... Kepala Lab. Jl. Raya FTSP UII



(S. A. M. S. U. D. I. N....)



Contoh dari : Perkerasan aspal ruas jalan Galur - Congot (Kulon Progo)
Pekerjaan : Analisa Gradasi Agregat
Jenis Agregat : Kombinasi Campuran Agregat
Diterima Tgl : 21 September 1999
Selesai Tgl : 23 September 1999

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
Min	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	Min	Max
	3/4	-	-	0.00	100.00		100
	1/2	103.00	103.00	11.99	88.01	77	100
	3/8	97.00	200.00	23.28	76.72	60	85
	4	91.00	291.00	33.88	66.12	55	80
	8	75.00	366.00	42.61	57.39	50	76
	30	140.00	506.00	58.91	41.09	24	60
	50	112.00	618.00	71.94	28.06	18	28
	100	105.00	723.00	84.17	15.83	8	30
	200	56.00	779.00	90.69	9.31	5	9
	PAN	80.00	859.00	100.00	0.00	-	-

Keterangan :

Yogyakarta, September 1999

Tanggal :

Kepala Lab. JL. Raya FTSP UII

Diperiksa Oleh : 1. Endang

2. Revol

(S A M S U D I N)

Contoh dari : Perkerasan aspal ruas jalan Galur - Congot (Kulon Progo)
Pekerjaan : Analisa Gradasi Agregat
Jenis Agregat : Kombinasi Campuran Agregat
Diterima Tgl : 21 September 1999
Selesai Tgl : 23 September 1999

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
Min	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	Min	Max
	3/4	-	-	0	100		100
	1/2	110	110	11.80	88.20	77	100
	3/8	91	201	21.57	78.43	60	85
	4	111	312	33.48	66.52	55	80
	8	116	428	45.92	54.08	50	76
	30	165	593	63.63	36.37	24	60
	50	105	698	74.89	25.11	18	28
	100	116	814	87.34	12.66	8	30
	200	73	887	95.17	4.83	5	9
	PAN	45	932	100.00	0.00	-	-

Keterangan :

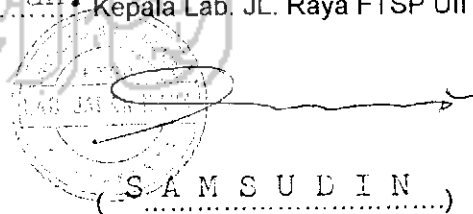
Yogyakarta, September 1999

Tanggal :

.....an • Kepala Lab. JL. Raya FTSP UII

Diperiksa Oleh : 1. Endang

2. Revol


 (S A M S U D I N)



Contoh dari : Perkerasan aspal ruas jalan Galur - Congot (Kulon Progo)
Pekerjaan : Analisa Gradasi Agregat
Jenis Agregat : Kombinasi Campuran Agregat
Diterima Tgl : 21 September 1999
Selesai Tgl : 23 September 1999

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
Min	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	Min	Max
	3/4	-	-	0	100		100
	1/2	108	108	11.74	88.26	77	100
	3/8	104	212	23.04	76.96	60	85
	4	102	314	34.13	65.87	55	80
	8	95	409	44.46	55.54	50	76
	30	165	574	62.39	37.61	24	60
	50	123	697	75.76	24.24	18	28
	100	110	807	87.72	12.28	8	30
	200	70	877	95.33	4.67	5	9
	PAN	43	920	100.00	0.00	-	-

Keterangan :

Tanggal : Yogyakarta, September 1999
Kepala Lab. JL. Raya FTSP UII

Diperiksa Oleh : 1. Endang
2. Revol

(S.A.M.S.U.D.I.N.)



Contoh dari : Perkerasan aspal ruas jalan Galur - Congot (Kulon Progo)
Pekerjaan : Analisa Gradasi Agregat
Jenis Agregat : Kombinasi Campuran Agregat
Diterima Tgl : 21 September 1999
Selesai Tgl : 23 September 1999

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS
(Rata - Rata)

No. Saringan		BERAT TERTAHAN		JUMLAH PERSEN (%)		SPESIFIKASI	
Min	inch	tertahan	jumlah	tertahan	lolos	Min	Max
	3/4	-	-	0.00	100.00		100
	1/2	104.20	104.20	11.51	88.49	77	100
	3/8	101.40	205.60	22.71	77.29	60	85
	4	101.20	306.80	33.89	66.11	55	80
	8	92.80	399.60	44.14	57.86	50	76
	30	151.00	550.60	60.83	39.17	24	60
	50	108.20	658.80	72.78	27.22	18	28
	100	113.80	772.60	85.35	14.65	8	30
	200	72.00	844.60	93.31	6.69	5	9
	PAN	60.60	905.20	100.00	0.00	-	-

Keterangan :

Yogyakarta, September 1999

Tanggal :

Kepala Lab. Jl. Raya FTSP UII

Diperiksa Oleh : 1. Endang

2. Revol

(SAMSUDIN)



SAND EQUIVALENT DATA
AASHTO T 176 - 73

Sample : PERKERASAN LAMA Dikerjakan oleh :
 Lokasi : Ruas Jalan Galur - Congot (Kulon Progo)
 Ditest Tanggal : 25 September 1999 Endang & Revol
 Selesai Tanggal : 25 september 1999

TRIAL NUMBER		1	2	3
Seaking (10.1 Min)	Start	11.25		
	Stop	11.35		
Sedimentation Time (20 Min - 15 Sec)	Start	11.35		
	Stop	11.55		
Clay Reading		4.1		
Sand Reading		3.2		
SE = $\frac{\text{Sand Reading}}{\text{Clay Reading}} \times 100\%$		78.05 %		
Evarage Sand Equivalent				
Remark :				
Kadar Lumpur		= 100 % - SE		
		= 21.95 %		

Yogyakarta, September 1999

Kepala Lab. Jalan Raya FTSP UII

(S.A.M.S.R.D.L.H.....)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN
KELEKATAN AGREGAT TERHADAP ASPHAL

Contoh dari : Perkerasan Lama Diperiksa Oleh :
Jenis Contoh : Agregat Lama
Diperiksa Tanggal : 20 September 1999 Endang & Revol

PEMANASAN SAMPEL		PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN		28 C	13.40 WIB
SELESAI PEMANASAN		135 C	13.50 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG			
MULAI		135 C	13.50
SELESAI		28 C	14.05
DIPERIKSA			
MULAI		28 C	14.05
SELESAI		28 C	14.10

HASIL PENGAMATAN

BENDA UJI	PROSEN YANG DISELIMUTI OLEH ASPAL
I	96%
II	
RATA - RATA	

Yogyakarta, September 1999
Kepala Lab. Jalan Raya
FTSP UII
(S.A.S.S.U.D.S.N.)



PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Contoh Dari : Perkerasan lama

Diperiksa Oleh :

Jenis Contoh : Agregat Kasar

Endang & Revol

Diperiksa Tanggal : 24 September 1999

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
BERAT BENDA UJI DALAM KEADAAN BASAH JENUH (SSD) ----- (BJ)	1507	
BERAT BENDA UJI DI DALAM AIR ----- (BA)	925	
BERAT SAMPEL KERING OPEN (BK)	1493	
BERAT JENIS (BULK) = $\frac{BK}{(BJ - BA)}$	2,565	
BERAT SSD = $\frac{BJ}{(BJ - BA)}$	2,589	
BERAT SEMU = $\frac{BK}{(BK - BA)}$	2,629	
PENYERAPAN = $\frac{BK}{(BK - BA)} \times 100\%$	0,938	

Yogyakarta, September 1999

an. Kepala Lab. Jalan Raya

PTSP UII

(SAMSUDIN)



PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Contoh Dari : Perkerasan Lama

Diperiksa oleh :

Jenis Contoh : Agregat Halus

Endang & Revol

Diperiksa Tanggal : 24 September 1999

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
BERAT BENDA UJI DALAM KEADAAN BASAH JENUH (SSD)	500	
BERAT VICNOMETER + AIR (B)	664	
BERAT VICNOMETER + AIR + BENDA UJI (BT)	980	
BERAT SAMPEL KERING OVEN (BK)	495	
BERAT JENIS = $\frac{BK}{(B + 500 - BT)}$	2.69	
BERAT SSD = $\frac{500}{(B + 500 - BT)}$	2.72	
BJ. SEMU = $\frac{BK}{(B + BK - BT)}$	2.77	
PENYERAPAN = $\frac{(500 - BK)}{(BK)} \times 100\%$	1.01	

Yogyakarta, September 1999
Kepala Lab. Jalan Raya
FTSP UII

(S.A.R.S.U.D.I.N....)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST)
A A S H T O T 96 - 97

Contoh Dari : PERKERASAN LAMA Dikerjakan Oleh :
Jenis Contoh : AGREGAT
Di test Tanggal : 28 September 1999 Endang & Revol

JENIS GRADASI		BENDA UJI	
SARINGAN		I	II
LOLOS	TERTAHAN		
72,2 mm (3 ")	63,5 mm (2,5 ")		
63,5 mm (2,5 ")	50,8 mm (2 ")		
50,8 mm (2 ")	37,5 mm (1,5 ")		
37,5 mm (1,5 ")	25,4 mm (1 ")		
25,4 mm (1 ")	19,0 mm (3/4 ")		
19,0 mm (3/4 ")	12,5 mm (0,5 ")	2500	
12,5 mm (0,5 ")	09,5 mm (3/8 ")	300	
09,5 mm (3/8 ")	06,3 mm (1/4 ")		
06,3 mm (1/4 ")	4,75 mm (No. 4)		
4,75 mm (No. 4)	2,36 mm (No. 8)		
JUMLAH BENDA UJI		5000 gr	
JUMLAH TERTAHAN DI SIEVE 12 (B)		3235 gr	
KEAUSAN= $\frac{(A - B)}{100\%} \times$		34.90%	

Yogyakarta, September 1999

an. Kepala Lab. Jalan Raya
FTSP UII

(SAMSUDIN)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

SAND EQUIVALENT DATA
AASHTO T 176 - 73


Sample : A G R E G A T B A R U
Lokasi : -
Ditest Tanggal : 28 September 1999
Selesai Tanggal : 28 september 1999

Dikerjakan oleh :
 Endang & Revol

TRIAL NUMBER		1	2	3
Seaking (10.1 Min)	Start	09.55		
	Stop	10.05		
Sedimentation Time (20 Min - 15 Sec)	Start	10.05		
	Stop	10.25		
Clay Reading		4.01		
Sand Reading		2.8		
SE = $\frac{\text{Sand Reading}}{\text{Clay Reading}} \times 100 \%$		69.83 %		
Evarage Sand Equivalent				
Remark :				
	Kadar Lumpur = 100 % - SE			
	= 30.17 %			

Yogyakarta, September 1999

Kepala Lab. Jalan Raya FTSP UII


 (S A M S U D I N)



PEMERIKSAAN
KELEKATAN AGREGAT TERHADAP ASPHAL

Contoh dari : PT. Perwita Karya Diperiksa Oleh :
Jenis Contoh : Agregat Baru
Diperiksa Tanggal : 28 September 1999 Endang & Revol

PEMANASAN SAMPEL		PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN		27 C	10.05 WIB
SELESAI PEMANASAN		135 C	10.10 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG			
MULAI		135 C	10.11
SELESAI		27 C	10.21
DIPERIKSA			
MULAI		27 C	11.15
SELESAI		27 C	11.20

HASIL PENGAMATAN

BENDA UJI	PROSEN YANG DISELIMUTI OLEH ASPAL
I	96%
II	
RATA - RATA	

Yogyakarta, September 1999
Kepala Lab. Jalan Raya
FISIP UII

(S. A. N. S. U. P. I. N.)



PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Contoh Dari : PT. Perwita Karya

Diperiksa Oleh :

Jenis Contoh : Agregat Kasar (Baru)

Endang & Revol

Diperiksa Tanggal : 24 September 1999

K E T E R A N G A N	B E N D A U J I	
	I	II
BERAT BENDA UJI DALAM KEADAAN BASAH JENUH (SSD) ----- (BJ)	1511	
BERAT BENDA UJI DI DALAM AIR ----- (BA)	959	
BERAT SAMPEL KERING OPEN (BK)	1491	
BERAT JENIS (BULK) = $\frac{BK}{(BJ - BA)}$	2.70	
BERAT SSD = $\frac{BJ}{(BJ - BA)}$	2.74	
BERAT SEMU = $\frac{BK}{(BK - BA)}$	2.80	
PENYERAPAN = $\frac{BK}{(BK - BA)} \times 100\%$	1.341	

Yogyakarta, September 1999

an. Kepala Lab. Jalan Raya
FISI, UII

(S A M S U D I N)



PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Contoh Dari : PT. Perwita Karya

Diperiksa oleh :

Jenis Contoh : Agregat Halus (Baru)

ENDANG & REVOL

Diperiksa Tanggal : 26 September 1999

K E T E R A N G A N	B E N D A U J I	
	I	II
BERAT BENDA UJI DALAM KEADAAN BASAH JENUH (SSD)	500	
BERAT VICNOMETER + AIR (B)	664	
BERAT VICNOMETER + AIR + BENDA UJI (BT)	977	
BERAT SAMPEL KERING OVEN (BK)	493	
BERAT JENIS = $\frac{BK}{(B + 500 - BT)}$	2,640	
BERAT SSD = $\frac{500}{(B + 500 - BT)}$	2.67	
BJ. SEMU = $\frac{BK}{(B + BK - BT)}$	2.74	
PENYERAPAN = $\frac{(500 - BK)}{(BK)} \times 100\%$	1.42	

Yogyakarta, September 1999

Pen. Kepala Lab. Jalan Raya

FTSP UII

(S.A.M.S.U.D.I.N.)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST)
A A S H T O T 96 - 97

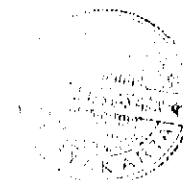
Contoh Dari : PT. Perwita Karya Dikerjakan Oleh :
Jenis Contoh : AGREGAT
Di test Tanggal : 28 September 1999 Endang & Revol

JENIS GRADASI		BENDA UJI	
SARINGAN		I	II
LOLOS	TERTAHAN		
72,2 mm (3 ")	63,5 mm (2,5 ")		
63,5 mm (2,5 ")	50,8 mm (2 ")		
50,8 mm (2 ")	37,5 mm (1,5 ")		
37,5 mm (1,5 ")	25,4 mm (1 ")		
25,4 mm (1 ")	19,0 mm (3/4 ")		
19,0 mm (3/4 ")	12,5 mm (0,5 ")	2500	
12,5 mm (0,5 ")	09,5 mm (3/8 ")	2500	
09,5 mm (3/8 ")	06,3 mm (1/4 ")		
06,3 mm (1/4 ")	4,75 mm (No. 4)		
4,75 mm (No. 4)	2,36 mm (No. 8)		
JUMLAH BENDA UJI		5000 gr	
JUMLAH TERTAHAN DI SIEVE 12 (B)		3265 gr	
KEAUSAN	$= \frac{(A - B)}{A} \times 100\%$	34.68%	

Yogyakarta, September 1999

an. Kepala Lab. Jalan Raya
FTSP UII


(S.A.M.S.U.D.I.N)





PEMERIKSAAN PENETRASI ASPHAL

Contoh dari : Eks. Pertamina Diperiksa Oleh :
Jenis contoh : AC 60 - 70 1. Endang _____
Diperiksa Tanggal : 24 September 1999 2. Revol _____

PEMERIKSAAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	27 C	09.15
SELESAI PEMANASAN	170 C	09.30
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	170 C	09.30
SELESAI	27 C	10.30
DIRENDAM DENGAN SUHU (25 C)		
MULAI	25 C	10.30
SELESAI	25 C	11.30
DIPERIKSA		
MULAI	27 C	09.15
SELESAI	26 C	12.00

HASIL PENGAMATAN

NO.	CAWAN (I)	CAWAN (II)	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1.	64	65	
2.	63	66	
3.	65	63	
4.	66	62	
5.	63	64	

Yogyakarta, September 1999
Kepala Lab. Jalan Raya FTSP UII

(S A M S U D I N)



PEMERIKSAAN
TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR ASPHAL

Contoh dari : Eks. Pertamina Diperiksa Oleh :
Jenis contoh : AC 60 - 70 1. Endang
Diperiksa Tanggal : 24 September 1999 2. Revol

PEMERIKSAAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	27°C	10.00
SELESAI PEMANASAN	110°C	10.05
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	110°C	10.00
SELESAI	27°C	10.15
DIPERIKSA		
MULAI	27°C	10.15
SELESAI	350°C	10.35

HASIL PENGAMATAN

CAWAN	TITIK NYALA	TITIK BAKAR
I	330°C	350°C
II	-	-
RATA-RATA	330°C	350°C

Yogyakarta, September 1999

321 • Kepala Lab. Jalan Raya FTSP UII

(S. A. M. S. U. D. I. N.)

Contoh Dari	: Eks. Pertamina	Dikerjakan oleh :
Jenis Contoh	: AC 60 - 70	1. Endang
Pekerjaan	: Tugas Akhir	2. Revol
Diterima Tanggal	: 23 September 1999	
Selesai Tanggal	: 23 September 1999	


PEMERIKSAAN
KELARUTAN DALAM CCL 4
(SOLUBILITY)

Pembukaan contoh	<u>DIPANASKAN</u>	Pembacaan Waktu	Pembacaan suhu
	mulai jam		
	selesai jam		
<u>PEMERIKSAAN</u>			
1. Penimbangan	mulai jam	15.00	27.50 C
2. Pelarutan	mulai jam	15.15	
3. Penyaringan	mulai jam	15.30	
	selesai jam	15.34	
4. Di oven	mulai jam	15.35	
5. Penimbangan	selesai jam	09.00	

1.	Berat botol Erlenmeyer kosong	= 73.56	gr
2.	Berat botol + aspal	= 75.56	gr
3.	Berat aspal (2 - 1)	= 2.00	gr
4.	Berat kertas saring bersih	= 0.62	gr
5.	Berat kertas saring + endapan	= 0.63	gr
6.	Berat endapan saja (5 - 4)	= 0.01	gr
7.	Persentase endapan (6/3 x 100%)	= 0.50	gr
8.	Bitumen yang larut (100% - 7)	= 99.50	gr

Yogyakarta, September 1999

an. Kepala Lab. Jalan Raya FTSP UII


 (S.A.M.S.U.D.I.N)

Berat kertas saring + endapan
 Berat endapan saja (5 - 4)

Pengirim Contoh : _

Jenis Contoh Aspal : Eks. Pertamina AC 60 - 70 Dikerjakan oleh :

Untuk Pek. Jalan : - 1. Endang

Contoh Diterima Tgl : 24 September 1999 2. Revol

Selesai Dikerjakan Tgl : 24 September 1999

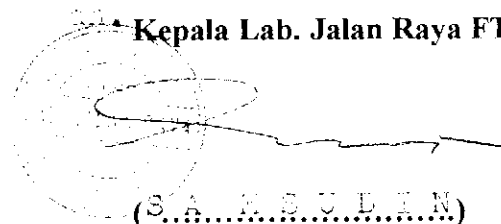
PEMERIKSAAN
DAKTILITAS (DUCTILITY) / RESIDUE

persiapan benda uji	contoh dipanaskan	15 menit	pembacaan suhu open 135 C
mendinginkan benda uji	didiamkan pada suhu ruang	60 menit	27 C
perendaman benda uji	direndam dalam water bath pada suhu 25 C	60 menit	pembacaan suhu water bath 25 C
pemeriksaan	daktilitas pada 25 C 5 cm per menit	20 menit	pembacaan suhu alat 25 C

Daktilitas pada 25 C 5 cm per menit	Pembacaan Pengukur Pada alat
Pengamatan I	139 cm
Pengamatan II	139 cm
Rata - Rata (I + II)	139 cm

Yogyakarta, September 1999

Kepala Lab. Jalan Raya FTSP UII


 (S.A. H. S. U. D. I. N.)

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS ASPHAL

Contoh dari : Eks. Pertamina

Jenis contoh : AC 60 - 70

Diperiksa Tanggal : 23 September 1999

Diperiksa Oleh :

1. Endang

2. Revol

NO.	URUTAN PEMERIKSAAN	BERAT
1.	Berat vicnometer kosong	29.12 gr
2.	Berat vicnometer + aquadest	78.75 gr
3.	Berat air (2 - 1)	48.63 gr
4.	Berat vicnometer + aspal	31.70 gr
5.	Berat Aspal (4 - 1)	2.58 gr
6.	Berat vicnometer + Aspal + Aquadest	78.82 gr
7.	Berat air (6 - 4)	47.12 gr
8.	Volume Aspal (3 - 7)	2.51 gr
9.	Berat Jenis Aspal : Berat/vol (5/8)	1,027 gr

Yogyakarta, September 1999

.....
Kepala Lab. Jalan Raya FTSP UII

(S.A.N.S.U.D.I.N.....)

Pekerjaan / Proyek : TUGAS AKHIR
Pengirim sampel :
Jenis campuran : ASPHALT CONCRETE
Tanggal : 28 September 1999

Dikerjakan oleh :
 1. Endang
 2. Revol

PERHITUNGAN TEST MARSHALL

NO.	f (mm)	a (%)	b (%)	c (gr)	d (gr)	e (gr)	f (gr)	g (gr)	h (gr)	i (gr)	j (gr)	k (gr)	l (gr)	m (gr)	n (gr)	o (gr)	p (gr)	q (gr)	r (gr)
1	65.80	4.17	4	1159	1164	653	511	2.2681	2.4840	8.8339	82.4764	8.6897	17.5236	50.4115	8.6916	536	1836.87	1761.93	3.556
2	68.60	4.17	4	1188	1192	666	526	2.2586	2.4840	8.7967	82.1293	9.0740	17.8707	49.2241	9.0759	454	1555.86	1402.14	3.810
3	71.46	4.17	4	1259	1268	713	555	2.2685	2.4840	8.8353	82.4898	8.6749	17.5102	50.4580	8.6768	535	1833.45	1543.58	3.810
Rerata	68.62	4.17	4	1202	1208	677.33	530.67	2.2651	2.4840	8.8221	82.3664	8.8145	17.6336	50.0300	8.8134	508.33	1742.06	1569.22	3.7253
4	62.76	5.26	5	1142	1148	654	494	2.3117	2.4478	11.2548	83.1876	5.5575	16.8124	66.9438	5.5584	653	2237.83	2287.51	2.794
5	63.76	5.26	5	1180	1186	681	505	2.3666	2.4478	11.3760	84.0834	4.5406	15.9166	71.4727	4.5415	695	2381.77	2365.34	1.778
6	69.50	5.26	5	1221	1227	687	540	2.2611	2.4478	11.0083	81.3657	7.6259	18.6343	59.0758	7.6288	516	1768.33	1560.55	2.032
Rerata	65.34	5.26	5	1181	1187	674	513	2.3021	2.4478	11.2081	82.8423	5.9496	17.1577	65.3241	5.9505	621.33	2129.31	2077.80	2.2013
7	67.87	6.38	6	1200	1203	692	511	2.3483	2.4126	13.7196	83.6150	2.6654	16.3850	83.7327	2.6637	644	2206.99	2022.26	2.286
8	66.43	6.38	6	1208	1213	690	523	2.3098	2.4126	13.4942	82.2411	4.2647	17.7589	75.9856	4.2630	618	2117.89	2003.74	3.556
9	66.13	6.38	6	1204	1210	696	514	2.3424	2.4126	13.6850	83.4041	2.9109	16.5959	82.4599	2.9092	522	1788.89	1703.74	2.6247
Rerata	66.81	6.38	6	1204	1208.67	692.67	516	2.3333	2.4126	13.6319	83.0806	3.2873	16.9192	80.5709	3.2855	594.67	2037.92	1909.91	2.8222
10	65.10	7.53	7	1196	1197	691	506	2.3636	2.3785	16.1105	83.2645	0.6251	16.7355	96.2650	0.6249	510	1747.77	1701.80	2.794
11	64.10	7.53	7	1192	1193	689	504	2.3651	2.3785	16.1209	83.3153	0.5644	16.6847	96.6173	0.5642	578	1980.81	1869.72	2.553
12	65.33	7.53	7	1205	1208	693	515	2.3398	2.3785	15.9480	82.4250	1.6270	17.5750	90.7427	1.6268	476	1631.25	1580.52	3.048
Rerata	64.84	7.53	7	1197.67	1199.33	691	508.33	2.3561	2.3785	16.0589	82.9978	0.9434	17.0022	94.4515	0.9432	521.33	1786.61	1750.68	2.7983

- t = tebal benda uji
- a = % aspal terhadap batuan
- b = % aspal terhadap campuran
- c = berat kering/sebelum direndam
- d = berat dalam keadaan SSD
- e = berat didalam air
- f = volume (is) = c - e
- g = berat isi sampel = c / f
- h = B.J maksimum teoritis
- i = % agrgr
- j = BU Aggr
- k = (100-H) jumlah kandungan rongga
- l = (100-J) rongga terhadap agregat
- m = (100 x l / j) rongga yang terisi aspal (VFMA)
- n = rongga yang terisi campuran
- o = 100 - (100 x G/H)
- p = o x kalibrasi proving ring
- q = p x koreksi tebal sampel (STABILITAS)
- r = FLOW (kelelahan plastis)
- s = Suhu pencampuran
- t = Suhu pemadatan
- u = Suhu waterbath
- v = BU Aspal
- w = BU Agregat
- x = 160 C
- y = 140 C
- z = 60 C
- aa = 1.027
- ab = 2.64

MIX DESIGN □ HOT MIX RECYCLING □

A. Kadar aspal 4 %

- a. Berat Total : 1200 gr
- b. Berat Aspal : 4 % x 1200 = 48 gr
- c. Berat Agregat : 1200 - 48 = 1152 gr

Kebutuhan Agregat berdasarkan No. saringan sebagai berikut

No. Saringan	Perkerasan lama		Mix Design		Berat Tertahan Ideal (Gram)	Berat Penambahan Agregat
	% Tertahan	Berat Tertahan	% Tertahan	Berat Tertahan		
3/4 "	-	-	-	-	-	-
1/2 "	11.51	104.20	15.50	133.92	178.56	44.64
3/8 "	11.2	101.40	8.50	73.44	97.92	24.48
4 "	11.18	101.20	18.00	155.52	207.36	51.84
8 "	10.25	92.80	13.50	116.64	155.52	38.88
16 "	-	-	10.50	90.72	120.96	30.24
30 "	16.69	151.00	7.50	64.8	86.4	21.60
40 "	-	-	3.50	30.24	40.32	10.08
50 "	11.95	108.20	3.00	25.92	34.56	8.64
100"	12.57	113.80	4.50	38.88	51.84	12.96
200"	7.96	72.00	3.50	30.24	40.32	10.08
PAN	6.69	60.60	12.00	103.68	138.24	34.56
	100	905.20	100.00	864	1152	288

MIX DESIGN □ HOT MIX RECYCLING □

B. Kadar aspal 5 %

- a. Berat Total : 1200 gr
- b. Berat Aspal : 5 % x 1200 = 60 gr
- c. Berat Agregat : 1200 - 60 = 1140 gr

Kebutuhan Agregat berdasarkan No. saringan sebagai berikut

No. Saringan	Perkerasan lama		Mix Design		Berat Tertahan Ideal (Gram)	Berat Penambahan Agregat
	% Tertahan	Berat Tertahan	% Tertahan	Berat Tertahan		
3/4 "	-	-	-	-	-	-
1/2 "	11.51	104.20	15.50	132.525	176.7	44.18
3/8 "	11.2	101.40	8.50	72.675	96.9	24.23
4 "	11.18	101.20	18.00	153.9	205.2	51.30
8 "	10.25	92.80	13.50	115.425	153.9	38.48
16 "	-	-	10.50	89.775	119.7	29.93
30 "	16.69	151.00	7.50	64.125	85.5	21.38
40 "	-	-	3.50	29.925	39.9	9.97
50 "	11.95	108.20	3.00	25.65	34.2	8.55
100"	12.57	113.80	4.50	38.475	51.3	12.83
200"	7.96	72.00	3.50	29.925	39.9	9.97
PAN	6.69	60.60	12.00	102.6	136.8	34.20
	100	905.20	100.00	855	1140	285

MIX DESIGN □ HOT MIX RECYCLING □

C. Kadar aspal 6 %

- a. Berat Total : 1200 gr
- b. Berat Aspal : 6 % x 1200 = 72 gr
- c. Berat Agregat : 1200 - 72 = 1128 gr

Kebutuhan Agregat berdasarkan No. saringan sebagai berikut

No. Saringan	Perkerasan lama		Mix Design		Berat Tertahan Ideal (Gram)	Berat Penambahan Agregat
	% Tertahan	Berat Tertahan	% Tertahan	Berat Tertahan		
3/4 "	-	-	-	-	-	-
1/2 "	11.51	104.20	15.50	131.13	174.84	43.71
3/8 "	11.2	101.40	8.50	71.91	95.88	23.97
4 "	11.18	101.20	18.00	152.28	203.04	50.76
8 "	10.25	92.80	13.50	114.21	152.28	38.07
16 "	-	-	10.50	88.83	118.44	29.61
30 "	16.69	151.00	7.50	63.45	84.6	21.15
40 "	-	-	3.50	29.61	39.48	9.87
50 "	11.95	108.20	3.00	25.38	33.84	8.46
100"	12.57	113.80	4.50	38.07	50.76	12.69
200"	7.96	72.00	3.50	29.61	39.48	9.87
PAN	6.69	60.60	12.00	101.52	135.36	33.84
	100	905.20	100.00	846	1128	282



MIX DESIGN □ HOT MIX RECYCLING □

D. Kadar aspal 7 %

- a. Berat Total : 1200 gr
 - b. Berat Aspal : 8 % x 1200 = 84 gr
 - c. Berat Agregat : 1200 - 84 = 1116 gr 1116
- 837

Kebutuhan Agregat berdasarkan No. saringan sebagai berikut

No. Saringan	Perkerasan lama		Mix Design		Berat Tertahan Ideal (Gram)	Berat Penambahan Agregat
	% Tertahan	Berat Tertahan	% Tertahan	Berat Tertahan		
3/4 "	-	-	-	-	-	-
1/2 "	11.51	104.20	15.50	129.735	172.98	43.25
3/8 "	11.2	101.40	8.50	71.145	94.86	23.72
4 "	11.18	101.20	18.00	150.66	200.88	50.22
8 "	10.25	92.80	13.50	112.995	150.66	37.67
16 "	-	-	10.50	87.885	117.18	29.30
30 "	16.69	151.00	7.50	62.775	83.7	20.93
40 "	-	-	3.50	29.295	39.06	9.77
50 "	11.95	108.20	3.00	25.11	33.48	8.37
100"	12.57	113.80	4.50	37.665	50.22	12.56
200"	7.96	72.00	3.50	29.295	39.06	9.77
PAN	6.69	60.60	12.00	100.44	133.92	33.48
	100	905.20	100.00	837	1116	279