

BAB V

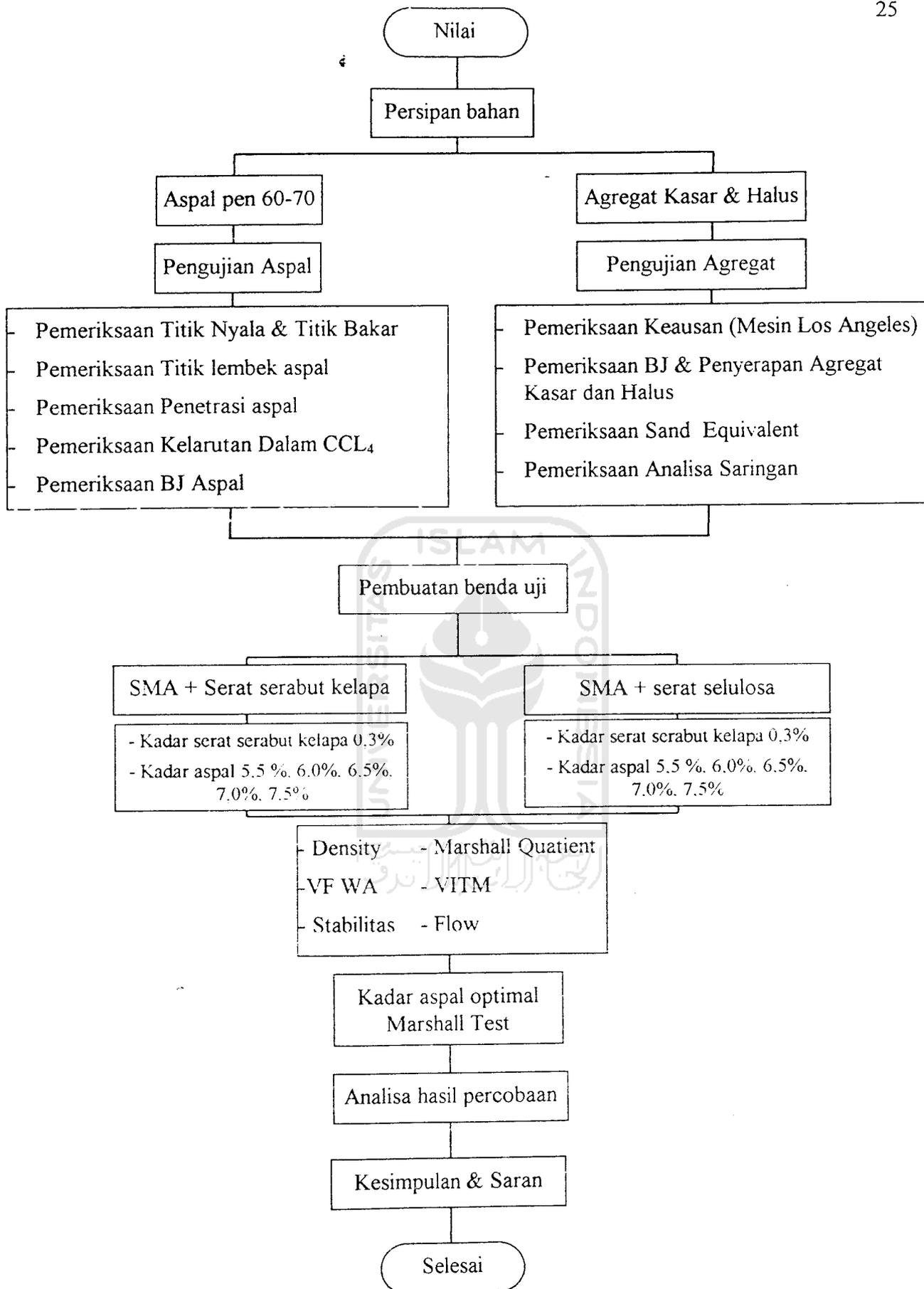
METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi Penelitian yang dilakukan pada penelitian ini berupa percobaan di Laboratorium Universitas Islam Indonesia pada FTSP khususnya Laboratorium Jalan Raya. Bahan agregat, filter, dan aspal yang dipakai dalam penelitian ini diperoleh dari PT. Perwita Karya Yogyakarta. Serat serabut kelapa diperoleh dari Pakem Sleman dan menggunakan aspal AC 60/70 produksi Pertamina Cilacap. Metode penelitian ini selengkapnya diperlihatkan dengan diagram alur seperti pada gambar 5.1.

5.1. Pengujian Agregat (Kasar dan Halus)

Pada pengujian ini agregat berasal dari daerah Clereng Kulon Progo hasil dari pemecah batu (*stone crusher*) PT. Perwita Karya Yogyakarta. Pemeriksaan agregat yang digunakan meliputi sebagai berikut ini.

1. Pemeriksaan keausan agregat dengan mesin Los Angeles.
2. Pemeriksaan berat jenis dan Penyerapan agregat kasar.
3. Pemeriksaan berat jenis dan Penyerapan agregat halus.
4. Pemeriksaan *Sand Equivalent*.
5. Pemeriksaan Analisa saringan.



Gambar. 5.1. Diagram Alur Penelitian

5.1.1. Pemeriksaan Keausan Agregat dengan Mesin Los Angeles

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin Los Angeles. Keausan tersebut dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan aus lewat saringan no. 12 terhadap berat semula, satuannya dalam % dan pemeriksaan ini mengikuti prosedur AASHTO T-96-74.

Peralatan yang digunakan sebagai berikut ini.

1. Mesin Los Angeles.
2. Mesin terdiri dari silinder baja tertutup pada kedua sisinya dengan diameter 71 cm (28 in) panjang dalam 51 cm (20 in). Silinder bertumpu pada dua poros pendek yang tak menerus dan berputar pada poros mendatar. Silinder berlobang untuk memasukkan benda uji. Penutup logam tertutup rapat sehingga permukaan dalam silinder tidak terganggu. Didalam silinder terdapat bilah baja melintang setinggi 8,9 cm (3,56 in).
3. Saringan no. 12.
4. Timbangan dengan ketelitian 5 gram.
5. Bola baja dengan diameter rata-rata 4,68 cm dan berat bola baja antara 390 gram sampai 445 gram.
6. Oven yang dilengkapi pengatur suhu untuk memanasi sampai $(110+5)^{\circ}$ C.

Benda Uji:

1. berat benda uji 500 gram, dan
2. bersihkan benda uji dan keringkan dalam oven pada suhu $(110+5)^{\circ}$ C sampai berat tetap.

Pemeriksaan:

1. benda uji dan bola baja dimasukkan kedalam mesin Los Angeles
2. putar Mesin dengan kecepatan 30 sampai 33 rpm, mesin berputar sebanyak 500 putaran, dan
3. setelah selesai pemutaran benda uji dikeluarkan dari mesin kemudian saring dengan saringan no. 12, butiran yang tertahan kemudian ditimbang dan hasilnya $> 40\%$.

Spesifikasi:

hasil yang didapat harus kurang dari 40% total berat benda uji.

5.1.2. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Pemeriksaan ini untuk menentukan berat jenis (*bulk*), Berat Jenis kering permukaan jenuh (*SSD*), berat jenis semudah penyerapan dari agregat kasar, pemeriksaan ini menggunakan prosedur AASHTO T-85- 81.

1. Berat jenis (*bulk specific gravity*), ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
2. Berat jenis kering permukaan jenuh adalah perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dengan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
3. Berat jenis semu (*apparent specific gravity*), adalah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.

4. Penyerapan adalah presentase berat air yang dapat diserap oleh pori agregat terhadap berat agregat kering.

Peralatan yang digunakan sebagai berikut ini.

1. Keranjang kawat ukuran 3,35 mm atau 2,36 mm (no. 6 atau no. 8) dengan kapasitas kira-kira 5 kg.
2. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu hingga $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$.
3. Tempat air dengan bentuk dan kapasitas yang sesuai untuk pemeriksaan. Tempat ini harus dilengkapi dengan pipa, sehingga air selalu tetap.
4. Alat pembersih.
5. Timbangan kapasitas 5 kg dengan ketelitian 0,1% dari berat contoh yang ditimbang dan dilengkapi dengan alat penggantung keranjang.
6. Saringan no. 4.

Benda uji:

benda uji adalah agregat yang tertahan oleh saringan no. 4 didapat dari alat pemisah contoh atau cara seperempat, sebanyak kira-kira 5 kg.

Pemeriksaan sebagai berikut ini.

1. Cuci benda uji untuk menghilangkan debu atau bahan lain yang melekat pada permukaan.
2. Keringkan benda uji dalam oven suhu 105°C sampai berat tetap.
3. Dinginkan benda uji pada suhu kamar selama 1-3 jam kemudian timbang dengan ketelitian 0,3 gram (Bk).

3. I
a
k
4. F
a
Pera
1. T
2. F
3. k
4. Rendam benda uji dalam air dengan suhu kamar selama 4 jam.
 5. Keluarkan benda uji dari dalam air, lap dengan kain sampai selaput air dalam permukaan hilang (*SSD*). Untuk butiran yang besar pengeringan harus satu persatu.
 6. Timbang berat benda uji kering permukaan jenuh (*Bk*).
 7. Letakkan benda uji di dalam keranjang, guncangkan batunya untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya di dalam air (*Ba*).
Ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar (25)^o C.

3. k
b
n
4. E
g
5. S
6. C
(
7. T
8. B
9. P
10. P
11. A

Spesifikasi:

hasil yang didapat harus > 2,5 gr cc untuk berat jenis semu dan < 3% untuk peresapan agregat terhadap air.

5.1.3. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Pemeriksaan ini untuk menentukan berat jenis (*bulk*). Berat jenis kering permukaan jenuh (*SSD*), berat jenis semu dan penyerapan dari agregat halus, dan pemeriksaan ini mengikuti prosedur AASHTO T-84-74.

1. Berat jenis (*bulk specific gravity*) ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
2. Berat jenis kering permukaan jenuh (*SSD*), yaitu perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.

3. Berat jenis semu (*apparent specific gravity*) ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam kering pada suhu tertentu.
4. Penyerapan ialah presentase berat air yang dapat diserap pori terhadap berat agregat kering.

Peralatan yang digunakan sebagai berikut ini.

1. Timbangan kapasitas 1 kg atau lebih dengan ketelitian 0,1 gram.
2. Piknometer dengan kapasitas 500 ml.
3. Kerucut terpancung (cone), diameter bagian atas (40 ± 3) mm, diameter bagian bawah (90 ± 3) dan tinggi (75 ± 3) mm, dibuat dari logam tebal minimum 0,8 mm.
4. Batang penumbuk yang mempunyai bidang penumbuk rata, berat (340 ± 15) gram diameter permukaan penumbuk (25 ± 3) mm.
5. Saringan No. 4.
6. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai (110 ± 5)° C.
7. Talam.
8. Bejana tempat air.
9. Pompa hampa udara (*vacum pump*) atau tungku.
10. Pengatur suhu dengan ketelitian pembacaan 1° C.
11. Air suling.

12. Desikator.

Benda uji :

benda uji adalah agregat yang lewat saringan No. 4 diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara seperempat sebanyak 100 gram.

Pemeriksaan sebagai berikut ini.

1. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}$ C sampai berat tetap. Yang dimaksud dengan berat tetap adalah keadaan berat benda uji selama 3 kali proses penimbangan dan pemanasan dalam oven dengan selang waktu 2 jam berturut-turut, tidak akan mengalami perubahan kadar air lebih besar dari pada 0,1%. Didinginkan pada suhu ruang, kemudian direndam dalam air selama (24 ± 4) jam.
2. Air perendam dibuang dengan hati-hati, jangan sampai ada butiran yang hilang. Kemudian ditaburkan di atas talam dan dikeringkan di udara panas dengan cara membalik-balikkan benda uji. Pengeringan dilakukan sampai terjadi kering permukaan jenuh.
3. Pemeriksaan keadaan kering permukaan jenuh dengan mengisikan kedalam kerucut terpancung dan dipadatkan dengan penumbuk sebanyak 25 kali kemudian kerucut terpancung diangkat. Keadaan kering permukaan jenuh tercapai bila benda uji runtuh akan tetapi masih dalam keadaan tercetak.
4. Segera setelah tercapai keadaan kering permukaan jenuh benda uji, dimasukkan ke dalam piknometer sebanyak 500 gram, ditambahkan air suling sampai 90% isi piknometer, diputar sambil diguncang sampai tidak terlihat

gelembung udara didalamnya. Untuk mempercepat proses ini dapat digunakan pompa hampa udara tetapi harus diperhatikan jangan sampai ada air yang ikut terhisap.

5. Piknometer direndam dalam air dan suhu air diukur untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar 25°C .
6. Ditambahkan air sampai mencapai tanda batas.
7. Piknometer yang berisi air dan benda uji ditimbang sampai ketelitian 0,1 gram (Bt).
8. Benda uji dikeluarkan dan dikeringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap kemudian didinginkan dalam desikator.
9. Setelah benda uji dingin kemudian ditimbang (Bk)
10. Menentukan berat piknometer berisi air penuh dan mengukur suhu air guna penyesuaian dengan suhu standar 25°C (B).

Spesifikasi:

hasil yang didapat harus $> 2,5$ gram/cc untuk berat jenis semu dan $< 3\%$ untuk peresapan agregat terhadap air.

5.1.4. Pemeriksaan Kelekatan Agregat terhadap Aspal

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kelekatan agregat terhadap aspal. Kelekatan agregat terhadap aspal ialah prosentase luas permukaan batuan yang tertutup aspal terhadap keseluruhan luas permukaan, dan penelitian ini mengikuti prosedur AASHTO T- 182.

Peralatan yang digunakan sebagai berikut ini.

1. Wadah untuk mengaduk, kapasitas minimal 500 ml.
2. Timbangan dengan kapasitas 200 gram, ketelitian 0,1 gram.
3. Pisau pengaduk baja (spatula) lebar 1" dan panjang 4".
4. Tabung gelas kimia kapasitas 600 mm.
5. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai suhu $(150 + 1)^{\circ} \text{C}$.
6. Saringan 6.3 mm ($1/4''$) dan 9.5 mm ($3/8''$).
7. Termometer logam $\pm 200^{\circ} \text{C}$.
8. Air suling dengan PH 6.0 - 7.0.

Benda Uji sebagai berikut ini.

1. Benda uji adalah agregat yang lewat saringan $3/8''$ dan tertahan pada saringan $5/16''$ sebanyak kira-kira 100 gram.
2. Benda uji dicuci dengan air suling dan dikeringkan pada suhu 135°C sampai 149°C hingga berat tetap. Disimpan dalam tempat tertutup rapat.
3. Untuk pelapisan agregat basah perlu ditentukan berat jenis kering permukaan jenuh (*SSD*) dan penyerapan dari agregat kasar.

Pemeriksaan sebagai berikut ini.

1. Benda uji diambil sebanyak 100 gram dan dimasukkan kedalam wadah, diisi dengan aspal sebanyak 5.5 ± 0.2 gram yang telah dipanaskan sampai pada suhu yang diperlukan. Kemudian aspal dan benda uji diaduk dengan spatula selama 2 menit.

2. Adukan beserta wadahnya dimasukkan kedalam oven pada suhu 60° C selama 2 jam, selama proses ini lobang angin pada oven harus dibuka. Setelah 2 jam adukan beserta wadahnya dikeluarkan dari oven dan diaduk lagi sampai dingin (suhu ruang).
3. Adukan tersebut dipindahkan kedalam tabung gelas kimia dan diisi dengan air suling sebanyak 400 ml, didiamkan selama 16 sampai 18 jam pada suhu ruang.
4. Selaput yang mengembang di permukaan air diambil dengan tidak mengganggu agregat di dalam tabung. Menerangi benda uji dengan lampu 75 watt. Kemudian lampu diatur agar tidak menyilaukan akibat pantulan cahaya dari permukaan air. Memperkirakan prosentase luas permukaan yang masih terselaput aspal dengan cara melihat dari atas ke bawah di dalam tabung.

Spesifikasi:

hasil yang didapat harus $> 95\%$.

5.1.5. Pemeriksaan Sand Equivalent

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kadar debu atau lumpur yang mempunyai lempung pada tanah atau agregat halus.

Peralatan yang digunakan sebagai berikut ini.

1. Alat pemeriksaan sand equivalent terdiri dari silinder ukur, dari plastik tutup karet, tabung irigator, kaki pemberat densifon.
2. Kaleng dengan diameter 57 ml dan isi 85 ml.
3. Corong dengan mulut yang luas.
4. Jam dengan pembacaan sampai sekon.

5. Pengguncang mekanis.
6. Larutan CaCl₂, gliserin dan formaldehyde.

Benda Uji sebagai berikut ini.

1. Pasir disaring dengan saringan no. 4 dan butir-butir halus yang menggumpal dihancurkan hingga dapat melewati saringan No.4, pasir-pasir diperoleh dengan pemisah pasir atau perempat, contoh dimasukkan ke dalam kaleng sehingga penuh dan rata. Selama pengisian diketuk-ketuk alas dari kaleng pada meja atau permukaan yang keras supaya terjadi konsolidasi. Benda uji bisa disiapkan dalam keadaan kering udara atau keadaan aslinya atau tanpa di oven.

Pemeriksaan sebagai berikut ini.

1. 545 gram CaCl₂ dicampur dengan $\frac{1}{2}$ galon *aquadest* yang telah dididihkan, kemudian didinginkan.
2. Melakukan penyaringan dengan menggunakan saringan *wattman* nomor 12, kemudian menambahkan *gliserine* dan *formaldehyde* pada larutan yang disaring.
3. Mengencerkan 85 ml larutan menjadi satu galon dengan menambahkan *aquadest*.
4. Memasukkan pasir (± 75 cc) kemudian mendinginkan selama 10 ± 1 menit, kemudian mengocok secara mendatar sebanyak 90 kali, menambahkan larutan sampai skala 15.
5. Mendinginkan selama 20 menit.

6. Memasukkan beban, kemudian skala beban dibaca.

Spesifikasi : hasil yang didapat harus $> 50\%$.

5.1.6. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar

Pemeriksaan ini dimasukkan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan saringan.

Peralatan yang digunakan sebagai berikut ini.

1. Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,2 dari berat benda uji.
2. Satu set saringan : 12,70 mm (1/2"), 11,20 mm (7/16"), 8,00 mm (5/16"), 5,00 mm (4"), 2,00 mm (10"), 0,71 mm (25"), 0,25 mm (60"), 0,90 mm (170"), 0,075 mm (200"), PAN.
3. Oven yang dilengkapi pengatur suhu untuk memanasi sampai $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$.
4. Alat pemisah contoh.
5. Mesin pengguncang saringan.
6. Tahan-talam.
7. Kuas sikat kuning dan sendok.

Benda Uji:

benda uji diperoleh dari hasil analisa saringan.

Pemeriksaan sebagai berikut ini.

1. Benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$ sampai konstan.
2. Saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas. Saringan digoncangkan dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit.

Spesifikasi:

1. ukuran 3/8" : tertahan 5%
2. ukuran 5/16" : tertahan 37,3%
3. ukuran # 4 : tertahan 60%
4. ukuran # 10 : tertahan 75%
5. ukuran # 25 : tertahan 81%
6. ukuran # 60 : tertahan 85%
7. ukuran # 170 : tertahan 89,5%

5.2. Pengujian Bitumen (Aspal)

Pada pengujian ini jenis aspal yang digunakan adalah AC 60-70 yang diperoleh dari PT. Perwita Karya Yogyakarta.

Pengujian aspal di laboratorium ini meliputi sebagai berikut ini.

1. Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar.
2. Pemeriksaan titik lembek aspal.
3. Pemeriksaan penetrasi aspal.
4. Pemeriksaan kelarutan aspal dalam CC 14.
5. Pemeriksaan berat jenis aspal.

5.2.1. Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui titik nyala dan titik bakar dari aspal. Pada pengujian ini menggunakan aspal keras AC 60-70. Titik nyala didefinisikan sebagai : suhu pada saat terlihat nyala singkat pada suatu titik

permukaan aspal. Adapun titik bakar adalah suhu pada saat terlihat nyala sekurang-kurangnya 5 detik pada suatu titik di atas permukaan aspal.

Peralatan yang digunakan sebagai berikut ini.

1. Termometer.
2. Cleveland open cup.
3. Pelat pemanas.
4. Sumber pemanas.
5. Penahan angin.
6. Nyala penguji.

Benda Uji sebagai berikut ini.

1. Aspal dipanaskan sampai pada suhu 176o C atau sampai cair.
2. Kemudian aspal diisikan pada cawan cleveland sampai garis atas cawan. Gelembung udara yang ada pada permukaan cairan dipecahkan atau dihilangkan.

Pemeriksaan sebagai berikut ini.

1. Cawan diletakkan di atas plat pemanas dan sumber pemanas diatur sehingga terletak di bawah titik tengah cawan.
2. Cawan penguji diletakkan dengan jarak 7,5 cm dari titik tengah cawan.
3. Termometer ditempatkan tegak lurus didalam 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 mengatur termometer agar terletak pada jarak $\frac{1}{4}$ diameter cawan dari tepi.

4. Menyalakan sumber pemanas dan mengatur pemanasan sehingga suhu naik menjadi $(15 \pm 1)^\circ \text{C}$ per menit sampai benda uji mendapat 56 di bawah titik nyala perkiraan.
5. Menempatkan penahan angin di depan nyala penguji.
6. Kemudian mengatur kecepatan pemanasan 5°C sampai 6°C permenit pada suhu antara 56°C dan 28°C di bawah titik nyala perkiraan.
7. Nyala penguji dinyalakan dan mengatur agar diameter nyala penguji tersebut menjadi 3,2 mm sampai 4,8 mm.
8. Memutar nyala penguji sampai melalui permukaan cawan (dari tepi ke tepi) dalam waktu satu detik ini dilakukan sampai berulang-ulang setiap kenaikan 2°C .
9. Melanjutkan pekerjaan 6 dan 8 sampai terlihat nyala singkat pada suatu titik di atas permukaan benda uji. Kemudian membaca pada termometer dan dicatat.
10. Melanjutkan pekerjaan 9 sampai terlihat nyala yang agak lama sekurang-kurangnya 5 detik di atas permukaan benda uji. Kemudian membaca suhu pada termometer dan dicatat.

5.2.2. Pemeriksaan Titik Lembek Aspal

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan titik lembek aspal yang berkisar antara 30°C sampai 200°C . Yang dimaksud dengan titik lembek adalah

suhu pada saat bola baja dengan berat tertentu, mendesak turun suatu lapisan aspal atau *ter* yang tertahan pada cincin yang berukuran tertentu, sehingga aspal atau *ter* tersebut menyentuh plat dasar yang terletak di bawah cincin pada tinggi tertentu, sebagai akibat pemanasan dengan kecepatan tertentu.

Peralatan yang digunakan sebagai berikut ini.

1. Termometer.
2. Cincin kuningan.
3. Bola baja, diameter 5.93 mm berat 3.45 sampai 3.55 gram.
4. Bejana gelas, tahan pemanasan mendadak dengan diameter dalam 8.5 cm dengan tinggi 12 cm.
5. Alat pengarah bola.
6. Dudukan benda uji.
7. Penjepit.

Benda Uji sebagai berikut ini.

1. Contoh dipanaskan secara perlahan-lahan sambil diaduk terus menerus hingga cair, dan diusahakan jangan sampai gelembung udara masuk. Setelah cair merata contoh dituangkan ke dalam dua buah cincin. Suhu pemanasan *ter* tidak boleh melebihi 56° C di atas titik lembeknya dan untuk aspal tidak melebihi 111°C di atas titik lembeknya. Waktu untuk pemanasan *ter* tidak boleh melebihi 30 menit untuk aspal 2 jam.
2. Dua buah cincin dipanaskan sampai suhu tuang contoh, dan meletakkan kedua cincin di atas plat kuningan yang telah diberi lapisan campuran talek dan sabun.

3. Contoh dituangkan kedalam dua buah cincin kemudian didiamkan pada suhu sekurang-kurangnya 8°C di bawah titik lelehnya selama 30 menit.
4. Setelah dingin kemudian permukaan contoh diratakan dengan pisau yang telah dipanaskan.

Pemeriksaan sebagai berikut ini.

1. Benda uji dipasang dan diatur di atas dudukannya dan diletakkan pengarah bola di atasnya. Kemudian seluruh peralatan tersebut dimasukkan ke dalam bejana gelas. Bejana diisi air suling dengan suhu $(5 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ sehingga tinggi permukaan air berkisar antara 101.6 mm sampai 108 mm. Meletakkan termometer yang sesuai dengan pekerjaan ini diantara benda uji (kurang lebih 12.7 mm dari tiap cincin). Jarak antara permukaan plat dasar dengan benda uji diatur sehingga jaraknya menjadi 25.4 mm.
2. Meletakkan bola-bola baja yang bersuhu 5°C di atas dan di tengah permukaan masing-masing permukaan benda uji yang bersuhu 5°C menggunakan penjepit dengan memasang kembali pengarah bola.
3. Memanaskan bejana sehingga kenaikan suhu menjadi 5°C per menit. Kecepatan pemanasan ini tidak boleh diambil dari kecepatan pemanasan rata-rata dari awal dan akhir pekerjaan ini. Untuk 3 menit yang pertama perbedaan kecepatan pemanasan tidak boleh melebihi $0,5^{\circ}\text{C}$.

Hasil yang didapat untuk titik leleh minimal 40°C dan maksimal 58°C .

5.2.3. Pemeriksaan Penetrasi Aspal

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan penetrasi aspal keras atau lembek dengan memasukkan jarum tertentu, beban dan waktu tertentu kedalam aspal pada suhu tertentu. Pemeriksaan ini mengikuti AASHTO T-49-68.

Perlitan yang digunakan sebagai berikut ini.

1. Alat penetrasi yang dapat menggerakkan pemegang jarum naik turun tanpa gesekan dan dapat mengukur penetrasi sampai 0.1 mm.
2. Pemegang jarum seberat (47.5 ± 0.05) gram yang dapat dilepas dengan mudah dari alat penetrasi untuk penerapan.
3. Pemberat dari 50 ± 0.05 gram dan (100 ± 0.05) gram masing-masing dipergunakan untuk penetrasi dengan beban 100 gram dan 200 gram.
4. Jarum penetrasi dibuat dari stainless steel mutu 440 c, atau HCR 54 sampai 60 dengan ukuran dan bentuk ujung jarum berbentuk kerucut terpancung.
5. Bak perendam (*water bath*).

Terdiri dari bejana dengan isi tidak kurang dari 10 liter dan dapat menahan suhu tertentu dengan ketelitian lebih kurang 0.1° C. Bejana dilengkapi dengan plat dasar berlobang-lobang, terletak 50 mm di atas dasar bejana dan tidak kurang dari 100 mm di bawah permukaan air dalam bejana.

6. Tempat air untuk benda uji ditempatkan di bawah alat penetrasi. Tempat tersebut mempunyai isi tidak kurang dari 350 ml dan tinggi yang cukup untuk merendam benda uji bergerak.

7. Pengukur waktu.

8. Untuk mengukur penetrasi dengan tangan diperlukan stop watch dengan skala pembagi terkecil 0.1 detik atau kurang dan kesalahan tertinggi 0.1 detik/detik. Untuk pengukuran penetrasi dengan alat otomatis kesalahan alat tersebut tidak boleh melebihi 0.1 detik.

9. Termometer.

Benda Uji:

Memaskan contoh perlahan-lahan serta mengaduk hingga cukup cair untuk dapat dituangkan pemanasan contoh untuk *ter* tidak lebih dari 60° C di atas titik leleh, dan untuk bitumen tidak lebih dari 90° C di atas titik leleh. Waktu pemanasan tidak boleh melebihi 30 menit. Diaduk perlahan-lahan agar udara tidak masuk kedalam contoh. Setelah contoh air dituangkan kedalam tempat contoh dan didiamkan hingga dingin. Tinggi contoh dalam tempat tersebut tidak kurang dari angka penetrasi ditambah 10 mm. Benda uji dibuat dua (duplo) dan benda uji ditutup agar bebas dari debu dan didiamkan pada suhu ruang selama 1 sampai 1.5 jam untuk benda uji kecil dan 1.5 sampai 2 jam untuk yang besar.

Pemeriksaan sebagai berikut ini.

1. Benda uji diletakkan dalam tempat air yang kecil dan dimasukkan kedalam bak perendam yang telah berada pada suhu yang ditentukan. Didiamkan dalam bak tersebut selama 1 sampai 1.5 jam untuk benda uji kecil 1.5 sampai 2 jam untuk yang besar.

2. Jarum penetrasi dibersihkan dengan toluene atau pelarut lain kemudian dikeringkan dengan lap bersih dan jarum tersebut dipasangkan pada pemegang jarum.
3. Meletakkan pemberat 50 gram di atas jarum untuk memperoleh beban sebesar (100 ± 0.1) gram.
4. Memindahkan tempat air dari bak perendam ke bawah alat penetrasi.
5. Jarum diturunkan perlahan-lahan sehingga jarum tersebut menyentuh permukaan benda uji, kemudian mengatur angka 0 di arloji penetrometer, sehingga jarum penunjuk berhimpit dengannya.
6. Pemegang jarum dilepaskan dan serentak stop watch dijalankan selama jangka waktu (5 ± 0.1) detik.
7. Arloji penetrometer diputar dan dibaca angka penetrasi yang berhimpit dengan jarum penunjuk. Dibulatkan hingga angka 0.1 mm terdekat.
8. Jarum dilepaskan dari alat pemegangnya dan disiapkan alat penetrasi untuk percobaan berikutnya.
9. Pekerjaan 1 sampai 7 dilakukan tidak kurang dari 3 kali untuk benda uji yang sama dengan ketentuan setiap titik pemeriksaan berjarak satu dengan yang lainnya lebih dari 1 cm.

Spesifikasi:

hasil yang didapat minimal 60 mm dan maksimal 79 mm.

5.2.4. Pemeriksaan Kelarutan Dalam CCl_4

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kadar *Bitument* yang larut dalam karbon tetraklorida atau karbon bisulfida.

Peralatan yang digunakan sebagai berikut ini.

1. *Gooch crucible* ialah proselin berdiameter atas 4.4 cm mengecil ke bawah dengan diameter dasar sekurang-kurangnya 3.6 cm, dengan tinggi bagian dalam 2.5 cm.
2. Atas dari asbes dengan panjang serat kira-kira 1 cm yang telah dicuci dengan asam clorida.
3. Labu Erlenmeyer berkapasitas 125 ml.
4. Labu penyaring.
5. Tabung penyaring.
6. Tabung karet untuk menahan *gooch crucible*.
7. Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $125^{\circ} C$.
8. Pompa hampa udara (*vacum*).
9. Desikator/
10. Karbon tetraklorida.
11. Amonium karbonat.
12. Batang pembersih.
13. Cawan porselin.



Benda Uji sebagai berikut ini.

1. Mengambil contoh bitumen yang telah dikeringkan di bawah suhu penguapan air sekurang-kurangnya 2 gram.
2. Apabila bitumen keras, ditumbuk sekurang-kurangnya 4 gram dan diambil 2 gram.

Pemeriksaan sebagai berikut ini.

1. Menimbang labu erlenmeyer.
2. Karbon tetrakorida dituangkan 300 cm dalam benda-benda uji sedikit demi sedikit sambil diaduk hingga bitumen larut.
3. Persiapan *Gooch crudible*. Tabung penyaring dimasukkan kedalam mulut labu erlenmeyer kemudian memasukkan *gooch crudible* ke dalam tabung penyaring, kemudian menghubungkan labu pengering dengan pompa hampa udara. Mengisi *gooch crudible* dengan suspensi asbes dalam air, mengisap dengan menggunakan pompa hampa udara hingga terbentuk lapisan halus asbes pada dasar *gooch crudible*. Kemudian mengangkat dan membakar *gooch crudible* dengan pembakar gas dan ditimbang setelah didinginkan dalam desikator.
4. Menuangkan larutan (1) ke dalam *gooch crudible* yang telah dipersiapkan dan mengisap dengan pompa hampa udara, mengatur kran pengisapan sehingga asbes dan endapan tidak ikut terhisap.

5. Membersihkan dinding labu erlenmeyer dengan batang pembersih dan karbon tetraklorida sedikit kemudian memindahkan endapan ini ke dalam *gooch crudible*.
6. Mencuci bagian dalam *gooch crudible* dengan karbon tetraklorida hingga filtrat menjadi jernih, kemudian diisap dengan pompa hampa udara hingga kering.
7. Mengeringkan *gooch crudible* didalam oven pada suhu 100° C sampai dengan 125° C selama 20 menit.
8. Mendinginkan dalam diskalator dan ditimbang.
9. Apabila terdapat sisa-sisa endapan pada dinding labu erlenmeyer labu dikeringkan dan ditimbang.

Spesifikasi:

hasil yang didapat dalam larutan aspal dalam CC14 minimal 99%.

5.2.5. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui berat jenis aspal dengan piknometer. Berat jenis aspal adalah perbandingan antara berat aspal dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu. Pengujian ini mengikuti aturan AASHTO T-228-68.

Peralatan yang digunakan sebagai berikut ini.

1. Termometer.

2. Bak perendam yang dilengkapi pengatur suhu dengan ketelitian $(25 \pm 0,1)^{\circ} \text{C}$.
3. Piknometer.
4. Air suling sebanyak 1000 cm.
5. Bejana gelas .

Benda Uji sebagai berikut ini.

1. Bitumen keras atau *ter* dipanaskan sebanyak 50 gram sampai menjadi cair dan diaduk untuk mencegah pemanasan setempat. Pemanasan tidak boleh lebih dari 30 menit pada suhu 56°C di atas titik lembek.
2. Contoh tersebut dituangkan kedalam piknometer yang telah kering hingga berisi $\frac{3}{4}$ bagian.

Pemeriksaan sebagai berikut ini.

1. Mengisi bejana dengan air suling sehingga diperkirakan bagian atas piknometer yang tidak terendam 40 mm. Kemudian direndam dan dijepit bejana tersebut di dalam bak perendam sehingga terendam sekurang-kurangnya 100 mm. Mengatur suhu bak perendam pada suhu 25°C .
2. Membersihkan, mengeringkan dan menimbang piknometer dengan ketelitian 1 mg (A).
3. Mengangkat bejana dari bak perendam dan mengisi piknometer dengan air suling kemudian menutup piknometer tanpa ditekan.
4. Meletakkan piknometer ke dalam bejana dan menekan penutup sehingga rapat, mengembalikan bejana berisi piknometer ke dalam bak perendam. Mendinginkan bejana tersebut didalam bak perendam selama sekurang-

kurangnya 30 menit, kemudian piknometer diangkat dan dikeringkan dengan lap. Menimbang piknometer dengan ketelitian 1 mg (B).

5. Menuangkan benda uji tersebut kedalam piknometer yang telah kering hingga terisi $\frac{3}{4}$ bagian.
6. Membiarkan piknometer sampai dingin, waktunya tidak kurang dari 40 menit dan menimbang dengan ketelitian 1 mg (C).
7. Mengisi piknometer yang berisi benda uji dengan air suling dan menutup tanpa di tekan, kemudian mendiamkan agar gelembung udara keluar.
8. Mengangkat bejana dari bak perendam dan meletakkan piknometer di dalamnya dan menekan penutup hingga rapat. Kemudian mengeringkan dan menimbang piknometer (D).

Spesifikasi :

hasil yang didapat untuk berat jenis aspal adalah 1 gr/cc.

5.3. Perencanaan Campuran Ideal

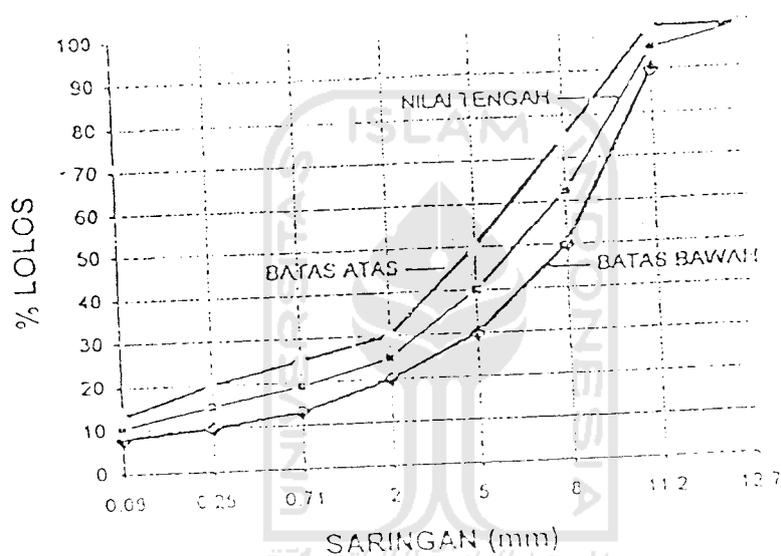
5.3.1. Gradasi Agregat Ideal

Berdasarkan peraturan dan spesifikasi Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum, maka campuran ideal untuk *Split Mastic Asphalt* adalah:

1. Agregat 8/13 mm = 37,5%
2. Agregat 5/8 mm = 22,5%
3. Agregat 2/5 mm = 15,0%

4. Agregat 0/2 mm = 17,0%
5. Filler = 8,0% +
- Jumlah = 100%

Adapun prosentasi untuk masing-masing fraksi dapat dilihat pada grafik di bawah ini:



Gambar 5.2 Grafik Gradasi Batuan Rencana Campuran SMA

5.3.2. Kadar Serat Serabut Kelapa

Dengan mengacu pada peraturan dan persyaratan Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum untuk kadar serat selulosa pada suatu campuran beton aspal, maka kadar serat serabut kelapa yang dipakai dalam penelitian sebagai bahan pengganti serat selulosa adalah 0,3% terhadap total campuran. Dalam penelitian ini dibuat masing-masing tiga sampel.

5.3.3. Kadar Aspal

Berdasarkan peraturan dan persyaratan Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum. Untuk klasifikasi lalu lintas berat aspal yang dipakai dalam perencanaan adalah aspal keras penetrasi 60-70 yang memenuhi ketentuan SNI No. 1737. 1989-F. Dengan jumlah kadar aspal untuk gradasi nilai tengah adalah 7.5%.

5.3.4. Karakteristik Serat Serabut Kelapa

Serat serabut kelapa merupakan helaian benang-benang yang dihasilkan dari pohon aren yang telah berumur lebih dari kurang lebih 10 tahun.

Sifat-sifat serat serabut kelapa sebagai berikut ini.

1. Berwarna Hitam.
2. Berdiameter < 0.5 mm.
3. Bersifat kaku.
4. Bersifat ulet.
5. Sangat tahan terhadap genangan air yang asam termasuk air laut.

Pada penelitian ini serat serabut kelapa yang dipakai terlebih dahulu dibersihkan dari kotoran-kotoran yang ada dengan cara disikat. Kemudian direndam di dalam air selama 24 jam, diambil serat serabut kelapa yang tenggelam dan dijemur sampai kering. Setelah itu dipotong-potong dengan ukuran kurang lebih 2 - 4 mm.

5.3.5. Filler

Bahan pengisi yang digunakan dalam penelitian ini adalah debu batu. Bahan ini harus bebas dari gumpalan dan harus sesuai dengan spesifikasi dari SNI.1737.1989/Fjo. SKBI-2.426.1987.

5.4. Pengujian Campuran Beton Aspal

5.4.1. Pembuatan Benda Uji

Setelah dipadatkan gradasi sesuai rencana, maka tahap pertama penelitian adalah membuat campuran dengan kadar aspal sesuai rencana. Ada lima belas benda uji dengan kadar aspal 7.5%.

Berat total campuran agregat dan aspal untuk satu benda uji adalah 1200 gram yang meliputi aspal, agregat halus, agregat kasar dan serat serabut kelapa.

Sebagai contoh pembuatan benda uji adalah sebagai berikut ini.

Campuran untuk 7.5% kadar aspal dan 0.1% kandungan serat serabut kelapa.

Perhitungan:

$$\text{Berat total campuran} = \text{Aspal} + \text{Agregat serat serabut kelapa} = 1200 \text{ gr}$$

$$\text{Berat aspal} = 7.5\% \times 1200 \text{ gr} = 90 \text{ gr}$$

$$\text{Berat serat serabut kelapa} = 0.1\% \times 1200 \text{ gr} = 1.2 \text{ gr}$$

$$\text{Total} = 91.2 \text{ gr.}$$

$$\text{Maka komposisi agregat} = 1200 \text{ gr} - 91.2 \text{ gr} = 1108.8 \text{ gr}$$

Cara pembuatan benda uji adalah sebagai berikut ini.

1. Agregat setelah ditimbang dipanaskan sampai temperatur 170°C sementara aspal AC 60-70 dipanaskan sampai suhu 180°C .
2. Pada temperatur 160°C serta serabut kelapa dimasukkan agar distribusi serta merata, setelah itu aspal dituangkan dengan takaran sesuai mix design, kemudian campuran diaduk sampai 45-50 detik.
3. Campuran dituangkan ke dalam cetakan pada temperatur pemadatan yang diinginkan kemudian ditusuk dengan spatula yang telah dipanaskan sebanyak kira-kira 15 kali.
4. Pemadatan dilakukan dengan alat penumbuk sebanyak 75 kali, kemudian dibalik dan ditumbuk 75 kali.
5. Kemudian dilakukan penimbangan dan pengukuran kembali (setelah plat alas dan leher sambungan dilepas).
6. Selanjutnya benda uji diletakkan di atas permukaan yang rata dan didiamkan pada suhu ruang selama 24 jam.

5.4.2. Pengujian Benda Uji

5.4.2.1. Persiapan benda uji

Dalam persiapan benda uji maka dilakukan langkah sebagai berikut ini.

1. Benda uji dibersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel dan selanjutnya dilakukan penimbangan.
2. Masing-masing benda uji dibuat tanda pengenal.

3. Benda uji diukur tinggi dan diameternya dengan ketelitian 0.1 mm terhadap alat ukur.
4. Benda uji direndam dalam air kurang lebih selama 24 jam pada suhu ruang.
5. Benda uji ditimbang pada kondisi dalam air.
6. Benda uji ditimbang kering dalam permukaan jenuh.

