

BAB IV PELAKSANAAN PENELITIAN

A. Pengujian Bahan

1. Asal Bahan

Pada penelitian ini bahan yang digunakan aspal jenis AC 60-70 dan batuan (agregat) yang diperoleh dari hasil alat pemecah batu (*Stone Crusher*) milik PT. Perwita Karya yang terletak didesa Piyungan Yogyakarta. Sedangkan agregat pasir putih (pasir gunung) berasal dari daerah Banjarnegara Jawa Tengah.

2. Persyaratan dan Pengujian Bahan

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian, sebelumnya diuji di laboratorium untuk mendapatkan bahan penelitian yang berkualitas tinggi. Adapun pengujian yang dilakukan sebelumnya meliputi :

a. Pemeriksaan Agregat

Agregat atau batuan merupakan komponen utama dari lapis perkerasan jalan yang mengandung 90-95% agregat berdasarkan prosentase berat. Dengan demikian daya dukung, keawetan dan mutu perkerasan jalan ditentukan juga oleh sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan bahan lain. Adapun untuk mengetahui kualitas agregat dilakukan pemeriksaan sebagai berikut :



1). Tingkat keausan.

Ketahanan agregat terhadap penghancuran diperiksa dengan menggunakan percobaan Abrasi Los Angeles berdasarkan PB-0206-76 atau AASTHO T96-77. Nilai yang tinggi menunjukkan banyaknya benda uji yang hancur akibat putaran alat yang mengakibatkan tumbukan dan gesekan antar partikel dengan bola baja. Nilai Abrasi $> 40\%$ menunjukkan agregat tidak mempunyai kekerasan cukup untuk digunakan sebagai bahan lapis perkerasan.

2). Daya lekat terhadap aspal.

Pemeriksaan ini mengikuti prosedur PB-0205-76 atau AASTHO T182-2. Kelekatan agregat terhadap aspal dinyatakan dalam prosentase luas permukaan batuan yang tertutup aspal terhadap seluruh luas permukaan dan besarnya minimal 95%.

3). Peresapan agregat terhadap air.

Pemeriksaan dilakukan untuk mengetahui besarnya air yang terserap oleh agregat. Besarnya peresapan agregat yang diijinkan sebesar maksimum 3%. Air yang telah diserap oleh agregat sukar dihilangkan seluruhnya walaupun melalui proses pengeringan sehingga mempengaruhi daya lekat aspal dengan agregat.

4). Berat jenis (*specific gravity*).

Berat jenis adalah perbandingan antara berat volume agregat dan berat volume air. Adapun pemeriksaan berat jenis mengikuti prosedur PB-0202-76 atau AASTHO T85-81 dengan persyaratan minimal 2,5. Besarnya berat jenis agregat penting dalam perencanaan campuran agregat dengan aspal karena umumnya direncanakan berdasarkan perbandingan berat dan juga untuk menentukan banyaknya pori.

5). *Sand equivalent test*.

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui kadar debu atau bahan yang menyerupai lempung pada agregat halus. Pengujian ini dilakukan untuk partikel lolos saringan no.4 sesuai prosedur AASTHO T176-73. Nilai yang disyaratkan sebesar minimum 50%. Lempung dapat mempengaruhi mutu campuran agregat dengan aspal karena lempung membungkus partikel-partikel agregat sehingga ikatan antara agregat dengan aspal berkurang. Juga adanya lempung mengakibatkan luas daerah yang harus diselimuti aspal bertambah.

b. Pengujian Bahan Ikat Aspal

Aspal merupakan hasil produksi dari bahan-bahan alam, sehingga sifat-sifat aspal harus selalu diperiksa di laboratorium dan aspal yang memenuhi syarat-syarat yang telah ditetapkan dapat dipergunakan sebagai bahan pengikat perkerasan.

4). Kelarutan dalam larutan CCL4

Pemeriksaan dilakukan untuk menentukan jumlah bitumen yang larut dalam *carbon tetra chlorid*. Jika semua bitumen yang diuji larut dalam CCL4 maka bitumen tersebut adalah murni. Prosedur pemeriksaan ini mengikuti PA-0305-76 atau AASTHO T44-81.

5). Daktalitas aspal

Tujuan dari pemeriksaan ini untuk mengetahui sifat kohesi dalam aspal itu sendiri yaitu dengan mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara 2 cetakan yang berisi bitumen keras sebelum putus, pada suhu dan kecepatan tarik tertentu. Pemeriksaan ini mengikuti prosedur PA-0306-76 atau AASTHO T51-81.

6). Berat jenis

Adalah perbandingan antara berat aspal dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu. Prosedur pemeriksaan mengikuti PA-0307-76 atau AASTHO T228-79.

3. Hasil Pemeriksaan Bahan

Tabel 4.1. Persyaratan agregat kasar dan hasil pengujian di laboratorium Jalan Raya FTSP UII

| No | Jenis Pemeriksaan | Syarat | Hasil |
|----|----------------------------------|--------------------------|------------|
| 1 | Keausan dengan mesin Los Angeles | $\leq 40\%$ | 30,88 % |
| 2 | Kelekatan terhadap aspal | $\geq 95\%$ | 97 % |
| 3 | Peresapan agregat terhadap air | $\leq 3\%$ | 2,84 % |
| 4 | Berat jenis semu | $\geq 2,5 \text{ gr/cc}$ | 2,65 gr/cc |

Tabel 4.2. Persyaratan agregat halus dan hasil pengujian di laboratorium Jalan Raya FTSP UII

| No | Jenis Pemeriksaan | Syarat | Hasil |
|----|--------------------------------|--------------------------|------------|
| 1 | Nilai Sand Equivalent | $\geq 50\%$ | 93,18 % |
| 2 | Peresapan agregat terhadap air | $\leq 3\%$ | 0,806 % |
| 3 | Berat Jenis Semu | $\geq 2,5 \text{ gr/cc}$ | 2,681gr/cc |

Tabel 4.3. Persyaratan agregat halus pasir putih dan hasil pengujian di laboratorium Jalan Raya FTSP UII

| No | Jenis Pemeriksaan | Syarat | Hasil |
|----|--------------------------------|--------------------------|------------|
| 1 | Nilai Sand Equivalent | $\geq 50\%$ | 93,02 % |
| 2 | Peresapan agregat terhadap air | $\leq 3\%$ | 2,46 % |
| 3 | Berat Jenis Semu | $\geq 2,5 \text{ gr/cc}$ | 2,609gr/cc |

Tabel 4.4. Persyaratan Aspal AC 60-70 dan hasil pengujian di laboratorium Jalan FTSP UII

| Jenis Pemeriksaan | Min | Max | Satuan | Hasil |
|------------------------------|-----|-----|--------|-------|
| 1. Penetrasi (25°C, 5 detik) | 60 | 79 | 0,1mm | 68,8 |
| 2. Titik Lembek | 48 | 58 | °C | 52 |
| 3. Titik Nyala | 200 | - | °C | 317 |
| 4. Kelarutan CCL4 | 99 | - | %berat | 99,51 |
| 5. Daktilitas | 100 | - | cm | > 100 |
| 6. Berat Jenis | 1 | - | gr/cc | 1,033 |

Tabel 4.5. Persyaratan dan hasil analisa saringan agregat

| Saringan | Min | Max | Gradasi Ideal |
|--------------|-----|-----|---------------|
| 19,00 (3/4") | - | 100 | 100 |
| 12,50 (1/2") | 80 | 100 | 90 |
| 9,50 (3/8") | 70 | 90 | 80 |
| 4,75 No.4 | 50 | 70 | 60 |
| 2,36 No.8 | 35 | 50 | 42,5 |
| No.30 | 18 | 29 | 23,5 |
| No.50 | 13 | 23 | 18 |
| No.100 | 8 | 16 | 12 |
| No.200 | 4 | 10 | 7 |
| P A N | - | - | 0 |

Untuk campuran beton aspal dengan pasir putih, digunakan agregat pasir putih lolos saringan no.30.

B. Penyiapan benda uji campuran beton aspal

1. Alat yang digunakan

Penelitian dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Alat tekan Marshall yang terdiri dari :
 - 1). Kepala penekan yang berbentuk lengkung.
 - 2). Cincin penguji berkapasitas 2500 kg dengan ketelitian 12,5 kg dilengkapi arloji penekan dengan ketelitian 0,0001".
 - 3). Arloji penunjuk kelelahan dengan pengatur untuk memanasi sampai $(200 \pm 3)^{\circ}\text{C}$.
- b. Cetakan benda uji berbentuk silinder, diameter 10 cm (2") dan tinggi 7,5 cm (3") dengan dilengkapi dengan plat atas dan leher sambung.
- c. Ejector, untuk mengeluarkan benda uji setelah dipadatkan.
- d. Oven, untuk memanaskan bahan sampai suhu yang diinginkan.
- e. Alat penumbuk yang mempunyai permukaan tumbuk rata berbentuk silinder, dengan berat 4,536 kg, dan tinggi jatuh bebas 45,7 cm.
- f. Bak perendam (*Water batch*) dilengkapi pengatur suhu minimum 20°C .

g. Perlengkapan-perlengkapan lain, seperti :

- 1). Panci untuk memanaskan bahan dan campuran.
- 2). Kompor pemanas dengan kapasitas 1000 watt.
- 3). Termometer berkapasitas 400°C.
- 4). Sendok pengaduk.
- 5). Spatula.
- 6). Timbangan dengan ketelitian 0,1 gr.
- 7). Sarung tangan karet.
- 8). Kipas angin dan perlengkapan lainnya.

2. Pembuatan benda uji

a. Persiapan

Setelah pengujian awal selesai, dilakukan penyaringan setiap jenis agregat dengan menggunakan saringan 3/4", 1/2", 3/8", #4, #8, #30, #50, #100, # 200 dan pan, yang kemudian dipisahkan menurut ukuran saringan dan jenis agregat. Dari penyaringan ini, ditimbang berat tertahan untuk masing-masing ukuran saringan dan jenis agregat sesuai gradasi yang telah ditetapkan, berat total campuran untuk satu benda uji sebesar 1200 gram, yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, filler dan aspal.

Benda uji dibuat masing-masing dua buah (duplo), untuk dua jenis agregat yaitu agregat yang menggunakan batu pecah murni dan agregat dengan menggunakan campuran pasir putih, enam macam kadar aspal 4 % - 6,5 % interval 0,5 %. Jadi dibutuhkan benda uji (2 x 6 x 2) = 24 buah.

b. Pembuatan benda uji

Agregat yang sudah ditimbang dipanaskan diatas kompor pemanas sampai mencapai suhu $\pm 160^{\circ}\text{C}$, demikian juga dengan aspalnya sehingga mwncapai suhu $\pm 140^{\circ}\text{C}$. Kemudian agregat dan aspal dicampur didalam wajan dengan suhu pencampuran 160°C . Pada saat pencampuran diusahakan campuran homogen, cetakan benda uji dibersihkan, diberi vaselin dan dipanaskan, campuran dituangkan kedalam cetakan setelah bagian bawahnya diberi selebar kertas, sambil ditusuk-tusuk dengan spatula sebanyak 15 kali pada bagian tepi dan 10 kali pada bagian tengah agar benda uji tidak terlalu berongga. Kemuadian benda uji didiamkan sampai suhu pemadatan 140°C dan bagian atasnya diberi kertas juga. Selanjutnya dilakukan pemadatan dengan alat penumbuk sebanyak 75 kali, kemudian posisi benda uji dibalik dan ditumbuk pula sebanyak 75 kali. Setelah selesai penumbukan benda uji didinginkan untuk selanjutnya dikeluarkan dari cetakan dengan bantuan ejektor.

3. Pengujian benda uji

Cara melakukan pengujian adalah sebagai berikut :

- a. Benda uji dibersihkan dari kotoran yang menempel.
- b. Benda uji diberi tanda pengenal.
- c. Setiap benda uji diukur tingginya sebanyak 3 kali pada tempat yang berbeda, kemudian dirata-rata dengan ketelitian 0,1 mm.

- d. Benda uji ditimbang untuk diketahui beratnya.
- e. Direndam didalam air selama 16-24 jam agar benda uji menjadi jenuh.
- f. Setelah benda uji menjadi jenuh, kemudian ditimbang dalam air agar mendapatkan isi.
- g. Benda uji dikeluarkan dari bak perendam, dikeringkan dengan kain supaya kering permukaannya kemudian ditimbang pada kondisi kering permukaan jenuh (SSD).
- h. Benda uji direndam dalam *Water Batch* pada suhu 60°C selama 30 menit.
- i. Kepala penekan alat Marshall dibersihkan dan permukaan diberi vaselin atau oli untuk memudahkan pelepasan benda uji.
- j. Benda uji dikeluarkan dari *Water batch*, segera diletakkan pada segmen bawah kepala penekan. Segmen atas kepala penekan dimasukkan pada batang penuntun kemudian kepala penekan diletakkan diatas mesin penguji.
- k. Arloji kelelahan (flow meter) dipasang pada kedudukan diatas salah satu batang penuntun.
- l. Kepala penekan berserta benda uji dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji, kemudian diatur kedudukan jarum arloji tekan pada angka nol.



- m. Pembebanan dimulai dengan kecepatan tetap 50 mm/menit hingga pembebanan maksimum tercapai pada saat arloji pembebanan berhenti dan berbalik arah, saat itu pula dibaca flow meter.
- n. Setelah pembebanan selesai, benda uji dikeluarkan dari alat Marshall. Benda uji selanjutnya siap dilakukan test.

4. Cara Analisis

Data-data yang akan digunakan langsung dalam analisis dan diperoleh dari hasil percobaan laboratorium adalah sebagai berikut :

- a. Titik lembek aspal ($^{\circ}\text{C}$)
- b. Penetrasi aspal
- c. Berat campuran sebelum direndam air (gram).
- d. Berat dalam keadaan jenuh air (gram)
- e. Berat dalam air (gram)
- f. Tebal benda uji (mm)
- g. Pembacaan arloji stabilitas (lbs)
- h. Kelelahan atau Flow (mm)

Untuk memperoleh nilai-nilai VITM (% rongga dalam campuran), VFWA (% rongga terisi aspal), Stabilitas, Flow (Kelelahan), diperlukan data-data lain seperti :

- Berat jenis aspal
- Berat jenis agregat, berat jenis agregat merupakan gabungan antara B_j agregat kasar dan B_j agregat halus yang

sesuai dengan prosentase fraksi-fraksi dalam campuran. Fraksi I merupakan agregat kasar, fraksi II merupakan agregat halus dan filler, sehingga B_j agregat dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut :

$$B_j \text{ Agregat} = \frac{X (B_j F I) + Y (B_j F II)}{100}$$

dengan :

- X = prosentase fraksi I dalam campuran
- Y = prosentase fraksi II dalam campuran
- FI = berat jenis agregat kasar
- FII = berat jenis agregat halus

Kemudian nilai-nilai VFWA, VITM, Stabilitas dan Flow dapat dihitung berdasarkan data tersebut diatas, dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

a. Nilai VFWA (Void Filled With Asphalt)

VFWA didapatkan dengan terlebih dahulu menghitung nilai-nilai dari :

- 1). Prosentase aspal terhadap campuran dengan rumus :

$$a = \frac{b}{100 + b} \times 100$$

dengan :

- a = prosentase aspal terhadap batuan
- b = prosentase aspal terhadap campuran

2). Isi benda uji dengan rumus :

$$f = d - e$$

dengan :

d = berat dalam keadaan jenuh (gram)

e = berat dalam air (gram)

f = isi (ml)

3). Berat isi benda uji dengan rumus :

$$g = c/f$$

dengan :

c = berat benda uji (gram) sebelum direndam

f = isi (ml)

g = berat isi benda uji

4). Prosentase rongga terhadap agregat dengan rumus :

$$l = 100 - j$$

dengan :

$$j = \frac{(100 - b) g}{BJ \text{ agregat}}$$

Dari data di atas maka didapat dihitung nilai VFWA sebagai berikut :

$$VFWA = 100 \times \frac{i}{l}$$

$$i = \frac{b \times g}{BJ \text{ agregat}}$$

b. Nilai VITM (Void In The Mix)

Dihitung berat jenis maksimum teoritis, yaitu :

$$h = \frac{100}{\frac{\% \text{ agregat}}{\text{BJ agregat}} + \frac{\% \text{ aspal}}{\text{BJ aspal}}}$$

$$\text{VITM} = 100 - 100 \times g/h$$

dengan :

g = berat isi benda uji

h = berat jenis maksimum teoritis

c. Nilai Stabilitas

Angka stabilitas benda uji didapat dari pembacaan arloji stabilitas alat tekan Marshall. Angka stabilitas ini masih harus dikoreksi untuk memasukkan nilai kalibrasi alat dan koreksi ketebalan benda uji. Untuk ini dipergunakan bantuan tabel koreksi benda uji seperti pada tabel 4.6. Nilai stabilitas diperoleh dengan rumus :

$$q = p \times z$$

dengan :

q = harga stabilitas

z = koreksi tinggi atau tebal benda uji

p = koreksi pembacaan arloji stabilitas

d. Nilai Kelelahan (Flow)

Nilai kelelahan didapat dari pembacaan arloji kelelahan (flow meter) dalam satuan 0,01 mm.

Tabel 4.6. Angka Koreksi Stabilitas

| Isi Benda Uji (cm ³) | Tebal benda uji | |
|--------------------------------------|-----------------|---------------|
| | (mm) | Angka Koreksi |
| 200 - 213 | 25,4 | 5,56 |
| 214 - 225 | 27,0 | 5,00 |
| 226 - 237 | 28,6 | 4,55 |
| 238 - 250 | 30,0 | 4,17 |
| 251 - 264 | 31,8 | 3,85 |
| 265 - 276 | 33,3 | 3,57 |
| 277 - 289 | 34,9 | 3,33 |
| 290 - 301 | 36,5 | 3,03 |
| 302 - 316 | 38,1 | 2,78 |
| 317 - 328 | 39,7 | 2,50 |
| 329 - 340 | 41,3 | 2,27 |
| 341 - 354 | 42,9 | 2,08 |
| 355 - 367 | 44,4 | 1,92 |
| 368 - 379 | 46,0 | 1,78 |
| 380 - 392 | 47,6 | 1,67 |
| 393 - 405 | 49,2 | 1,56 |
| 406 - 420 | 50,8 | 1,47 |
| 421 - 431 | 52,4 | 1,39 |
| 432 - 443 | 54,0 | 1,32 |
| 444 - 456 | 55,6 | 1,25 |
| 457 - 470 | 57,2 | 1,19 |
| 471 - 482 | 58,7 | 1,14 |
| 483 - 495 | 60,3 | 1,09 |
| 496 - 508 | 61,9 | 1,04 |
| 509 - 522 | 63,5 | 1,00 |
| 523 - 535 | 64,0 | 0,96 |
| 536 - 546 | 65,1 | 0,93 |
| 547 - 559 | 66,7 | 0,89 |
| 560 - 573 | 68,3 | 0,86 |
| 574 - 585 | 71,4 | 0,83 |
| 586 - 598 | 73,0 | 0,81 |
| 599 - 610 | 74,6 | 0,78 |
| 611 - 625 | 76,2 | 0,76 |

Sumber : Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil
FTSP UII

5. Hasil pengujian benda uji

Dari hasil penelitian diperoleh nilai-nilai *VITM*, *VFWA*, *Stabilitas* dan *Flow*, seperti yang tercantum pada tabel 4.7. berikut ini :

Tabel 4.7. Hasil Test Marshall

| Karakteristik | K | Kadar Aspal(gr,%) | | | | | |
|-----------------|---|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 6,0 | 6,5 |
| VITM (%) | A | 8,62 | 7,13 | 5,28 | 3,89 | 3,28 | 2,75 |
| | B | 10,02 | 8,05 | 7,25 | 5,42 | 3,44 | 2,84 |
| VFWA (%) | A | 50,68 | 61,11 | 68,16 | 76,26 | 80,62 | 84,56 |
| | B | 46,19 | 54,96 | 60,23 | 69,28 | 79,66 | 83,69 |
| Stabilitas (kg) | A | 1247 | 1469 | 1538 | 1681 | 1717 | 1582 |
| | B | 1581 | 1712 | 1788 | 1900 | 1805 | 1785 |
| Flow (mm) | A | 2,92 | 2,79 | 3,18 | 3,42 | 3,68 | 3,81 |
| | B | 2,67 | 3,05 | 3,55 | 3,68 | 3,94 | 4,45 |

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya
Jurusan Teknik Sipil FTSP UII

Keterangan :

A : beton aspal yang menggunakan campuran batu pecah murni

B : beton aspal yang menggunakan campuran pasir putih