

BAB V

METODE PENELITIAN

5.1 Lokasi, Bahan, Dan Alat Penelitian

5.1.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Jogjakarta.

5.1.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. aspal AC 60/70 produksi Pertamina,
2. agregat kasar, halus, sedang yang berupa material batu pecah didapat dari Wangon Jawa Tengah,
3. pasir pantai (Pantai Teluk Penyu Cilacap Jawa Tengah),
4. agregat kasar, halus, sedang yang berupa material batu pecah didapat dari Clereng.

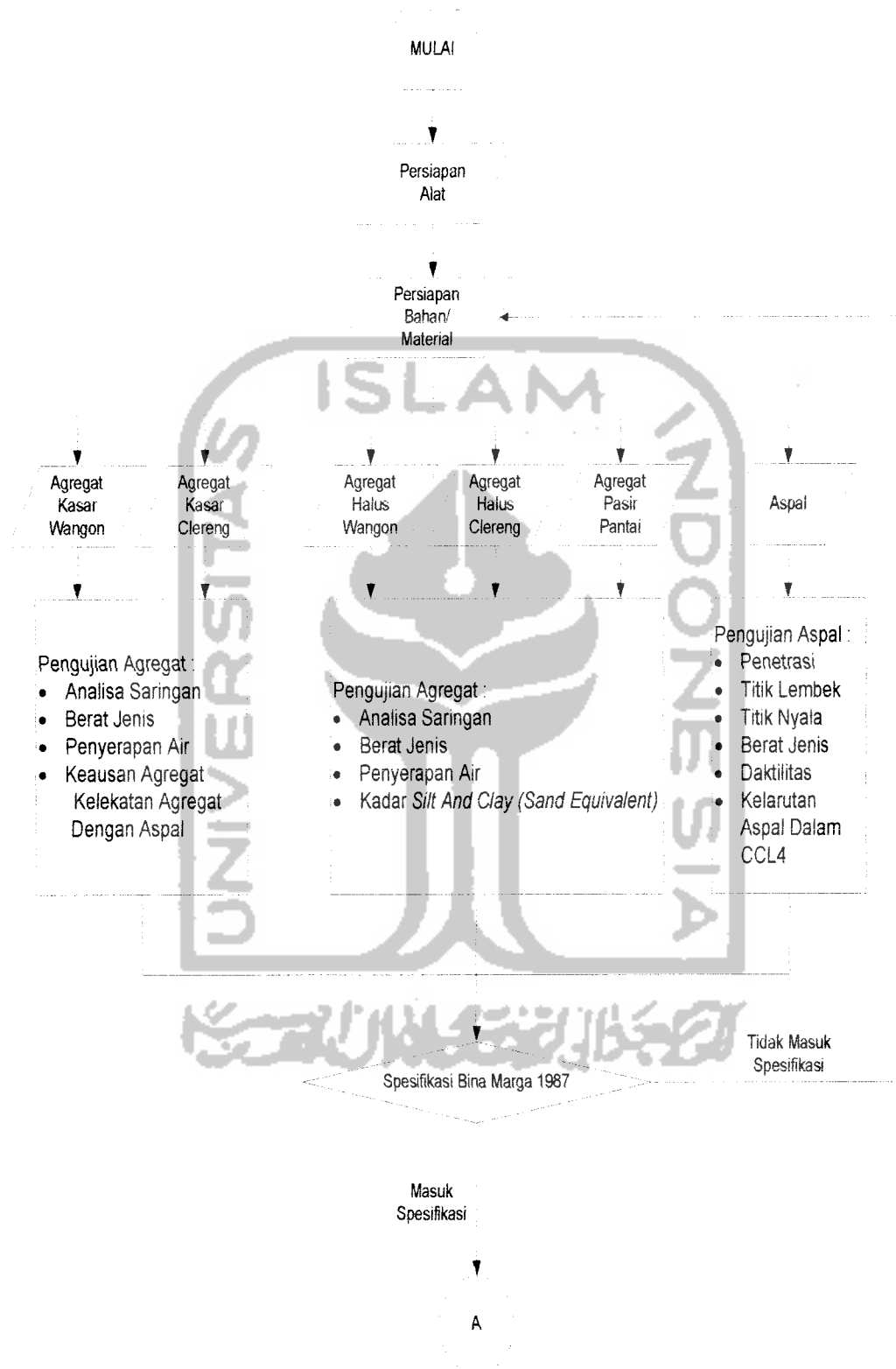
5.1.3 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah semua alat yang ada di Laboratorium Jalan Raya Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, yang terkait dengan materi dan tujuan penelitian ini.

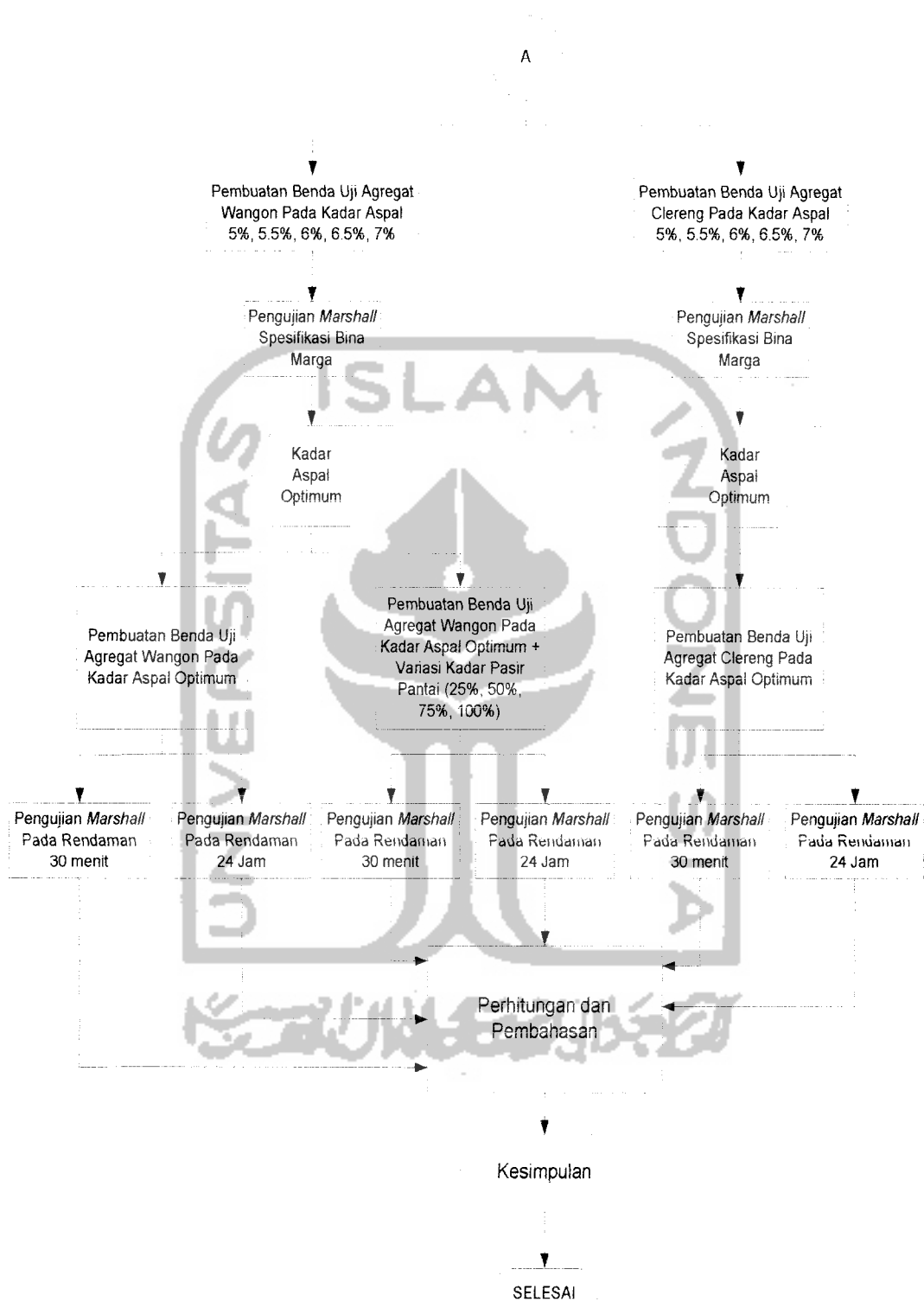
5.2 Proses Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian laboratorium tentang perbedaan nilai *properties marshall* pada campuran beton aspal yaitu campuran antara agregat kasar halus dari Wangon, dengan agregat kasar halus dari Wangon + pasir pantai Teluk Penyulung Cilacap. Proses penelitian sesuai dengan bagan alir gambar 5.1 dan 5.2





5.1 Bagan Alir Proses Penelitian



5.2 Bagan Alir Proses Penelitian (Lanjutan)

5.2.1 Spesifikasi dan Pemeriksaan Agregat Kasar dan Halus

5.2.1.1 Pemeriksaan Keausan Agregat Dengan Mesin *Los Angeles*

Pemeriksaan ini untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin *Los Angeles*.

5.2.1.2 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Pemeriksaan ini untuk menentukan berat jenis (*bulk*), berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), berat jenis semu dan penyerapan air dari agregat kasar. Pemeriksaan ini menggunakan prosedur AASHTO T-85-74.

5.2.1.3 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 air dari agregat halus. Pemeriksaan ini menggunakan prosedur AASHTO T-84-74.

5.2.1.4 Pemeriksaan Kelekatan Agregat Terhadap Aspal

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kelekatan agregat terhadap aspal. Kelekatan agregat terhadap aspal adalah persentase luas permukaan batuan yang tertutup aspal terhadap keseluruhan luas permukaan. Penelitian ini mengikuti prosedur AASHTO-T-182.

5.2.1.5 Pemeriksaan *Sand Equivalent*

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

5.2.1.6 Pemeriksaan Analisa Saringan

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

Pada penelitian ini digunakan nilai tengah sebagai acuan dalam penentuan proporsi agregat dalam pembuatan sampel.

Tabel 5.1 Spesifikasi Gradasi Yang Dipakai

No. Saringan	(mm)	% Berat Yang Lolos
$\frac{3}{4}$ "	19,10	100
$\frac{1}{2}$ "	12,60	90
$\frac{3}{8}$ "	9,520	80
# 4	4,760	60
# 8	2,380	42,5
# 30	0,590	23,5
# 50	0,279	18
# 100	0,149	12
# 200	0,074	7

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Laston, 1987

5.2.2 Spesifikasi dan Pemeriksaan Bitumen (Aspal)

5.2.2.1 Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui titik nyala dan titik bakar aspal. Pengujian ini menggunakan aspal AC 60/70. Titik nyala didefinisikan sebagai suhu pada saat terlihat nyala singkat pada suatu titik permukaan aspal. Titik bakar adalah suhu pada saat terlihat nyala sekurang-kurangnya 5 detik pada

suatu titik di atas permukaan aspal. Prosedur pemeriksaan mengikuti PA-0303-76 dengan syarat titik nyala minimum 200°C.

5.2.2.2 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 ter yang berukuran tertentu, sehingga aspal tersebut menyentuh pelat dasar yang terletak di bawah cincin pada tinggi tertentu, sebagai akibat pemanasan dengan suhu tertentu. Pemeriksaan ini mengikuti PA-0302-76, dan untuk jenis aspal AC 60/70 titik lembek yang disyaratkan adalah 48°C-58°C.

5.2.2.3 Pemeriksaan Penetrasi Aspal

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan penetrasi aspal keras atau lunak dengan memasukkan jarum tertentu, beban dan waktu tertentu ke dalam aspal pada suhu tertentu. Pemeriksaan ini mengikuti prosedur PA-0301-76 dan besar angka penetrasi AC 60/70 adalah 60-79.

5.2.2.4 Pemeriksaan Kelarutan Aspal dalam CCL₄

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kadar bitumen yang larut dalam Carbon Tetraklorida (CCL₄). Jika semua bitumen yang diuji larut dalam CCL₄, maka bitumen murni. Disyaratkan bitumen yang digunakan mempunyai kemurnian 99%. Prosedur pemeriksaan mengikuti PA-0305-75.

5.2.2.5 Pemeriksaan Berat Jenis Aspal

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis aspal keras dengan viknometer. Berat jenis bitumen adalah perbandingan antara berat bitumen dan berat air suling dengan isi/volume yang sama pada suhu tertentu. Prosedur pemeriksaan ini mengikuti PA-0307-76. Berat jenis yang disyaratkan minimal 1.

5.2.3 Prosedur Pelaksanaan

5.2.3.1 Pembuatan Campuran

Campuran yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, bahan pengisi (*filler*) dan aspal harus diuji terlebih dulu, untuk mengetahui apakah bahan tersebut memenuhi syarat yang telah ditentukan atau tidak. Pengujian mengacu pada metode AASHTO dan Bina Marga.

Setelah pengujian bahan selesai, kemudian dilakukan penyaringan agregat yang telah memenuhi syarat dengan saringan sebanyak 9 buah dan pan, sesuai pada tabel 5.1. Kemudian setelah penyaringan dilakukan maka kemudian dilakukan penimbangan agregat untuk masing-masing ukuran dengan berat tertentu.

Campuran benda uji I menggunakan variasi kadar aspal dengan interval 0,5%, yaitu mulai dari 5%; 5,5%; 6%; 6,5%; 7% dari berat benda uji, dan masing-masing dibuat 3 buah. Campuran benda uji I yaitu campuran agregat Wangon dan campuran agregat Clereng. Dari masing-masing variasi tersebut kemudian dilakukan pengujian *Marshall* dan dari hasil pengujian tersebut dapat ditentukan kadar aspal optimum (KAO). Setelah didapat nilai KAO dilakukan pembuatan

benda uji II yaitu campuran agregat Clereng, campuran agregat Wangon pada saat KAO, dan campuran agregat Wangon pada saat KAO dengan penggantian pasir pantai Teluk Penyu Cilacap yang variasi kadar pasir pantainya 25%;50%;75%;100% dari berat agregat Wangon yang lolos saringan #50 sampai tertahan saringan #200 untuk pengujian *Immertion Test* dengan masing-masing kombinasi 3 buah.

5.2.3.2 Perencanaan Jumlah Benda Uji

Pada penelitian ini dibuat 66 benda uji, dengan perincian sebagai berikut :

Tabel 5.2 Jumlah Benda Uji Untuk Variasi Kadar Aspal

Kadar Aspal (%)	Agregat	
	Agregat Kasar Halus Wangon	Agregat Kasar Halus Clereng
5	3	3
5,5	3	3
6	3	3
6,5	3	3
7	3	3

Tabel 5.3 Jumlah Benda Uji Untuk *Immersion Test* Untuk Kadar Aspal Optimum

Kadar Aspal (%) Optimum	Lama Perendaman					
	30 menit			24 jam		
	Agregat Wangon	Agregat Wangon + Pasir Pantai	Agregat Clereng	Agregat Wangon	Agregat Wangon + Pasir Pantai	Agregat Clereng
Jumlah	3	12	3	3	12	3

Jumlah total benda uji yang dibutuhkan 66 buah.

5.2.3.3 Pembuatan Benda Uji

Tahapan pembuatan benda uji adalah sebagai berikut.

1. Agregat dibersihkan dari kotoran yang menempel dan dikeringkan sampai diperoleh berat tetap pada suhu $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$. Agregat tersebut kemudian disaring secara kering ke dalam fraksi-fraksi yang dikehendaki.
2. Penimbangan untuk setiap fraksi dilakukan agar mendapat gradasi agregat ideal pada suatu takaran campuran.
3. Agregat yang telah ditimbang selanjutnya dimasukkan ke dalam panci, kemudian dipanaskan dengan oven. Setelah suhunya dianggap cukup, agregat yang dipanaskan di atas oven/pemanas sampai pada suhu $165 \pm 5^{\circ}\text{C}$, sedangkan aspal dipanaskan hingga mencapai suhu $155 \pm 2^{\circ}\text{C}$.
4. Setelah agregat dan aspal mencapai suhu yang dikehendaki, dilakukan pencampuran kedua bahan tersebut dengan persentase kadar aspal yang telah direncanakan.
5. Campuran tersebut kemudian diaduk rata sampai semua agregat terselimuti aspal. Benda uji kemudian dimasukkan ke dalam silinder cetakan yang sebelumnya telah diolesi vaselin, kemudian bagian atas dan bawah dari silinder diberi kertas saring dan diberi tanda.
6. Setelah campuran benda uji dimasukkan ke dalam silinder cetakan, campuran ditusuk-tusuk sebanyak 25x, 15x di tepi silinder dan 10x pada bagian tengah.

7. Pemadatan dilakukan dengan *compactor* sebanyak 75x untuk masing-masing sisi atas dan sisi bawah.
8. Benda uji didinginkan, selanjutnya dikeluarkan dari silinder cetakan dengan *ejector* dan diberi tanda pada setiap permukaan.

5.2.3.4 Cara Pengujian

Cara Pengujian benda uji dilakukan sebagai berikut.

1. Benda uji direndam dalam *waterbath* selama 30 menit untuk pengujian *Marshall* dan 24 jam untuk pengujian *Immersion* dengan suhu perendaman 60°C.
2. Kepala penekan alat pengujian *Marshall* dibersihkan dan permukaannya dilumasi dengan vaselin agar benda uji mudah dilepaskan. Benda uji diletakkan pada alat pengujian *Marshall* segera setelah benda uji dikeluarkan dari *waterbath*.
3. Pembebanan dilakukan pada posisi jarum diatur sehingga menunjukkan angka nol.
4. Kecepatan pembebanan dimulai dengan 50mm/menit hingga pembebanan maksimum tercapai, yaitu saat arloji pembebanan berhenti dan menurun seperti yang ditunjukkan oleh jarum ukur. Pada saat pembebanan maksimum terjadi *flowmeter* dibaca.

5.3 Analisis

Setelah pengujian *Marshall* dilakukan, dilanjutkan dengan analisis data yang telah diperoleh. Analisis yang dilakukan bertujuan untuk mendapatkan nilai-nilai *Marshall* agar diketahui karakteristik campuran aspal yang optimum. Data yang diperoleh dari hasil percobaan di laboratorium antara lain:

1. berat benda uji sebelum direndam (gram),
2. berat benda uji di dalam air (gram),
3. berat benda uji dalam keadaan jenuh air (gram),
4. tebal benda uji (mm),
5. pembacaan arloji stabilitas (kg),
6. pembacaan arloji kelelahan *flow* (mm).

Untuk mendapatkan nilai-nilai stabilitas, *density*, *flow*, *voids in the mix* (VITM), *voids filled with asphalt* (VFWA), *voids in mineral agregate* (VMA), *Marshall Quotient* (MQ), diperlukan persamaan-persamaan sebagai berikut.

1. Berat jenis aspal

$$B_j \text{ aspal} = \frac{\text{Berat}}{\text{Volume}} \dots\dots\dots(5.1)$$

2. Berat jenis agregat

$$B_j \text{ agregat} = \frac{(X * F1) + (Y * F2) + (Z * F3)}{100} \dots\dots\dots(5.2)$$

Keterangan : X = Persentase agregat kasar

Y = Persentase agregat halus

Z = Persentase *filler*

F1 = Berat jenis agregat kasar

F2 = Berat jenis agregat halus

F3 = Berat jenis *filler*.

Kemudian nilai-nilai stabilitas, *density*, *flow*, VITM, VFWA, VMA, *Marshall Quotient*, dapat dihitung berdasarkan data-data tersebut.

3. Stabilitas

Nilai stabilitas diperoleh dari pembacaan arloji stabilitas pada *Marshall Test* yang kemudian dicocokkan dengan angka kalibrasi *proving ring* dengan status kg dan masih harus dikoreksi dengan faktor koreksi yang dipengaruhi oleh tebal benda uji. Nilai stabilitas sesungguhnya diperoleh dari persamaan berikut :

$$S = p \times q \dots\dots\dots(5.3)$$

Keterangan :

S : angka stabilitas sesungguhnya

p : pembacaan arloji stabilitas \times kalibrasi alat

q : angka koreksi tebal benda uji.

4. *Flow*

Flow menunjukkan deformasi benda uji akibat pembebanan nilai. Nilai *flow* langsung terbaca pada arloji *flow* saat *Marshall Test*, dalam satuan milimeter (mm).

5. Density

Nilai menunjukkan kepadatan campuran. Nilai *density* dihitung dengan persamaan :

$$g = \frac{c}{f} \dots\dots\dots(5.4)$$

$$f = d - e \dots\dots\dots(5.5)$$

Keterangan :

g : nilai *density*

c : berat kering sebelum direndam (gr)

d : berat benda uji SSD (gr)

e : berat benda uji dalam air (gr)

f : volume benda uji (cc).

6. Voids in Mineral Aggregate (VMA)

VMA adalah volume rongga yang terdapat diantara butir-butir agregat suatu campuran beraspal padat, dinyatakan dalam % volume. Nilainya dihitung dengan persamaan berikut :

$$VMA = 100 - j \dots\dots\dots(5.6)$$

$$j = \frac{(100 - b) \times g}{B_j \text{ agregat}} \dots\dots\dots(5.7)$$

Keterangan :

b : persentase aspal terhadap campuran (%)

g : berat isi sampel.

7. Voids Filled With Asphalt (VFWA)

Nilai ini menunjukkan persentase rongga campuran yang terisi aspal. Nilai VFWA dihitung dengan persamaan :

$$\text{VFWA} = 100 \times \frac{i}{l} \dots\dots\dots(5.8)$$

$$i = \frac{b \times g}{B_{j.\text{aspal}}} \dots\dots\dots(5.9)$$

$$l = 100 - j \dots\dots\dots(5.10)$$

Keterangan :

b : persentase aspal terhadap campuran (%)

g : berat isi sampel.

8. Voids In The Mix (VITM)

VITM adalah persentase rongga didalam campuran. Nilainya dihitung dengan persamaan berikut :

$$\text{VITM} = 100 - \left(100 \times \frac{g}{h} \right) \dots\dots\dots(5.11)$$

$$h = \frac{100}{\left(\frac{\%.\text{agregat}}{B_{j.\text{agregat}}} + \frac{\%.\text{aspal}}{B_{j.\text{aspal}}} \right)} \dots\dots\dots(5.12)$$

Keterangan :

g : berat isi sampel

h : berat jenis maksimum teoritis campuran.

9. *Marshall Quotient* (MQ)

Nilai *Marshall Quotient* pada perencanaan digunakan sebagai pendekatan nilai fleksibilitas pekerasan. Nilainya dihitung dengan persamaan berikut :

$$MQ = \frac{S}{R} \dots\dots\dots(5.13)$$

Keterangan :

S : nilai stabilitas (Kg)

R : nilai *flow* (mm).

MQ : nilai *Marshall Quotient* (Kg/mm).

10. Indeks Tahanan Campuran Aspal

Indeks tahanan campuran adalah persentase nilai stabilitas campuran yang direndam selama 24 jam (S2) yang dibandingkan dengan nilai stabilitas campuran yang direndam selama 30 menit (S1). Nilainya dihitung dengan persamaan berikut :

$$Index\ Of\ Retained\ Strength = \frac{S2}{S1} \times 100 \dots\dots\dots(5.14)$$

Keterangan :

S1 : stabilitas setelah direndam selama 30 menit

S2 : stabilitas setelah direndam selama 24 jam.

5.4 Metode Pengambilan Data

Dalam penampilan data diperlukan pengelompokan benda uji guna mempermudah pengisian dan pembacaan hasil pengujian dari pengujian campuran aspal beton, sehingga diperoleh data-data yang berupa nilai stabilitas, *flow*, VMA, VITM dan *Marshall Quotient*.

