

BAB V METODE PENELITIAN

5.1. Lokasi, Bahan dan Alat Penelitian

5.1.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, Laboratorium Transportasi Jurusan Teknik Sipil dan Laboratorium Mekanika Bahan PAU Teknik Universitas Gajah Mada.

5.1.2. Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Aspal AC 60-70 produksi Pertamina,
2. agregat kasar berupa batu pecah hasil *stone crusher* dari Clereng Kulon Progo,
3. agregat halus dari Clereng Kulon Progo,
4. *filler* yang digunakan adalah abu batu,
5. bahan tambah yang digunakan adalah *PVC* berupa bubuk putih.

5.1.3. Alat Penelitian

Alat-alat yang dipakai dalam penelitian ini adalah :

1. Alat uji bahan,
 - a. Alat pemeriksaan abrasi yaitu mesin *Los angeles*, bola baja, saringan, talem, dan oven.

- b. Alat pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar terhadap air yaitu keranjang kawat kapasitas 5 kg, timbangan kapasitas 5 kg, tempat air dengan bentuk dan ukuran yang sesuai untuk pemeriksaan yang dilengkapi pipa sehingga permukaan tetap rata, oven, dan saringan.
- c. Alat pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus terhadap air yaitu timbangan kapasitas 1 kg, *piknometer*, *cone* dari logam, batang penumbuk, saringan, oven, talam, air suling, pompa hampa udara atau tungku dan desikator.
- d. Alat pemeriksaan kelekatan agregat terhadap aspal yaitu timbangan kapasitas 2000 gram, *spatula*, wajan, *beker glass*, saringan, termometer dan aquades.
- e. Alat pemeriksaan *Sand Equivalent* yaitu silinder ukur dari plastik, tutup karet, tabung irrigator, kaki pemberat, kaleng Ø 57 mm dan isi 85 ml, corong, jam dengan pembacaan sampai detik, pengguncang mekanis, larutan $CaCl_2$, *glyserin* dan *forldehyde*.
- f. Alat pemeriksaan penetrasi bitumen yaitu pemberat jarum, jarum penetrasi, cawan contoh, *waterbath* dan *beker glass*.
- g. Alat pemeriksaan titik lembek yaitu termometer, cincin kuningan, alat pengarah bola baja, dudukan benda uji, penjepit, kompor pemanas dan *beker glass* tahan panas.
- h. Alat pemeriksaan titik nyala dan titik bakar yaitu termometer, cawan *cleveland open cup*, plat pemanas, alat pemanas, nyala penguji yang dapat diatur, *stopwatch* dan penahan angin.

- i. Alat pemeriksaan berat jenis aspal yaitu termometer, neraca, bak perendam, piknometer, air suling dan bejana glass.
- j. Alat pemeriksaan kelarutan dalam CCl_4 yaitu labu *elemeyer*, cawan porselin, tabung penyaring, *oven* pembakar gas, pompa hampa udara, *desikator*, karbon tetraklorida dan ammonium karbonat .

2. alat perancangan campuran

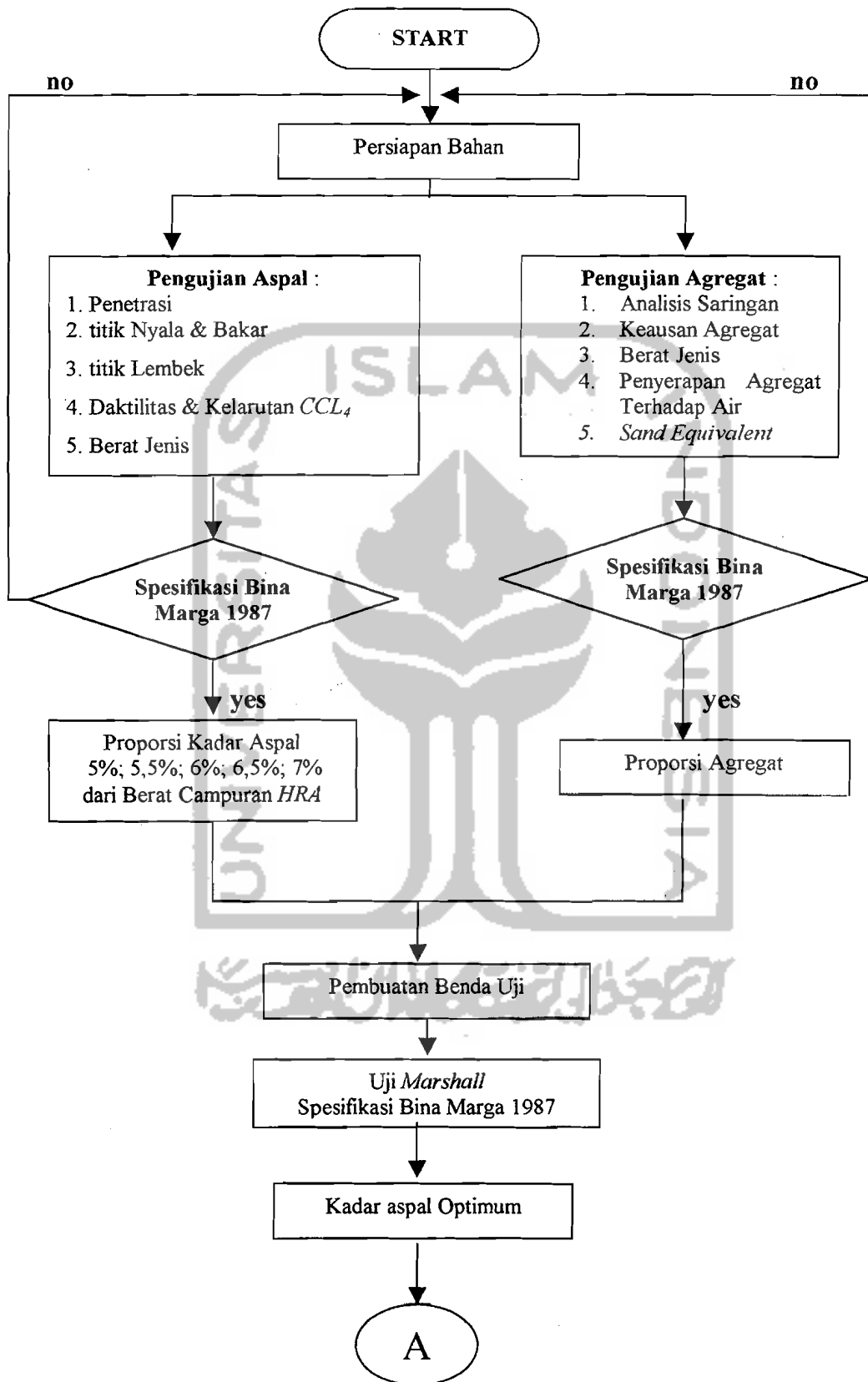
Alat perencanaan campuran yaitu formulir dan grafik mix design, timbangan, satu set saringan, mesin penggoyang saringan, kuas, dan talam.

3. Alat uji campuran

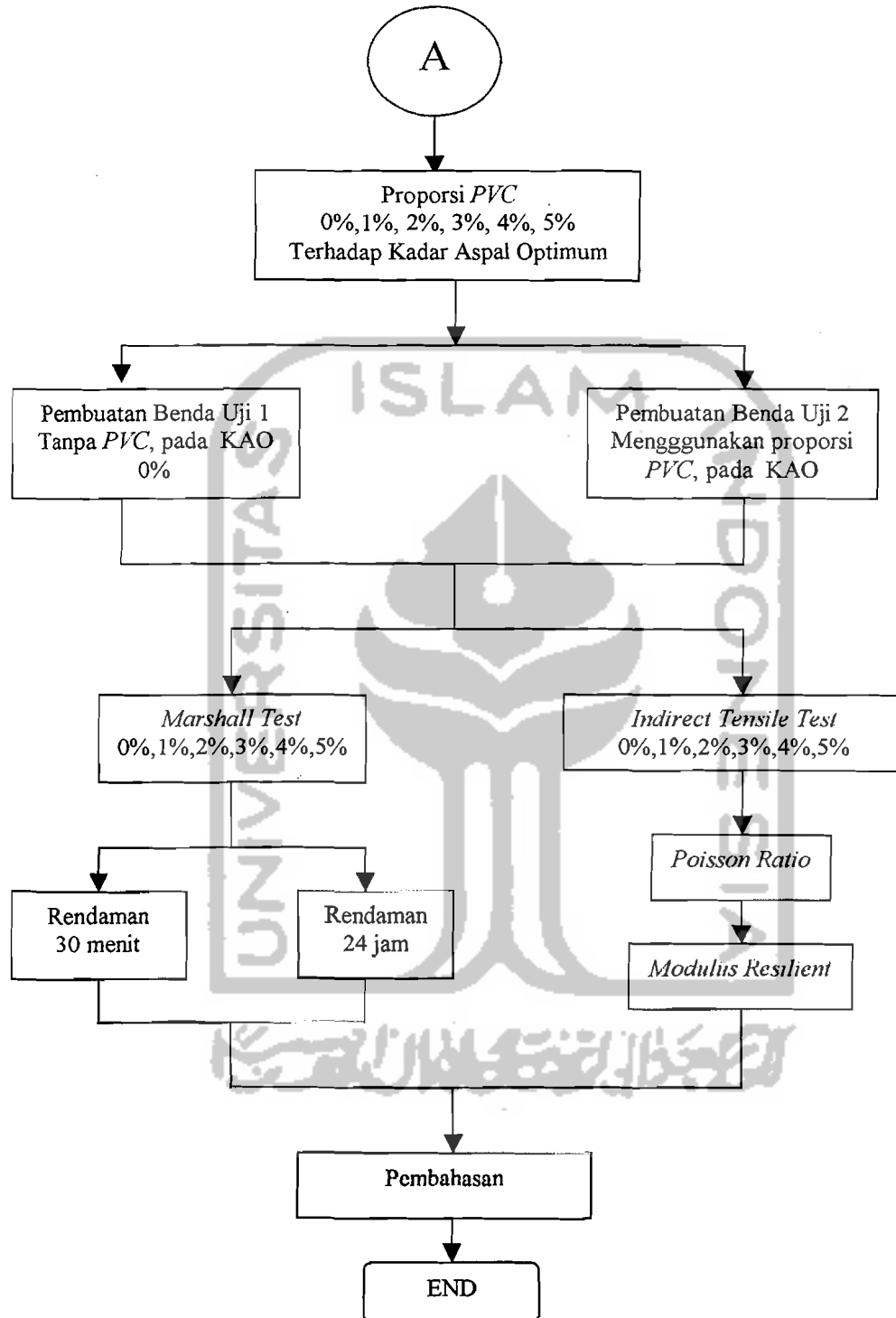
Alat uji campuran yaitu cetakan benda uji (*mold*), *ejector*, duduk *mold*, landasan pematat, mesin tekan, oven, *waterbath*, panci, sarung asbes dan karet serta termometer. Untuk Uji Tarik Tak Langsung (*Indirect Tensile Test*) menggunakan alat *Universal Testing Machine*.

5.2. Proses Penelitian

penelitian yang dilakukan merupakan penelitian laboratorium tentang pengaruh bahan tambah *Polyvinyl Chloride* (PVC) pada *Hot Rolled Asphalt* terhadap *Marshall Properties* dan *Modulus Resilient* dengan Uji tarik Tak Langsung dengan beban statis. Metodologi penelitian tersebut sesuai dengan bagan alir Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1. Bagan Alir Penelitian



Gambar 4.1. Lanjutan

5.3 Cara Memperoleh Data

Data diperoleh dengan melakukan pengujian menggunakan *Marshall Test*, dan Uji Tarik Langsung (*Indirect Tensile Test*) sehingga didapatkan data-data berupa nilai *stabilitas*, *flow*, *density*, *VFWA*, *VITM*, *Marshall Quotient*, deformasi horizontal, deformasi vertikal, dan *Modulus Resilient*. Sebelum melakukan *Marshall Test*, terlebih dahulu dilakukan serangkaian pengujian terhadap bahan yang digunakan untuk benda uji.

5.3.1 Pengujian Bahan

1. Pengujian Agregat kasar

Gradasi agregat kasar diambil dari spesifikasi *SNI*. Agregat kasar harus merupakan agregat yang keras, permukaannya kasar, awet, bersih dan memiliki persen ketahanan terhadap pengujian *Los Angeles Abrasion* tidak lebih dari 40% selama 500 putaran. Jenis pengujian yang dilakukan terhadap agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 5.1. berikut ini.

Tabel 5.1. Persyaratan Agregat Kasar

No.	Jenis pemeriksaan / Pengujian	Syarat
1.	Keausan aggregate dengan mesin <i>Los Angeles</i>	$\leq 40\%$
2.	Kelekatan terhadap aspal	$\geq 95\%$
3.	Penyerapan air	$\leq 3\%$
4.	Nilai <i>Sand equivalent</i>	$\geq 50\%$
5.	Berat jenis semu	≥ 2

Sumber : Bina Marga, 1987

2. Pengujian Bahan Ikat Aspal

Aspal yang digunakan dalam pekerjaan laboratorium adalah aspal keras dengan nilai penetrasi 60 –70. Penggunaan aspal yang mempunyai penetrasi tinggi dibutuhkan untuk lebih dapat menahan deformasi permanen. Jenis pengujian laboratorium yang dilakukan meliputi penetrasi aspal, titik nyala dan titik bakar, titik lembek aspal , berat jenis aspal, kelarutan dalam CCL_4 dan daktilitas. Persyaratan untuk aspal AC 60-70 dapat dilihat pada tabel 5.2. berikut:

Tabel 5.2 Persyaratan Aspal AC 60 –70

NO	Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Syarat		Satuan
			Min	Maks	
1	Penetrasi	PA- 03011-76	60	70	0,1 mm
2	Titik Lembek	PA. 0302-76	48	58	°C
3	Titik Nyala	PA. 0303-76	200	-	°C
4	Kelarutan CCL_4	PA. 0305-76	99	-	% berat
5	Daktilitas	PA. 0306-76	100	-	Cm
6	Berat Jenis	PA. 0307-76	1	-	-

Sumber: Bina Marga, 1987

5.3.2 Perencanaan Campuran

Dalam pembuatan campuran, berat total campuran yang digunakan adalah 1200 gram, dibuat dua macam campuran yaitu dengan bahan *additive* dan tanpa bahan *additive polyvinyl chloride*, keduanya menggunakan variasi kadar *additive*, yang sebelumnya dibuat campuran dengan variasi kadar aspal tanpa *additive* untuk mencari kadar aspal optimum. Variasi kadar aspal yang digunakan dalam mencari kadar aspal optimum adalah 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7% dari berat total campuran.

Variasi *additive* 1% s/d 5% dari berat aspal pada kadar aspal optimum, masing-masing dibuat 3 benda uji untuk *Marshall*, dan 2 benda uji untuk *Indirect Tensile Test*. Persentase agregat berdasarkan analisa saringan yang mengacu pada spesifikasi agregat *British Standard Institution 594* (1985) pada Tabel 3.1 dan 3.2. *Filler* yang digunakan adalah abu batu. Jumlah benda uji campuran seperti diperlihatkan pada Tabel 5.3. berikut ini.

Tabel 5.3 Perencanaan campuran

Jenis Pengujian	Uji <i>Marshall</i>		<i>Indirect Tensile Test</i>	Jumlah Benda uji
	Rendaman 30 menit	Rendaman 24 jam		
1. Mencari KAO, kadar aspal 5%,5,5%,6%, 6,5%, dan 7%	3x5	-	-	15
2. Uji pada KAO tanpa <i>PVC</i>	1x3	1x3	1x3	9
3. Uji dengan <i>PVC</i> , variasi 1% s/d 5% pada KAO	5x3	5x3	5x3	45
			Total	69

1. Perencanaan campuran aspal biasa

Agregat yang telah siap kemudian dipanaskan hingga mencapai suhu 170° C agar diperoleh suhu yang merata dan konstan. Agregat dicampur dengan aspal sesuai dengan persentase yang telah ditentukan dan pada suhu 160° C. Agar suhu pencampuran tetap, maka pencampuran dilakukan diatas pemanas dan diaduk hingga merata. Cetakan benda uji sebelumnya dibersihkan dan diolesi Vaseline.

Selanjutnya campuran panas tersebut dimasukkan kedalam cetakan benda uji dan setiap sepertiga bagian campuran panas tersebut dimasukkan kedalam cetakan, maka benda uji ditusuk-tusuk dengan menggunakan spatula sebanyak ± 15 kali di tepi dan 10 kali dibagian tengah dengan maksud agar benda uji tidak terlalu berongga. Benda uji dipadatkan dengan menggunakan alat penumbuk pada sisi atas dan sisi bawah sebanyak 75 kali untuk masing-masing sisi, sehingga untuk satu benda uji dilakukan penumbukan sebanyak 150 kali. Setelah proses pemadatan selesai, benda uji kemudian didinginkan dengan bantuan kipas angin. Hal ini dimaksudkan agar proses pendinginan dapat berjalan dengan lebih cepat, kemudian benda uji dikeluarkan dari cetakan dengan alat bantu yang disebut *ejector*.

2. Perencanaan campuran aspal PVC

Aspal dipanaskan pada suhu 155°C , kemudian ditimbang sesuai dengan kadar aspal optimum yang telah ditentukan. PVC dicampurkan kedalam aspal yang besarnya sesuai dengan variasi yang digunakan 1% s/d 5%. Selanjutnya campuran aspal PVC dipanaskan hingga tercampur merata dan dimasukkan kedalam oven agar tercapai suhu yang konstan. Agregat dipanaskan sampai suhu 170°C dan dimasukkan kedalam oven agar diperoleh suhu yang konstan. Selanjutnya agregat dan aspal yang telah dicampur dengan PVC dicampurkan pada suhu 160°C dan diaduk merata. Campuran dimasukkan kedalam cetakan benda uji, setelah dimasukkan kemudian campuran ditusuk-tusuk dengan menggunakan spatula sebanyak ± 15 kali ditepi dan 10 kali pada bagian tengah dengan maksud agar benda uji tidak terlalu berongga. Kemudian dilakukan pemadatan pada suhu 140°C . Benda

uji dipadatkan dengan menggunakan alat penumbuk, pada sisi atas dan sisi bawah ditumbuk sebanyak 75 kali untuk masing-masing sisi, sehingga untuk satu benda uji dilakukan penumbukan sebanyak 150 kali. Setelah proses pemadatan selesai, benda uji didinginkan, dan setelah dingin benda uji dikeluarkan dengan menggunakan *ejector*.

5.3.3 Pengujian Campuran

Pengujian keseluruhan meliputi *Marshall Test*, dan Uji Tarik Tak Langsung (*Indirect Tensile Test*) dengan beban statis.

1. *Marshall Test*

Pengujian yang dilakukan dengan menggunakan metode *Marshall* sebagai berikut:

1. benda uji dibersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel,
2. masing-masing benda uji diberikan kode,
3. benda uji diukur dengan ketelitian 0,01 mm,
4. benda uji ditimbang untuk mengetahui beratnya,
5. benda uji direndam selama 16-24 jam agar menjadi jenuh,
6. benda uji ditimbang dalam air untuk mendapatkan isi,
7. benda uji ditimbang dalam keadaan jenuh,
8. benda uji direndam dalam bak perendam (*water bath*) selama 30 menit dengan suhu tetap (60 ± 1)°C. Batang penuntun (*guide rod*) dan permukaan dalam dari kepala penekan (*test head*) yang atas dapat meluncur bebas. Bila dikehendaki, kepala penekan direndam bersama-

sama dengan benda uji pada suhu antara $21^{\circ}\text{C} - 38^{\circ}\text{C}$, kemudian benda uji dikeluarkan dari bak perendam dan diletakkan kedalam segmen bawah kepala penekan. Segmen atas dipasang diatas benda uji dan letakkan keseluruhannya didalam mesin uji. Kemudian arloji kelelahan (*flowmeter*) dipasang pada kedudukannya diatas salah satu batang penuntun dan kedudukan jam penunjuk diatur pada arah nol, sementara itu selubung tangkai arloji dipegang secara kuat, kemudian selubung tangkai arloji kelelahan ditekan pada segmen atas dari kepala penekan selama pembebanan berlangsung, dan

9. sebelum dilakukan pembebanan, kepala penekan beserta benda ujinya dinaikkan sehingga menyentuh alas cincin penguji. Kedudukan jarum penguji diatur pada angka nol. Benda uji diberikan pembebanan dengan kecepatan tetap sebesar 50 mm/menit sampai pembebanan maksimum tercapai atau pembebanan menurun seperti yang ditunjukkan oleh jarum arloji dan catat pembebanan maksimum yang tercapai, kemudian selubung tangkai arloji kelelahan dilepaskan pada saat pembebanan tercapai maksimum dan catat nilai kelelahan yang ditunjukkan oleh arloji kelelahan.

2. Uji Tarik Tak Langsung (*Indirect Tensile Test*)

Pengujian ini dilakukan untuk mengukur regangan horizontal dan vertikal campuran *Hot Rolled Asphalt* pada kadar aspal optimum. Prinsip kerja pengujian tarik tak langsung adalah memberikan beban pada benda uji berbentuk silinder dengan beban kompresi tunggal atau berulang yang beraksi paralel dengan dan

sepanjang diameter vertikalnya (*ASTM D4123*). Konfigurasi pembebanan ini mengakibatkan tegangan tarik pada arah tegak lurus arah pembebanan yang pada akhirnya menyebabkan keruntuhan (*Failure*) pada benda uji ditandai dengan retaknya benda uji sepanjang diameter vertikalnya. Langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :

1. pembuatan benda uji sama seperti pada pengujian *Marshall* pada kadar aspal optimum,
2. diukur tebal masing-masing benda uji,
3. menyiapkan mesin uji tarik tak langsung termasuk perangkat lunaknya (komputer), juga harus dalam kondisi yang baik,
4. benda uji dikeluarkan dari oven, kemudian diletakkan pada segmen penekan bawah, selanjutnya segmen atas dipasang dan dipasangkan pada mesin uji,
5. kepala penekan dan benda uji dinaikkan sampai segmen atas menyentuh alas cincin penekan,
6. dengan menggunakan komputer, diatur posisi koordinat regangan vertikal dan pembebanannya,
7. arloji regangan horisontal dan arloji pembebanan diatur pada posisi nol,
8. dilakukan pembebanan dan dimulai pada kecepatan 5 mm/menit sampai pada pembebanan maksimum dalam hal ini mencapai nilai *proportional limits* (batas sebanding) yaitu pada saat campuran masih bersifat elastis linier,
9. benda uji dikeluarkan dari segmen penekan,
10. pembacaan deformasi horisontal yang dibaca secara manual,

11. dihitung angka *poisson*, dan
12. dihitung M_R untuk setiap benda uji.

5.4 Analisis

Data yang diperoleh dari percobaan di laboratorium adalah:

1. berat benda uji sebelum direndam (gram),
2. berat benda uji didalam air (gram),
3. berat benda uji dalam keadaan jenuh air (gram),
4. tebal benda uji (mm),
5. stabilitas (lbs),
6. kelelehan atau *flow* (mm),
7. pembebanan maksimum pada batas sebanding (N),
8. deformasi vertikal pada benda uji (mm),
9. deformasi horisontal pada benda uji (mm), dan
10. *poisson ratio*.

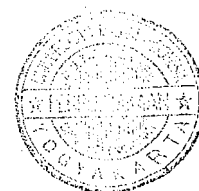
Untuk mendapatkan nilai – nilai stabilitas, *flow*, *density*, *Void With Asphalt* (VFWA), *Void In Total Mix* (VITM) dan *Marshall Quotient* (MQ), diperlukan persamaan – persamaan sebagai berikut :

1. Berat Jenis

$$B_j \text{ Aspal} = \frac{\text{Berat}}{\text{Volume}} \quad (5.1)$$

2. Berat Jenis Agregat

$$B_j \text{ Agregat} = \frac{(X \times F_1) + (Y \times F_2) + (Z \times F_3)}{100} \quad (5.2)$$



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, *flow*, *density*, *Void Filled With Asphalt* (VFWA), *Void In Total Mix* (VITM) dan *Marshall Quotient* (MQ) dapat dihitung berdasarkan data – data tersebut.

3. Stabilitas

Nilai stabilitas diperoleh dari pembacaan arloji stabilitas pada saat *Marshall Test* yang kemudian dicocokkan dengan angka kalibrasi *proving ring* dengan satuan lbs atau kg dan masih harus dikoreksi dengan factor koreksi yang dipengaruhi oleh tebal benda uji. Nilai stabilitas sesungguhnya diperoleh dari persamaan (3.1)

4. Flow

Flow menunjukkan deformasi benda uji akibat pembebanan. Nilai *flow*. Langsung terbaca pada arloji *flow* saat *Marshall Test*, namun masih dalam satuan *inch* sehingga harus dikonversi dalam millimeter.

5. *Density*

Nilai ini menunjukkan kepadatan campuran. Nilai *density* dihitung dengan persamaan (3.2) dan (3.3).

6. *Void Filled With Asphalt (VFWA)*

Nilai ini menunjukkan prosentase rongga campuran yang terisi aspal. Nilai VFWA dihitung dengan persamaan (3.4), (3.5), (3.6), dan (3.7)

7. *Void In The Mix (VITM)*

VITM adalah prosentase rongga didalam campuran. Nilainya dihitung dengan persamaan (3.8) dan (3.9).

8. *Marshall Quotient (MQ)*

Nilai *Marshall Quotient* pada perencanaan digunakan sebagai pendekatan nilai fleksibilitas perkerasan. Nilainya dihitung dengan persamaan (3.10)