

BAB V

CARA PEMERIKSAAN

Pada penelitian ini dilakukan pengujian yang meliputi :

1. Pengujian bahan yang terdiri dari:
 - a. Pengujian agregat
 - b. Pengujian bitumen (aspal)
2. Pengujian benda uji campuran beton aspal yang dilakukan dengan cara *marshall test* seperti yang dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

A. Bahan

1. Asal Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat dan aspal. Agregat berasal dari daerah Clereng, Kulon Progo yang diperoleh dari hasil pemecah batu (*Stone crusher*) milik PT. Perwita Karya yang terletak di desa Piyungan, Bantul Yogyakarta. Sedangkan aspal yang dipakai adalah jenis AC 60 - 70 produksi Pertamina yang juga diperoleh dari PT. Perwita Karya.

2. Persyaratan dan pengujian bahan

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini, sebelumnya diuji di laboratorium untuk mendapatkan bahan penelitian yang berkualitas tinggi dan memenuhi spesifikasi standar Bina Marga. Adapun pengujian-pengujian

yang dilakukan sebelumnya antara lain meliputi :

a. Pemeriksaan Agregat

Agregat atau batuan merupakan kumpulan utama dari lapis perkerasan jalan. Adapun untuk mengetahui kualitas agregat yang akan digunakan untuk konstruksi lapis perkerasan jalan dilakukan pemeriksaan sebagai berikut:

1). Tingkat keausan.

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

2). Daya lekat terhadap aspal

Pemeriksaan agregat untuk mengetahui daya lekat terhadap aspal dilakukan dengan pemeriksaan *stripping* mengikuti PB 0205-76 atau AASTHO T 182 - 82. Kelekatan agregat terhadap aspal dinyatakan dalam prosentase luas permukaan batuan yang tertutup aspal terhadap seluruh luas permukaan minimal 95 %.

3). Berat jenis

Berat jenis adalah perbandingan antara berat volume agregat dan berat volume air. Besarnya berat jenis

agregat sangat penting dalam perencanaan campuran agregat dengan aspal, karena umumnya direncanakan berdasarkan perbandingan berat dan juga untuk menentukan banyaknya pori. Pemeriksaan berat jenis agregat mengikuti prosedur Bina Marga PB 0202-76 atau AASHTO T 85-81 dengan persyaratan minimal 2,5 gr/cc.

4). *Sand Equivalent Test*

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui kadar debu / bahan yang menyerupai lempung pada agregat halus / pasir. *Sand Equivalent Test* dilakukan untuk partikel agregat yang lolos saringan No. 4 sesuai prosedur AASHTO T 176-73. Lempung dapat mempengaruhi mutu campuran agregat dengan aspal. Nilai *Sand Equivalent Test* yang disarankan sebesar minimum 50 %.

5). Peresapan agregat terhadap air

Hal ini dilakukan untuk mengetahui besarnya air yang terserap oleh agregat. Air yang telah terserap oleh agregat sangat sukar dihilangkan seluruhnya, walaupun melalui proses pengeringan, sehingga sangat mempengaruhi daya lekat aspal dengan agregat. Besarnya peresapan agregat yang diizinkan sebesar maksimum 3 %.

6). Pengujian bahan ikat aspal

Aspal merupakan hasil produksi dari bahan-bahan alam, sehingga sifat-sifatnya harus selalu diperiksa di laboratorium dan aspal yang memenuhi kriteria /

persyaratan seperti yang telah ditetapkan dapat digunakan sebagai bahan pengikat perkerasan. Pemeriksaan yang dilakukan untuk aspal keras adalah sebagai berikut :

1). Pemeriksaan penetrasi

Pemeriksaan ini bertujuan untuk memeriksa tingkat kekerasan aspal. Prosedur pemeriksaan mengikuti PA-0301-74 atau AASHTO T 49-80. Besarnya angka penetrasi untuk aspal AC 60-70 adalah antara 60 sampai dengan 70.

2). Titik lembek (*Softening point test*)

Temperatur pada saat dimana aspal mulai menjadi lunak tidaklah sama pada setiap hasil produksi aspal, walaupun mempunyai nilai penetrasi yang sama. Pemeriksaan menggunakan cincin yang terbuat dari kuningan dan bola baja. Prosedur pemeriksaan ini mengikuti PA-0302-76 atau AASHTO T 53-81, dengan nilai yang disarankan sebesar sampai dengan 48° C.

3). Titik nyala

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan suhu dimana aspal terlihat menyala singkat pada permukaan aspal. Waktu terlihat nyala sekurang-kurangnya 5 detik. Prosedur pemeriksaan mengikuti PA-0303-74 atau AASHTO T 48-81 dan besarnya suhu titik nyala yang disarankan sebesar minimal 200° C.

4). Kehilangan berat

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui pengu-

rangan berat akibat penguapan bahan-bahan yang mudah menguap dalam aspal. Pemeriksaan mengikuti prosedur PA-0304-76 atau AASHTO T 47-82, dengan nilai kehilangan berat maksimum sebesar 0,4 %.

5). Kelarutan dalam larutan CCl_4

Pemeriksaan dilakukan untuk menentukan jumlah bitumen yang larut dalam carbon tetra- chlorid. Jika semua bitumen yang diuji larut dalam CCl_4 , maka bitumen tersebut adalah murni. Prosedur pemeriksaan mengikuti PA-0305-76 atau AASHTO T 44-81 dengan persyaratan minimal 99 %.

6). Daktilitas aspal

Tujuan pemeriksaan ini untuk mengetahui sifat kohesi dalam aspal itu sendiri. Pemeriksaan mengikuti prosedur PA-0306-76 atau AASHTO T 51-81. Besarnya daktilitas aspal yang disyaratkan minimal 100 cm.

7). Berat jenis

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 AASHTO T 228-79 dengan nilai yang disyaratkan minimal sebesar 1 gr/cc. Berat jenis aspal diperlukan untuk perhitungan dalam analisa campuran.

B. Peralatan Yang Digunakan

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan

Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta,
dengan menggunakan alat-alat sebagai berikut :

1. Alat tekan Marshall yang terdiri dari :
 - a. Kepala penekan berbentuk lengkung
 - b. Cincin penuji berkapasitas 2500 kg (5000 lbs) yang dilengkapi dengan arloji tekan dengan ketelitian 0,0025 cm.
 - c. Arloji penunjuk kelelahan
2. Cetakan benda uji berbentuk silinder diameter 10 cm, tinggi 7,5 cm lengkap dengan pelat alas dan leher sambung.
3. Ejektor untuk melepaskan benda uji setelah dipadatkan.
4. Oven untuk memanaskan benda uji secara konstan.
5. Penumbuk berbentuk silinder, berat 4,536 kg (10 lbs) dengan tinggi jatuh 45,7 cm.
6. Bak perendam (water batch) yang dilengkapi pengatur suhu.
7. Perlengkapan-perlengkapan lain seperti :
 - a. Wajan untuk memanaskan bahan dan campuran.
 - b. Kompor pemanas dengan kapasitas 1000 Watt
 - c. Termometer.
 - d. Sendok pengaduk.
 - e. Spatula.
 - f. Alat penimbang
 - g. Sarung tangan karet dan perlengkapan lainnya.

C. Jalannya Penelitian

1. Persiapan

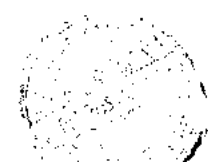
Setelah pengujian bahan-bahan yang akan digunakan selesai dan telah memenuhi persyaratan Bina Marga, maka dilaksanakan penyaringan setiap jenis agregat untuk memperoleh gradasi yang diinginkan. Saringan yang digunakan adalah : $3/4"$, $1/2"$, $3/8"$, No. 4, No. 8, No. 30, No. 50, No. 100, No. 200, Pan. Hasil penyaringan tersebut diolah-disajikan sesuai dengan nomor saringan dan dihitung kebutuhannya sesuai dengan prosentase berat tertahan.

Pada penelitian ini aspal yang digunakan ialah jenis AC 40 - 70. Tiap-tiap variasi agregat ditambah dengan aspal dengan kadar aspal 5 % - 6 %, sedangkan kadar pasir yang diteliti antara 35 % - 55 % dengan interval 5 %. Tiap-tiap benda uji dibuat 2 rangkap (duplo). Jadi untuk penelitian ini seluruhnya dibuat ($2 \times 5 \times 2$) = 20 sampel benda uji. Berat total agregat untuk satu benda uji sebesar 1200 gram yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan filler. Sedangkan aspal yang digunakan untuk masing-masing benda uji adalah :

a. Kadar aspal 5 % dibutuhkan aspal $5 \% \times 1200 = 60$ gr

b. Kadar aspal 6 % dibutuhkan aspal $6 \% \times 1200 = 72$ gr

Agregat sebanyak 1200 gram dipanaskan diatas kompor pemanas sampai mencapai suhu $\pm 165^{\circ} \text{C}$, demikian juga aspalnya dipanaskan hingga mencapai suhu $\pm 155^{\circ} \text{C}$.



Kemudian agregat dan aspal dicampur dalam wajan dengan suhu pencampuran $\pm 160^{\circ} \text{C}$. Pada saat pencampuran diusahakan campuran menjadi homogen. Cetakan benda uji disiapkan, dibersihkan dari kotoran kemudian diberi vaselin dan dipanaskan. Setelah campuran benar-benar homogen, lalu dituang ke dalam cetakan setelah bagian bawahnya diberi kertas, sambil ditusuk-tusuk dengan spatula sebanyak 15 kali pada bagian tepi dan 10 kali pada bagian tengah. Ini dilakukan agar benda uji tidak terlalu berongga. Kemudian benda uji didiamkan agar suhu turun sampai mencapai suhu pemadatan yang diinginkan (120°C) dan bagian atasnya diberi kertas juga. Selanjutnya dilakukan pemadatan dengan alat penumbuk sebanyak 50 kali, kemudian posisi benda uji dibalik dan ditumbuk pula sebanyak 50 kali, sehingga satu benda uji dilakukan penumbukan sebanyak $2 \times 50 = 100$ kali. Setelah selesai penumbukan, benda uji didinginkan untuk selanjutnya dikeluarkan dari cetakan dengan bantuan ejektor.

2. Cara pengujian benda uji

Benda uji yang telah dibuat kemudian diuji dengan tes Marshall. Adapun langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :

- a. Benda uji dibersihkan dari kotoran yang menempel.
- b. Benda uji diberi tanda pengenal.
- c. Setiap benda uji diukur tingginya 3 kali pada tempat yang berbeda, kemudian dirata-ratakan dengan keteli-

tian 0.1 mm.

- d. Benda uji ditimbang dalam keadaan kering.
- e. Benda uji direndam dalam air selama 16 - 24 jam agar menjadi jenuh.
- f. Setelah jenuh ditimbang dalam air guna mendapatkan volume / isi benda uji.
- g. Benda uji dikeluarkan dari bak perendam, dikeringkan dengan kain hingga menjadi kering permukaannya, lalu ditimbang pada kondisi kering permukaan jenuh.
- h. Benda uji direndam dalam *water batch* selama 30 menit dengan suhu 60 ° C.
- i. Kepala penekan alat Marshall dibersihkan dan permukaannya diolesi dengan vaselin / oli agar benda uji mudah lepas.
- j. Benda uji dikeluarkan dari *water batch*, segera diletakkan pada alat uji Marshall yang dilengkapi dengan arloji kelelahan (*flow meter*) dan arloji pembebanan / stabilitas.
- k. Pembebanan dimulai dengan kecepatan tetap 50 mm/menit hingga pembebanan maksimum tercapai pada saat arloji pembebanan terhenti dan mulai kembali berputar menurun. Pada saat itu pula dibaca arloji kelelehannya atau *flow meter*nya.
- l. Setelah pembebanan selesai, benda uji dikeluarkan dari alat uji Marshall.
- m. Benda uji berikutnya siap diuji seperti langkah-langkah a - l di atas.

D. Cara Analisis

Dari hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium, diperoleh data antara lain :

1. Titik lembek aspal (° C)
2. Nilai penetrasi aspal
3. Berat benda uji sebelum direndam dala air (gram)
4. Berat benda uji dalam keadaan jenuh air (gram)
5. Berat dalam air (gram)
6. Tebal benda uji (mm)
7. Pembacaan arloji stabilitas (lbs)
8. Pembacaan arloji Flow (mm)

Dari data-data di atas dapat dihitung harga-harga dari stabilitas, flow, VEMA, VITM. Adapun cara perhitungannya adalah sebagai berikut :

- a. Berat jenis aspal

$$BJ \text{ aspal} = \frac{\text{Berat}}{\text{Volume}}$$

- b. Berat Jenis Agregat

Berat Jenis agregat merupakan gabungan dari Berat Jenis agregat kasar dan Berat Jenis agregat halus yang sesuai dengan prosentase fraksi-fraksi dalam campuran. Fraksi I merupakan agregat kasar, fraksi II merupakan agregat halus dan filler, sehingga berat jenis agregat dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut :

$$BJ \text{ agregat} = \frac{x (BJ \text{ F I}) + y (BJ \text{ F II})}{100}$$

dengan :

x = Prosentase Fraksi I dalam campuran

y = Prosentase Fraksi II dalam campuran

RF I = Berat Jenis agregat kasar

RF II = Berat Jenis agregat halus

Kemudian nilai-nilai VFMA, VIM, stabilitas dan Flow dapat dihitung berdasarkan data tersebut diatas, dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

1. Nilai VFMA (*Void Filled With Asphalt*).

VFMA didapat dengan terlebih dahulu menghitung nilai-nilai dari :

a. Prosentase aspal terhadap campuran dengan rumus :

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

dengan :

a = Prosentase aspal terhadap batuan

b = Prosentase aspal terhadap campuran

b. Isi benda uji dengan rumus

$$f = d - e$$

dengan :

d = berat dalam keadaan jenuh (gram)

e. berat dalam air (gram)

f = isi (ml)

c. Berat isi benda uji dengan rumus :

$$q = \frac{c}{f}$$

dengan :

c = Berat benda uji (gram) sebelum direndam

f = isi (ml)

q = berat isi benda uji

d. Prosentase rongga terhadap agregat dengan

rumus :

$$i = 100 - j$$

dengan :

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

Dari data diatas maka dapat dihitung nilai

VFMA sebagai berikut :

$$VFMA = 100 \times i/i$$

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

i = prosentase rongga terhadap agregat.

2. Nilai VIM (*Void in Mix*)

Dinitung berat jenis maksimum teoritis

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

$$VIM = 100 - 100 \times q/h$$

dengan :

q = isi benda uji

h = Berat jenis maksimum teoritis

3. Nilai Stabilitas

Angka stabilitas benda uji didapat dari pembacaan arloji stabilitas alat tekan Marshall. Angka stabilitas ini masih harus dikoreksi untuk memasukkan nilai kalibrasi dari alat (lampiran No. 16) dan koreksi ketebalan benda uji untuk keperluan ini digunakan tabel koreksi benda uji seperti pada tabel 5.4. Nilai stabilitas diperoleh dengan rumus :

$$p = q \times r$$

dengan :

p = Nilai stabilitas

q = Koreksi tinggi / tebal benda uji

r = koreksi pembacaan arloji stabilitas

4. Nilai Kelelehan (Flow)

Nilai kelelehan (Flow) didapat dari pembacaan arloji kelelehan (flow meter) dalam satuan 0,01 mm

5. Nilai Marshall Quotient

Nilai Marshall Quotient didapat dengan membandingkan antara nilai stabilitas dengan flow.

Tabel 5.4. 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	42,8	2,08
355 - 367	44,3	1,92
368 - 378	46,0	1,79
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	1,30
444 - 456	55,6	1,25
457 - 470	57,2	1,15
471 - 482	58,7	1,10
483 - 495	60,3	1,00
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
 Fakultas Teknik dan Perencanaan Universitas
 Islam Indonesia Yogyakarta.

BAB VI

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Hasil pengujian bahan agregat dan aspal di Laboratorium seperti terlihat pada tabel 6.1, tabel 6.2 dan tabel 6.3 berikut ini :

Tabel 6.1. Persyaratan agregat kasar dan hasil pemeriksaan laboratorium

Jenis pemeriksaan	Syarat	Hasil
1. Keausan dengan mesin Los Angeles	Maks. 40 %	35,58 %
2. Kelekatan thd aspal	> 90 %	98 %
3. Peresapan terhadap air	Maks. 3 %	0,805 %
4. Berat jenis semu	Min. 2,5	2,79 gr/cc

Sumber : Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya JTS FT-UII
dan syarat dari LATASTON No. 12/PT/B/1983.

Tabel 6.2. Persyaratan agregat halus dan hasil pengujian laboratorium

Jenis pemeriksaan	Syarat	Hasil
1. Nilai sand equivalent	Min. 50 %	75 %
2. Peresapan terhadap air	Maks. 3 %	0,81 %
3. Berat jenis semu	Min. 2,5	2,74 gr/cc

Sumber : Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya JTS FT-UII
dan syarat dari LATASTON No. 12/PT/B/1983.

Tabel 6.3. Persyaratan aspal AC 60-70 dan hasil
pengujian laboratorium

Jenis pemeriksaan	Syarat		Hasil	Satuan
	Min	Max		
1. Penetrasi	60	70	62,4	0,1 mm
2. Titik lembek	48	58	52,5	° C
3. Titik nyala	200	-	338	° C
4. Kehilangan berat	-	0,4	-	% berat
5. Kelarutan CCL4	99	-	99	% berat
6. Daktilitas	100	-	163	cm
7. Penetrasi setelah kehilangan berat	75	-	-	% semula
8. Berat jenis	1	-	1,05	gr/cc

Sumber : Pemeriksaan di Laboratorium Jalan Raya JTS FT-UII
dan syarat dari LATASTON No. 12/PT/8/1983.

Dari hasil pengujian bahan seperti tersebut diatas, bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini telah memenuhi persyaratan sebagai bahan penelitian.

Dari hasil penelitian diperoleh nilai - nilai VIM (*Void In Mix* = % rongga dalam campuran), VFWA (*Void Filled With Asphalt* = % rongga terisi aspal), Stabilitas, Flow dan *Marshall Quotient*, seperti yang terdapat pada tabel 6.4 dan 6.5 berikut ini.

Tabel 6.4. Hasil tes Marshall untuk kadar aspal 5 %

Karakteristik	Kadar pasir (%)				
	35	40	45	50	55
VIM (%)	4,29	4,39	2,16	3,44	3,45
VFWA (%)	72,06	72,16	84,26	76,79	76,90
Stabilitas (kg)	724,20	1110,49	1002	829,5	643,44
Flow (mm)	2,67	2,54	3,68	3,94	3,17
QM (KN/mm)	2,61	3,09	2,68	2,07	2,22

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

Tabel 6.5. Hasil tes Marshall untuk kadar aspal 6 %

Karakteristik	Kadar pasir (%)				
	35	40	45	50	55
VIM (%)	1,782	1,864	1,459	1,297	1,34
VFWA (%)	88,50	87,90	90,43	91,45	91,13
Stabilitas (kg)	940,00	930,57	1019	843,85	917,87
Flow (mm)	3,43	3,68	3,68	3,56	4,19
QM (KN/mm)	2,69	2,48	2,71	2,37	2,14

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

Hasil dari penelitian di atas dibandingkan dengan persyaratan yang harus dipenuhi untuk nilai VIM, VFWA, Stabilitas, Flow dan Marshall Quotient menurut Bina Marga 1988, seperti terlihat pada tabel 6.6.

Tabel 6.6. Spesifikasi HRS kelas B

No	Sifat campuran	Syarat	Satuan
1	VIM (rongga dalam campuran)	3 - 6	%
2	VFWA (rongga terisi aspal)	70 - 80	%
3	Stabilitas	550 - 1250	kg
4	Flow	2 - 4	mm
5	QM (Marshall Quotient)	1,5 - 5	KN/mm

Sumber : Bina Marga 1988

B. Pembahasan

Setelah mengetahui nilai-nilai VIM, VFWA, Flow, Stabilitas dan *Marshall Quotient* (QM), maka akan dibahas mengenai pengaruh kadar pasir terhadap jenis aspal AC 60-70 dengan kadar aspal 5 % dan 6 % untuk mendapatkan nilai VIM, VFWA, Flow, Stabilitas dan *Marshall Quotient* (QM) pada campuran HRS, sehingga nantinya dapat ditentukan kadar pasir yang diperlukan untuk masing-masing variasi campuran serta toleransi kadar pasir yang dapat dipakai.

1. Pengaruh kadar pasir terhadap nilai VIM (*Void In Mix*)

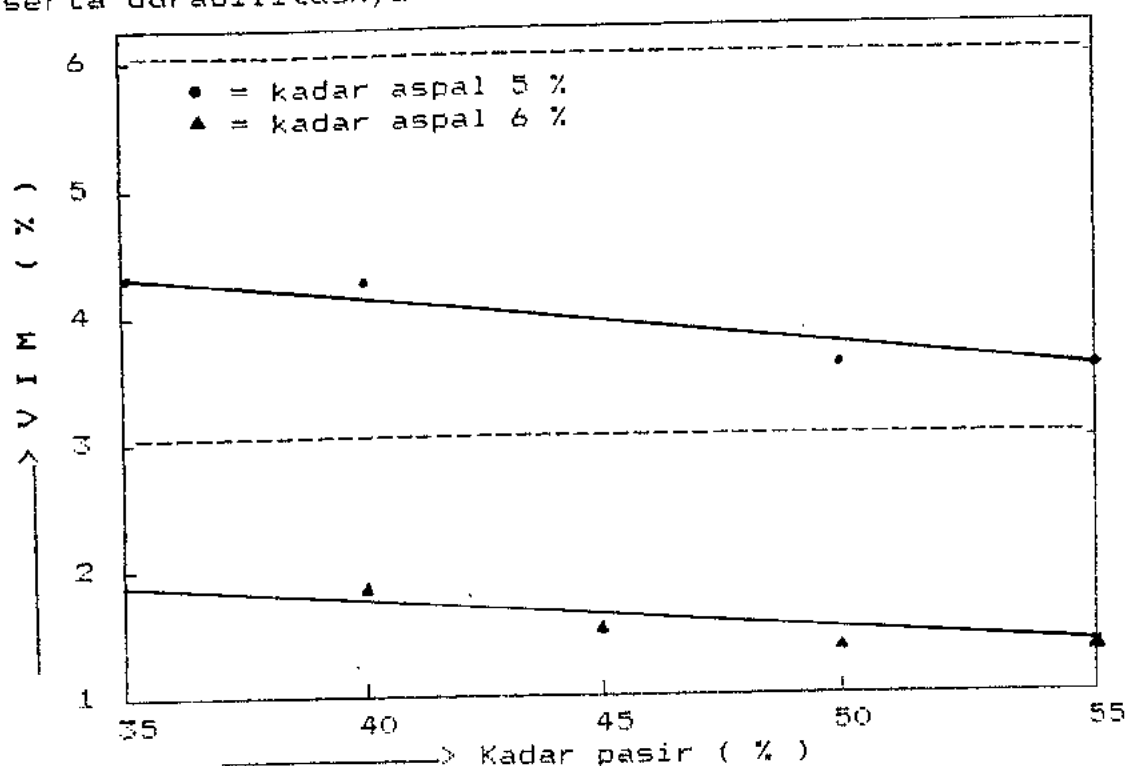
VIM menunjukkan banyaknya rongga yang terdapat dalam campuran. VIM berpengaruh terhadap kedapatan campuran, apabila nilai VIM besar berarti banyak rongga yang terjadi dalam campuran tersebut, sehingga campuran akan kurang kedap terhadap udara dan air. Adanya pori-pori ataupun celah pada perkerasan HRS, memungkinkan air masuk ke dalam perkerasan. Hal ini akan mengakibatkan berkurangnya bahkan hilangnya daya adhesi antara batuan dengan bitumen. Disam-

ping itu semakin besar pori-pori atau celah akan memudahkan masuknya oksigen ke dalam perkerasan, sehingga akan terjadi proses oksidasi terhadap bitumen yang akhirnya akan menimbulkan kerusakan. Selain itu nilai VIM juga menunjukkan nilai kekakuan campuran. Campuran yang mempunyai nilai VIM kecil menunjukkan campuran dengan kekakuan yang tinggi (campuran kaku).

Dari hasil penelitian pada gambar 6.1 terlihat bahwa nilai VIM menurun dengan bertambahnya kadar pasir. Pada kadar pasir yang sama campuran HRS yang menggunakan kadar aspal 6 % mempunyai nilai VIM yang lebih kecil dibandingkan dengan campuran yang menggunakan kadar aspal 5 %. Hal ini menunjukkan bahwa campuran dengan kadar aspal 6 % menghasilkan suatu lapis keras yang lebih rapat, karena aspal dapat menyelimuti batuan dan pasir dengan baik. Sedangkan campuran dengan kadar aspal 5 % menghasilkan rongga yang lebih besar, karena aspal tidak dapat mengisi dan menyelimuti batuan serta pasir dengan sempurna.

Nilai VIM yang disyaratkan oleh Bina Marga 1988 untuk HRS adalah sebesar 3 - 6 % seperti yang terlihat pada tabel 6.6. Lapis keras dengan $VIM < 3 \%$ (terlalu rapat), mempunyai kekuatan yang tinggi, lapis keras yang demikian jika mendapat beban lalu lintas akan mudah mengalami retak-retak karena tidak cukup lentur untuk menahan deformasi. Lapis keras dengan nilai $VIM > 6 \%$ bersifat porous, mudah terjadi oksidasi karena mudah ditembus udara dan air, yang berakibat juga aspal menjadi rapuh dan daya ikat berkurang

serta durabilitasnya menurun.



Gambar 6.1. Grafik hubungan antara kadar pasir dan VIM

Dari gambar 6.1 diatas dapat ditentukan nilai VIM yang memenuhi persyaratan Bina Marga. Adapun kadar pasir yang memenuhi syarat untuk masing-masing campuran, adalah sebagai berikut :

a). Kadar aspal 5 % dengan kadar pasir 35 % - 55 %.

b). Kadar aspal 6 % tidak memenuhi persyaratan Bina Marga karena nilai $VIM < 3$ %.

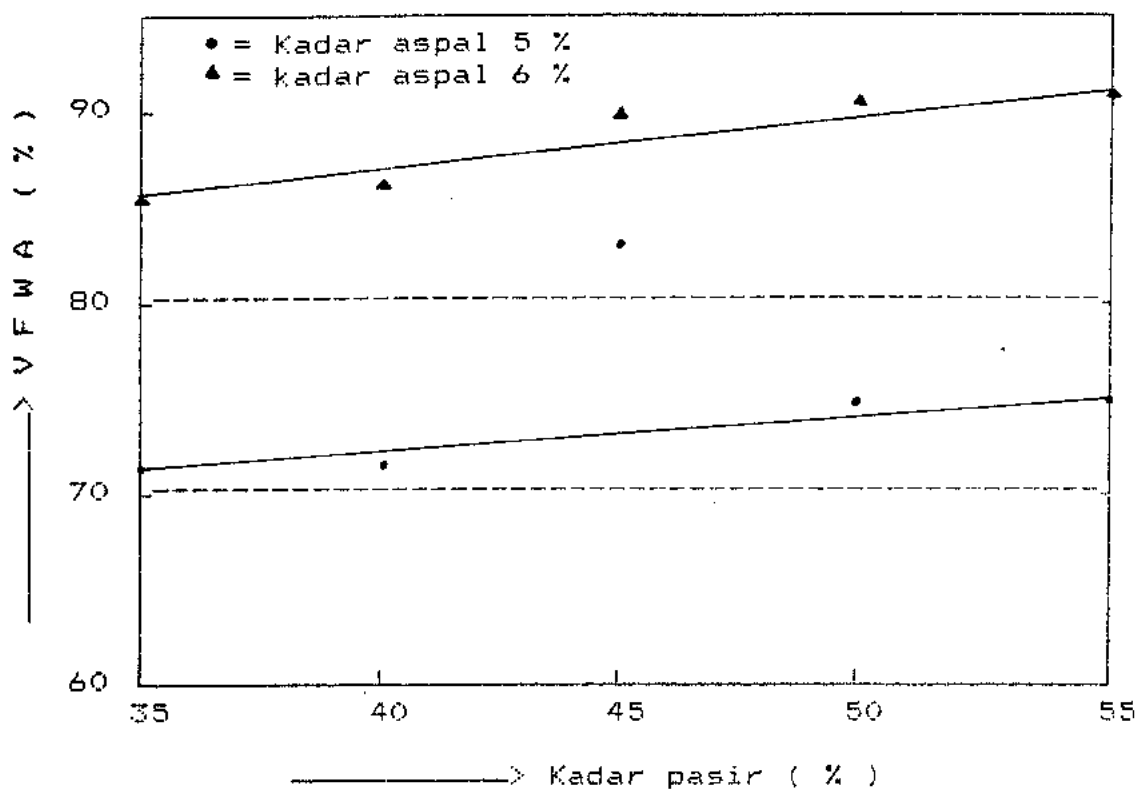
2. Pengaruh kadar pasir terhadap VFWA (Void Filled With Asphalt)

Nilai VFWA (Void Filled With Asphalt) menunjukkan banyaknya persen dari rongga yang terisi aspal. Nilai VFWA (Void Filled With Asphalt) dipengaruhi oleh jumlah kadar aspal dan jenis aspal yang digunakan, gradasi, pemadatan

dan daya serap batuan. VFWA (*Void Filled With Asphalt*) tinggi apabila jumlah aspal banyak, gradasi rapat dan pemadatan yang sempurna.

Dari hasil penelitian pada gambar 6.2 terlihat bahwa VFWA (*Void Filled With Asphalt*) naik dengan bertambahnya kadar pasir. Pada kadar pasir yang sama, campuran HRS yang menggunakan aspal 6% mempunyai nilai VFWA lebih besar daripada campuran HRS yang menggunakan aspal 5 %.

Nilai VFWA erat kaitannya dengan kekuatan campuran (adhesi), kekedapan terhadap udara dan air serta plastisitas campuran. Selain dari itu nilai VFWA menentukan stabilitas, durabilitas dan fleksibilitas campuran. Nilai VFWA yang disyaratkan oleh Bina Marga untuk campuran HRS sebesar 70 - 80 %. Campuran HRS dengan nilai VFWA terlalu rendah (< 70 %), daya ikatnya kurang sehingga stabilitasnya rendah dan akan memudahkan terjadinya oksidasi sehingga durabilitasnya rendah. Sebaliknya apabila nilai VFWA terlalu tinggi maka fleksibilitas campuran terlalu tinggi, sehingga memudahkan terjadinya deformasi apabila menerima beban lalu lintas dan selanjutnya akan memudahkan terjadinya *bleeding*, yaitu lapisan aspal meleleh keluar ke permukaan perkerasan.



Gambar 6.2. Grafik hubungan antara kadar pasir dan VFWA

Dari gambar 6.2 dapat ditentukan jumlah kadar pasir yang memenuhi syarat untuk masing-masing campuran, adalah sebagai berikut :

- a). Kadar aspal 5 % jumlah kadar pasir 35 % - 55 %
- b). Kadar aspal 6 % jumlah kadar pasir tidak memenuhi persyaratan Bina Marga Karena nilai VFWA > 80 %.

3. Pengaruh kadar pasir terhadap Stabilitas

Nilai stabilitas menunjukkan kemampuan perkerasan dalam menahan terjadinya deformasi akibat beban lalu lintas tanpa mengalami retak-retak. Stabilitas perkerasan yang terlalu tinggi menyebabkan campuran terlalu kaku sehingga mudah retak pada waktu menerima beban lalu lintas.

Dari hasil penelitian pada gambar 6.3 tampak bahwa stabilitas naik dengan bertambahnya kadar pasir sampai pada batas tertentu, kemudian jika kadar pasir ditambah nilai stabilitasnya justru mengalami penurunan. Pada penelitian ini campuran HRS yang menggunakan kadar aspal 6 % menghasilkan nilai stabilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran yang menggunakan kadar aspal 5 %. Hal ini karena aspal berfungsi sebagai bahan pengikat, sehingga agregat yang mempunyai surface texture yang kasar mempunyai sifat saling mengunci antara agregat yang tinggi, maka nilai stabilitasnya juga tinggi .

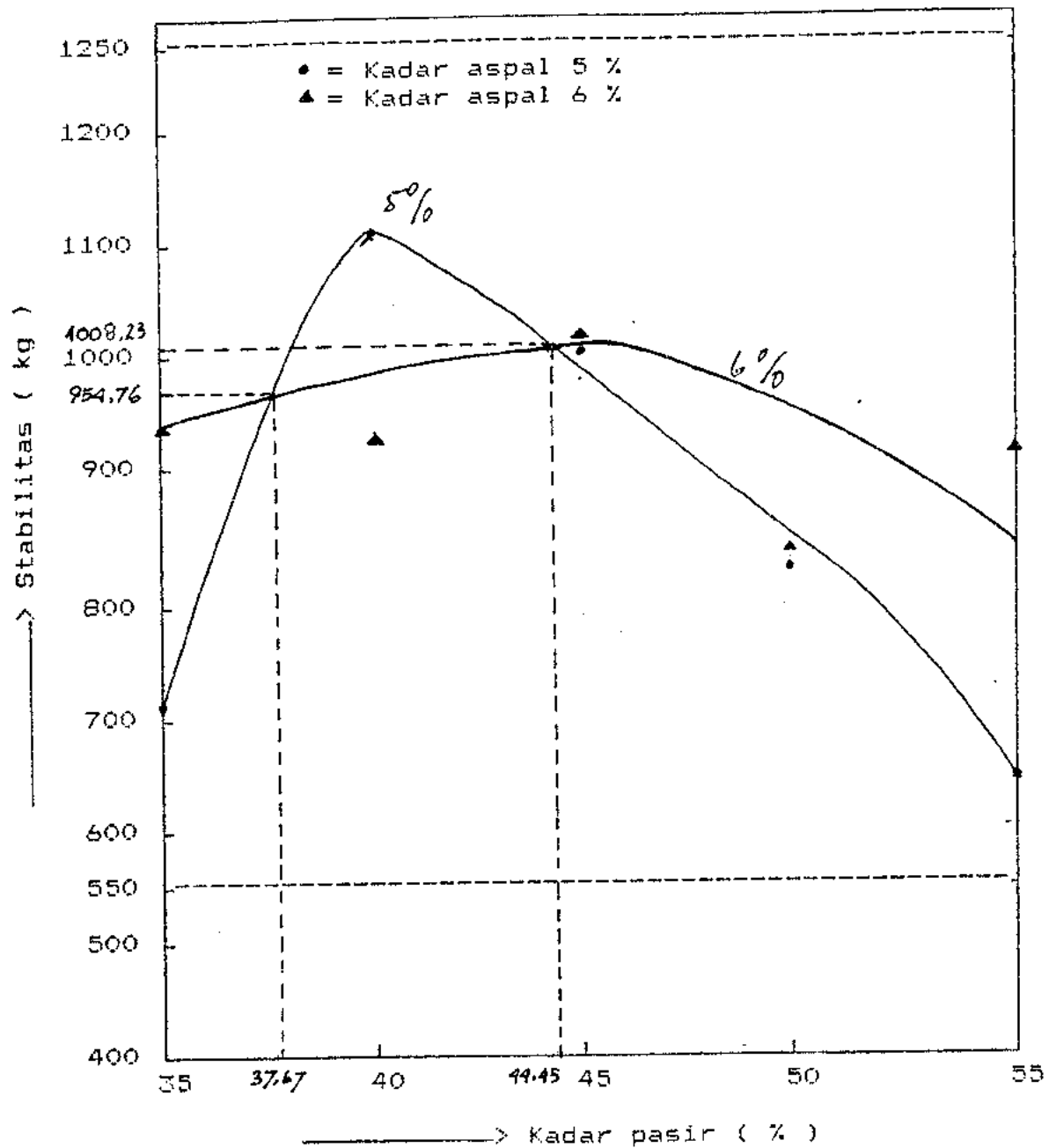
Dari gambar 6.3 hubungan antara jumlah kadar pasir dan stabilitas, terlihat bahwa pada campuran HRS yang menggunakan kadar aspal 5 % dengan penambahan jumlah kadar pasir, penurunan nilai stabilitasnya lebih kecil dibandingkan dengan campuran HRS yang menggunakan kadar aspal 6 %. Kadar pasir optimum untuk nilai stabilitas untuk pemakaian kadar aspal 5 % dan 6 % adalah antara 37,67 % - 44,45%.

Nilai stabilitas yang disyaratkan oleh Bina Marga yaitu sebesar 550 - 1250 kg. Dari gambar 6.3 dapat dilihat bahwa semua campuran HRS yang menggunakan kadar aspal 5 % dan 6 % memenuhi persyaratan Bina Marga.

Dari gambar 6.3 terlihat bahwa campuran pada penambahan kadar pasir 40 % dengan kadar aspal 5 % serta pada penambahan kadar pasir 45 % dengan kadar aspal 6 % nilai stabilitasnya menjadi bertambah besar, hal ini karena dengan penambahan kadar pasir tersebut masih

tersedia cukup bitumen untuk menyelimuti permukaan pasir sehingga akan memberikan ikatan yang kuat antar butiran. Hal tersebut dapat menaikkan nilai stabilitas campuran.

Penambahan kadar pasir selanjutnya mengakibatkan semakin berkurangnya aspal film yang menyelimuti permukaan butiran halus, sehingga mengurangi daya ikat antara agregat dan aspal. Disamping itu juga akan mengakibatkan sifat saling mengunci antar agregat menjadi berubah semakin kecil dan akan menurunkan nilai stabilitas.



Gambar 6.3. Grafik hubungan antara kadar pasir dan stabilitas

4. Pengaruh kadar pasir terhadap Flow

Kelelehan plastis (flow) menyatakan besarnya deformasi (penurunan vertikal) benda uji. Campuran yang mempunyai nilai flow rendah dengan stabilitas tinggi, cenderung

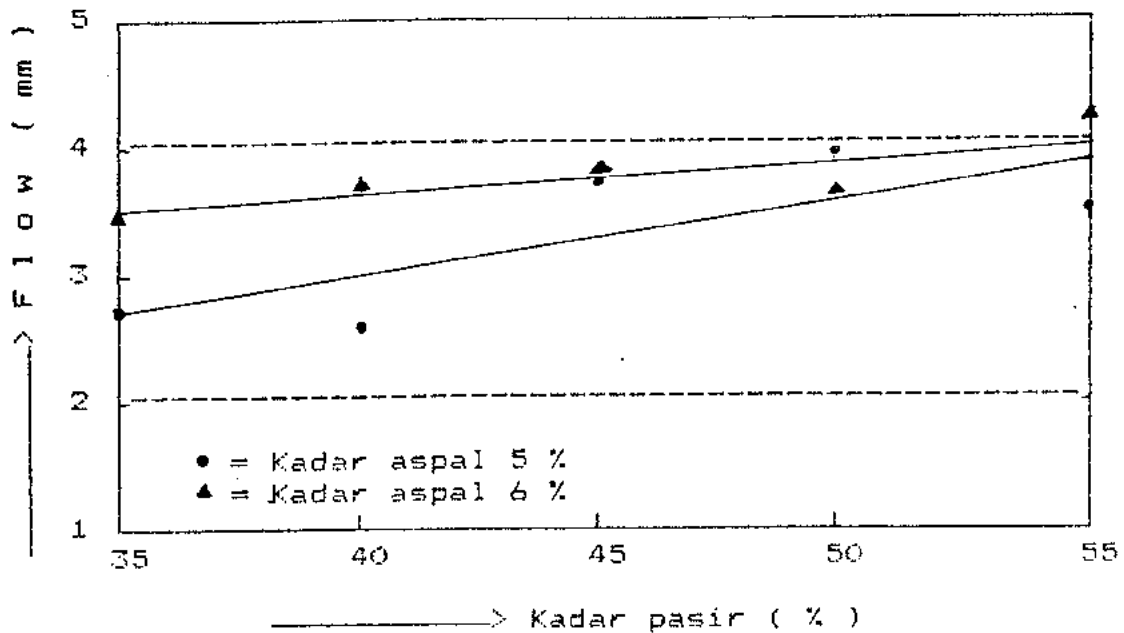
rung plastis dan mudah berubah bentuk bila mendapat beban lalu lintas.

Faktor - faktor yang mempengaruhi nilai flow, adalah antara lain : gradasi, kadar aspal, viskositas aspal, bentuk dan permukaan batuan.

Flow (kelelehan) yang disyaratkan oleh Bina Marga adalah 2 - 4 mm. Lapis keras dengan nilai flow < 2 mm campuran lebih rapat (rongga udara kecil), campuran menjadi lebih kaku sehingga pada saat menerima beban deformasi yang terjadi kecil. Sebaliknya bila nilai flow > 4 mm campuran menjadi tidak rapat (rongga udara besar), campuran tidak kaku sehingga pada saat menerima beban deformasi yang terjadi besar.

Dari gambar 6.4 tampak bahwa dengan penambahan kadar pasir nilai flownya cenderung naik, hal ini menandakan bahwa dengan bertambahnya kadar pasir campuran menjadi semakin plastis. Pada campuran HRS yang menggunakan kadar aspal 6 % lebih tinggi dibandingkan dengan nilai flow pada campuran dengan kadar aspal 5 %. Hal ini disebabkan antara lain oleh jumlah aspal yang dipakai dan juga bentuk batuan dan surface texture batuan.





Gambar 6.4. Grafik hubungan antara kadar pasir dan flow

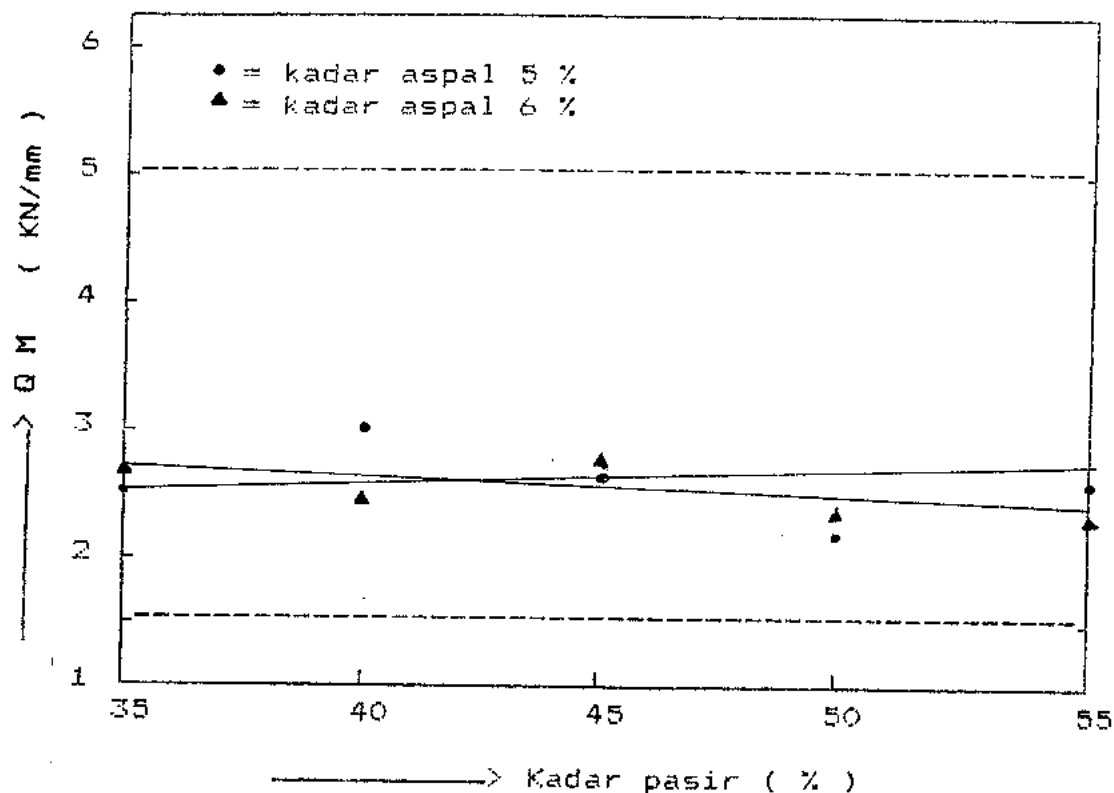
Dari gambar 6.4 nilai flow untuk campuran HRS dengan kadar aspal 5 % dan 6 % dapat memenuhi persyaratan Bina Marga.

5. Pengaruh kadar pasir terhadap Marshall Quotient (QM)

Hasil bagi Marshall Quotient adalah hasil bagi dari stabilitas dengan flow, yang digunakan untuk pendekatan terhadap tingkat kekakuan atau fleksibilitas campuran. Nilai QM yang tinggi menunjukkan dapat menyebabkan mudah timbul retak - retak, sebaliknya nilai QM yang terlalu rendah menunjukkan campuran yang terlalu fleksibel (plastis) yang akan berakibat perkerasan mudah mengalami deformasi pada waktu menerima beban lalu lintas. Nilai QM ini mencerminkan tingkat plastisitas dari lapis keras HRS.

Besarnya nilai QM sehubungan dengan penambahan kadar pasir seperti yang terlihat pada gambar 6.5. Kecenderungan

nilai QM dari penelitian ini adalah untuk campuran dengan kadar aspal 6 % mempunyai nilai QM yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran dengan kadar aspal 5 %, sehingga campuran HRS dengan kadar aspal 6 % mempunyai stabilitas yang lebih tinggi.



Gambar 6.5. Grafik hubungan antara kadar pasir dan QM

Persyaratan nilai *Marshall Quotient* untuk campuran HRS kelas B sebesar 1,5 – 5 KN/mm. Perkerasan dengan nilai $QM < 1,5$ KN/mm akan berakibat mudah terjadi *shoving* karena perkerasan terlalu plastis, hingga pada waktu menerima beban akan mudah bergeser.

Apabila nilai $QM > 5$ KN/mm, perkerasan akan berkurang nilai fleksibilitasnya dan berakibat mudah terjadinya *cracking* pada saat menerima beban lalu lintas.

6. Evaluasi hasil penelitian Laboratorium terhadap spesifikasi

Dari hasil pengujian di Laboratorium didapat hasil yang memenuhi persyaratan Bina Marga, seperti yang terdapat pada gambar 6.6 dan 6.7 berikut ini.

Karakteristik	Kadar pasir (%)				
	35	40	45	50	55
VIM (%)					
VFWA (%)					
Stabilitas (Kg)					
Flow (mm)					
QM (KN/mm)					

Gambar 6.6. Penentuan kadar pasir optimum dengan memakai kadar aspal 5 %

Karakteristik	Kadar pasir (%)				
	35	40	45	50	55
VIM (%)					
VFWA (%)					
Stabilitas (Kg)					
Flow (mm)					
QM (KN/mm)					

Gambar 6.7. Penentuan kadar pasir optimum dengan memakai kadar aspal 6 %

Dari gambar 6.6 dapat ditentukan kadar pasir optimum dengan memakai kadar aspal 5 % dengan mengambil nilai tengah dari rentang yang memenuhi persyaratan kadar pasir

optimum yang terdapat pada tabel 6.7. Sedangkan untuk kadar aspal 6 % tidak dapat ditentukan kadar pasir optimumnya, karena untuk nilai VIM (*Void In Mix* = % rongga dalam campuran) dan nilai VFWA (*Void Filled With Asphalt* = % rongga terisi aspal) tidak memenuhi persyaratan Bina Marga.

Tabel 6.7. Kadar pasir optimum masing-masing campuran

H R S	Kadar pasir (%)	
	% terhadap berat agregat	% terhadap total campuran
Kadar aspal 5 %	45	42,86
Kadar aspal 6 %	—	—

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

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan seperti yang telah diuraikan dimuka, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai VIM naik dengan bertambahnya kadar pasir sampai batas tertentu, kemudian jika kadar pasir ditambah lagi maka nilai VIM akan mengalami penurunan. Campuran HRS yang menggunakan kadar aspal 6 % mempunyai nilai VIM yang lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan kadar aspal 5 %. Nilai VIM untuk campuran yang menggunakan kadar aspal 6 % ternyata hasilnya tidak memenuhi persyaratan dari Bina Marga karena nilai $VIM < 3 \%$
2. Nilai VFWA naik dengan bertambahnya kadar pasir. Pada campuran dengan kadar pasir yang sama, ternyata nilai VFWA dengan kadar aspal 6 % hasilnya cenderung lebih besar dari pada campuran yang menggunakan kadar aspal 5 %. Campuran HRS yang menggunakan kadar aspal 6 % tidak dapat memenuhi persyaratan Bina Marga karena nilai $VFWA > 80 \%$.
3. Nilai stabilitas campuran dengan menggunakan kadar aspal 6 % menghasilkan nilai stabilitas lebih besar dibandingkan dengan campuran yang menggunakan kadar aspal 5 %.

4. Nilai flow campuran HRS dengan menggunakan kadar aspal 6 % menghasilkan nilai flow yang lebih besar dibandingkan dengan campuran yang menggunakan kadar aspal 5 %.
5. Nilai *Marshall Quotient* (QM) campuran HRS dengan menggunakan kadar aspal 6 % lebih tinggi dibandingkan dengan campuran yang menggunakan kadar aspal 5 %.
6. Dari kedua pemakaian kadar aspal yaitu 5 % dan 6 % ternyata yang dapat digunakan untuk lapis keras HRS adalah campuran dengan kadar aspal 5 %, sedangkan untuk kadar aspal 6 % tidak dapat digunakan karena nilai VIM dan VFWnya tidak memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan oleh Bina Marga.
7. Besarnya kadar pasir optimum yang diperlukan oleh campuran HRS dengan kadar aspal 5 % adalah sebesar 45 %.

B. Saran

Dari pengalaman setelah melakukan penelitian di Laboratorium maka disarankan sebagai berikut :

1. Sebelum melaksanakan penelitian hendaknya dipahami terlebih dahulu faktor-faktor yang banyak mempengaruhi terhadap hasil penelitian yang antara lain : suhu pencampuran, pemadatan, penimbangan benda uji, disamping itu juga perlu ketelitian didalam pemeriksaan bahan-bahan baik aspal maupun batuan dan agre-

gat halus, karena hal ini apabila tidak diperhatikan akan mempengaruhi hasil penelitian.

2. Perlunya diadakan pengawasan dan pengendalian mutu yang baik dan terus menerus selama proses perencanaan pencampuran dan pelaksanaan, karena hal ini sangat peka sekali terhadap kualitas hasil dari campuran HRS.
3. Mengingat pada penelitian ini menggunakan kadar pasir ada sebagian persentasenya cenderung lebih besar dari ketentuan yang ada, maka perlu ada kajian terhadap kekuatan atau perubahan strukturnya.

PENUTUP

Dengan mengucapkan rasa syukur kehadiran Allah SWT penyusun telah menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul "Pengaruh Kadar Pasir Sebagai Agregat Halus Terhadap Prilaku Campuran HRS".

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penyusun telah berusaha menyampaikan hasil penelitian secara ringkas, sistematis dan mudah dimengerti, namun karena keterbatasan waktu dan kemampuan, penyusunan Tugas Akhir ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu penyusun selalu terbuka bagi semua pihak atas kritik dan saran yang membangun guna perbaikan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penyusun ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini, semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi penyusun dan semua pembaca.