

## 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/B/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* )

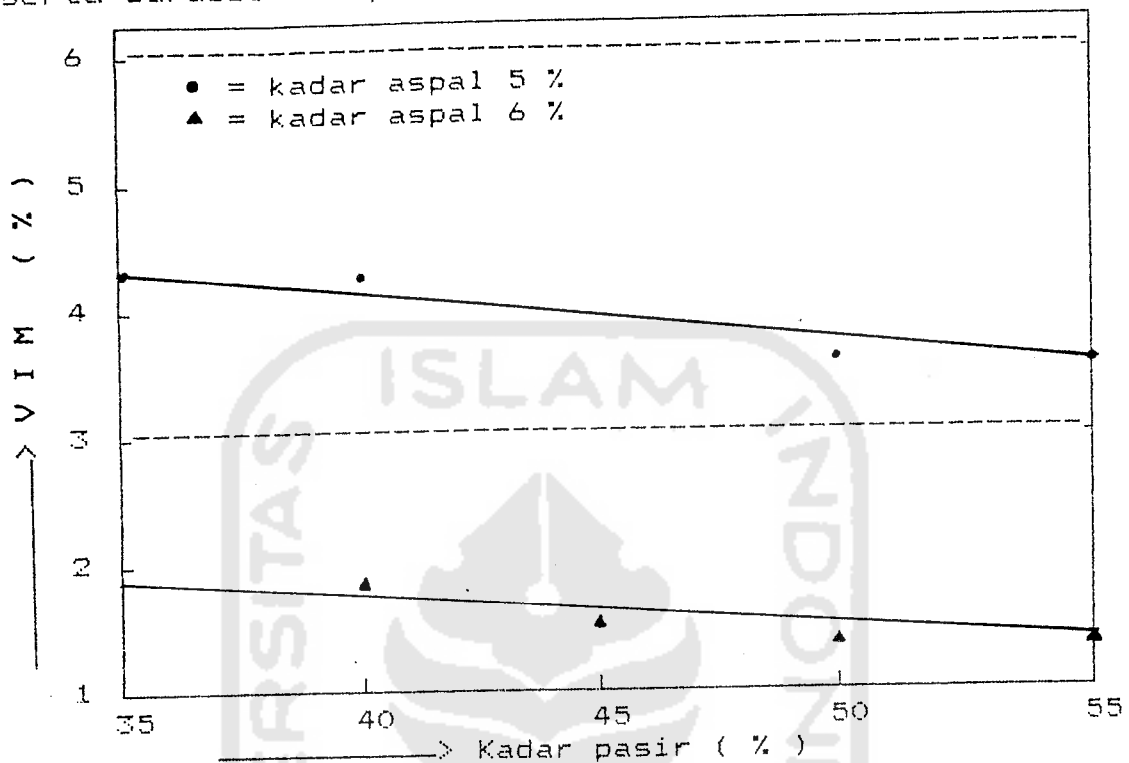
VIM menunjukkan banyaknya rongga yang terdapat dalam campuran. VIM berpengaruh terhadap kedekatan campuran, apabila nilai VIM besar berarti banyak rongga yang terjadi dalam campuran tersebut, sehingga campuran akan kurang kedap terhadap udara dan air. Adanya pori-pori ataupun celah pada perkerasan HRS, 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  $VIM < 3$  %.

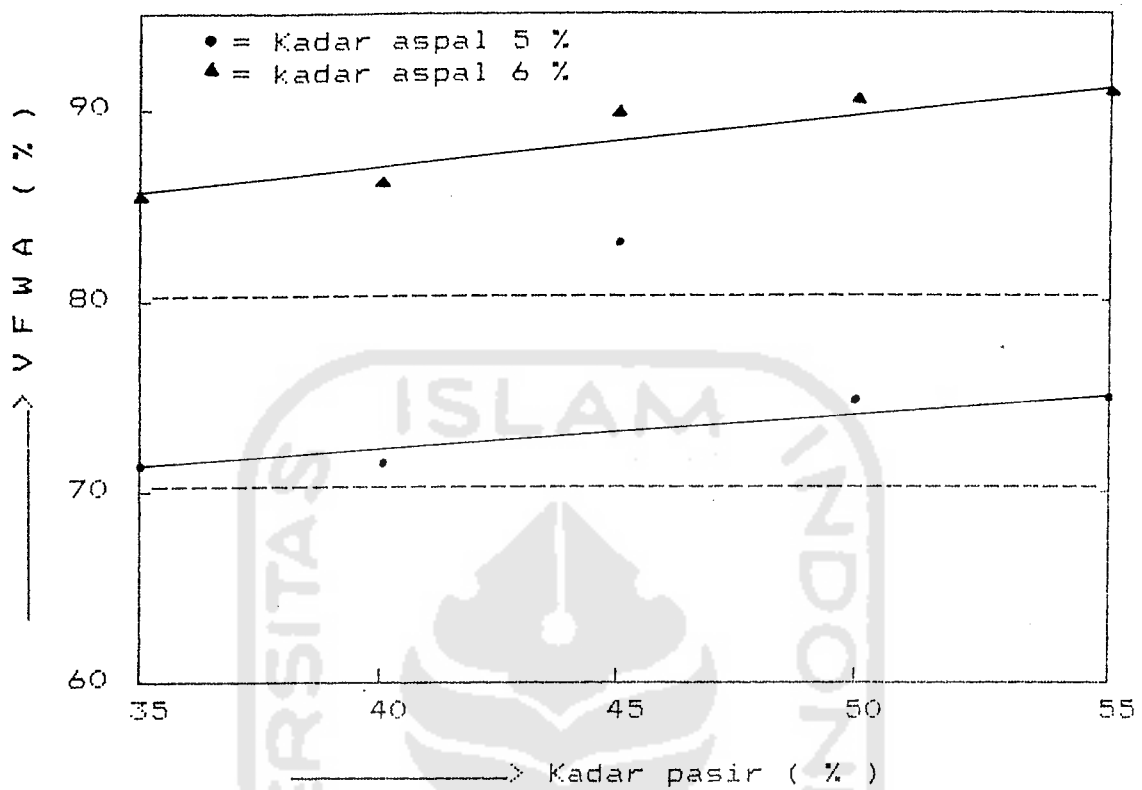
## 2. Pengaruh kadar pasir terhadap VFWA ( *Void Filled With Asphalt* )

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%.

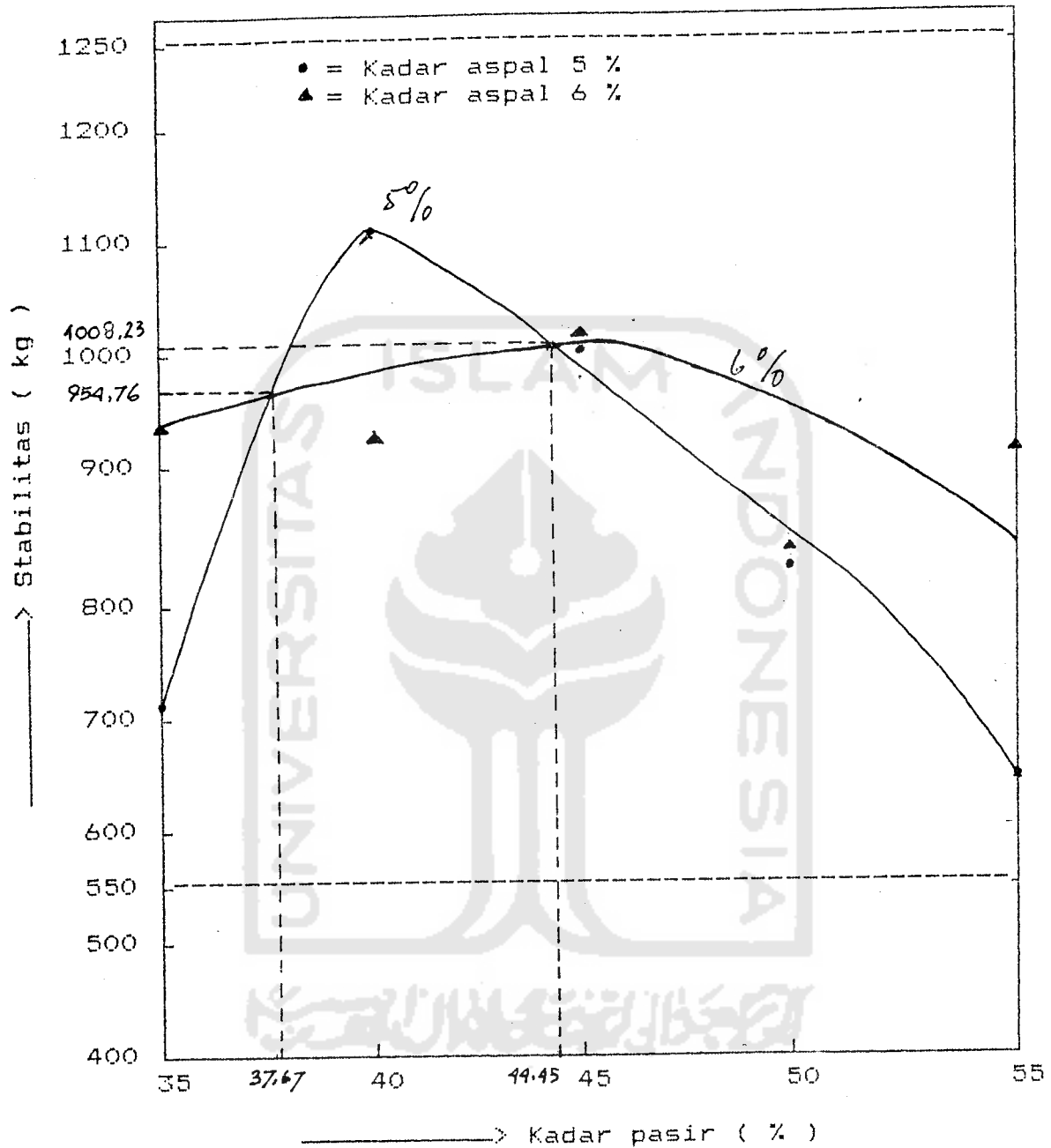
Nilai stabilitas yang disyaratkan oleh Bina Marga yaitu sebesar 550 - 1250 kg. Dari gambar 6.3 dapat dilihat bahwa semua campuran HRS yang menggunakan kadar aspal 5 % dan 6 % memenuhi persyaratan Bina Marga.

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

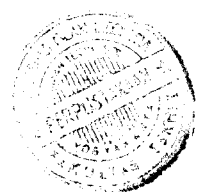
Kelelehan plastis ( flow ) menyatakan besarnya deformasi ( penurunan vertikal ) benda uji. Campuran yang mempunyai nilai flow rendah dengan stabilitas tinggi, cenderung

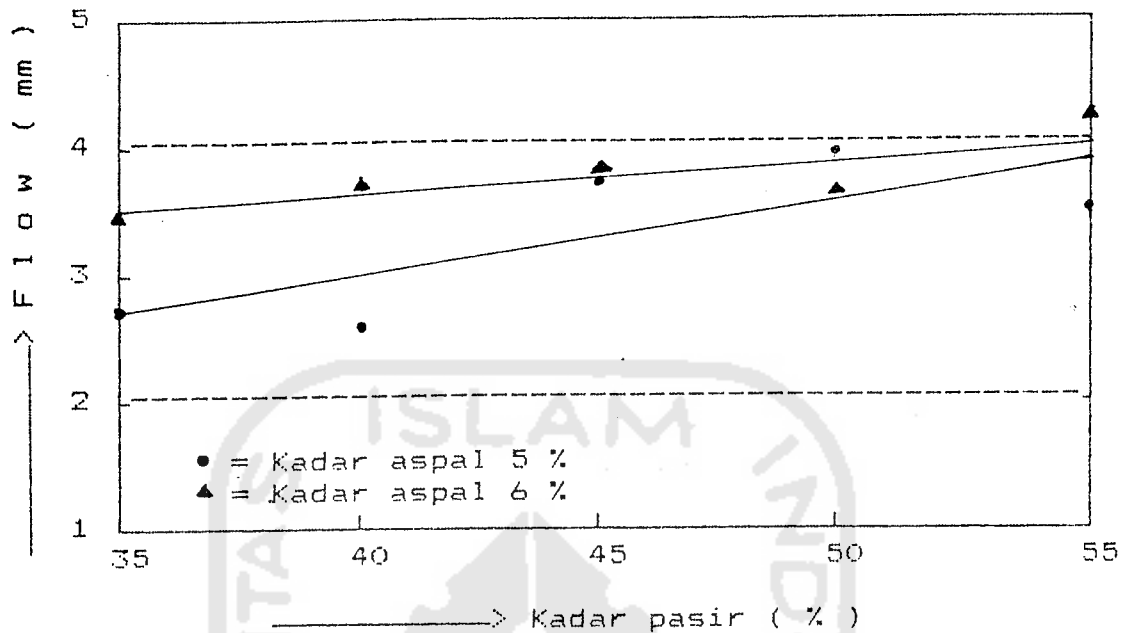
rung plastis dan mudah berubah bentuk bila mendapat beban lalu lintas.

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

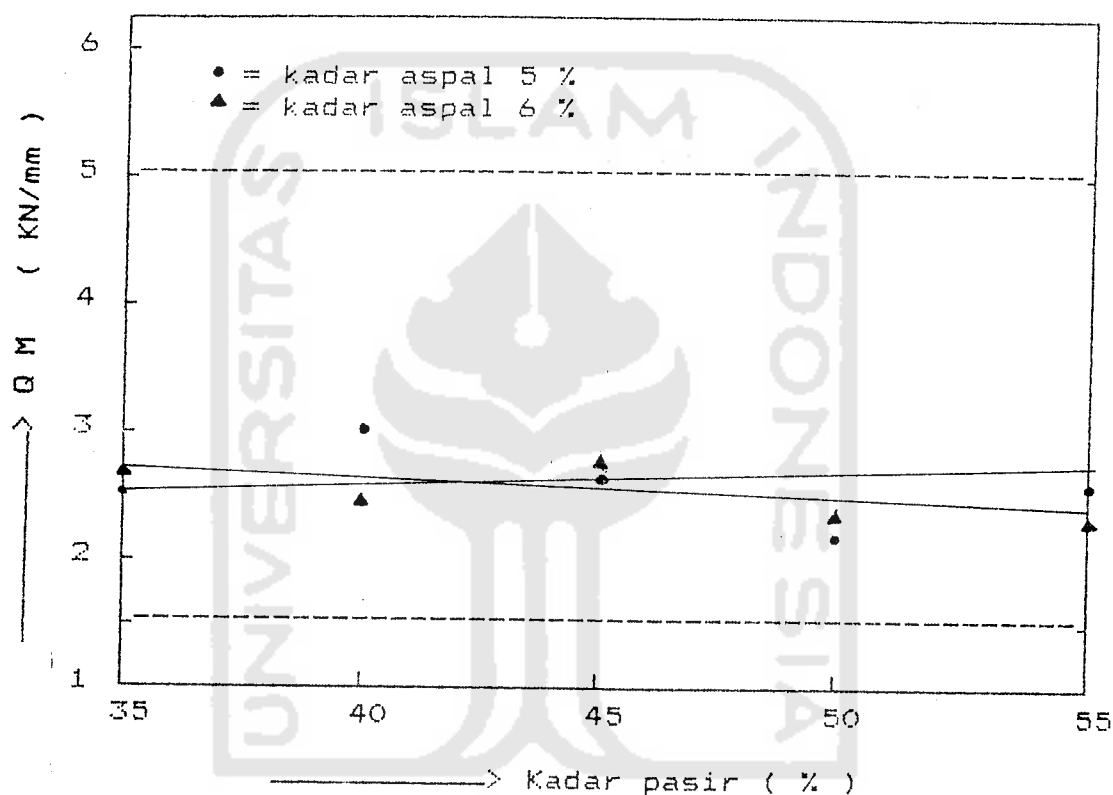
Dari gambar 6.4 nilai flow untuk campuran HRS dengan kadar aspal 5 % dan 6 % dapat memenuhi persyaratan Bina Marga.

#### 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.