BAB VI

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

6.1 Hasil Penelitian Laboratorium

6.1.1 Hasil Peneriksaan Bahan

Pemeriksaan terhadap bahan-bahan campuran *Split Mastic Asphalt* diberikan pada Tabel 6.1 s.d. 6.3 berikut ini.

Tabel 6.1 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

No.	Jenis Pemeriksaan	Syarat*)	Kali Progo	Kali Krasak
1	Keausan Agregat (Los Angeles)	≤ 40 %	31 %	53 %
2	Kelekatan terhadap Aspal	≥ 50 %	100 %	100 %
3	Penyerapan Air	≤ 3 %	1,915 %	-
4	Berat Jenis Semu	≥ 2,5	2,674	-

*)Sumber: SNI. No. 1737.1989/F jo. SKBI-2.426.1987.

Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 1, 2 dan 5.

Tabel 6.2 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

No.	Jenis Pemeriksaan	Syarat*)	Kali Progo	Kali Krasak
1	Nilai Sand Equivalent	≥ 50 %	92,08 %	84,405 %
2	Penyerapan Air	≤ 3 %	1,626 %	2,881 %
3	Berat Jenis	≥ 2,5	2,928	2,893

*)Sumber: SNI. No. 1737.1989/F jo. SKBI-2.426.1987.

Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 3, 4, 6 dan 7.

Tabel 6.3 Hasil Pemeriksaan Aspal AC 60-70

No.	Jenis Pemeriksaan	Syarat*)		Satuan	Hasil
		Min.	Maks.		
1	Penetrasi (25°C, 5 detik)	60	79	0,1 mm	66,2
2	Titik Lembek	48	58	°C	50,5
3	Titik Nyala	200	-	°C	330,3
4	Kelarutan dalam CCl4	99	-	% berat	99,01
5	Daktilitas	100	-	cm	108,3
6	Berat Jenis	1	-	-	1,015

*)Sumber: SNI. No. 1737.1989/F jo. SKBI-2.426.1987.

Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 9, 10, 11, 12, 13 dan 14.

6.1.2 Hasil Pengujian Benda Uji

Berdasarkan pengujian Marshall diperoleh nilai *density*, VITM, *flow*, VFWA dan stabilitas. Hasil pengujian tersebut diberikan pada Tabel 6.4 dan 6.5 berikut ini.

Tabel 6.4 Hasil Uji Marshall pada Campuran SMA+S dengan Agregat Halus Kali Krasak

Kadar Aspal (1)	Kode (2)	Density (gr/cc) (3)	VITM (%) (4)	Flow (mm) (5)	VFWA (%) (6)	Stabilitas (kg) (7)	Marshall Quotient (8)
6,2	6,2K1	2,3737	3,6112	2,032	80,0607	1553,94	764,73425
	6,2K2	2,3600	4,1690	2,286	77,5676	1883,74	824,03325
	6,2K3	2,3546	4,3890	2,032	76,6189	2233,42	1099,12500
	rerata	2,3628	4,0564	2,117	78,0824	1890,37	895,96417
6,5	6,5K1	2,3635	3,6279	2,540	80,6592	1835,08	722,47165
	6,5K2	2,3242	5,1914	3,048	74,1406	1468,43	481,76936
	6,5K3	2,3584	3,7965	3,556	79,9124	1559,33	438,50787
	6,5K	2,3465	4,2843	2,286	77,8140	1610,83	704,64961
	rerata	2,3482	4,2250	2,858	78,1316	1618,42	586,84962

Tabel 6.4 (lanjutan)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
6,8	6,8K1	2,3248	4,7370	2,794	76,6790	1059,84	379,32713
	6,8K2	2,3294	4,5472	2,794	77,4370	1100,17	393,75984
	6,8K3	2,3832	2,3427	2,540	87,2049	1826,94	719,26654
	rerata	2,3458	3,8756	2,709	80,4403	1328,98	497,45117
7,1	7,1K1	2,3625	2,7536	2,540	85,7175	1704,42	671,03031
	7,1K2	2,3519	3,1914	2,794	83,7528	1712,96	613,08518
	7,1K3	2,3512	3,2202	2,286	83,6264	1666,74	729,10761
	rerata	2,3552	3,0551	2,540	84,3989	1694,71	671,07437

Hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 19,20, dan 21.

Tabel 6.5 Hasil Uji Marshall pada Campuran SMA+S dengan Agregat Halus Kali Progo Hasil *Stone Crusher*

Kadar Aspal	Kode	Density (gr/cc)	VITM (%)	Flow (mm)	VFWA (%)	Stabilitas (kg)	Marshall Quotient
6,2	6,2P1	2,3467	5,2124	2,286	73,3340	1845,12	807,13736
	6,2P2	2,3439	5,3237	4,318	72,8954	1854,67	429,51969
	6,2P3	2,3506	5,0547	3,556	73,9625	1822,14	512,41282
	rerata	2,3471	5,1969	3,387	73,3973	1840,64	583,02329
6,5	6,5P1	2,3790	3,4638	3,048	81,4759	2076,92	681,40453
	6,5P2	2,3603	4,2230	2,286	78,1627	1858,40	812,95013
	6,5P3	2,3287	5,5046	2,032	73,0402	1206,07	593,53986
	rerata	2,3560	4,3971	2,455	77,5596	1713,80	695,96484
6,8	6,8P1	2,3608	3,7654	3,048	80,7707	1636,30	536,84416
	6,8P2	2,3333	4,8844	3,302	76,1930	0956,37	289,63356
	6,8P3	2,3519	4,1280	2,794	79,2401	1193,87	427,29850
	rerata	2,3487	4,2593	3,048	78,7346	1262,18	417,92541
7,1	7,1P1	2,4108	1,2788	3,048	92,9513	1679,55	551,03478
	7,1P2	2,3618	3,2837	3,302	83,4198	1200,13	363,45609
	7,1P3	2,3564	3,5045	4,572	82,4667	1231,06	269,25984
	rerata	2,3763	2,6890	3,641	86,2793	1370,25	394,58357

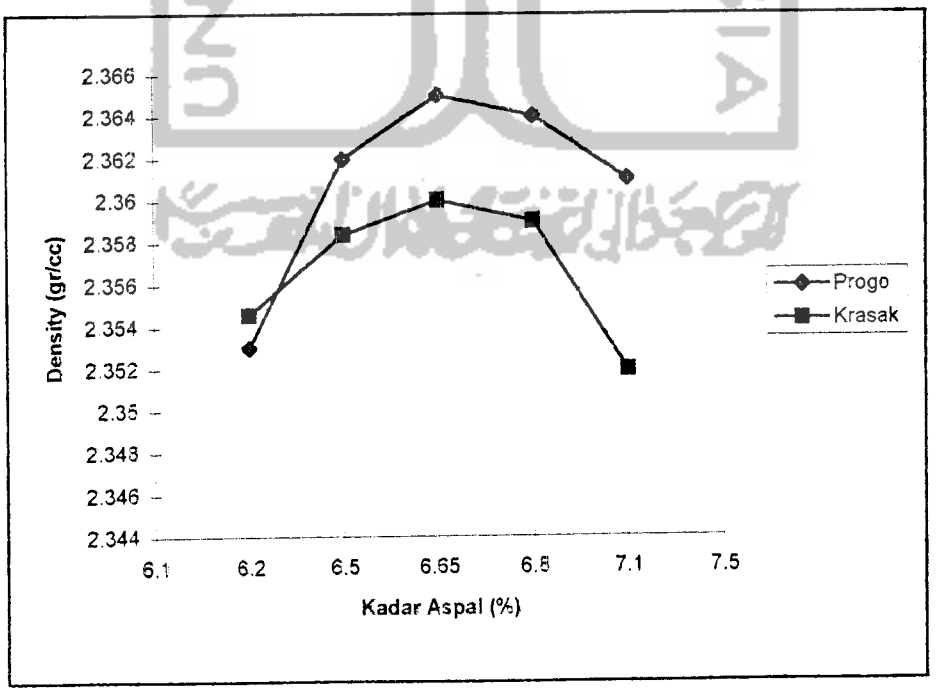
Hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 26 dan 27.

6.2 Pembahasan

6.2.1 Tinjauan terhadap Kepadatan (*Density*)

Nilai kepadatan campuran (*density*) menunjukkan derajad kepadatan suatu campuran yang telah dipadatkan. Campuran dengan *density* yang tinggi akan mampu menahan beban yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran ber-*density* rendah. Nilai *density* dipengaruhi oleh kualitas bahan dan cara pemadatan campuran tersebut. Campuran akan memiliki kepadatan yang tinggi apabila bentuk agregat tidak beraturan, porositas agregat rendah, kadar aspal cukup untuk menyelimuti permukaan agregat, pemadatan pada suhu tinggi (viskositas aspal rendah), dan cara pengerjaan yang benar.

Nilai *density* yang dihasilkan pada penelitian ini diberikan pada Gambar 6.1.



Gambar 6.1 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan *Density*

Berdasarkan Gambar 6.1 tersebut terlihat bahwa nilai *density* meningkat seiring dengan bertambahnya kadar aspal, sampai batas tertentu nilai *density* kembali menurun seiring dengan bertambahnya kadar aspal.

Nilai *density* campuran SMA+S yang menggunakan agregat halus Kali Krasak (selanjutnya disebut campuran agregat halus Kali Krasak) lebih rendah daripada campuran SMA+S yang menggunakan agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* (selanjutnya disebut campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher*). Nilai *density* maksimum campuran agregat halus Kali Krasak dan campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* masing-masing adalah 2,3619 dan 2,3665, keduanya dicapai pada kadar aspal optimum 6,65%.

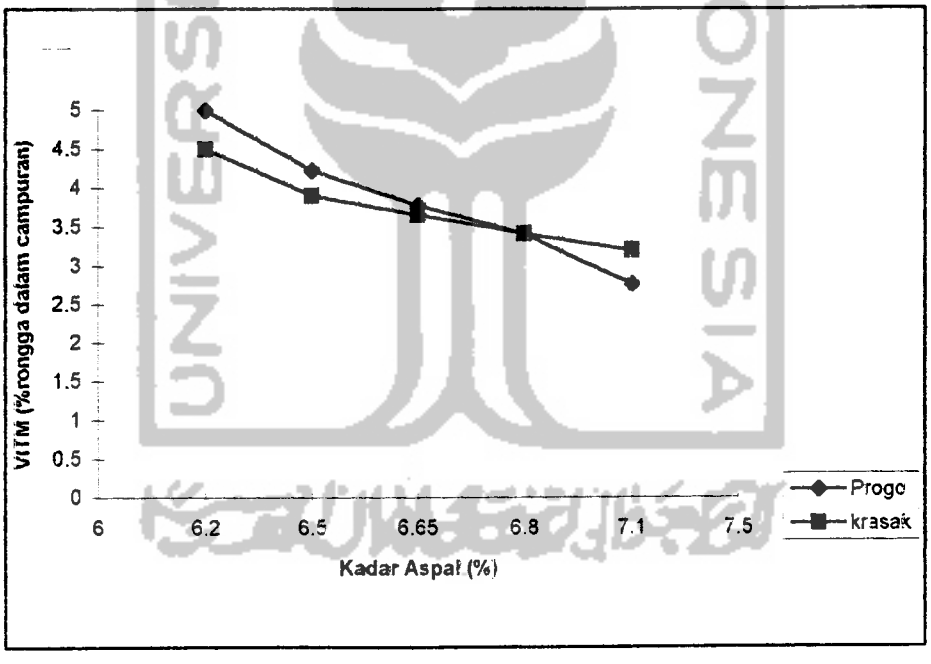
Mengacu pada Tabel 6.2 tentang penyerapan air, nilai penyerapan air pada agregat halus Kali Krasak lebih tinggi daripada agregat halus hasil Kali Progo hasil *stone crusher*, masing-masing adalah 2,881% dan 1,626%. Angka ini menunjukkan bahwa porositas agregat halus Kali Krasak lebih besar daripada agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher*. Porositas juga menunjukkan volume rongga yang terdapat dalam campuran. Berdasarkan Gambar 6.1 terlihat bahwa kenaikan *density* agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* lebih besar daripada penurunan akibat rongga udara (*void*). Kenaikan *density* lebih dominan disebabkan oleh berat jenis agregat. Hal itu dapat ditinjau pada hasil pemeriksaan agregat halus yang diberikan pada

Tabel 6.2, terlihat bahwa berat jenis agregat halus Kali Krasak lebih rendah daripada berat jenis agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher*, masing-masing 2,893 dan 2,928.

6.2.2 Tinjauan terhadap VITM (*Void In The Mix*)

Volume rongga dalam campuran (VITM) dinyatakan dalam persen rongga dalam campuran total. Nilai VITM berpengaruh terhadap kekedapan campuran.

Nilai VITM yang dihasilkan pada penelitian ini diberikan pada Gambar 6.2 sebagai berikut ini.



Gambar 6.2 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan VITM

Berdasarkan Gambar 6.2 di atas terlihat bahwa nilai VITM berkurang dengan meningkatnya kadar aspal dalam campuran. Bertambahnya kadar aspal dalam campuran, menyebabkan rongga dalam campuran terisi oleh aspal.

Persentase rongga yang disyaratkan adalah 3 - 5%. Lapis keras yang mempunyai nilai VITM kurang dari 3% mudah terjadi *bleeding*. Akibat tingginya temperatur perkerasan, aspal akan mencair dan pada saat perkerasan menerima beban, aspal mengalir di antara rongga agregat. Sebaliknya nilai VITM lebih besar dari 5% menunjukkan banyak terjadi rongga dalam campuran. Campuran tidak rapat dan tidak kedap terhadap udara dan air. Aspal mudah teroksidasi sehingga ikatan agregat terhadap aspal menjadi lemah. Aspal tidak lagi menjadi bahan pengikat, sehingga agregat tidak saling mengunci (saling lepas).

Agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* memiliki tekstur permukaan halus. Agregat halus Kali Krasak memiliki tekstur permukaan kasar dan tajam. Keadaan ini menyebabkan kemampuan saling mengunci antar agregat (*interlocking*) pada campuran agregat halus kali krasak lebih baik daripada campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher*. *Interlocking* mempengaruhi keadaan rongga udara yang terbentuk di antara partikel agregat. Rongga udara yang terbentuk pada campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* lebih besar daripada campuran agregat halus Kali Krasak. Hal tersebut menyebabkan nilai VITM pada campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* lebih tinggi daripada campuran agregat halus Kali Krasak.

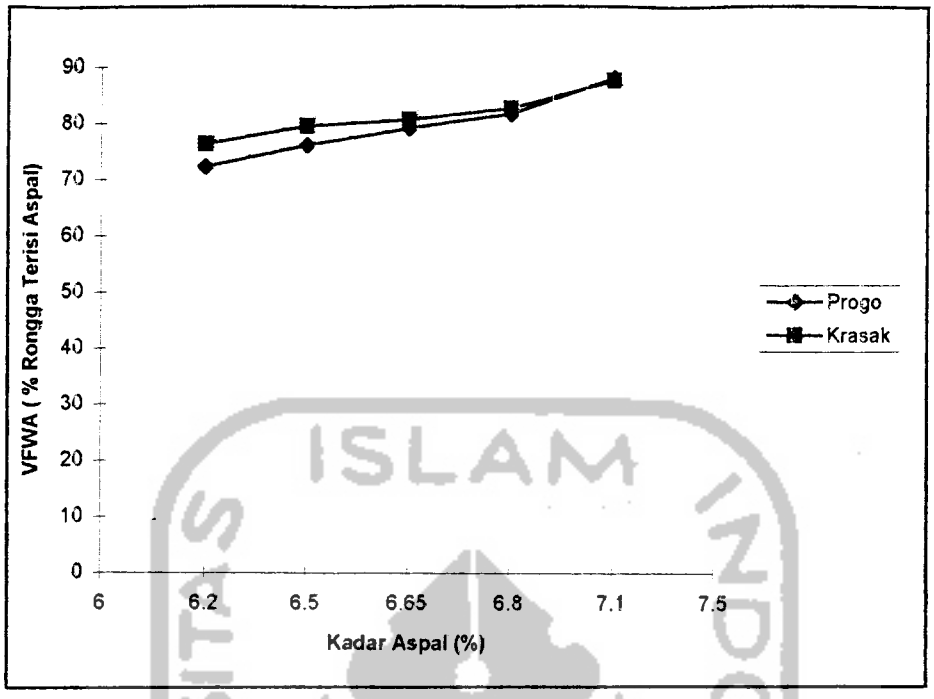
Nilai VITM campuran agregat halus Kali Krasak dapat memenuhi persyaratan (3 - 5%) pada variasi kadar aspal

yang digunakan, yaitu 6,2%, 6,5%, 6,8% dan 7,1%. Tetapi nilai VITM campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* yang memenuhi syarat hanya pada variasi kadar aspal 6,2%, 6,5% dan 6,95%.

6.2.3 Tinjauan terhadap VFWA (*Void Filled With Asphalt*)

Nilai VFWA menunjukkan persentase rongga yang terisi aspal. Nilai VFWA menentukan keawetan suatu perkerasan. Nilai VFWA dipengaruhi oleh kadar aspal yang digunakan. Jika kadar aspal terlalu banyak maka rongga udara yang tersisa semakin kecil. Saat perkerasan menerima beban lalu lintas yang berulang, menyebabkan terjadinya pemadatan kembali. Jika pemadatan akibat beban tersebut didukung oleh suhu perkerasan yang relatif tinggi, maka kekentalan aspal menjadi turun. Hal tersebut menyebabkan nilai VFWA menjadi besar.

Nilai VFWA yang dihasilkan pada penelitian ini diberikan pada Gambar 6.3 sebagai berikut ini.



Gambar 6.3 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan VFWA

Berdasarkan Gambar 6.3 di atas terlihat bahwa nilai VFWA meningkat dengan bertambahnya kadar aspal dalam campuran. Bertambahnya kadar aspal dalam campuran, menyebabkan rongga antar agregat terisi oleh aspal.

Nilai rata-rata VFWA campuran agregat halus Kali Krasak dan campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* masing-masing adalah 83,4616% dan 80,5557% (syarat VFWA > 75%). Keduanya dicapai pada kadar aspal optimum 6,65%. Gambar 6.3 tersebut menunjukkan juga bahwa nilai VFWA campuran agregat halus Kali Krasak lebih tinggi daripada campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher*. Nilai VFWA campuran agregat halus Kali Krasak dapat memenuhi persyaratan (> 75%) pada variasi kadar aspal yang digunakan, yaitu 6,2%, 6,5%, 6,8% dan 7,1%.

nilai VFWA campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* yang memenuhi syarat hanya pada variasi kadar aspal 6,35%, 6,8% dan 7,1%.

Nilai VFWA berhubungan erat dengan nilai VITM. Telah diuraikan di bagian 6.2.2 Tinjauan terhadap VITM, bahwa apabila nilai VITM besar berarti banyak rongga yang terdapat dalam campuran tersebut. Gambar 6.2 menunjukkan bahwa nilai VITM besar terjadi pada kadar aspal yang rendah. Seiring dengan bertambahnya kadar aspal, nilai VITM semakin kecil. Hal tersebut terjadi pada campuran agregat halus Kali Krasak, kadar aspal 6,2%, 6,65% (optimum) dan 7,1% masing-masing mempunyai nilai VITM rata-rata 4,0564%, 3,5093% dan 3,0551%. Campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* pada kadar aspal 6,2%, 6,65% (optimum) dan 7,1% masing-masing mempunyai nilai VITM rata-rata 5,1969%, 3,7519% dan 2,6890%.

Berkaitan dengan hal di atas, kadar aspal yang rendah mengakibatkan rongga yang diisi aspal (VFWA) juga rendah. Seiring dengan bertambahnya kadar aspal, rongga yang diisi aspal (VFWA) bertambah. Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 6.3 di atas. Hal tersebut terjadi pada campuran agregat halus Kali Krasak, kadar aspal 6,2%, 6,65% (optimum) dan 7,1% masing-masing mempunyai nilai VFWA rata-rata 78,0824%, 83,4616% dan 84,3989%. Campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* pada kadar aspal 6,2%, 6,65% (optimum) dan 7,1% masing-masing mempunyai nilai VFWA rata-rata 73,3973%, 80,5557% dan

86,2793%.

Kadar aspal yang rendah menunjukkan berat aspal dalam total campuran juga rendah. Permukaan agregat hanya dilapisi oleh lapisan tipis aspal, sehingga rongga antar agregat yang diisi aspal juga rendah. Sebaliknya, pada kadar aspal yang tinggi, berat aspal dalam campuran juga lebih tinggi. Permukaan agregat dilapisi aspal yang lebih tebal. Lapisan aspal yang lebih tebal pada permukaan agregat memungkinkan aspal untuk mengisi rongga antar agregat.

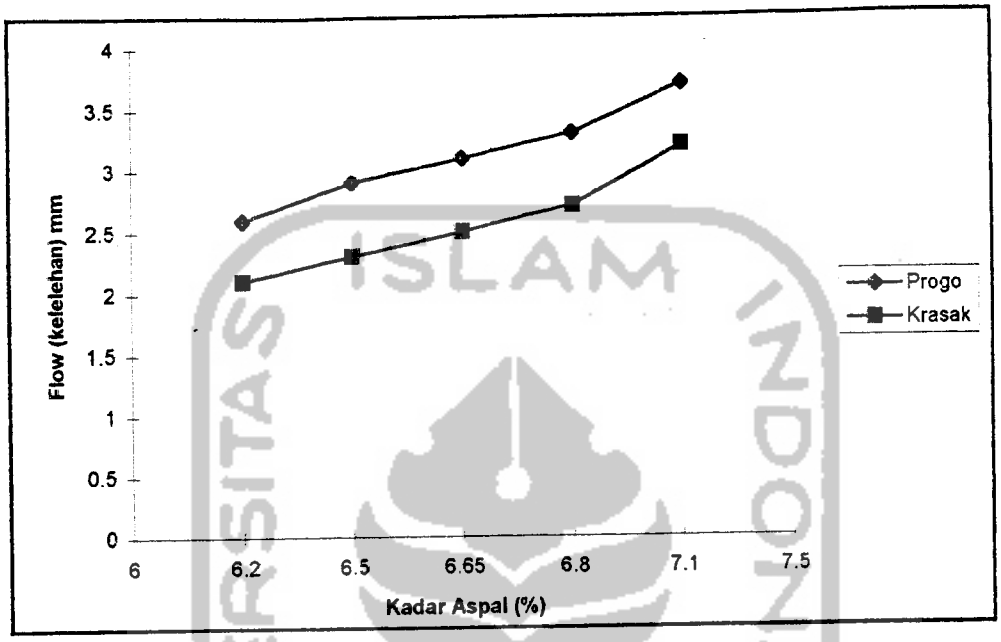
Berdasarkan hasil pemeriksaan agregat yang diberikan pada Tabel 6.2 di awal Bab VI ini, menunjukkan bahwa persentase penyerapan-air pada agregat halus Kali Krasak dan agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* masing-masing adalah 2,881% dan 1,626%. Perbedaan nilai penyerapan tersebut menyebabkan rongga yang diisi aspal (VFWA) pada campuran agregat halus Kali Krasak lebih besar dari campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher*.

6.2.4 Tinjauan terhadap *Flow*

Kelelehan (*flow*) menunjukkan besarnya deformasi campuran benda uji beton aspal akibat beban yang bekerja padanya. Campuran yang memiliki nilai *flow* sangat rendah dan tingginya nilai stabilitas *Marshall* menunjukkan perkerasan bersifat getas dan kaku. Sebaliknya nilai *flow* yang tinggi menunjukkan campuran bersifat plastis dan

mudah terjadi perubahan bentuk akibat beban lalu lintas.

Nilai *flow* yang dihasilkan pada penelitian ini diberikan pada Gambar 6.4 sebagai berikut ini.



Gambar 6.4 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan *Flow*

Berdasarkan Gambar 6.4 di atas terlihat bahwa nilai *flow* meningkat seiring dengan bertambahnya kadar aspal. Nilai *flow* campuran agregat halus Kali Krasak lebih rendah daripada campuran agregat halus Kali Progo. Gambar 6.4 menunjukkan campuran agregat Kali Krasak pada kadar aspal 6,2%, 6,65% (optimum) dan 7,1% masing-masing mempunyai nilai *flow* 2,1%, 2,5% dan 3,2%. Campuran agregat Kali Progo pada kadar aspal 6,2%, 6,65% (optimum) dan 7,1% masing-masing mempunyai nilai *flow* 2,6%, 3,1% dan 3,7%.

Pembebanan pada campuran benda uji menimbulkan tekanan pada susunan agregat. Tekanan pada susunan agregat menyebabkan gerakan di antara agregat dan menimbulkan

deformasi. Gerakan agregat lebih mudah terjadi dengan adanya lapisan aspal pada permukaannya. Semakin tebal lapisan aspal pada permukaan agregat, deformasi yang terjadi semakin besar.

Telah disebutkan pada bagian 6.2.3 bahwa nilai VFWA campuran agregat halus Kali Krasak lebih tinggi daripada campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher*. Nilai VFWA yang besar pada campuran agregat halus Kali Krasak tidak menjamin nilai *flow* campuran tersebut menjadi besar. Nilai *flow* dipengaruhi pula oleh nilai penyerapan air. Nilai penyerapan air pada agregat menunjukkan nilai penyerapan aspal. Nilai penyerapan agregat halus Kali Krasak terhadap aspal lebih besar dari campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher*. Hal tersebut menyebabkan aspal dapat masuk lebih jauh ke dalam pori agregat. Aspal yang lebih banyak terserap ke dalam pori agregat menyebabkan aspal yang menyelimuti permukaan agregat menjadi tipis. Tipisnya aspal yang menyelimuti permukaan agregat menyebabkan nilai *flow* pada campuran agregat halus Kali Krasak lebih kecil dari campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher*.

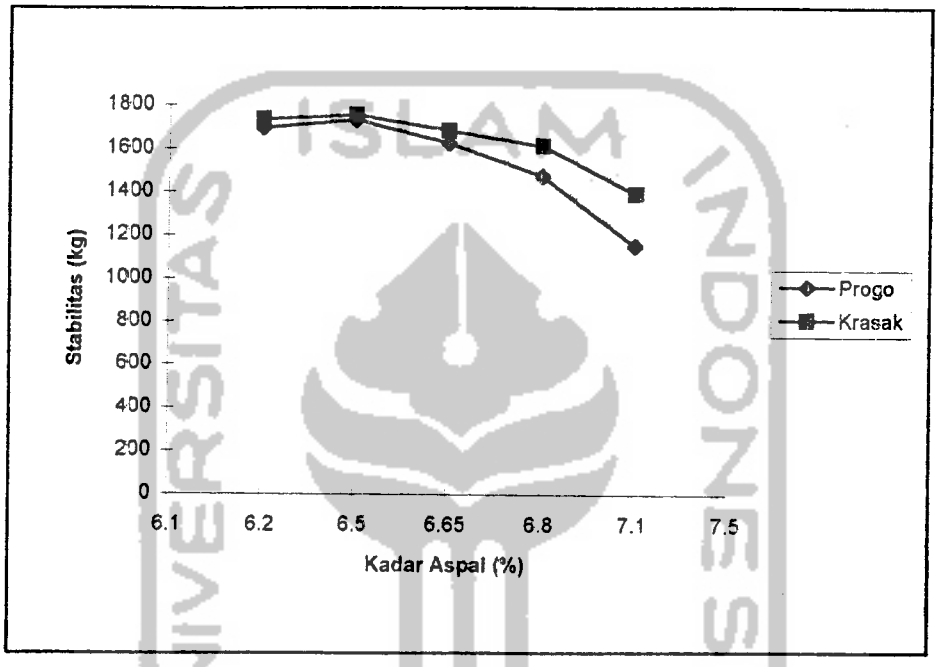
6.2.5 Tinjauan terhadap Stabilitas

Stabilitas menunjukkan kemampuan perkerasan untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas. Deformasi yang terjadi berbentuk gelombang, alur, maupun *bleeding*.

Stabilitas, pada pengujian Marshall, adalah kemampuan

suatu campuran (*Split Mastic Asphalt*) untuk menerima beban hingga terjadi kelelehan plastis yang dinyatakan dalam satuan kilogram (kg).

Nilai stabilitas yang dihasilkan pada penelitian ini diberikan pada Gambar 6.5 sebagai berikut ini.



Gambar 6.5 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan Stabilitas

Berdasarkan Gambar 6.5 di atas terlihat bahwa nilai stabilitas meningkat seiring dengan bertambahnya kadar aspal, sampai batas tertentu nilai stabilitas kembali menurun seiring dengan bertambahnya kadar aspal.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa campuran agregat halus Kali Krasak pada kadar aspal 6,2%, 6,65% (optimum) dan 7,1% masing-masing mempunyai nilai stabilitas rata-rata 1890,37 kg, 1771,99 kg, dan 1694,71 kg. Campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* pada kadar aspal 6,2%, 6,65% (optimum) dan 7,1% masing-masing

mempunyai nilai stabilitas rata-rata 1840,64 kg, 1737,34 kg dan 1370,25 kg. Nilai stabilitas campuran agregat halus Kali Krasak lebih tinggi daripada campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher*. Nilai stabilitas yang dicapai oleh masing-masing jenis campuran agregat halus tersebut melebihi nilai minimum stabilitas spesifikasi yaitu 750 kg. Nilai tersebut dicapai pada semua variasi kadar aspal yang digunakan, yaitu 6,2%, 6,5%, 6,8% dan 7,1%.

Beberapa hal yang mempengaruhi nilai stabilitas terdiri atas ketahanan terhadap gesekan antar agregat, bentuk agregat, bentuk permukaan agregat, kepadatan (*density*) campuran, dan kemampuan saling mengunci (*interlocking*) antar agregat.

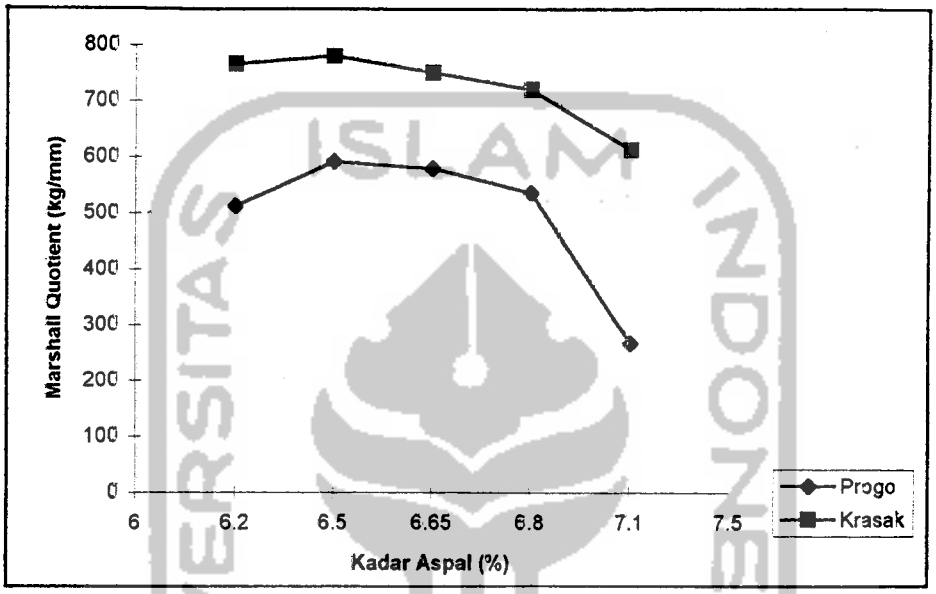
Agregat halus Kali Krasak memiliki bentuk tidak beraturan dan memiliki tekstur permukaan kasar dan tajam. Lebih kasar dan tajam dibandingkan dengan agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher*. Tekstur permukaan agregat tersebut akan meningkatkan kemampuan *interlocking* antar agregat, yang akan meningkatkan stabilitas campuran.

6.2.6 Tinjauan terhadap MQ (*Marshall Quotient*)

Marshall Quotient (MQ) merupakan hasil bagi dari stabilitas dengan kelelehan (*flow*), yang digunakan sebagai pendekatan terhadap tingkat kekakuan suatu campuran. Stabilitas tinggi yang disertai dengan kelelehan (*flow*) rendah akan menghasilkan perkerasan yang terlalu kaku, sehingga mudah getas. Sebaliknya, stabilitas yang rendah

dengan kelelehan (*flow*) yang tinggi (campuran terlalu plastis) berakibat perkerasan akan mengalami deformasi yang besar bila menerima beban lalu lintas.

Nilai *Marshall Quotien* yang dihasilkan pada penelitian ini diberikan pada Gambar 6.6 berikut ini.



Gambar 6.6 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan *Marshall Quotient*

Berdasarkan Gambar 6.6 terlihat bahwa nilai *Marshall Quotient* meningkat seiring dengan bertambahnya kadar aspal, sampai batas tertentu nilai *Marshall Quotient* kembali menurun seiring dengan bertambahnya kadar aspal.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa campuran agregat halus Kali Krasak pada kadar aspal 6,2%, 6,65% (optimum) dan 7,1% masing-masing mempunyai nilai *Marshall Quotient* rata-rata 764,734 kg/mm, 750,000 kg/mm, dan 613,085 kg/mm. Campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* pada kadar aspal 6,2%, 6,65% (optimum) dan 7,1% masing-masing mempunyai nilai *Marshall Quotient*

rata-rata 512,413 kg/mm, 580,000 kg/mm, dan 269,260 kg/mm. Nilai *Marshall Quotient* campuran agregat halus Kali Krasak lebih tinggi daripada campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher*. Hal tersebut menunjukkan bahwa campuran agregat halus Kali Krasak dan campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* memiliki nilai kekakuan yang tinggi. Nilai *Marshall Quotient* berdasarkan spesifikasi teknis SMA dari *Heavy Loaded Road Improvement Project* (Bina Marga) adalah 190 - 300 kg/mm.

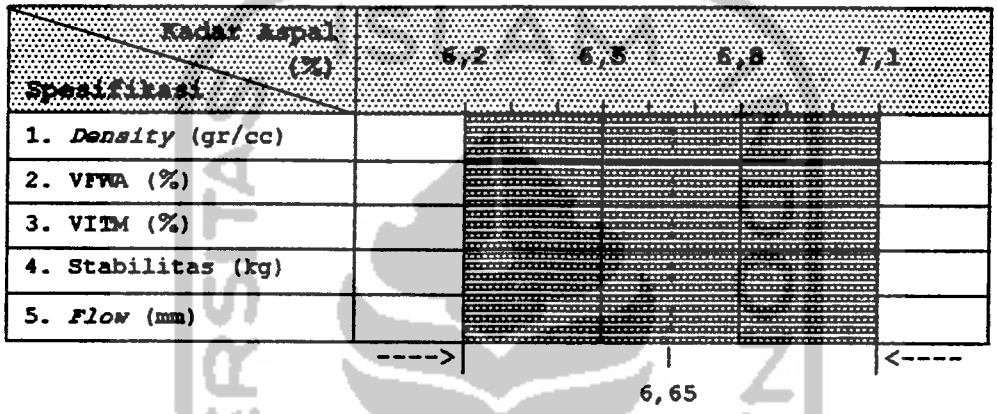
Tingginya nilai *Marshall Quotient* yang dicapai pada penelitian ini (>300 kg/mm) dipengaruhi oleh nilai stabilitas yang dicapai, yaitu antara 956 - 2076 kg. Nilai tersebut memang lebih besar dari 750 kg, sebagaimana nilai stabilitas yang disyaratkan. Nilai kelelehan (*flow*) yang disyaratkan berada di antara 2 - 4 mm.

6.2.7 Penentuan Kadar Aspal Optimum

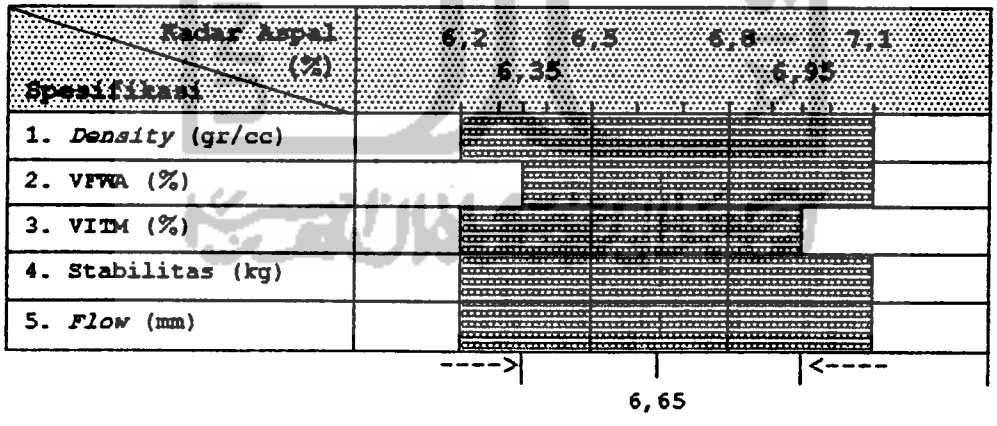
Kadar aspal optimum adalah jumlah aspal yang digunakan dalam campuran agar dapat mencapai persyaratan berdasarkan *density*, VITM, *flow*, VFWA dan stabilitas. Penentuan kadar aspal optimum pada campuran menggunakan metode Bina Marga. Nilai kadar aspal optimum diperoleh dengan cara sebagai berikut ini. Rentang kadar aspal yang memenuhi spesifikasi berdasarkan nilai *density*, VITM (3%-5%), *flow* (2mm-4mm), VFWA (>75%) dan stabilitas (>750 kg) diplotkan pada tabel *spec*-kadar aspal. Nilai-nilai tersebut diambil dari grafik pada Gambar 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, dan 6.6.

Berdasarkan garis yang telah diplotkan pada tabel *spec* kadar aspal, dicari batas terdalam dari kanan maupun dari kiri tabel tersebut. Nilai tengah di antara kedua batas tersebut merupakan kadar aspal otimum.

Kadar aspal optimum yang dihasilkan pada penelitian ini diberikan pada Gambar 6.7 dan 6.8 sebagai berikut ini.



Gambar 6.7 Kadar Aspal Optimum Campuran Agregat Halus Kali Krasak



Gambar 6.8 Kadar Aspal Optimum Campuran Agregat Halus Kali Progo Hasil *Stone Crusher*

Berdasarkan Gambar 6.7 dan 6.8 terlihat bahwa kadar aspal optimum untuk kedua campuran dicapai pada 6,65%. Tidak terdapat perbedaan kadar aspal optimum pada campuran

agregat halus Kali Krasak maupun pada campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher*. Kadar aspal optimum yang telah dicapai pada penelitian ini adalah kadar aspal terhadap campuran total, sehingga kadar aspal optimum ini sekaligus merupakan kadar aspal disain. Campuran agregat halus Kali Krasak memiliki rentang kadar aspal pada 6,2% hingga 7.1%. Campuran agregat halus Kali Progo hasil *stone crusher* memiliki rentang kadar aspal yang lebih sempit yaitu 6,35% hingga 6,95%.

Kadar aspal optimum yang telah didapatkan ini menjadi acuan disain campuran yang dapat memenuhi semua nilai parameter Marshall. Hasil pengujian dengan kadar aspal optimum diberikan pada Tabel 6.6 sebagai berikut ini.

Tabel 6.6 Hasil Test Marshall pada Campuran SMA+S dengan Agregat Halus Kali Krasak dan Agregat Halus Kali Progo Hasil *Stone Crusher* pada Kadar Aspal Optimum 6,65%

Kadar Aspal	Kode	Density (gr/cc)	VITM (%)	Flow (mm)	VFWA (%)	Stabilitas (kg)	Marshall Quotient
6,65	6,65K1	2,3438	4,2475	2,794	78,2046	1867,57	668,42019
	6,65K2	2,3651	3,3786	3,048	87,9878	1688,47	553,96129
	6,65K3	2,3768	2,9017	3,810	84,1924	1759,95	461,92835
	rerata	2,3619	3,5093	3,217	83,4616	1771,99	561,43661
6,65	6,65P1	2,3805	3,1839	3,556	83,0466	1711,88	481,40636
	6,65P2	2,3531	4,2991	3,302	78,1945	1698,91	514,50951
	6,65P3	2,3660	3,7727	4,064	80,4260	1801,23	443,21555
	rerata	2,3665	3,7519	3,641	80,5557	1737,34	479,71047

Hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 26, 27 dan 30.