

**PENGARUH *DUST PROPORTION* TERHADAP
KARAKTERISTIK MARSHALL PADA CAMPURAN
*SPLIT MASTIC ASPHALT***

Makmun R. Razali

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu, Jl. W.R. Supratman,
Kandang Limun, Bengkulu 3837, e-mail: maomoon@ymail.com

Abstrak

Split Mastic Asphalt (SMA) dikembangkan untuk mendapatkan suatu lapis permukaan yang mampu memberikan ketahanan maksimum terhadap pengausan oleh ban kendaraan (*wearing resistance*) sekaligus memberikan ketahanan maksimum terhadap deformasi lalu lintas berat. Untuk perkembangan selanjutnya dan pengalaman ini SMA cocok untuk pembangunan jalan baru, rehabilitasi jalan dan pemeliharaan jalan. Penelitian ini untuk mengetahui pengaruh *dust proportion* batu kapur super lolos #325 sebagai *filler* pengganti pada campuran SMA *grading* 0/11 terhadap karakteristik Marshall. Hasil penelitian menunjukkan nilai *density* dan stabilitas terhadap *dust proportion* cenderung *fluktuatif*, nilai VMA, VFA dan nilai *Flow* menunjukkan penurunan sedangkan nilai *Marshall Quotient* terhadap *dust proportion* menunjukkan peningkatan.

Kata kunci : batu kapur, *dust proportion*, SMA

Abstract

Split Mastic Asphalt (SMA) was developed to obtain a surface layer that is able to provide maximum wearing resistance while providing maximum resistance to deformation heavy traffic. For further developments and experience SMA is suitable for the construction of new roads, road improvement and maintenance of roads. This research to determine the effect of the proportion of limestone dust super escaped # 325 as a substitute filler in a mixture of SMA grading characteristics 0/11 against Marshall. The results show the value of density and stability against dust proportion tends to fluctuate, the value of VMA, VFA and Flow values showed a decrease while Marshall Quotient values against dust proportion showed an increase.

Keywords: limestone, dust proportion, SMA

PENDAHULUAN

Jalan memegang peranan yang sangat penting termasuk pada negara yang sedang berkembang seperti Indonesia. Kelancaran pembanguana di Indonesia yang meliputi pembangunan disegala bidang baik ekonomi, politik maupun sosial budaya sangat tergantung pada kelancaran hubungan antar daerah. Berangkat dari pentingnya itulah maka pemerintah melakukan pembangunan prasarana transportasi, baik berupa pembukaan jalan baru, peningkatan jalan dari segi kualitas dan kuantitas, maupun pemeliharaan jalan yang sudah ada, sesuai tuntutan perkembangan lalu lintas. Untuk melayani tuntutan perkembangan lalu lintas yang selalu meningkat setiap waktu maka diperlukan teknologi perkerasan jalan yang memenuhi persyaratan aman, nyaman dan ekonomis.

Campuran agregat aspal merupakan campuran aspal dengan agregat dengan bergfradasi tertentu dengan perbandingan tertentu. Campuran agregat terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan filler. Masing-masing bahan penyusun campuran harus memenuhi spesifikasi tertentu, misalnya satu kondisi dimana *filler* berasal dari sumber lain atau dengan menggunakan bahan yang berbeda, maka berat jenis *filler* pengganti harus digunakan untuk memberikan koreksi atas komposisi (volume) bahan susun agregat aspal (Totomihardjo, 1998).

Selama ini campuran agregat aspal menitik beratkan pada pemakaian debu batu sebagai bahan pengisi (*filler*). Masalah yang timbul kemudian, bahwa pemakaian debu batu membutuhkan waktu dan biaya yang lebih untuk menyediakannya, oleh karena itu diperlukan suatu pemikiran untuk mendapatkan alternatif pemilihan bahan yang lain yang memenuhi syarat dan mudah mendapatkannya serta mempunyai nilai

ekonomis. Berdasarkan hal tersebut maka dicoba untuk memanfaatkan batu kapur.

Tujuan dari penelitian adalah untuk memperoleh data yang akurat dari penggunaan beberapa kadar kapur super #325 sebagai bahan pengisi (*filler*) campuran *Split Mastic Asphalt* (SMA) *grading* 0/11 tanpa bahan tambah *additive* terhadap berbagai kadar aspal yang memenuhi syarat ditinjau dari sifat-sifat Marshall, yaitu kerapatan campuran, stabilitas, presentase rongga terisi aspal, presentase rongga dalam campuran, kelelahan, perbandingan aspal.

Split Mastic Asphalt

Split Mastic Asphalt dikembangkan untuk mendapatkan suatu lapis permukaan yang mampu memberikan ketahanan maksimum terhadap pengausan oleh ban kendaraan (*wearing resistance*) sekaligus memberikan ketahanan maksimum terhadap deformasi lalu lintas berat. Selain itu kekesatan yang baik dan kemampuan untuk meningkatkan titik lembek aspal dapat dihasilkan oleh SMA sehingga dapat bertahan terhadap panas permukaan jalan

SMA terdiri dari agregat kasar dan *mastic asphalt* berupa campuran agregat halus, *filler* dan aspal yang saling mendukung dalam bentuk campuran SMA dengan bahan tambah / *additive*.

SMA terbagi 3 jenis menurut *grading*, yaitu:

1. SMA *grading* 0/11, yaitu campuran SMA yang memiliki butiran agregat ukuran maksimum 11 mm. SMA *grading* 0/11 ini digunakan untuk lapis *wearing course* pada jalan dengan ketebalan lapisan 3 cm – 5 cm.
2. SMA *grading* 0/8, yaitu campuran SMA yang memiliki butiran agregat dengan ukuran maksimum 8 mm. SMA *grading* 0/8 ini digunakan pada lapisan ulang (*overlay*) *wearing course* pada jalan

lama dengan ketebalan lapisan 2cm – 4cm.

3. SMA *grading* 0/5, yaitu campuran SMA yang memiliki butiran agregat ukuran maksimum 11 mm. SMA *grading* 0/11 ini digunakan untuk lapis lapis tipis permukaan betujuan pemeliharaan dan perbaikan jalan dengan ketebalan 1,5cm – 3 cm.

Tabel 1. Spesifikasi SMA *grading* 0/11

NO	Jenis Pemeriksaan	Persyaratan
1	Agregat < 0,09 mm, % berat >2 mm, % berat >5 mm, % berat >8 mm, % berat > 11,2 mm, % berat	8-13 70-80 50-70 ≥25 ≤10
2	Aspal a. Jenis b. Kadar, % berat	AC 60/70 6,8-7,4
3	Additive a. Jenis b. Kadar, % berat	CF31500 0,3
4.	Kriteria dari Marshall a. Pemadatan, tumbukan b. Stabilitas, kg c. Rongga terisi aspal d. Rongga dalam campuran, % campuran e. Kekelahan (<i>flow</i>), mm. f. Indeks perendaman 48 jam, % g. <i>Marshall Quotient</i>	2x75 670 76-82 3-5 2-4 75 190-300
5.	Tebal pengaspalan, cm	3-5
6.	Derajat kepadatan, %	≥70

Sumber Bina Marga 1983

Filler Batu Kapur Super

Filler yang digunakan adalah kapur super yang merupakan hasil pemecahan batu. Batu kapur yang mengandung kalsium karbonat (CaCO_3) dikategorikan sebagai berikut (Totomihardjo, 1998):

- a. Kapur tohor, yaitu hasil penggilingan batu kapur yang diproses dengan menggunakan *Jaw Crusher*, *Hammer Mill* dan dilembutkan dengan *Ball Mill* sehingga berbentuk serbuk atau tepung.
- b. Kapur Padam, yaitu hasil pemadaman kapur tohor.
- c. Kapur super, yaitu kapur tohor yang kandungan CaCO_3 nya lebih besar atau sama dengan 90% yang juga diproses dengan *Jaw Crusher*, *Hammer Mill*, dan dilembutkan dengan *Ball Mill* sehingga

berbentuk serbuk atau tepung dan kadar airnya maksimum 1 %.

Agregat

Agregat secara umum adalah batuan yang sudah di pecah. Agregat merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan yaitu mengandung 90-95% agregat berdasarkan prosentase berat atau 75-85% berdasarkan prosentase volume, dengan demikian daya dukung, keawetan dan mutu perkerasan jalan juga ditentukan juga dari sifat agregat dari hasil campuran agregat dengan material lainnya. Berdasarkan ukuran partikelnya, agregat dibedakan atas agregat kasar dan agregat halus serta *filler*.

Agregat kasar adalah agregat yang memiliki ukuran lebih dari 2,38 mm atau agregat yang tertahan saringan no.8. Agregat halus adalah agregat yang memiliki ukuran antara 0,075 mm hingga 2,38 mm (lolos saringan no.8 dan tertahan pada saringan no.200). pengisi / *filler* yaitu butiran yang lebih kecil dari 0,075 mm atau agregat yang lolos saringan no.200. *Filler* digunakan sebagai pengisi rongga-rongga antara agregat halus (Sukirman, 1992).

Aspal

Aspal merupakan senyawa hidrokarbon, komposisi aspal terdiri dari *asphaltenes* dan *maltenes*. Aspal yang dipergunakan pada konstruksi perkerasan jalan berfungsi sebagai bahan pengikat yang memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan antar aspal itu sendiri. Aspal juga berfungsi sebagai bahan pengisi yang mengisi rongga antara butir-butir agregat dan pori-pori yang ada dari agregat itu sendiri. Aspal harus mempunyai daya tahan terhadap cuaca, mempunyai adhesi dan kohesi yang baik dan memberikan sifat elastik yang baik.

Campuran SMA dengan agregat bergradasi terbuka (*open graded*) membutuhkan kadar aspal yang tinggi, aspal yang digunakan

sebagai bahan ikat dan pengisi rongga antar agregat harus distabilkan dengan bahan tambahan/ additive. Stabilisasi ini akan meningkatkan titik lembek (*softening point*) aspal, meningkatkan adhesi aspal terhadap agregat serta menaikkan viskositas aspal sehingga mencegah pengaliran aspal (*drain out*) dari campuran serta mencegah terjadinya segregasi dan *bleeding*.

Aspal merupakan bahan pengikat agregat agregat. Jika kadar aspal lebih tinggi maka campuran akan menjadi lebih rapat dalam arti semakin banyak rongga-rongga yang diisi oleh aspal dan sebaliknya jika kadar aspal semakin rendah maka semakin banyak rongga dalam campuran tersebut. Campuran yang memiliki banyak rongga akan menyebabkan perkerasan akan menjadi rapuh. Kadar aspal yang sangat tinggi akan membuat ikatan yang baik tapi mempunyai dampak negatif, yaitu aspal naik kepermukaan dan pada temperatur yang tinggi fungsi aspal berubah menjadi pelicin. Kadar aspal yang terlalu tinggi atau diatas nilai optimum mengakibatkan kerusakan lapisan perkerasan seperti akibat kegemukan (*bleeding/flushing*) dan keriting (*corrugation*). Pada kadar aspal optimum kekakuan aspal akan menjadi maksimum.

Marshall Properties

Pengujian Marshall menghasilkan parameter-parameter yang disebut Marshall Properties terdiri dari kepadatan (*density*), rongga terisi aspal (VFA), rongga terhadap campuran (VIM), stabilitas, Kelelahan (*flow*) dan *Marshall Quotient* (AASHTO, 1982)

Kepadatan (*density*) dinyatakan dalam berat campuran yang diuku terhadap satuan volume. Faktor-faktor yang mempengaruhi adalah kadar aspal dan kekentalan aspal. Campuran dengan kepadatan tinggi mengakibatkan kemampuan menahan beban lalu lintas yang lebih baik dan kekakuan yang lebih tinggi terhadap air dan udara.

VMA (*void in the mineral aggregate*) adalah suatu nilai yang menunjukkan prosentase rongga terhadap agregat dalam volume campuran. Jika nilai VMA terlalu kecil maka lapisan aspal yang dapat menyelimuti agregat menjadi tipis dan mudah teroksidasi, tetapi apabila nilai VMA terlalu besar akan mengakibatkan terjadinya *bleeding*

VFA (*voids filled with asphalt*) adalah suatu nilai yang menunjukkan prosentase rongga dalam agregat padat yang terisi aspal. Jika nilai VFA terlalu besar akan mengakibatkan naiknya aspal ke permukaan pada suhu perkerasan tinggi, tetapi jika nilai VFA terlalu kecil maka campuran akan bersifat porous dan mudah teroksidasi.

VIM (*voids in the mix*) adalah nilai yang menunjukkan prosentase rongga udara yang ada dalam volume campuran. Nilai ini disebut juga porositas. Bertambahnya kadar aspal dalam campuran akan menurunkan nilai porositas. Hal ini disebabkan karena semakin banyak rongga yang terisi oleh aspal. Faktor yang mempengaruhi nilai porositas adalah suhu pemadatan, gradasi, energi pemadatan dan kadar aspal.

Stabilitas berarti kemampuan lapis perkerasan dalam menahan deformasi permanen seperti gelombang dan alur maupun *bleeding*. Faktor-faktor yang mempengaruhi stabilitas adalah suhu pemadatan campuran, gradasi agregat, jenis dan kadar aspal, kekakuan mastic serta kohesi

Kelelahan (*flow*) adalah nilai yang menunjukkan besarnya deformasi vertikal benda uji yang terjadi mulai saat awal pembebanan sampai kondisi kestabilan mulai menurun. Faktor yang mempengaruhi nilai kelelahan adalah kadar dan viskositas aspal, suhu, gradasi dan jumlah pemadatan. Nilai *flow* yang besar membuat campuran bersifat plastis. Hal ini akan mengakibatkan lebih mampu mengikuti deformasi akibat

beban laulintas, tetapi jika flow terlalu kecil akan mengisyaratkan bahwa campuran tersebut rongga yang tak terisi aspal atau dengan kata lain kadar aspal terlalu rendah. Kondisi ini akan mengakibatkan terjadinya retak dini (durabilitas rendah).

Marshall Quotient (MQ) merupakan perbandingan atau hasil bagi stabilitas dengan nilai kelelahan (*flow*). Nilai Marshall quotient memberikan nilai terhadap fleksibilitas campuran. Semakin besar nilai *Marshall quotient* maka campuran lapisan perkerasan tersebut bersifat semakin kaku, sebaliknya semakin rendah nilai Marshall Quotient maka campuran lapis perkerasan tersebut semakin bersifat lentur.

Dust Proportion (DP) merupakan perbandingan dari prosentase *filler* dan prosentase aspal efektif dalam campuran agregat aspal. Aspal efektif adalah kadar aspal yang diserap oleh agregat. Nilai dust proportion ini dapat digunakan untuk memperkirakan sifat campuran aspal. Nilai DP yang tinggi menunjukkan kadar *filler* dalam campuran tinggi dan kadar aspal rendah, akibatnya campuran sulit dipadatkan. Kemudian, nilai DP yang rendah menunjukkan kadar aspal dalam campuran terlalu banyak, sehingga campuran juga sulit dipadatkan karena campuran cenderung menjadi lunak. Nilai DP berkisar antara 0,6 - 1,2 berlaku untuk semua jenis campuran agregat aspal (the asphalt institute,1996).

METODA PENELITIAN

Pengujian Bahan

Penelitian dilakukan dengan menguji seluruh bahan yang akan dilakukan pengujian, antara lain pengujian aspal yaitu penetrasi, titik leleh, titik nyala, daktilitas, kehilangan berat, kelarutan dalam CCL₄, berat jenis, penetrasi. Pengujian agregat kasar dan agregat halus yaitu; keausan dengan mesin *Los Angeles*, kelekatan

terhadap aspal, peresapan agregat terhadap air, berat jenis, *sand equivalent*, gradasi. Pengujian *Filler* yaitu; lolos saringan no.200 dan berat jenis.

Perancangan campuran

Gradasi agregat dalam penelitian ini diambil pada nilai rerata (*mean*) untuk tiap nomor saringan (butiran tertahan). Berat tertahan setiap saringan yang dibutuhkan dihitung sesuai dengan prosen tertahan (Anonim,1983). Untuk agregat tertahan pada *pan* tidak dipergunakan dan diganti dengan menggunakan *filler* kapur super lolos #325. Gradasi agregat untuk campuran SMA Grading 0/11 disajikan Tabel 2.

Tabel 2 Gradasi Agregat Campuran *Split Mastic Asphalt Grading 0/11*

Saringan		Spesifikasi Lolos	
(mm)	(#)	Range (%)	Mean (%)
12,7	½	100	100
9,52	3/8	70-80	75
4,76	4	30-50	40
2,38	8	20-30	25
0,074	200	8-13	10,5

Sumber: Bina Marga 1993

Campuran *Split Mastic Asphalt* dirancang dengan menggunakan jenis aspal penetrasi 60/70 dengan kadar variasi 6%; 6,5%; 7%; 7,5%; 8%. Sedangkan untuk filler kapur super 7,96%; 8,96%; 9,96%; 10,95%. Dalam perancangan campuran ini berat masing-masing komponen dikoreksi terhadap berat jenis. Hal ini dilakukan untuk menghindari kesalahan hasil penelitian yang disebabkan oleh perbedaan perhitungan antara prosen berat dan prosen volume. Untuk masing-masing campuran dibuat 2 benda uji (*duplo*), sehingga keseluruhan benda uji yang dibuat adalah 40 buah. Dasar perencanaan benda uji campuran SMA 0/11 menggunakan *filler* kapur super yang didapat dari perbandingan berat jenis dengan filler dari batu seperti dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2. Perencanaan Benda Uji Campuran SMA 0/11 dengan *Filler* Kapur super

Agregat Kasar Bj=2,673 gr/cc	Agregat Kasar Bj=2,756 gr/cc	Kadar <i>Filler</i>		Kadar aspal				
		Kapur Super Bj=2,717 gr/cc	Setara debu batu Bj=2,729 gr/cc	6	6,5	7	7,5	8
(gr)	(gr)	(%)	(%)	%	%	%	%	%
900	174	7,96	8	2s	2s	2s	2s	2s
900	174	8,96	9	2s	2s	2s	2s	2s
900	174	9,96	10	2s	2s	2s	2s	2s
900	174	10,95	11	2s	2s	2s	2s	2s

Sumber: *Laboratorium Teknik Sipil*

Catatan: s = sampel

Berat agregat benda uji ± 1200 gram terdiri dari agregat kasar, agregat halus, filler dan aspal. Filler dan aspal dengan berbagai variasi kadar yang dihitung berdasarkan prosentase berat terhadap 1200 gram agregat. Berat tertahan setiap saringan yang dibutuhkan dihitung sesuai dengan prosen berat tertahan.

Untuk membuat benda uji campuran agregat kasar, agregat halus dan filler dengan berat yang sesuai dengan rencana campuran dipanaskan hingga mencapai temperatur sekitar 165 °C, kemudian ditambah dengan aspal yang telah dipanaskan pada 155 °C. Pencampuran dilakukan diatas pemanas dengan temperatur konstan. Diaduk secara merata kemudian didiamkan sampai tempeatur pemadatan yaitu 140 °C. Setelah itu campuran dimasukkan ke dalam cetakan yang telah dipanaskan dan diberi vaseline sambil ditusuk-tusuk dengan spatula sebanyak 15 kali pada bagian tepi dan 10 kali pada bagian tengah. Berikutnya dilakukan pemadatan standar pada suhu 140°C dengan 75 kali tumbukan untuk satu sisi dan dibalik kemudian ditumbuk lagi dengan alat penumbuk. Setelah itu benda uji didinginkan dan dikeluarkan dari cetakan. Benda uji di uji dengan metode *Marshall Test*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari analisis data merupakan nilai rata-rata tiap parameter Marshall dari benda uji pada setiap variasi kadar *filler* kapur super dan variasi kadar aspal.

Pengaruh *dust proportion* terhadap karekterik Marshall dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Pengaruh *Dust Proportion* terhadap Karakterik Marshall

Kadar Bahan			Marshall Properties						
Filler Kapur Super %	Aspal %	Dust Proportion %	Density kg/cc	VMA %	VIM %	VFA %	Stabilitas kg	Flow mm	MQ kg/mm
7,98	6	1,61	2,201	22,77	11,90	47,03	719,68	3,30	218,08
	6,5	1,48	2,115	26,13	14,76	43,92	753,38	3,85	195,68
	7	1,37	2,145	25,45	12,99	48,87	787,01	4,00	196,75
	7,5	1,27	2,249	22,21	8,16	62,35	811,91	4,40	184,53
	8	1,19	2,251	22,49	7,45	65,76	726,4	4,75	152,93
8,96	6	1,81	2,259	20,74	9,68	52,94	782,29	3,30	237,06
	6,5	1,66	2,281	20,37	8,24	59,19	812,56	3,70	219,61
	7	1,54	2,254	21,64	8,68	59,61	701,04	4,00	175,26
	7,5	1,43	2,258	20,96	6,64	60,99	837,46	4,14	202,29
	8	1,43	2,269	21,88	6,90	68,18	793,03	4,00	198,26
9,96	6	2,01	2,254	20,87	9,90	52,45	862,59	3,73	231,26
	6,5	1,85	2,262	20,96	8,98	57,05	948,45	3,65	259,85
	7	1,71	2,240	22,09	9,23	57,97	793,03	4,00	198,26
	7,5	1,58	2,298	20,43	6,26	69,29	842,47	4,35	193,67
	8	1,48	2,292	21,00	5,90	71,71	787,01	4,50	174,89
10,95	6	2,21	2,274	20,23	9,21	54,66	957,3	3,55	269,66
	6,5	2,03	2,273	20,63	8,61	58,41	912,87	3,65	250,10
	7	1,87	2,289	20,43	7,37	64,21	822,4	3,90	210,87
	7,5	1,74	2,289	20,95	6,92	67,16	807,19	4,10	196,88
	8	1,63	2,297	20,89	5,80	72,44	827,37	4,70	176,04

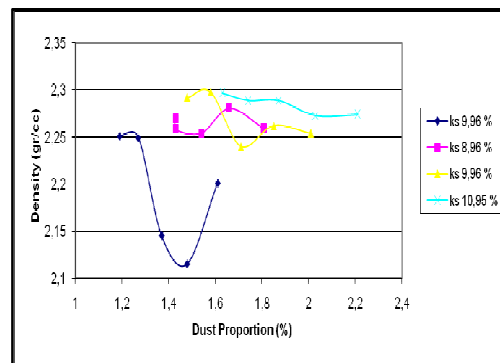
Sumber; Laboratorium Teknik Sipil

Pengaruh *dust proportion* terhadap nilai *density*

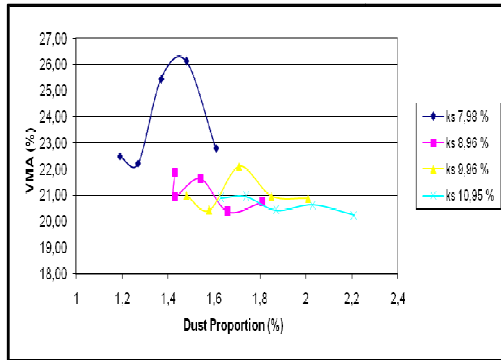
Dari Gambar 1 menunjukkan nilai *density* cenderung fluktuatif. Naiknya nilai *density* disebabkan oleh cairan mastik yang semakin kental akan mendorong terbentuknya rongga baru sehingga *density* turun.

Pengaruh *dust proportion* terhadap nilai *VMA*

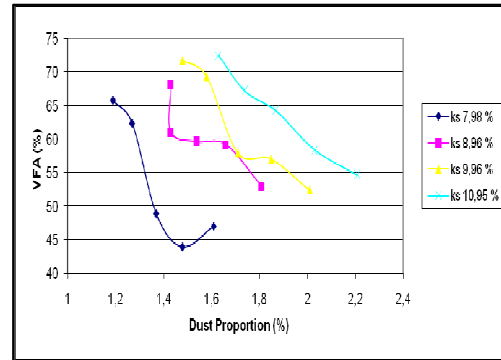
Dari Gambar 2 dapat dilihat semakin tinggi *dust proportion* cenderung akan menurunkan nilai *VMA*. Turunnya nilai *VMA* disebabkan cairan mastik kesulitan mengisi rongga dalam campuran, sehingga rongga terisi aspal sedikit.



Gambar 1. Hubungan antara *Dust Proportion* dan *density*



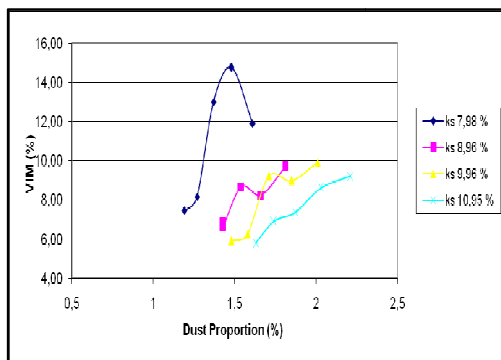
Gambar 2. Hubungan antara *Dust Proportion* dan *VMA*



Gambar 4. Hubungan antara *Dust Proportion* dan *VFA*

Pengaruh *dust proportion* terhadap nilai *VIM*

Dari Gambar 3 menunjukkan nilai *VIM* cenderung meningkat dengan meningkatnya nilai *dust proportion*. Peningkatan nilai *VIM* ini disebabkan pengembangan campuran akibat terdorong oleh cairan *mastic* yang berlebihan



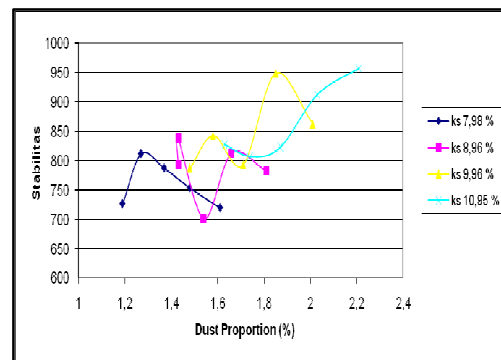
Gambar 3. Hubungan antara *Dust Proportion* dan *VIM*

Pengaruh *dust proportion* terhadap nilai *VFA*

Dari Gambar 4 dapat dilihat semakin tinggi nilai *dust proportion* cenderung akan menurunkan nilai *VFA*. Turunnya nilai *vfa* disebabkan cairan *mastic* kesulitan mengisi rongga dalam campuran, sehingga rongga terisi aspal sedikit.

Pengaruh *dust proportion* terhadap nilai stabilitas

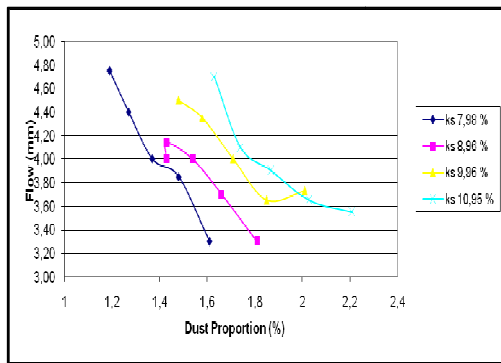
Dari Gambar 5 menunjukkan nilai stabilitas cenderung turun naik dan fluktuatif seiring dengan peningkatan nilai *dust proportion*. Kenaikan nilai stabilitas disebabkan kadar *filler* yang tinggi sehingga mengakibatkan nilai stabilitas meningkat. Sedangkan penurunan stabilitas disebabkan adanya dorongan *mastic aspal* yang berlebihan yang menimbulkan rongga baru sehingga menurunkan stabilitas.



Gambar 5. Hubungan antara *Dust Proportion* dan *VFA*

Pengaruh *dust proportion* terhadap nilai *flow*

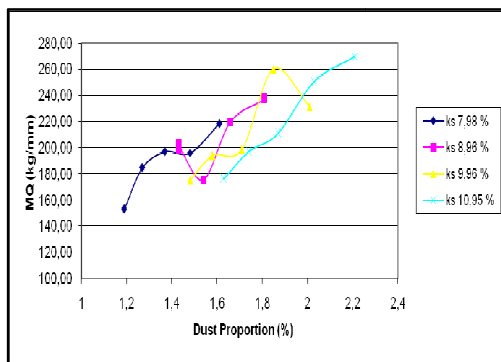
Dari Gambar 6 dapat dilihat semakin tinggi nilai *dust proportion* menyebabkan nilai *flow* turun. Penurunan nilai *flow* disebabkan sulitnya cairan *mastic* mengisi rongga campuran sehingga campuran menjadi kaku.



Gambar 6. Hubungan antara *Dust Proportion* dan *Flow*

Pengaruh *dust proportion* terhadap nilai MQ

Dari gambar 7 pada masing-masing campuran memperlihatkan peningkatan nilai dust proportion mengakibatkan naiknya nilai Marshall Quotient kemudian turun setelah mencapai optimum. Hal ini disebabkan nilai stabilitas naik sampai pada nilai



Gambar 7. Hubungan antara *Dust Proportion* dan *MQ*

KESIMPULAN

Nilai dust proporsen terhadap nilai density menunjukkan fluktuatif. Semakin tinggi nilai *dust proportion* terhadap cenderung menurunkan nilai VMA. Nilai dust proportion yang semakin tinggi cenderung menurunkan nilai VFA. Nilai VIM cenderung meningkat dengan meningkatnya nilai *dust proportion*. Nilai stabilitas cenderung turun naik dan fluktuatif seiring dengan peningkatan *dust proportion*.

Nilai *flow* meningkat menyebabkan nilai *flow* turun. Peningkatan nilai *dust proportion* mengakibatkan naiknya nilai Marshall Quotient (MQ).

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO, 1982, *Standar Spesification for transportasion Material and Methode of sampling and Testing, Part 1 Spesification, 13th Edition, USA.*
- Anonim, 1983, **Petunjuk Pelaksanaan Lapis Keras Aspal Beton Untuk Jalan Raya**, SKBI.2.4.26., Departemen Pekerjaan Umum.
- Sukirman, S., 1992, **Perkerasan Lentur Jalan Raya**, Nova, Bandung
- The Asphalt Institute, 1996, *Principle of Construction of Hot Mix Asphalt Pavement, Marryland, USA.*
- Totomihardjo, S., 1998, **Pengaruh Berat Jenis Filler Pengganti Terhadap Sifat Beton Aspal**, Forum Teknik, hal.623-628, Jilid 22, No.3, November 1998, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

