

KARAKTERISTIK CAMPURAN BERASPAL JENIS (ASPHALT CONCRETE BINDER COARSE) AC/BC MENGGUNAKAN PASIR ALAM KAMPAR DENGAN PENGUJIAN MARSHALL BERDASARKAN SPESIFIKASI BINA MARGA 2010

Rizki Sahfutra Armi¹, Leo Sentosa²

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Gedung C Lantai 2 Kampus Bina Widya, Panam-Pekanbaru. Tel. (0761)-66596.
E-mail: rizkiarmi@gmail.com¹, leo_sentosa0@yahoo.co.id²

ABSTRACT

One of producing areas of natural sand in Riau province is natural sand from Kampar River, when compared with the existence of stone ash, natural sand is easier to obtained and more economical because it does not have to go through crushing process by stone crusher. In accordance with Specifications of Bina Marga 2010, the use of natural sand for the asphalt concrete mixture (AC) should not exceed 15% of total weight of mixture aggregate. Thus it is important to know the efficiency of using natural sand on the asphalt concrete mixture (AC) to get optimum utilization. This research is to determine the optimum bitumen content (OBC) and the optimum content of natural sand (OCNS) which can be used on the asphalt concrete binder coarse mixture (AC/BC) fine gradation. The fine aggregate variations of natural sand used was 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, and 40% of the total weight of the mixture of aggregate. The additions of natural sand on the asphalt concrete binder coarse mixture (AC/BC) can decrease values of the optimum bitumen content (OBC) and density. An optimum content of natural sand (OCNS) for the asphalt concrete binder coarse mixture (AC/BC) was obtained by additional of 10% natural sand with the optimum bitumen content (OBC) of 6,45% which the value of the stability of 1.745,96 kg. If natural sand is unlimited as in the Specification of Bina Marga 2010, so possibilities on the additional of natural sand on the asphalt concrete binder coarse mixture (AC/BC) is up to 25 % .

Keywords: Natural sand, Asphalt Concrete Binder Coarse (AC/BC), Spesification of Bina Marga 2010, and Marshall characteristic.

1. PENDAHULUAN

Mutu material pembentuk lapisan perkerasan jalan dalam hal ini campuran aspal beton lapis antara (AC/BC) adalah salah satu faktor penentu kinerja lapis perkerasan jalan (AASHTO,1993). Terutama agregat, mengingat persentase agregat dalam campuran perkerasan dapat mencapai 75-85% dari total volume campuran atau berkisar 90% dari total berat campuran (Shen, et al.,2004). Besarnya persentase ini tentunya akan memberikan pengaruh yang besar pula pada kinerja konstruksi lapis perkerasan yang dibentuknya.

Salah satu daerah penghasil pasir alam di provinsi Riau yaitu pasir alam yang

berasal dari Sungai Kampar. Pasir alam, yaitu pasir yang bersumber dari gunung, sungai, pasir laut, bekas rawa, dan dari pasir galian. Pasir tersebut diambil dengan cara ditambang atau digali. Pasir Alam Kampar mempunyai ciri-ciri yaitu berwarna putih agak kekuningan, butirannya kasar, keras dan bulat, berukuran 0,075 mm sampai 9,5 mm serta sedikit mengandung lumpur, lempung dan bahan organik.

Menurut Spesifikasi Bina Marga 2010, salah satu agregat halus yang dapat digunakan dalam campuran aspal beton (AC) adalah pasir alam, dalam perencanaan campuran aspal beton penggunaan pasir alam dibatasi sampai suatu batas yang tidak

melampaui 15% terhadap berat total campuran. Keberadaan pasir alam yang lebih banyak dan mudah diperoleh serta harganya yang lebih ekonomis dibandingkan keberadaan abu batu karena tidak harus melalui proses olahan atau pemecahan batu oleh *stone crusher*, sehingga untuk membatasi penggunaan pasir alam sebagai agregat halus pada campuran aspal beton sulit terealisasi sehingga perlu diketahui efisiensi dalam penggunaan pasir alam agar optimal pemanfaatannya

Pada penelitian sebelumnya dengan menggunakan material dan bahan yang sama tentang Penggunaan Pasir Alam Kampar dalam Campuran Beraspal Jenis AC/WC (Domel, 2014), hasil penelitian diperoleh persentase penambahan pasir alam optimum untuk campuran aspal beton AC/WC adalah 15 % dengan kadar aspal optimum 6,25% dan nilai stabilitas sebesar 1634,80 kg. Penelitian tersebut dilakukan pada campuran aspal beton lapis aus atau permukaan AC/WC, oleh karena itu perlu juga dilakukan penelitian untuk mengetahui berapa persentase penambahan pasir alam Kampar yang optimum untuk campuran aspal beton lapis pengikat AC/BC.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan skala laboratorium di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Riau, dengan pengujian metode *Marshall* (RSNI M-01-2003), yang mengacu pada Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2010 dan gradasi campuran agregat yang dipakai adalah gradasi campuran aspal beton lapis pengikat AC/BC halus. Bahan yang digunakan yaitu berupa batu pecah dan pasir alam asal Kampar hasil olahan PT. Alas Watu Emas, sedangkan bahan aspal yaitu menggunakan aspal Penetrasi 60/70 merk Esso.

Penelitian ini menggunakan dua jenis variasi, yang pertama untuk menentukan kadar aspal optimum (KAO) dan selanjutnya untuk menentukan kadar pasir alam optimum (KPAO). Variasi yang pertama yaitu variasi kadar aspal rencana yang digunakan adalah

5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7%. Variasi kedua yaitu variasi agregat halus jenis pasir alam yang akan digunakan adalah 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35% dan 40 % dari berat total campuran agregat. Pengambilan variasi untuk menentukan kadar aspal optimum dihitung kadar aspal rencana menggunakan rumus empiris, sedangkan untuk variasi agregat halus pasir alam berdasarkan persentase maksimal dari penggunaan pasir alam yang diatur dalam Spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu sebesar 15%. Untuk mendapatkan persentase pasir alam yang optimal maka percobaan penggunaan pasir alam digunakan sampai batas variasi maksimal gradasi agregat gabungan campuran aspal beton AC/BC yang memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu sampai variasi pasir alam 40%. Pada variasi pasir alam 45% nilai persentase lolos pada saringan No.#200 didapat sebesar 3.94 % sedangkan menurut batas Spesifikasi Bina Marga 2010 untuk AC/BC gradasi halus batasnya 4% - 8%.

Proporsi masing - masing Fraksi berdasarkan variasi kadar pasir alam yang digunakan sebanyak 9 (sembilan) variasi dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Proporsi masing - masing Fraksi berdasarkan Variasi Kadar Pasir Alam

No.	Bahan Penyusun Campuran	Variasi Kadar Pasir Alam (%)								
		0	5	10	15	20	25	30	35	40
1	Agregat 1-2	23%	23%	23%	23%	23%	23%	23%	23%	23%
2	Agregat Medium	19%	19%	19%	19%	19%	19%	19%	19%	19%
3	Abu Batu	58%	53%	48%	43%	38%	33%	28%	23%	18%
4	Pasir Alam	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%

Setelah didapatkan nilai kadar aspal optimum (KAO) untuk masing-masing variasi kadar pasir alam kemudian dibuat benda uji dengan kadar aspal optimum dan dilakukan pengujian *Marshall* standar dan *Marshall* rendaman pada temperatur $60 \pm 1^\circ\text{C}$ selama 24 jam.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Agregat

Agregat yang diuji adalah agregat kasar yaitu agregat ukuran 1-2 dan agregat

medium sedangkan agregat halus yang diuji adalah agregat abu batu dan agregat pasir alam yang berasal dari Kampar. Pengujian yang dilakukan berdasarkan Spesifikasi Bina Marga 2010. Hasil pengujian terhadap agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 2 dan hasil pengujian agregat halus dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Hasil Pengujian Agregat Kasar

Pengujian	Metoda Pengujian	Syarat	Hasil
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium dan magnesium (%)	SNI 3407:2008	≤ 12	1,65%
Abrasi dengan mesin <i>Los Angeles</i> (%)	SNI 2417:1991	≤ 40	34,58%
Kelekatan agregat terhadap aspal (%)	SNI 03-2439-1991	≥ 95	97%
Partikel pipih dan lonjong (%)	ASTM D4791 perbandingan 1:5	≤ 10	7,25%
Material lolos saringan No. 200 (%)	SNI 03-4142-1996	≤ 1	0,95%

Secara umum nilai-nilai hasil pengujian agregat kasar yang didapat memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2010, sehingga dapat digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 3. Hasil Pengujian Agregat Halus

Pengujian	Metoda Pengujian	Syarat	Hasil	
			Abu Batu	Pasir Alam
Nilai setara pasir (%)	SNI 03-4428-1997	≥ 50	72,87%	86,52%
Material lolos saringan No.200 (%)	SNI 03-4142-1996	≤ 8	7,61%	2,90%
Kadar lempung (%)	SNI 3423:2008	≤ 1	0,96%	0,69%
Angularitas (%)	SNI 03-6877-2002	≥ 45	45,6%	45,4%

Secara umum nilai-nilai hasil pengujian agregat halus yang didapat memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2010, sehingga dapat digunakan dalam penelitian ini.

3.2 Hasil Pengujian Aspal

Material aspal Penetrasi 60/70 merk Esso diuji berdasarkan syarat dan kriteria yang tercantum dalam Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2010. Hasil pengujian terhadap aspal dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Aspal Pen 60/70

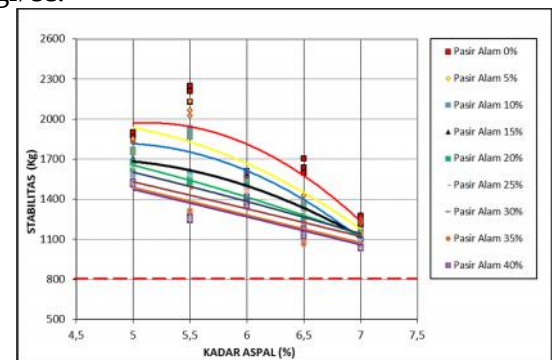
Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Syarat	Hasil
Penetrasi pada 25°C (dmm)	SNI 06-2456-1991	60-70	61,75 dmm
Viskositas 135°C (cSt)	SNI 06-6441-2000	385	390 (cSt)
Titik Lembek (°C)	SNI 06-2434-1991	≥ 48	53,8 °C
Daktilitas pada 25°C, (cm)	SNI-06-2432-1991	≥ 100	112,5 cm
Titik Nyala (°C)	SNI-06-2433-1991	≥ 232	265 °C
Berat Jenis	SNI-06-2441-1991	$\geq 1,0$	1,025
Pengujian Residu hasil TFOT :			
Berat yang Hilang (%)	SNI 06-2441-1991	$\leq 0,8$	0,08%
Penetrasi pada 25°C (%)	SNI 06-2456-1991	≥ 54	83%
Daktilitas pada 25°C (cm)	SNI 06-2432-1991	≥ 100	106 cm

Secara umum nilai-nilai hasil pengujian aspal Penetrasi 60/70 yang didapat memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2010, sehingga dapat digunakan dalam penelitian ini.

3.3 Karakteristik Marshall Campuran Aspal Beton AC/BC Kondisi Standar

a. Berat Isi (*density*)

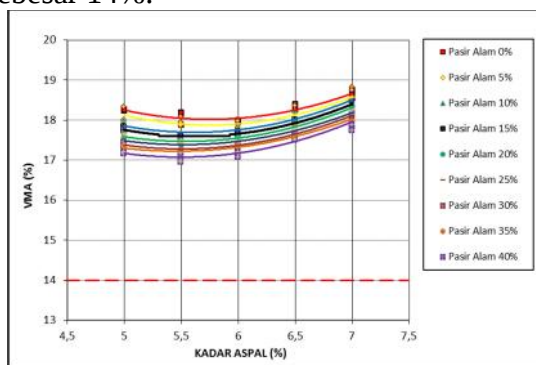
Gambar 1 dibawah menunjukkan semakin bertambahnya kadar aspal, maka semakin bertambah nilai berat isi hingga batas optimumnya. Kemudian semakin bertambah kadar pasir alam, maka semakin bertambah juga berat isi campuran tersebut. Hal ini disebabkan karena pasir alam dapat mengisi rongga-rongga dalam campuran lebih banyak membuat campuran menjadi lebih padat. Dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 tidak ada batasan untuk berat isi/*density* yang disyaratkan, namun sebaiknya suatu campuran memiliki berat isi/*density* diatas 2 gr/cc.



Gambar 1. Grafik Hubungan Berat Isi dengan Kadar Aspal

b. Rongga dalam Mineral Agregat (VMA)

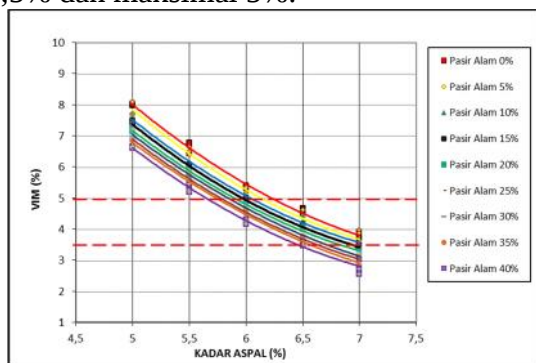
Gambar 2 di bawah menunjukkan nilai VMA terhadap kadar aspal akan mengalami penurunan seiring dengan penambahan aspal kemudian akan naik kembali pada suatu titik kadar aspal tertentu. Dilihat dari variasi kadar pasir yang digunakan, dengan bertambahnya kadar pasir menyebabkan nilai VMA akan terus menurun atau semakin kecil. Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 memberi batasan untuk VMA yang minimal untuk campuran aspal beton AC/BC adalah sebesar 14%.



Gambar 2. Grafik Hubungan VMA dengan Kadar Aspal

c. Rongga dalam Campuran (VIM)

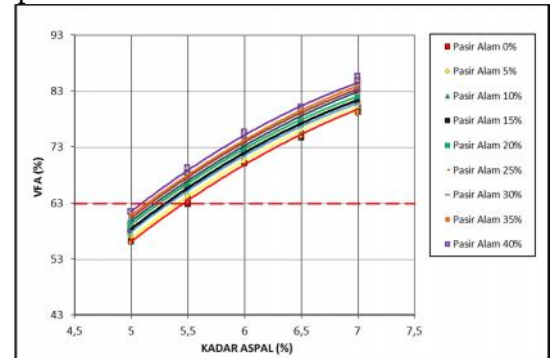
Gambar 3 di bawah menunjukkan nilai VIM terhadap kadar aspal akan mengalami penurunan seiring dengan penambahan aspal. Sedangkan jika dilihat dari variasi kadar pasir yang digunakan, dengan bertambahnya kadar pasir menyebabkan nilai VIM akan terus menurun atau semakin kecil. Dalam Spesifikasi Umum Bina Marga nilai VIM untuk campuran aspal beton AC/BC minimal 3,5% dan maksimal 5%.



Gambar 3. Grafik Hubungan VIM dengan Kadar Aspal

d. Rongga Terisi Aspal (VFA)

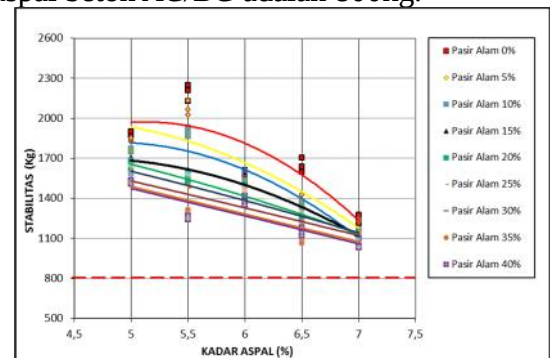
Gambar 4 di bawah menunjukkan nilai VFA akan cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya kadar aspal dalam campuran. Dilihat dari variasi kadar pasir yang digunakan, dengan bertambahnya kadar pasir menyebabkan nilai VFA akan terus meningkat atau semakin besar. Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 memberi batasan untuk VFA yang minimal untuk campuran aspal beton AC/BC adalah sebesar 63%.



Gambar 4. Grafik Hubungan VFA dengan Kadar Aspal

e. Stabilitas

Gambar 5 di bawah menunjukkan nilai stabilitas akan naik dengan bertambahnya kadar aspal sampai batas tertentu, kemudian turun setelah penambahan kadar aspal berlebihan. Penambahan kadar aspal yang berlebihan tersebut akan menebalkan selimut aspal terhadap agregat, sehingga membuat campuran menjadi lentur. Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 memberi batasan nilai stabilitas yang minimal untuk campuran aspal beton AC/BC adalah 800kg.

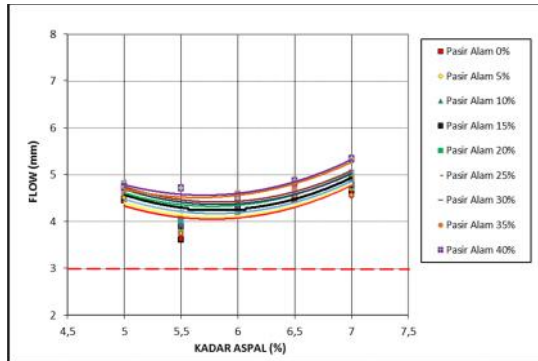


Gambar 5. Grafik Hubungan Stabilitas dengan Kadar Aspal

f. Kelelehan (Flow)

Gambar 6 di bawah menunjukkan jika dibandingkan antara nilai *flow* dengan kadar

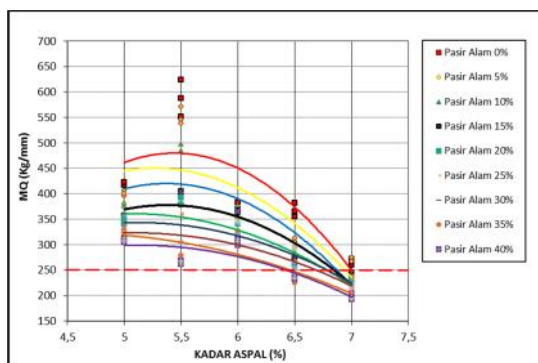
aspal, maka semakin besar kadar aspal dalam campuran semakin besar pula nilai *flow* yang didapat. Dilihat dari variasi kadar pasir yang digunakan, dengan bertambahnya kadar pasir maka nilai *flow* akan mengecil. Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 memberi batasan nilai minimal *flow* untuk campuran aspal beton AC/BC adalah 3 mm



Gambar 6. Grafik Hubungan *Flow* dengan Kadar Aspal

g. Marshall Quotient (MQ)

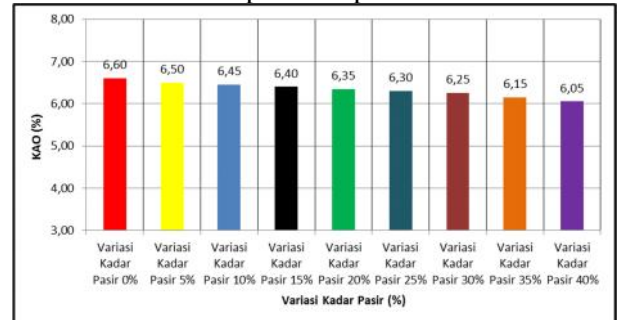
Gambar 7 di bawah menunjukkan nilai *MQ* akan naik pada kadar aspal tertentu lalu turun kembali. Hal ini disebabkan oleh perbandingan nilai stabilitas terhadap nilai *flow* yang terjadi pada setiap kadar aspal ketika campuran diberi beban memberikan nilai yang berbeda. Pada kondisi kadar aspal tertentu nilai stabilitas tinggi sedangkan nilai *flow*-nya rendah sehingga menyebabkan nilai *MQ* menjadi tinggi, dan begitu juga sebaliknya. Nilai *MQ* yang ditetapkan dalam Spesifikasi Bina Marga 2010 untuk campuran aspal beton AC/BC minimal 250 kg/mm.



Gambar 7. Grafik Hubungan *MQ* dengan Kadar Aspal

h. Kadar Aspal Optimum (KAO)

Gambar 8 di bawah menunjukkan bahwa nilai kadar aspal optimum (KAO) campuran AC/BC akan terus menurun seiring dengan penambahan pasir alam. Hal ini menandakan aspal yang diperlukan akan terus berkurang jika penggunaan pasir ditingkatkan. Artinya rongga yang seharusnya diisi oleh aspal akan digantikan oleh butiran pasir alam yang berada dalam campuran aspal beton tersebut.



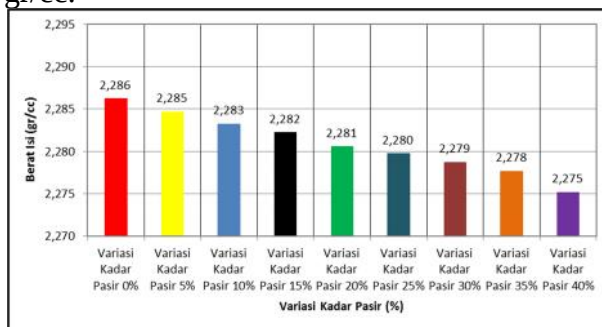
Gambar 8. Diagram hubungan KAO terhadap variasi Kadar Pasir Alam

KAO untuk pasir alam 0% adalah sebesar 6,60%, KAO untuk pasir alam 5% adalah sebesar 6,50%, KAO untuk pasir alam 10% adalah sebesar 6,45%, KAO untuk pasir alam 15% adalah sebesar 6,40%, KAO untuk pasir alam 20% adalah sebesar 6,35%, KAO untuk pasir alam 25% adalah sebesar 6,30%, KAO untuk pasir alam 30% adalah sebesar 6,25%, KAO untuk pasir alam 35% adalah sebesar 6,15% sedangkan untuk KAO untuk pasir alam 40% adalah sebesar 6,05%. Nilai KAO yang tinggi atau rendah tidak langsung menjadi alternatif pilihan dalam penentuan campuran yang baik. KAO yang terbaik adalah pada saat kadar aspal optimum dengan kadar pasir alam yang dapat menghasilkan kinerja aspal beton yang maksimal.

3.4 Karakteristik Marshall Campuran Aspal Beton AC/BC Kondisi KAO

a. Pengaruh Berat Isi/density terhadap Variasi Kadar Pasir

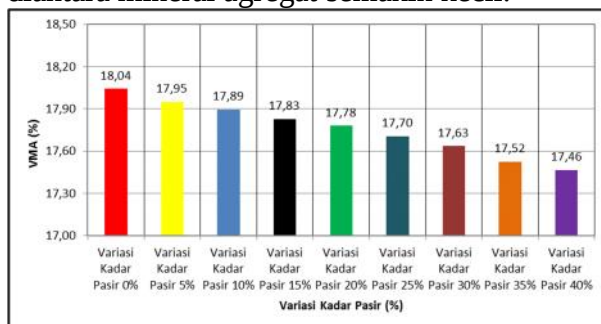
Gambar 9 dibawah menunjukkan dengan penambahan kadar pasir alam menyebabkan nilai kepadatan mengalami penurunan, artinya rongga campuran yang terisi oleh semakin banyak pasir alam tidak membuat campuran menjadi lebih padat. Berat isi tertinggi berada pada kadar pasir 0% yaitu sebesar 2,286 gr/cc, dan terendah pada kondisi pasir alam 40% yaitu sebesar 2,275 gr/cc.



Gambar 9. Diagram hubungan Berat Isi terhadap variasi Kadar Pasir Alam

b. Pengaruh VMA terhadap Variasi Kadar Pasir

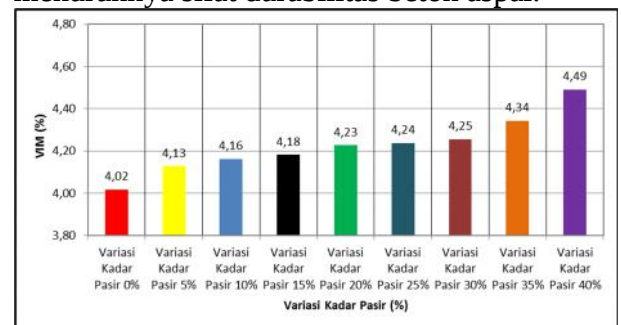
Gambar 10 dibawah menunjukkan nilai VMA terbesar berada pada variasi kadar pasir alam 0% atau tanpa menggunakan pasir alam yaitu sebesar 18,04% dan yang terendah terdapat pada variasi kadar pasir alam 40% yaitu sebesar 17,46%. Hal ini menunjukkan penambahan pasir alam dalam campuran aspal beton akan membuat volume rongga udara diantara mineral agregat semakin kecil.



Gambar 10. Diagram hubungan VMA terhadap variasi Kadar Pasir Alam

c. Pengaruh VIM terhadap Variasi Kadar Pasir

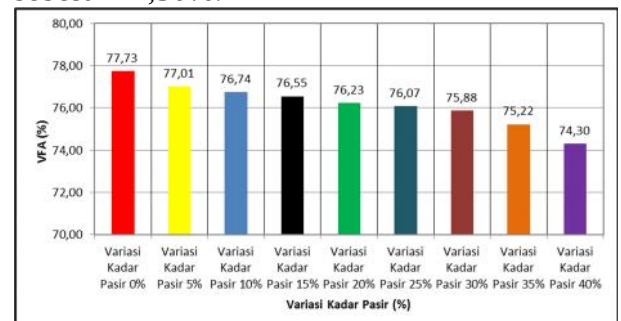
Gambar 11 dibawah menunjukkan nilai VIM terendah berada pada kadar pasir alam 0% yaitu sebesar 4,02% sedangkan nilai tertinggi berada pada kadar pasir alam 40% yaitu sebesar 4,49%. Nilai VIM yang terlalu besar mengakibatkan kurangnya kekedapan terhadap air, sehingga mempercepat penuaan aspal dan menurunkan sifat durabilitas beton aspal.



Gambar 11. Diagram hubungan VIM terhadap variasi Kadar Pasir Alam

d. Pengaruh VFA terhadap Variasi Kadar Pasir

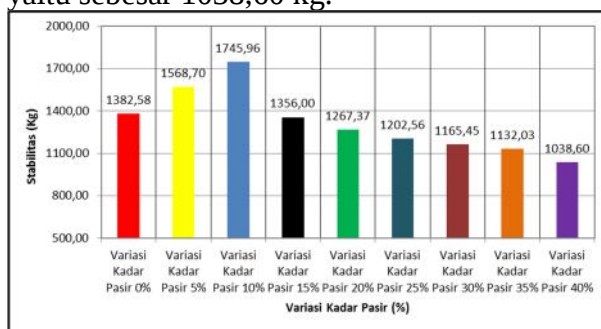
Gambar 12 dibawah menunjukkan nilai VFA mengalami penurunan dengan bertambahnya kadar pasir alam, artinya penambahan pasir alam dalam campuran aspal beton mengakibatkan volume rongga campuran yang terisi aspal menjadi kecil. Untuk nilai VFA tertinggi berada pada variasi kadar pasir alam 0% atau tanpa menggunakan pasir alam yaitu sebesar 77,73% dan nilai VFA terendah berada pada variasi kadar pasir alam 40% alam yaitu sebesar 74,30%.



Gambar 12. Diagram hubungan VFA terhadap variasi Kadar Pasir Alam

e. Pengaruh Stabilitas terhadap Variasi Kadar Pasir

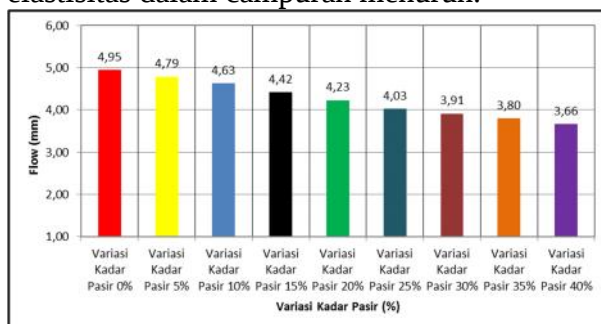
Gambar 13 dibawah menunjukkan penambahan pasir alam terus menerus tidak membuat nilai stabilitas menjadi semakin tinggi, nilai stabilitas hanya akan meningkat ketika pasir alam yang ditambahkan mencapai 10% ketika kadar pasir alam ditingkatkan kembali nilai stabilitas cenderung menurun. Nilai tertinggi stabilitas berada pada variasi kadar pasir alam 10% yaitu sebesar 1745,96 kg, sedangkan nilai stabilitas yang terendah berada pada variasi kadar pasir alam 40% yaitu sebesar 1038,60 kg.



Gambar 13. Diagram hubungan Stabilitas terhadap variasi Kadar Pasir Alam

f. Pengaruh Flow terhadap Variasi Kadar Pasir

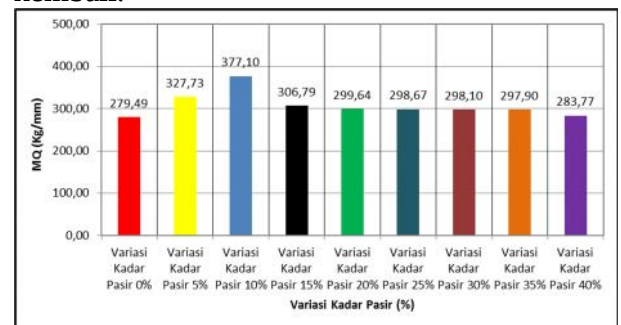
Gambar 14 dibawah menunjukkan nilai *flow* cenderung akan terus turun seiring penambahan pasir alam pada campuran. Ini menandakan penambahan pasir alam terus menerus dalam campuran akan membuat elastisitas dalam campuran menurun.



Gambar 14. Diagram hubungan *flow* terhadap variasi Kadar Pasir Alam

g. Pengaruh MQ terhadap Variasi Kadar Pasir

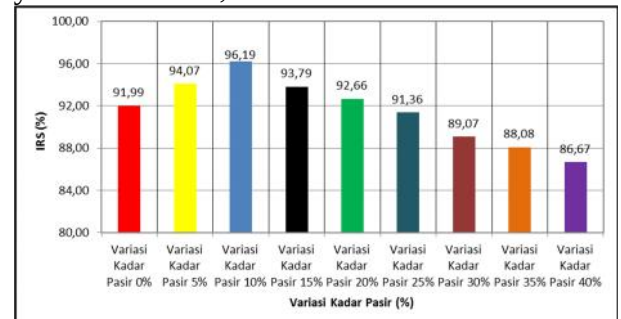
Gambar 15 dibawah menunjukkan bahwa nilai MQ mempunyai nilai puncak ketika berada pada variasi 10% yaitu 377,10 kg/mm dan nilai terendah pada variasi 40% yaitu 283,77 kg/mm. Titik balik nilai MQ berada pada variasi kadar pasir alam 10%, artinya nilai MQ akan terus naik hingga pasir alam dalam campuran sebanyak 10% dan akan turun ketika pasir alam dalam campuran ditingkatkan kembali.



Gambar 15. Diagram hubungan MQ terhadap variasi Kadar Pasir Alam

h. Pengaruh IRS terhadap Variasi Kadar Pasir

Gambar 16 dibawah menunjukkan hasil IRS pada variasi kadar pasir alam 25% merupakan batas maksimum nilai IRS yang memenuhi memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu sebesar 91,36%. Hasil pengujian menunjukkan hanya pada variasi kadar pasir alam 30%, 35%, dan 40% nilai IRS yang tidak memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu minimal 90%. Sedangkan nilai IRS yang tertinggi berada pada variasi kadar pasir alam 10% yaitu sebesar 96,19%.



Gambar 16. Diagram hubungan IRS terhadap variasi Kadar Pasir Alam

3.5 Kadar Pasir Alam Optimum (KPAO)

Penentuan kadar pasir alam optimum selanjutnya disebut (KPAO), harus memperhatikan semua karakteristik campuran berdasarkan persyaratan yang ada dalam Spesifikasi Bina Marga 2010. Rangkuman karakteristik campuran aspal beton AC/BC pada kondisi KAO dapat dilihat pada Tabel 5 dibawah :

Tabel 5. Rangkuman Karakteristik Campuran AC/BC Kondisi KAO

No	Karakteristik Campuran	Persyaratan	Satuan	Variasi Kadar Pasir Alam (%)								
				0	5	10	15	20	25	30	35	40
1	KAO	-	%	6,60	6,50	6,45	6,40	6,35	6,30	6,25	6,15	6,05
2	Berat Isi (<i>Density</i>)	-	gr/cc	2,286	2,285	2,283	2,282	2,281	2,280	2,279	2,278	2,275
3	VMA	≥ 14	%	18,04	17,95	17,89	17,83	17,78	17,70	17,63	17,52	17,46
4	VIM	3,5-5	%	4,02	4,13	4,16	4,18	4,23	4,24	4,25	4,34	4,49
5	VFA	≥ 63	%	77,73	77,01	76,74	76,55	76,23	76,07	75,88	75,22	74,30
6	Stabilitas	≥ 800	Kg	1382,58	1568,70	1745,96	1356,00	1267,37	1202,56	1165,45	1132,03	1038,60
7	<i>Flow</i>	≥ 3	mm	4,95	4,79	4,63	4,42	4,23	4,03	3,91	3,80	3,66
8	<i>MQ</i>	≥ 250	Kg/mm	279,49	327,73	377,10	306,79	299,64	298,67	298,10	297,90	283,77
9	<i>IRS</i>	≥ 90	%	91,99	94,07	96,19	93,79	92,66	91,36	89,07	88,08	86,67

Keterangan :

	Memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2010
	Tidak Memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2010
	Kadar Pasir Alam Optimum (KPAO)

Pada Tabel 5 diatas dapat dilihat karakteristik campuran AC/BC untuk KAO, berat isi/*density*, VMA, VIM, VFA, dan *flow* memiliki *trendline* yang menerus namun masih memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2010. Oleh sebab itu sebagai acuan untuk menentukan Kadar Pasir Alam Optimum (KPAO) analisa terlebih dahulu dilakukan terhadap nilai stabilitas, *Marshall Quetiont (MQ)* dan *Index Retained Strenght (IRS)*.

Stabilitas merupakan indikator kekuatan lapisan perkerasan dalam memikul beban lalu lintas. Ditinjau dari nilai stabilitas yang diperoleh hasil pengujian nilai stabilitas tertinggi berada pada kadar pasir alam 10% sebesar 1745,96 kg dan terendah pada kadar pasir alam 40% sebesar 1038,60 kg. Nilai tersebut membuktikan bahwa pada kadar pasir 10% campuran memiliki kestabilan yang tinggi dibandingkan dengan variasi kadar pasir alam yang lain. Nilai stabilitas yang tinggi diharapkan mampu menahan deformasi yang ditimbulkan akibat beban lalu lintas di atasnya. Sehingga jika dinilai dari nilai stabilitas, maka kadar pasir alam 10% adalah campuran yang terbaik untuk aspal beton jenis AC/BC.

Aspal beton harus memiliki sifat kelenturan. Sifat kelenturan bisa dilihat dari nilai *Marshall Quetiont (MQ)* yang merupakan besarnya beban yang diperlukan untuk membuat suatu deformasi pada suatu campuran aspal beton. Nilai *MQ* yang terbesar terdapat pada variasi kadar pasir alam 10% yaitu sebesar 377,10 kg/mm dan terendah terdapat pada kadar pasir alam 40% yaitu sebesar 283,77 kg/mm. Nilai *MQ* yang tinggi menunjukkan campuran tersebut mampu menahan beban yang terbesar dengan deformasi yang sama bila dibandingkan dengan variasi kadar pasir alam yang lain. Sehingga jika dinilai dari stabilitas dan *MQ* maka KPAO sementara adalah 10%.

Dari segi keawetan maka penilaian diarahkan ke nilai *Index Retained Strenght (IRS)*. *IRS* merupakan merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengukur daya ikat/*adhesi* campuran terhadap pengaruh suhu dan air pada suhu 60+1° C selama 24 jam. Nilai *IRS* yang tertinggi ternyata berada pada variasi kadar pasir alam 10% yaitu sebesar 96,19%. Nilai *IRS* untuk kadar pasir alam 30%, 35% dan 40% tidak memenuhi syarat yang ditetapkan Spesifikasi

Bina Marga 2010. Bisa dipastikan untuk menentukan KPAO kadar pasir alam 30%, 35% dan 40% tidak termasuk ke dalam alternatif pemilihan, sehingga KPAO berada pada rentang 0% sampai 25%. Sehingga jika dinilai dari *IRS* maka KPAO adalah 10%. Kemudian dilihat dari berat isi/*density* yang didapat, variasi kadar pasir alam 10% memiliki berat isi yaitu sebesar 2,283 gr/cc. Dari rentang tersebut akan dianalisa setiap karakteristik yang diperoleh dari hasil uji campurannya, yang kemudian menjadi acuan dalam menentukan KPAO.

Berdasarkan *trendline* yang didapat dari hasil plotting data pada tabel di atas, menunjukkan *trendline* yang memiliki titik balik terdapat pada nilai stabilitas, *MQ* dan *IRS*. Titik balik tersebut merupakan indikator utama dalam penentuan KPAO, karena pada titik tersebut terdapat nilai maksimal dari sebuah karakteristik. Sedangkan kualitas campuran aspal beton tidak bisa hanya dinilai dari segi kekuatannya.

Kesimpulan yang didapat dari analisa karakteristik campuran aspal beton lapis pengikat *AC/BC* terhadap variasi kadar pasir alam yang digunakan diatas maka diambil KPAO sebesar 10%, jika tanpa mempertimbangkan pembatasan penggunaan pasir alam yang diatur dalam Spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu sebesar 15% maka variasi kadar pasir alam maksimal yang dapat digunakan sebesar 25%. Nilai KPAO sebesar 10% dalam campuran aspal beton lapis pengikat *AC/BC* setelah dilakukan pengujian di laboratorium dan dianalisa karakteristik *Marshall*-nya merupakan pilihan yang ideal dan dapat memberikan kinerja yang optimal pada campuran aspal beton lapis pengikat *AC/BC*.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan pasir alam dalam campuran aspal beton lapis pengikat (*AC/BC*) menyebabkan nilai kadar aspal optimum (*KAO*) dan kepadatan menurun, sedangkan nilai *VMA*, *VIM*, *VFA*, dan

flow memiliki *trendline* yang menerus namun masih memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2010.

2. Sebagai acuan penentuan nilai kadar pasir alam optimum (*KPAO*) dilihat dari nilai stabilitas, *Marshall Quotient (MQ)* dan *Index Retained Strenght (IRS)* yang mempunyai *trendline* cenderung naik hingga mencapai titik puncak atau balik yaitu pada variasi pasir alam 10% kemudian mengalami penurunan jika variasi kadar pasir alam kembali ditingkatkan.
3. Kinerja campuran aspal beton lapis pengikat (*AC/BC*) tanpa menggunakan pasir alam atau variasi pasir alam 0% diperoleh lebih rendah dari campuran aspal beton lapis pengikat (*AC/BC*) dengan menggunakan pasir alam, ini dapat dilihat dari nilai stabilitas pasir alam 0% lebih kecil hingga variasi pasir alam 10%, nilai *MQ* pasir alam 0% lebih kecil hingga variasi pasir alam 40% dan nilai *IRS* pasir alam 0% lebih kecil hingga variasi pasir alam 20%.
4. Kadar pasir alam optimum (*KPAO*) untuk campuran aspal beton lapis pengikat (*AC/BC*) diperoleh pada variasi kadar pasir alam 10% dengan persentase fraksi lainnya agregat 1-2 23%, medium 19% dan abu batu 48%, pada kadar aspal optimum (*KAO*) 6,45% dan nilai stabilitas sebesar 1.745,96 kg.
5. Jika tanpa mempertimbangkan batasan penggunaan pasir alam seperti yang diatur dalam Spesifikasi Bina Marga 2010 maka variasi kadar pasir alam yang masih mungkin digunakan dalam campuran aspal beton lapis pengikat (*AC/BC*) sampai 25%.

DAFTAR PUSTAKA

- Bina Marga. 1990. SNI-03-1966. *Cara Uji Penentuan Batas Plastis dan Indeks Plastisitas Tanah*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 1990. SNI-03-1968. *Metode Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.

- Bina Marga. 1990. SNI-03-1969. *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 1990. SNI-03-1970. *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- Bina Marga. 1990. SK SNI M 58-1990-03. *Metode Pengujian Campuran Aspal dengan Alat Marshall*. Direktorat Jendral Bina Marga.
- Bina Marga. 1991. SNI-03-2417. *Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Los Angeles*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Bina Marga. 1991. SNI-06-2432. *Metode Pengujian Daktilitas Aspal*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 1991. SNI-06-2433. *Metode Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar dengan Cleve Land Open Cup*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 1991. SNI-06-2434. *Metode Pengujian Titik Lembek Aspal dan Ter*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 1991. SNI-03-2439. *Metode Pengujian Kelekatan Agregat terhadap Aspal*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 1991. SNI-06-2440. *Metode Pengujian Kehilangan Berat Minyak dan Aspal dengan Cara A*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum
- Bina Marga. 1991. SNI-06-2441. *Metode Pengujian Berat Jenis Aspal Padat*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 1991. SNI-06-2456. *Metode Pengujian Penetrasi Bahan-Bahan Bitumen*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 1994. SNI-03-3407. *Metode Pengujian Sifat Kekekalan Bentuk Agregat terhadap Larutan Natrium Sulfat atau Magnesium Sulfat*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 1994. SNI-03-3423. *Metode Pengujian Analisis Ukuran Butir Tanah dengan Alat Hidrometer*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 1996. SNI-03-4142. *Metode Pengujian Jumlah Bahan dalam Agregat yang Lolos Saringan No. 200*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 1997. SNI-03-4426. *Metode Pengujian Kekuatan Agregat dengan Alat Tumbuk*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 1997. SNI-03-4428. *Metode Pengujian Agregat Halus atau Pasir yang Mengandung Bahan Plastik dengan Cara Setara Pasir*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 2002. SNI-06-6721. *Metode Pengujian Viskositas Bahan Aspal dengan Alat Say Bolt Furol*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 2002. SNI-03-6723. *Spesifikasi Bahan Pengisi (Filler) untuk Campuran Beraspal*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 2002. SNI-03-6887. *Metode Pengujian Kadar Rongga Agregat Halus yang Tidak Dipadatkan (Void Content Appartus Test)*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 2003. RSNI-M-01. *Metode Pengujian Campuran Beraspal Panas dengan Alat Marshall*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 2005. RSNI-T-01. *Cara Uji Butiran Agregat Kasar Berbentuk Pipih, Lonjong, atau Pipih dan Lonjong*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 2010. Seksi 6.3 *Spesifikasi Campuran Beraspal Panas pada Spesifikasi Umum Jalan dan Jembatan Edisi 2010*. Jakarta : Direktorat Jendral Bina Marga.
- Domel, I, Imam. 2014. *Penggunaan Pasir Alam dalam Campuran Beraspal Jenis AC-WC dengan Pengujian Marshall Berdasarkan Spesifikasi Bina Marga Tahun 2010*. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Sentosa, Leo & Agus, I, P. 2006. *Penggunaan Pasir Cuci Sebagai Agregat Halus Campuran Aspal Jenis HRS*

(Lataston) dengan Pengujian Marshall.
Disampaikan pada HEDS Seminar on
Science and Technology. Hotel Bintang
Griya Wisata, Jakarta. 13-14 September
2006.

Sukirman, S. 2003. *Perkerasan
Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.

Sukirman, S. 2003. *Beton Aspal
Campuran Panas*. Jakarta: Granit.