

**PENGUNAAN PASIR ALAM DALAM CAMPURAN BERASPAL JENIS AC-WC
DENGAN PENGUNIAN MARSHALL BERDASARKAN
SPESIFIKASI BINA MARGA TAHUN 2010**

Leo Sentosa

Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau
Gedung C lantai 2 Kampus Bina Widya, Panam-Pekanbaru. Tel. 076166596.
E-mail: leo_sentosa0@yahoo.co.id

Imam Islami Domel

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau
Gedung C lantai 2 Kampus Bina Widya, Panam-Pekanbaru. Tel. 076166596.
E-mail: imamislamidomel@gmail.com

ABSTRACT

The use of natural sand as fine aggregate in AC (Asphalt Concrete) mixture is limited to a minimum value of 15% of total of mixture weight as stated by Bina Marga Specification 2010. Evaluation from the aspect of utilization cost shows that natural sand is cheaper than fine aggregate from stone crushing process because of no extra cost for crushing. This research aimed to identify the optimum sand content that can be used at fine graded AC/WC mixture. The variation used in this research are 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% and 30% of total aggregate mixture. The addition of natural sand makes optimum bitumen content (OBC) will decrease. OBC for natural sand of 0% is 6,4 %, OBC for natural sand of 5% is 6,35 %, OBC for natural sand of 10% is 6,3 %, OBC for natural sand of 15% is 6,25 %, OBC for natural sand of 20% is 6,2 %, OBC for natural sand of 25% is 6,2 % while the OBC for natural sand of 30% is 6,15 %. Optimum natural sand content for asphalt mix AC/WC type is 15% with OBC of 6,25%. With no consideration in the maximum requirement of the use of 15% natural sand in Bina Marga Specification 2010 natural sand still can be used up to 25% in AC/WC asphalt concrete mixture.

Keywords: natural sand, asphalt concrete AC / WC, Bina Marga Specification 2010 and Marshall characteristic.

1. PENDAHULUAN

Kualitas aspal beton sebagai konstruksi lapis perkerasan jalan sangat berkaitan dengan material yang akan digunakan, termasuk agregat halus. Dalam Spesifikasi Bina Marga Tahun 2010 yang dimaksud dengan agregat halus adalah agregat dari sumber manapun yang terdiri dari pasir atau pengayakan batu pecah dan terdiri dari material yang lolos saringan nomor 8 (2,36 mm).

Pasir alam adalah pasir yang diperoleh langsung dari alam dan langsung dapat digunakan sebagai bahan konstruksi tanpa perlu pengolahan terlebih dahulu. Pasir alam dapat berupa pasir gunung atau pasir sungai. Di beberapa daerah khususnya di daerah aliran sungai untuk memperoleh pasir alam lebih mudah dari pada pasir atau agregat halus dari

pengayakan batu pecah, karena untuk memperolehnya tidak perlu ada proses pemecahan batu terlebih dahulu. Cukup diayak untuk mendapatkan ukuran yang diinginkan.

Jika ditinjau dari segi biaya penggunaan pasir alam tentu lebih murah dari pada agregat halus hasil pemecahan batu, karena tidak diperlukan biaya tambahan untuk pemecahan. Akan tetapi dalam Spesifikasi Bina Marga Tahun 2010 penggunaan pasir alam sebagai agregat halus dalam campuran AC (*Asphalt Concrete*) dibatasi tidak lebih dari 15% dari total berat campuran.

Sentosa (2006) meneliti Penggunaan Pasir Kampar pada Campuran Beraspal HRS-WC Mengacu pada Spesifikasi Bina Marga Tahun 2002, menghasilkan nilai stabilitas campuran sebesar 1786 kg, sedangkan nilai

syarat mutu adalah 800 kg, nilai rongga dalam campuran 3,08% sedangkan nilai batasnya 3% - 6%, nilai kelenturan 538 kg/mm, nilai batas kelenturan minimal 250 kg/mm. Penelitian tersebut menyatakan pasir alam dari Sungai Kampar dapat digunakan sebagai agregat halus pada campuran beraspal jenis *HRS-WC*. Berdasarkan hasil penelitian tersebut maka perlu diteliti penggunaan pasir alam untuk campuran beraspal jenis *AC-WC* untuk mengetahui pengaruh penggunaannya terhadap kinerja campuran secara keseluruhan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Riau, dengan dasar menggunakan metode pengujian yang mengacu pada Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2010 dan gradasi campuran agregat yang dipakai adalah gradasi *AC-WC* Halus. Bahan yang digunakan yaitu berupa batu pecah dan pasir alam asal Kampar produksi PT. Alas Watu Emas, sedangkan bahan aspal yaitu menggunakan aspal Pen 60/70 merk Esso.

Penentuan proporsi masing-masing agregat yang akan diuji harus memenuhi syarat Spesifikasi Umum Bina Marga 2010. Gradasi gabungan ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat. Dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 gradasi gabungan untuk campuran aspal harus memenuhi batas-batas gradasi.

Penelitian ini menggunakan tujuh variasi proporsi yang mengacu pada batas-batas gradasi agregat gabungan *AC/WC* gradasi halus. Pengambilan variasi ini 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 dalam campuran aspal divariasikan mulai dari tiga variasi di bawah persentase maksimal sampai tiga variasi di atas persentase maksimal pasir alam yang diperbolehkan, dengan kenaikan 5% antara variasi.

Variasi kadar pasir alam yang digunakan sebanyak 7 (tujuh) variasi yaitu :

1. Variasi kadar pasir alam 0% = 18% agregat 1-2, 27% agregat medium, 55% agregat abu batu, 0% pasir alam.
2. Variasi kadar pasir alam 5% = 18% agregat 1-2, 27% agregat medium, 50% agregat abu batu, 5% pasir alam.
3. Variasi kadar pasir alam 10% = 18% agregat 1-2, 27% agregat medium, 45% agregat abu batu, 10% pasir alam.
4. Variasi kadar pasir alam 15% = 18% agregat 1-2, 27% agregat medium, 40% agregat abu batu, 15% pasir alam.
5. Variasi kadar pasir alam 20% = 18% agregat 1-2, 27% agregat medium, 35% agregat abu batu, 20% pasir alam.
6. Variasi kadar pasir alam 25% = 18% agregat 1-2, 27% agregat medium, 30% agregat abu batu, 25% pasir alam.
7. Variasi kadar pasir alam 30% = 18% agregat 1-2, 27% agregat medium, 25% agregat abu batu, 30% pasir alam.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Aspal

Material aspal Pen 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 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Aspal Pen 60/70

Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Syarat	Hasil
Penetrasi pada 25°C (dmm)	SNI 06-2456-1991	60-70	60,5
Viskositas 135°C (cSt)	SNI 06-6441-2000	385	390
Titik Lembek (°C)	SNI 06-2434-1991	≥48	54,15
Daktilitas pada 25°C, (cm)	SNI-06-2432-1991	≥100	127,5
Titik Nyala (°C)	SNI-06-2433-1991	≥232	265
Berat Jenis	SNI-06-2441-1991	≥1,0	1,035
Pengujian Residu hasil TFOT :			
Berat yang Hilang (%)	SNI 06-2441-1991	≤ 0,8	0,14
Penetrasi pada 25°C (%)	SNI 06-2456-1991	≥ 54	82,6
Daktilitas pada 25°C (cm)	SNI 06-2432-1991	≥ 100	112,5

3.2 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	0,22
Abrasi dengan mesin <i>Los Angeles</i> (%)	SNI 2417:1991	≤ 40	28,63
Kelekatan agregat terhadap aspal (%)	SNI 03-2439-1991	≥ 95	99
Partikel pipih dan lonjong (%)	ASTM D4791 perbandingan 1:5	≤ 10	7,25
Material lolos saringan No. 200 (%)	SNI 03-4142-1996	≤ 1	0,24

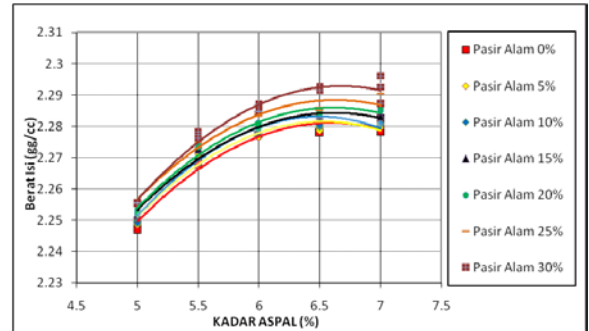
Tabel 3. Hasil Pengujian Agregat Halus

Pengujian	Metoda Pengujian	Syarat	Hasil	
			Abu Batu	Pasir Alam
Nilai setara pasir (%)	SNI 03-4428-1997	≥ 50	65,19	83,86
Material lolos saringan No.200 (%)	SNI 03-4142-1996	≤ 8	7,45	3,24
Kadar lempung (%)	SNI 3423:2008	≤ 1	0,96	0,69
Angularitas (%)	SNI 03-6877-2002	≥ 45	45,7	45,2

3.3 Karakteristik *Marshall* Campuran AC-WC

a. Berat Isi (*density*)

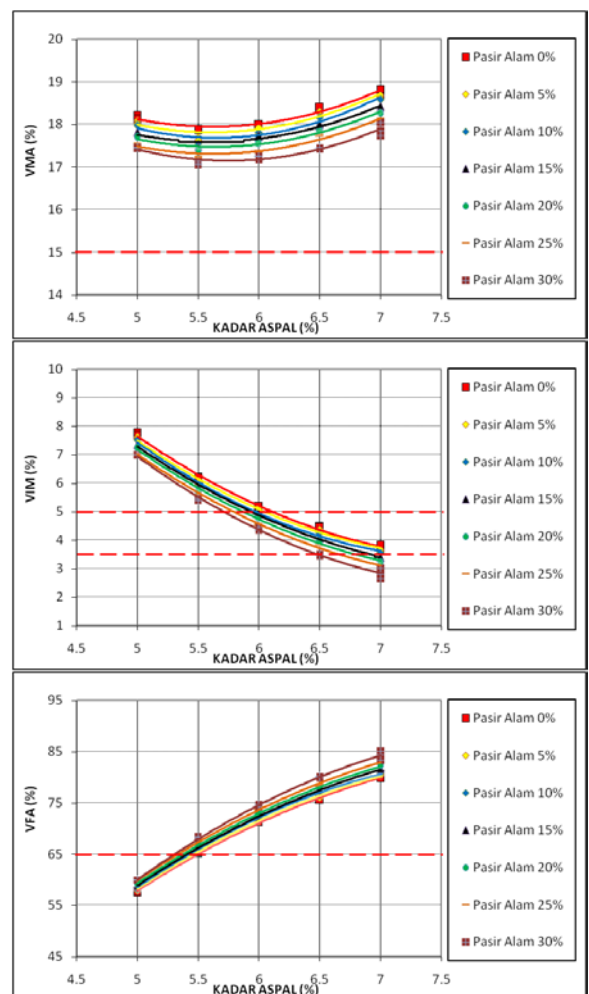
Berat isi merupakan indikator yang menunjukkan kepadatan benda uji campuran beraspal yang telah mengalami prose pemadatan. Nilai berat isi suatu campuran dipengaruhi oleh kualitas bahan penyusun dan cara pemadatan. Suatu campuran akan memiliki berat isi yang tinggi apabila mempunyai gradasi baik, kadar aspal tinggi, porositas butiran rendah serta kadar aspal yang digunakan. Campuran dengan berat isi yang tinggi akan lebih mampu menahan beban yang lebih berat, dibandingkan dengan campuran yang mempunyai berat isi rendah. Hubungan antara berat isi campuran dengan kadar aspal untuk masing-masing variasi kadar pasir alam dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Hubungan Berat Isi dengan Kadar Aspal

b. Rongga Campuran

Variasi kadar pasir alam akan mempengaruhi keadaan rongga campuran seiring dengan perbedaan tingkat kepadatan benda uji. Pengaruh kadar pasir alam terhadap masing-masing parameter rongga campuran seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Hubungan Parameter Rongga Pada Campuran dengan Kadar Aspal

Gambar grafik di atas menunjukkan karakteristik secara umum bahwa 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.

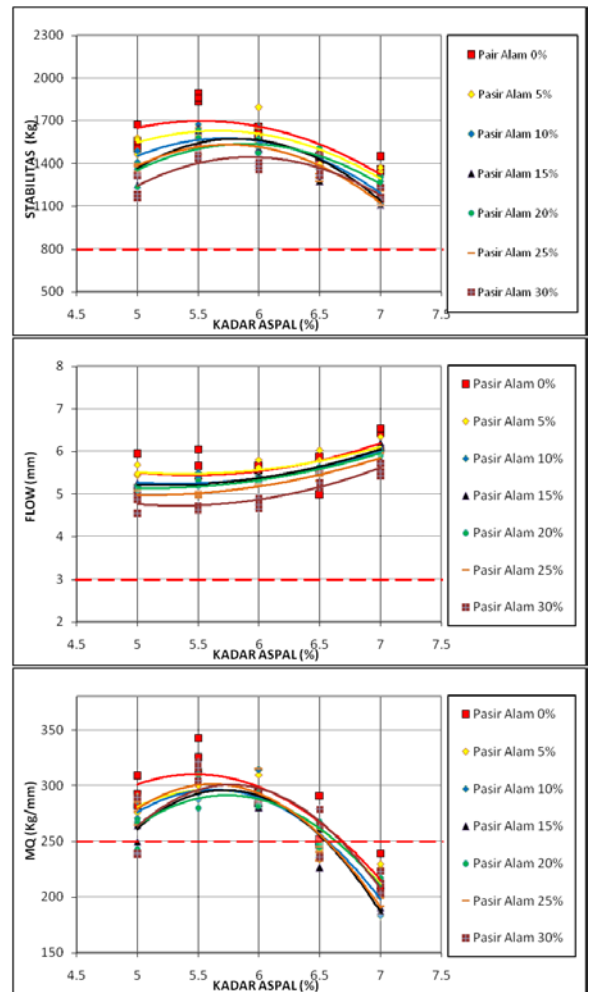
Karakteristik secara umum nilai VIM terhadap kadar aspal akan mengalami penurunan seiring dengan penambahan aspal. Sedangkan jika dilihat dari variasi kadar pasir yang digunakan, dengan bertambahnya kadar pasir menyebabkan nilai VIM akan terus menurun atau semakin kecil. Jika ditinjau dari rongga yang terisi aspal, 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.

c. Stabilitas, Flow dan MQ

Nilai stabilitas 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.

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. Sedangkan jika ditinjau dari hasil bagi antara nilai stabilitas dengan *flow* maka 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. Hubungan antara stabilitas, *flow* dan MQ dengan kadar

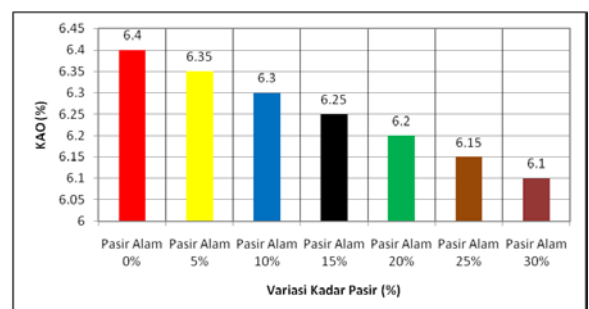
aspal untuk masing-masing variasi kadar pasir alam dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Nilai Stabilitas, Flow dan Marshall Quotient (MQ) Pada Campuran Dengan Kadar Aspal

d. Karakteristik Marshall Campuran AC-WC Pada Kondisi KAO

Hubungan antara KAO dengan variasi kadar pasir alam yang telah memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2010 dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Grafik KAO terhadap variasi Kadar Pasir Alam

Setelah didapatkan nilai kadar aspal optimum untuk masing-masing variasi kadar pasir alam kemudian dibuat benda uji dengan kadar aspal optimum dan dilakukan

pengujian *Marshall*. Hasil pengujian *Marshall* pada kondisi kadar aspal optimum seperti pada tabel berikut.

Tabel 4. Hasil Pengujian *Marshall* pada Kondisi Kadar Aspal Optimum

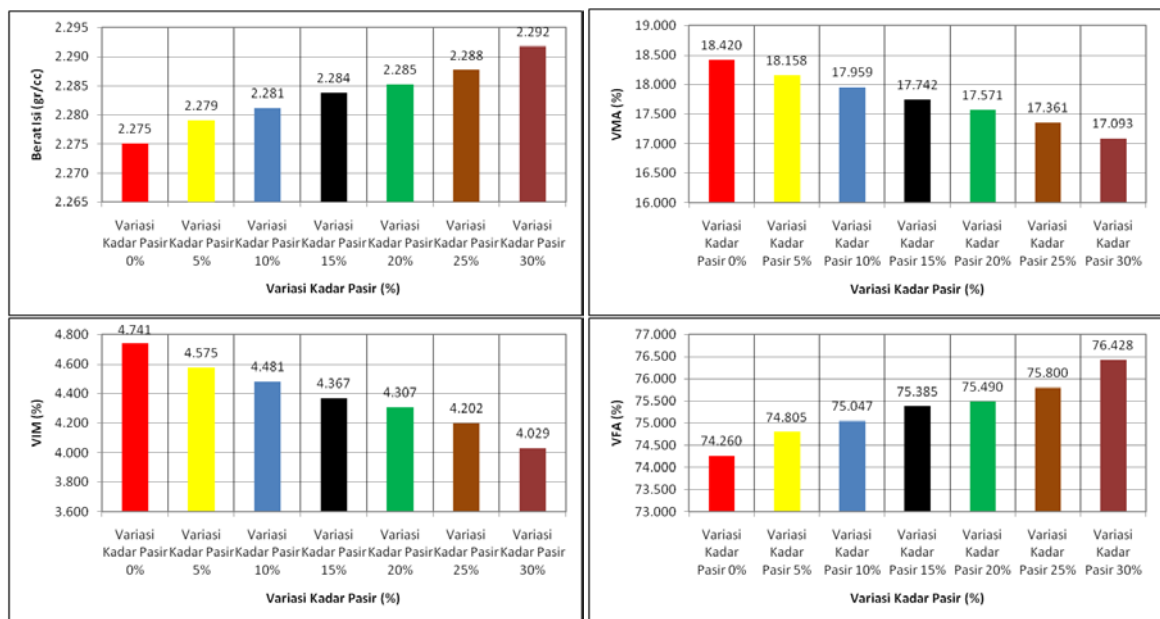
No	Kadar Pasir Alam (%)	Karakteristik Campuran								
		KAO (%)	Berat Isi (gr/cc)	VMA (%)	VIM (%)	VFA (%)	Stabilitas (Kg)	FLOW (mm)	MQ (Kg/mm)	IRS (%)
		-	-	≥ 15	3.5-5	≥ 65	≥ 800	≥ 3	≥ 250	≥ 90
1	0	6.40	2.275	18.420	4.741	74.260	1520.0	5.80	262.088	93.191
2	5	6.35	2.279	18.158	4.575	74.805	1528.8	5.59	273.485	97.121
3	10	6.30	2.281	17.959	4.481	75.047	1568.7	5.51	284.516	97.259
4	15	6.25	2.284	17.742	4.367	75.385	1634.8	5.41	302.197	96.720
5	20	6.20	2.285	17.571	4.307	75.490	1561.3	5.25	297.393	93.627
6	25	6.15	2.288	17.361	4.202	75.800	1398.6	5.00	279.757	92.807
7	30	6.10	2.292	17.093	4.029	76.428	1343.8	4.80	275.153	88.135

Keterangan :

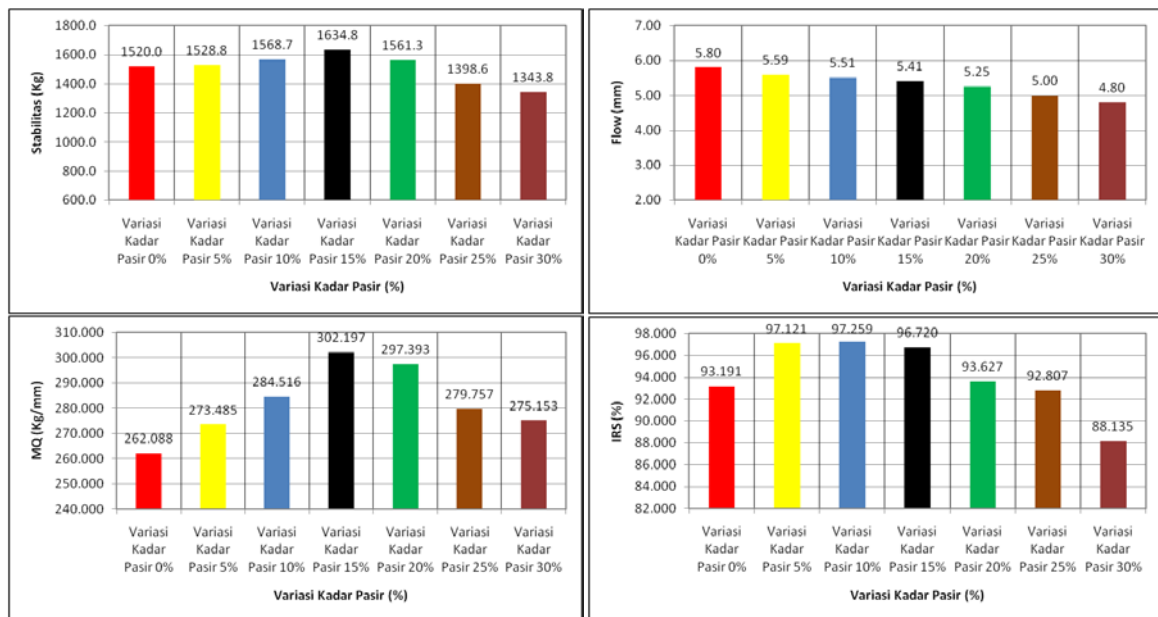
- Memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2010
- Tidak Memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2010

Tabel di atas menunjukkan nilai *IRS* untuk kadar pasir alam 30% tidak memenuhi spesifikasi. Bisa dipastikan untuk menentukan KPAO kadar pasir alam 30% tidak termasuk ke dalam alternatif pemilihan, sehingga KPAO berada pada rentang 0% sampai 25%. Dari rentang tersebut akan dianalisa setiap karakteristik yang diperoleh

dari hasil uji campurannya, yang kemudian menjadi acuan dalam menentukan KPAO. Untuk menganalisa KPAO, maka data dari tabel di atas diplotkan kedalam bentuk diagram batang yang bisa dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 6. Grafik Karakteristik Berat Isi, VMA, VIM dan VFA Untuk Masing-masing Variasi Kadar Pasir Alam Pada Kondisi KAO



Gambar 7. Grafik Karakteristik Stabilitas, *flow*, *MQ* dan *IRS* Untuk Masing-masing Variasi Kadar Pasir Alam Pada Kondisi KAO

Berdasarkan *trendline* yang didapat dari hasil plotting data pada tabel di atas, menunjukkan *trendline* yang memiliki titik balik terdapat pada stabilitas, *MQ* dan *IRS*. Titik balik tersebut merupakan indikator utama dalam penentuan KPAO, karena pada titik tersebut terdapat nilai maksimal dari sebuah karakteristik. Sedangkan pada berat isi, *VMA*, *VIM*, *VFA*, dan *flow* memiliki *trendline* yang menerus namun masih memenuhi spesifikasi yang ditetapkan. Oleh sebab itu analisa terlebih dahulu dilakukan terhadap stabilitas, *MQ* dan *IRS*.

Ditinjau dari nilai stabilitas yang diperoleh hasil pengujian nilai stabilitas tertinggi berada pada kadar pasir alam 15% sebesar 1634,8 Kg. Nilai tersebut membuktikan bahwa pada kadar pasir 15% 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 15% adalah campuran yang terbaik untuk aspal beton jenis AC/WC.

Kualitas campuran aspal beton tidak bisa hanya dinilai dari segi kekuatannya. Aspal beton harus memiliki sifat kelenturan. Sifat kelenturan bisa dilihat dari nilai *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 15% yaitu sebesar 302,197 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 15%.

Dari segi keawetan maka penilaian diarahkan ke nilai *IRS*. *IRS* merupakan merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengukur daya ikat/adhesi campuran terhadap pengaruh suhu dan air pada suhu $60 \pm 1^\circ \text{C}$ selama 24 jam. Nilai *IRS* yang tertinggi ternyata berada pada variasi kadar pasir alam 10% yaitu sebesar 97,259% bukan pada variasi pasir alam 15% yang hanya sebesar 96,720%. Sehingga antara variasi kadar pasir alam 10% dengan variasi kadar pasir alam 15% dicari karakteristik lain yang dapat menunjukkan sifat terbaik antara keduanya. Dilihat dari KAO masing-masing variasi, variasi kadar pasir alam 10% lebih banyak memerlukan aspal yaitu sebesar 6,3% dibandingkan dengan variasi kadar pasir alam 15% yaitu hanya sebesar 6,25%. Tentu dalam aplikasinya campuran dengan KAO yang besar lebih mahal pengadaannya dibandingkan yang lebih sedikit. Kemudian

dilihat dari berat isi yang didapat antara kedua variasi ini, variasi kadar pasir alam 15% memiliki berat isi yang lebih besar yaitu sebesar 2,284 gr/cc dibandingkan dengan variasi 10% yang hanya sebesar 2,281 gr/cc.

Kesimpulan yang didapat dari analisa karakteristik campuran terhadap kadar pasir alam yang digunakan diatas maka diambil KPAO sebesar 15%. Nilai KPAO sebesar 15% diyakini mampu memberikan kinerja yang maksimal pada sebuah campuran aspal beton jenis AC/WC. Selain itu, KPAO sebesar 15% memenuhi batas maksimal penggunaan pasir alam yang diatur dalam Spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu sebesar 15%.

KPAO sebesar 15% merupakan pilihan yang sangat ideal dalam perencanaan campuran aspal beton jenis AC/WC. Jika tanpa mempertimbangkan pembatasan penggunaan pasir alam dalam campuran aspal beton yang telah diatur dalam Spesifikasi Bina Marga 2010, maka kadar pasir alam dalam campuran masih dapat digunakan hingga 25% dari total campuran. Karena dari hasil pengujian penggunaan pasir alam sampai 25% masih memenuhi persyaratan untuk karakteristik *Marshall*.

4. KESIMPULAN

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

1. Penambahan kadar pasir alam akan membuat nilai KAO akan semakin menurun. KAO untuk pasir alam 0% adalah sebesar 6,4%, KAO untuk pasir alam 5% adalah sebesar 6,35%, KAO untuk pasir alam 10% adalah sebesar 6,3%, KAO untuk pasir alam 15% adalah sebesar 6,25%, KAO untuk pasir alam 20% adalah sebesar 6,2%, KAO untuk pasir alam 25% adalah sebesar 6,15% sedangkan untuk KAO untuk pasir alam 0% adalah sebesar 6,1%.
2. Kadar pasir alam optimum (KPAO) untuk campuran aspal beton jenis AC/WC adalah sebesar 15% dengan KAO 6,25%.
3. Jika tidak mempertimbangkan syarat maksimal untuk penggunaan pasir alam

sebesar 15% dalam Spesifikasi Bina Marga 2010, maka pasir alam masih dapat digunakan hingga 25% dalam dalam campuran aspal beton AC/WC.

DAFTAR PUSTAKA

- Bina Marga. 2010. *Seksi 6.3 Spesifikasi Campuran Beraspal Panas pada Spesifikasi Umum Jalan dan Jembatan Edisi 2010*. Jakarta : Direktorat Jendral Bina Marga.
- Bina Marga. 2003. RSNI-M-01. *Metode Pengujian Campuran Beraspal Panas dengan Alat Marshall*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 2002. *Spesifikasi Bahan Pengisi untuk Campuran Beraspal*. SNI-03-6723-2002. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 1991. *Metode Pengujian Kelekatan Agregat Terhadap Aspal*. SNI-03-2439-1991. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 1996. *Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat yang Lolos Saringan No. 200*. SNI-03-4142-1996. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 1991. *Metode Pengujian Penetrasi Bahan-Bahan Bitumen*. SNI-06-2456-1991. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 1991. *Metode Pengujian Titik Lembek Aspal dan Ter*. SNI-06-2434-1991. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 1991. *Metode Pengujian Daktilitas Bahan-Bahan Aspal*. SNI-06-2432-1991. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 1991. *Metode Pengujian Berat Jenis Aspal Padat*. SNI-06-2441-1991. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 1991. *Metode Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar dengan Cleve Land Open Cup*. SNI-06-2433-1991. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.

- Bina Marga. 1991. Metode Pengujian Viskositas Bahan Aspal. SNI-06-6441-1991. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 1991. Metode Pengujian Kehilangan Berat Minyak dan Aspal dengan Cara A. SNI-06-6441-1991. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Darmon & Ramli, M, I. 2004. Studi Kinerja Durabilitas Campuran Beton Aspal Menggunakan Pasir Asal Padang Pajongae Sebagai Bahan Agregat Halus. Simposium VII FSTPT. Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.
- Sentosa, Leo & Putra, A, I. 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.
- Standar Nasional Indonesia. 2008. Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. SNI 1969:2008. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. 2008. Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles. SNI 2417:2008. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. 2005. Cara Uji Butiran Agregat Kasar Berbentuk Pipih, Lonjong, atau Pipih dan Lonjong. RSNI T 01-2005. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. 2008. Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. SNI 1970:2008. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- Sukirman, S. 2003. Perkerasan Lentur Jalan Raya. Bandung: Nova
- Sukirman, S. 2003. Beton Aspal Campuran Panas. Jakarta: Granit