

PENGARUH PENGGUNAAN PASIR PULAU BUNGIN KABUPATEN KUANTAN SINGINGI PADA CAMPURAN LASTON LAPIS AUS

Kairon Wika Rejeki Sembiring¹⁾, Sri Djuniati²⁾, Gunawan Wibisono²⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, ²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru 28293

E-mail: kairon.wika@student.unri.ac.id/ sri97ftur@gmail.com / g.wibisono@eng.unri.ac.id

ABSTRACT

Sand of Pulau Island Bungin is a natural sand that comes from Batang Kuantan River, Koto Taluk Kuantan Village, District Kuantan Tengah, Kuantan Singingi Regency, Riau Province. The availability of natural sand makes progress of Kuantan Singingi regency because it is easily obtained and more economical do not need to bring sand material from other area and do not have to go through stone breaking process by stone crusher. Based on the a general Specification Bina Marga 2010 Revision 3, the use of natural sand for asphalt concrete mixture (AC) should not exceed 15% of the total aggregate mixture weight. Therefore, we need to know the efficiency of natural sand usage in asphalt concrete mix (AC) for optimal utilization. This study aims to find out how optimum asphalt (KAO) and to know Marshall characteristics whether to meet the General Specification of Bina Marga 2010 Revision 3. The fine aggregate variation of natural sand used in this research is 0%, 5%, 10%, 15%, 20 % Of the total weight of the aggregate mixture. The addition of natural sand in the asphalt concrete wearing course (AC-WC) causes the value of optimum asphalt (KAO) to decrease. In the mixed asphalt concrete wearing course (AC-WC), the addition of 10% saturated sand obtained an optimum asphalt (KAO) value of 6,10% and the largest stability value of 1.343 kg. If without considering the limits of natural sand usage as set out in Specification of Bina Marga 2010 Revision 3 then the natural addition of sand may still be used in asphalt concrete wearing course (AC-WC) until 20%.

Keywords: Natural sand, mixed asphalt concrete wearing course (AC-WC), characteristics of Marshall and a general Specification Bina Marga 2010 Revision 3.

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini perkembangan dan pertumbuhan penduduk sangat pesat. Seiring dengan hal tersebut mengakibatkan peningkatan mobilitas penduduk. Sehingga muncul banyak kendaraan-kendaraan berat di jalan raya yang melintas di jalan raya. Salah satu prasarana transportasi adalah jalan yang merupakan kebutuhan pokok dalam kegiatan masyarakat. Dengan melihat peningkatan mobilitas penduduk yang sangat tinggi dewasa ini maka diperlukan peningkatan baik kuantitas maupun kualitas jalan yang memenuhi kebutuhan masyarakat. *Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)* merupakan lapisan perkerasan yang terletak paling atas dan berfungsi sebagai lapisan aus. Walaupun bersifat non struktural, *AC-WC*

dapat menambah daya tahan perkerasan terhadap penurunan mutu sehingga secara keseluruhan menambah masa pelayanan dari konstruksi perkerasan. Salah satu campuran laston adalah 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 4 (4,75 mm). Salah satu bahan agregat halus tersebut adalah pasir alam. Salah satu pengujian yang dilakukan mengenai agregat halus di daerah Sungai Kampar untuk laston lapis aus (*AC-WC*) (Domel. 2014). 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%, sedangkan untuk KAO untuk pasir alam 0% adalah sebesar 6,1%. Pasir Pulau Bungin merupakan sumber pasir alam lokal yang terletak di Desa Koto Taluk Kuantan, Kecamatan Kuantan Tengah, Kabupaten Kuantan Singingi. Pemanfaatan material lokal di daerah tersebut sebagai agregat halus dapat dipertimbangkan penggunaannya mengingat pasir tersebut sering digunakan dalam pembangunan Kota Taluk Kuantan seperti dipergunakan untuk beton konstruksi pada bangunan gedung, serta ketersediaan material cukup banyak. Maka dari itu perlu diadakan penelitian untuk mengetahui pengaruh penggunaannya terhadap kinerja campuran laston lapis aus atau AC-WC, dengan harapan bisa menjadi salah satu pilihan pemakaian bahan konstruksi perkerasan lentur. Penentuan kadar aspal rencana dapat ditentukan menggunakan rumus empiris berdasarkan gradasi gabungan dan proporsi agregat yang digunakan. Kadar aspal rancangan variasi Pasir Alam Pulau Bungin dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$P_b = 0,035 (\%AK) + 0,045 (\%AH) + 0,18(\%BP) + K \dots\dots\dots (I)$$

Keterangan :
 AK : Agregat kasar
 AH : Agregat halus
 BP : Bahan pengisi

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 revisi 3 dan gradasi campuran agregat yang dipakai adalah gradasi campuran aspal beton lapis aus (Laston AC-WC).

2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan untuk pengujian Laston AC-WC terdiri dari:

1. Aspal penetrasi 60/70 merk Esso.
2. Agregat ukuran 1-2 cm (1-2) berasal dari Kabupaten Kampar produksi PT Alas Watu Emas.
3. Agregat ukuran medium berasal dari Kabupaten Kampar hasil olahan PT Alas Watu Emas.
4. Agregat abu batu berasal dari Kabupaten Kampar hasil olahan PT Alas Watu Emas.
5. Agregat pasir alam berasal dari Kabupaten Kuantan Singingi yaitu Pasir Pulau Bungin.

2.2 Rancangan Campuran Aspal Beton

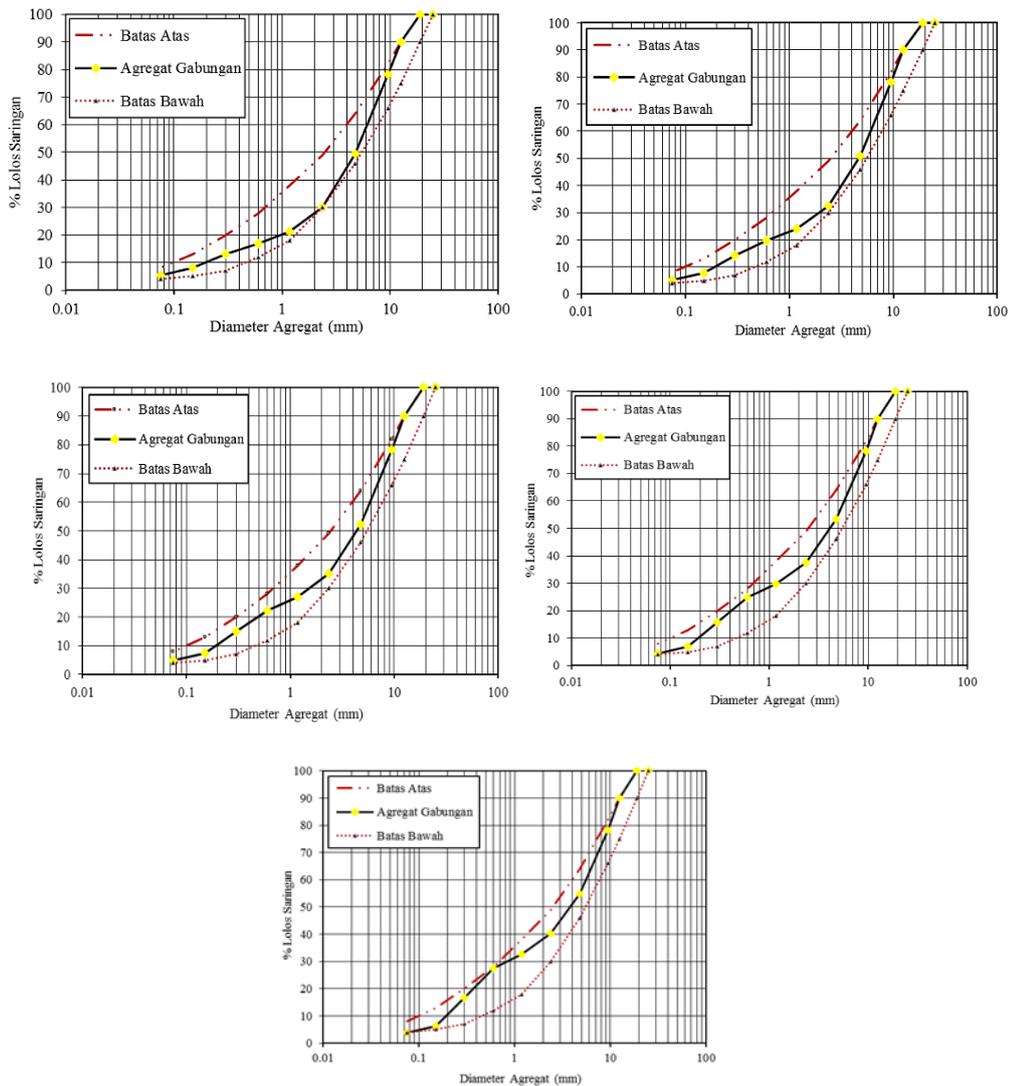
Rancangan campuran bertujuan untuk mendapatkan proporsi campuran dari material yang digunakan sehingga dihasilkan campuran yang memenuhi spesifikasi campuran yang ditetapkan. Saat ini, metode rancangan yang paling banyak dipergunakan di Indonesia adalah metode rancangan campuran berdasarkan pengujian empiris, dengan menggunakan alat Marshall.

2.3 Proporsi Agregat Gabungan

Gradasi gabungan ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat. Batas bawah dan batas atas dari spesifikasi digunakan sebagai dasar penentuan gradasi yang digunakan dalam penelitian yang sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga 2010. Gradasi agregat gabungan berdasarkan variasi pasir alam Pulau Bungin 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 1 di bawah ini:

Tabel 2. Gradasi Agregat Gabungan Variasi Pasir Alam Pulau Bungin

Nomor Saringan	Spesifikasi Lolos Saringan		Proporsi Agregat (Agregat Lolos Saringan)				
			Pasir Alam 0%	Pasir Alam 5%	Pasir Alam 10%	Pasir Alam 15%	Pasir Alam 20%
mm	inchi	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
25.00	1"	100-100	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
19.00	3/4"	90-100	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
12.50	1/2"	75-90	89.98	89.98	89.98	89.98	89.98
9.50	3/8"	66-82	78.28	78.28	78.28	78.28	78.28
4.75	No. 4	46-64	49.52	50.82	52.12	53.42	54.72
2.36	No. 8	30-49	30.02	32.56	35.10	37.63	40.17
1.18	No. 16	18-38	21.35	24.16	26.98	29.80	32.61
0.60	No. 30	12-28	17.01	19.63	22.25	24.87	27.49
0.30	No. 50	7-20	13.19	14.06	14.93	15.80	16.66
0.15	No. 100	5-13	8.20	7.76	7.32	6.87	6.43
0.075	No. 200	4-8	5.48	5.11	4.74	4.37	4.00



Gambar 1. Distribusi Agregat Gabungan Variasi Pasir Alam Pulau Bungin 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%

2.4 Perencanaan Benda Uji

Setelah diperoleh perkiraan nilai KAO dari campuran ditentukan variasi kadar aspal yang akan digunakan, variasi tersebut adalah 4,5%, 5%, 5,5%, 6% dan 6,5% dari berat total campuran. Jumlah benda uji yang akan digunakan untuk penentuan KAO masing-masing campuran dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini:

Tabel 3. Jumlah Benda Uji

No. Kode Campuran	Variasi Pasir Alam Terhadap Berat Total Campuran Agregat (%)	Jumlah Sampel Tiap Kadar Aspal (bu)	Variasi Kadar Aspal (bu)	Jumlah Sampel (bu)
1	0	3	5	15
2	5	3	5	15
3	10	3	5	15
4	15	3	5	15
5	20	3	5	15
Total				75

Keterangan: (bu) = benda uji

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. Jumlah benda uji untuk variasi campuran yang dilakukan pada kondisi KAO dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini:

Tabel 4. Jumlah Benda Uji Tes *Marshall* Kondisi KAO

No. Kode Campuran	Variasi Pasir Alam Terhadap Berat Total Campuran Agregat (%)	<i>Marshall</i> Standar	<i>Marshall</i> Rendaman 1 Hari
1	0	3	3
2	5	3	3
3	10	3	3
4	15	3	3
5	20	3	3
Jumlah		15	15
		30	

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Aspal

Aspal yang digunakan adalah aspal dengan penetrasi 60/70 merk Esso yang diperoleh dari Laboratorium Jalan Raya

Fakultas Teknik Universitas Riau. Hasil pengujian aspal tercantum pada Tabel 5.

3.2 Hasil Pengujian Agregat

Agregat yang diuji adalah agregat kasar dengan ukuran 1-2 dan agregat medium sedangkan agregat halus yang diuji adalah agregat abu batu dan agregat pasir Pulau Bungin. Pengujian yang dilakukan berdasarkan Spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 3. Hasil pengujian terhadap agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 6 dan hasil pengujian agregat halus dapat dilihat pada Tabel 7. Secara umum hasil pengujian agregat kasar dan halus telah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3.

Tabel 4. Hasil Pengujian Agregat Kasar

Pengujian	Metoda Pengujian	Syarat	Hasil
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium dan magnesium (%)	SNI 3407:2008	≤ 12	7,88%
Abrasi dengan mesin <i>Los Angeles</i> (%)	SNI 2417:2008	≤ 40	36,84%
Kelekatan agregat terhadap aspal (%)	SNI 2439:2011	≥ 95	96,1%
Butir pecah pada agregat kasar (%)	SNI 7619:2012	95/90	95/90%
Partikel pipih dan lonjong (%)	ASTM D4791 perbandingan 1:5	≤ 10	7,62%
Material lolos saringan No. 200 (%)	SNI 03-4142-1996	≤ 2	0,56%

Hasil pengujian agregat halus dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini:

Tabel 5. Hasil Pengujian Agregat Halus

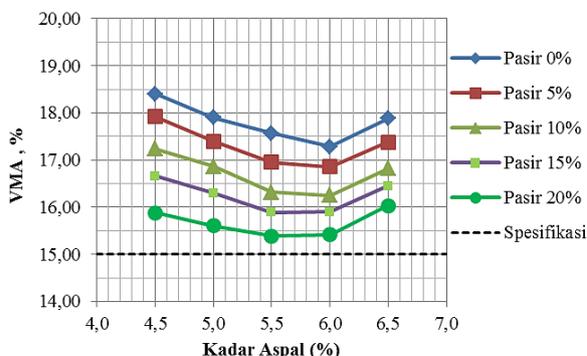
Pengujian	Metoda Pengujian	Syarat	Hasil	
			Abu Batu	Pasir Alam Pulau Bungin
Nilai setera pasir (%)	SNI 03-4428-1997	≥ 60	96,69%	82,95%
Material lolos saringan No.200 (%)	SNI ASTM C 117:2012	≤ 10	0,26%	7,16%
Kadar lempung (%)	SNI 03-4141-1996	≤ 1	0,12%	0,92%
Angularitas (%)	SNI 03-6877-2002	≥ 45	45,3%	45,02%

Secara umum hasil pengujian agregat kasar dan agregat halus telah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3.

3.3 Karakteristik Marshall Campuran Beton Aspal AC-WC Kondisi Standar

a. Rongga dalam Mineral Agregat (VMA)

Gambar 6 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. Nilai VMA menunjukkan ruang yang tersedia dalam campuran untuk menampung volume efektif aspal kecuali yang diserap agregat. Bina Marga menetapkan batas minimum nilai VMA dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3 untuk campuran aspal beton AC-WC adalah minimum 15%.

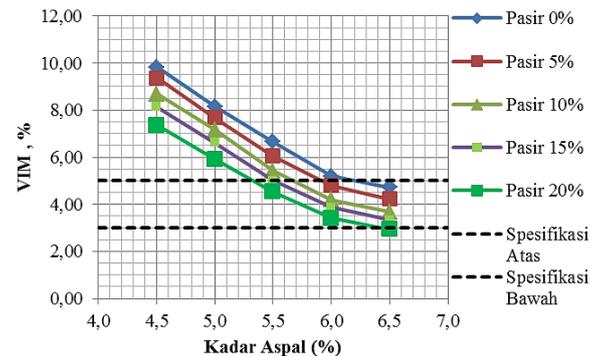


Gambar 6. Grafik Hubungan VMAterhadap Kadar Aspal

b. Rongga dalam Campuran (VIM)

Gambar 7 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 2010 Revisi 3 nilai VIM untuk campuran aspal beton

AC-WC minimum 3% dan maksimum 5% untuk campuran laston AC-WC.

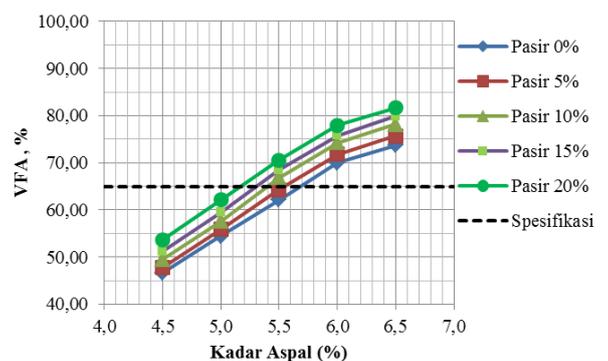


Gambar 7 Grafik Hubungan VIMterhadap Kadar Aspal

c. Rongga Terisi Aspal (VFA)

Gambar 8 Menunjukkan Nilai VFA akan semakin meningkat seiring bertambahnya kadar aspal. Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3 menetapkan batas minimum nilai VFA yaitu sebesar 65%.

Besarnya nilai VFA menunjukkan keawetan suatu campuran beraspal, semakin tinggi nilai VFA menunjukkan semakin banyak rongga terisi aspal yang membuat campuran beraspal akan semakin awet.

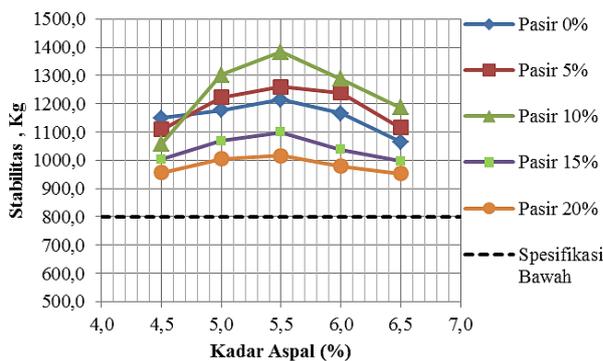


Gambar 8. Grafik Hubungan VFA terhadapKadar Aspal

d. Stabilitas

Dari Gambar 9 dapat dilihat bahwa seluruh campuran telah memenuhi batas minimum nilai stabilitas yang telah ditetapkan dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3 yaitu 800 kg.

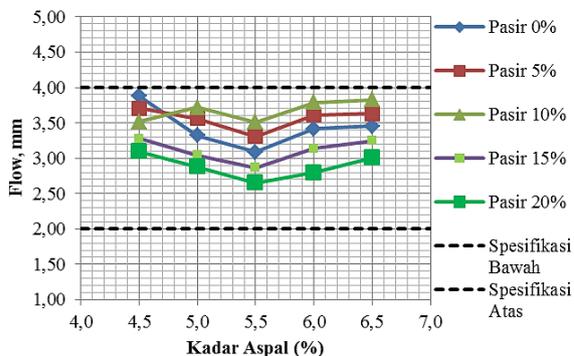
Nilai stabilitas menunjukkan kemampuan suatu campuran untuk dapat menahan suatu deformasi yang diakibatkan oleh suatu beban. Semakin bertambahnya kadar aspal dalam suatu campuran akan membuat nilai stabilitas semakin tinggi namun akan turun pada titik tertentu. Hal ini diakibatkan menebalnya selimut aspal terhadap agregat, sehingga membuat campuran menjadi lentur dan nilai stabilitas menurun.



Gambar 9. Grafik Hubungan Stabilitas terhadap Kadar Aspal

e. Kelelahan (Flow)

Gambar 10 menunjukkan semakin bertambahnya kadar aspal akan membuat nilai *flow* suatu campuran akan semakin meningkat. Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3, batas nilai *flow* yaitu minimum 2% dan maksimum 4% untuk Laston AC-WC.

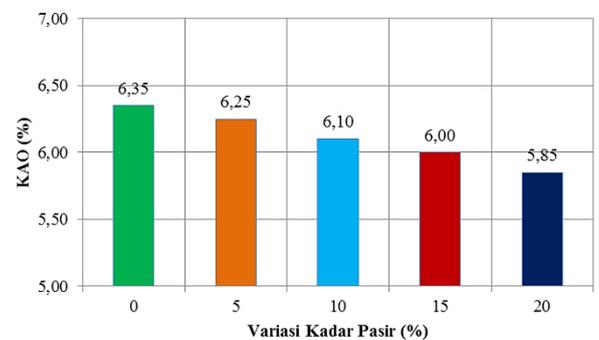


Gambar 10. Grafik Hubungan Flow terhadap Kadar Aspal

f. Kadar Aspal Optimum (KAO)

Metode yang digunakan dalam penentuan KAO adalah menggunakan metode pita berdasarkan SNI 06-2489-1991 dengan menganalisis lima karakteristik *Marshall* sebagai standar penentuan KAO.

Gambar 11 di bawah menunjukkan bahwa nilai kadar aspal optimum (KAO) Laston AC-WC 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 11. Diagram Hubungan KAO terhadap Kadar Pasir Alam

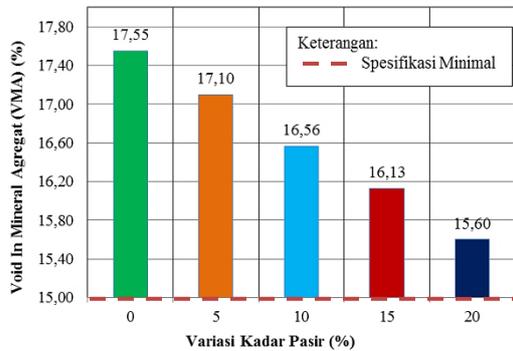
KAO untuk pasir alam 0% adalah sebesar 6,35%, KAO untuk pasir alam 5% adalah sebesar 6,25%, KAO untuk pasir alam 10% adalah sebesar 6,10%, KAO untuk pasir alam 15% adalah sebesar 6,00%, KAO untuk pasir alam 20% adalah sebesar 5,85%. KAO yang terbaik adalah pada saat kadar aspal optimum dengan kadar pasir alam yang dapat menghasilkan kinerja aspal beton yang maksimal.

3.3 Karakteristik *Marshall* Campuran Aspal Beton AC-WC Kondisi KAO

a. Pengaruh VMA terhadap Variasi Kadar Pasir

Gambar 12 di bawah menunjukkan nilai VMA terbesar berada pada variasi kadar pasir alam 0% atau tanpa menggunakan pasir alam yaitu sebesar 17,55% dan yang terendah terdapat pada variasi kadar pasir

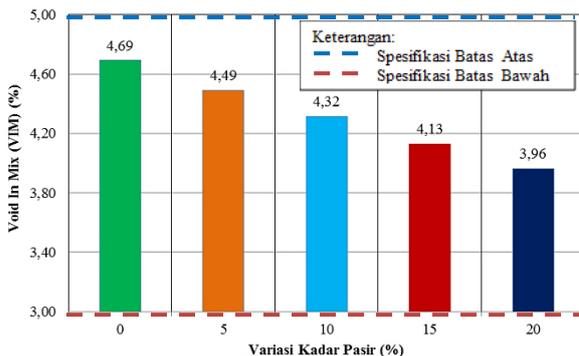
alam 20% yaitu sebesar 15,60%. Hal ini menunjukkan penambahan pasir alam dalam campuran aspal beton akan membuat volume rongga udara diantara mineral agregat semakin kecil.



Gambar 12. Diagram Hubungan VMA terhadap Variasi Kadar Pasir Alam

b. Pengaruh VIM terhadap Variasi Kadar Pasir

Gambar 13 dibawah menunjukkan nilai VIM terendah berada pada kadar pasir alam 20% yaitu sebesar 3,96% sedangkan nilai tertinggi berada pada kadar pasir alam 0% yaitu sebesar 4,69%. Nilai VIM yang terlalu besar mengakibatkan kurangnya kedekatan terhadap air, sehingga mempercepat penuaan aspal dan menurunkan sifat durabilitas beton aspal.

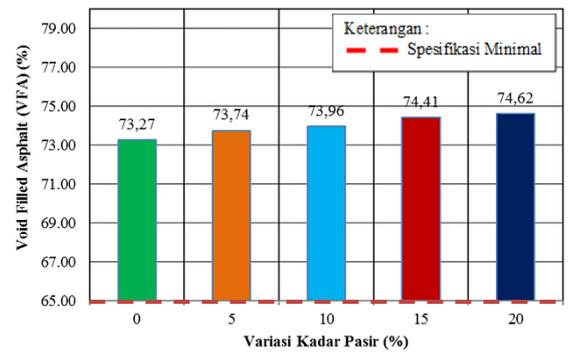


Gambar 13. Diagram Hubungan VIM terhadap Variasi Kadar Pasir Alam

c. Pengaruh VFA terhadap Variasi Kadar Pasir

Gambar 14 dibawah menunjukkan nilai VFA mengalami penurunan dengan bertambahnya kadar pasir alam, artinya penambahan pasir alam dalam campuran

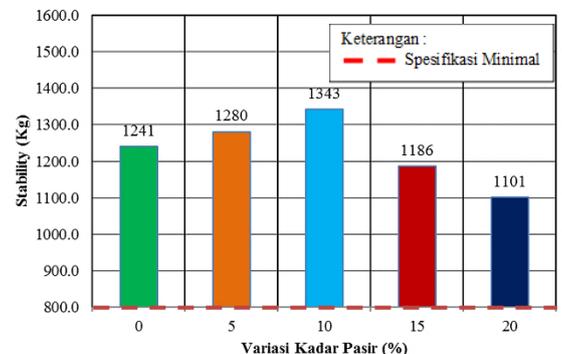
aspal beton mengakibatkan volume rongga campuran yang terisi aspal menjadi kecil. Untuk nilai VFA tertinggi berada pada variasi kadar pasir alam 20% atau tanpa menggunakan pasir alam yaitu sebesar 74,62% sedangkan nilai VFA terendah berada pada variasi kadar pasir alam 0% yaitu sebesar 73,27%.



Gambar 14. Diagram Hubungan VFA terhadap Variasi Kadar Pasir Alam

d. Pengaruh Stabilitas terhadap Variasi Kadar Pasir

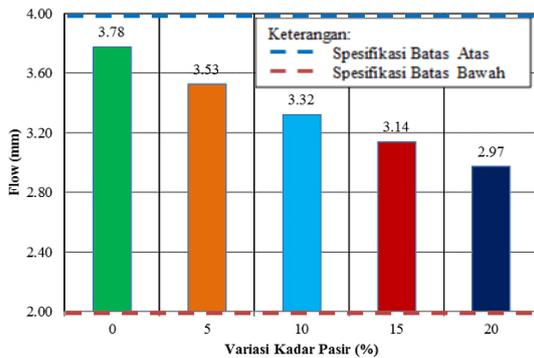
Gambar 15 dibawah menunjukkan penambahan pasir alam terus menerus tidak membuat nilai stabilitas menjadi semakin tinggi, nilai stabilitas hanya akan meningkat ketika pasir alam yang ditambahkan mencapai 10% ketika kadar pasir alam ditingkatkan kembali nilai stabilitas cenderung menurun. Nilai tertinggi stabilitas berada pada variasi kadar pasir alam 10% yaitu sebesar 1343 kg, sedangkan nilai stabilitas yang terendah berada pada variasi kadar pasir alam 20% yaitu sebesar 1101 kg.



Gambar 15. Diagram Hubungan Stabilitas terhadap Variasi Kadar Pasir Alam

e. 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.

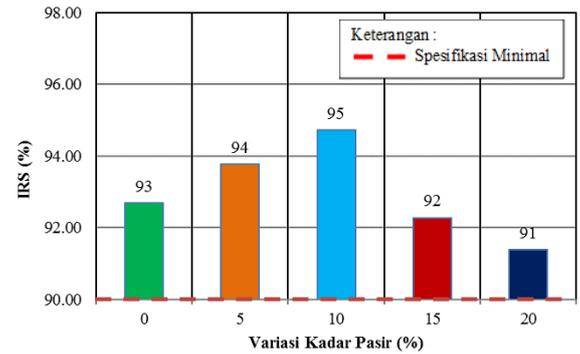


Gambar 16. Diagram Hubungan *flow* terhadap Variasi Kadar Pasir Alam

f. Pengaruh Variasi Kadar Pasir terhadap *IRS*

Stabilitas *Marshall* Sisa atau Indeks Rendaman *Marshall* (*Index Retained Strength, IRS*) yaitu perbandingan antara nilai stabilitas benda uji setelah direndam 24 jam dalam suhu 60° dengan stabilitas benda uji tanpa perendaman (*Marshall* standar, direndam selama 30-40 menit dengan suhu 60°C). Dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3, batasan untuk stabilitas sisa setelah rendaman selama 24 jam dengan suhu 60°C adalah minimal 90% dari stabilitas semula.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa keseluruhan nilai *IRS* memenuhi persyaratan. Nilai *IRS* yang tertinggi berada pada variasi kadar pasir 10% yakni sebesar 95% sedangkan untuk nilai terendah adalah pada variasi pasir 20% yaitu 91%. Untuk lebih jelasnya mengenai hasil nilai *IRS* yang diperoleh masing-masing variasi kadar pasir pada kondisi KAO dapat dilihat pada Gambar 18 berikut:



Gambar 18 Grafik Hubungan Nilai *IRS* terhadap Kadar Pasir pada Kondisi KAO

Nilai keseluruhan dari Gambar 18 dapat dilihat pada Tabel 12 dimana perbandingan antara stabilitas non rendaman selama 24 jam dan stabilitas rendaman selama 24 jam dapat dilihat secara keseluruhan di Tabel 6.

Tabel 6. Hasil IRS Campuran AC-WC Kondisi KAO

Variasi Pasir	Kadar Aspal	No. Sampel	Stabilitas Awal (Kg)	Stabilitas Setelah Rendaman 60 °C Selama 1 Hari (Kg)	Nilai IRS	Spesifikasi (%)
0	6,35	1	1290	1157	93	
		2	1196	1177		
		3	1236	1117		
		Rata-rata	1241	1150		
5	6,25	1	1263	1183	94	
		2	1343	1130		
		3	1236	1290		
		Rata-rata	1281	1201		
10	6,10	1	1343	1196	95	90
		2	1409	1356		
		3	1276	1263		
		Rata-rata	1343	1272		
15	6,00	1	1250	1077	92	
		2	1090	1037		
		3	1219	1170		
		Rata-rata	1186	1095		
20	5,85	1	1136	1010	91	
		2	1024	1103		
		3	1143	904		
		Rata-rata	1101	1006		

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan pada bab sebelumnya didapat beberapa kesimpulan, diantaranya:

1. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, diperoleh nilai karakteristik *Marshall* Standar yaitu variasi pasir alam 0% dengan kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6% dan 6,5% diperoleh nilai KAO sebesar 6,35%, variasi pasir alam 5% dengan kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6% dan 6,5% diperoleh nilai KAO sebesar 6,25%, variasi pasir alam 10% diperoleh nilai KAO sebesar 6,10%, variasi pasir alam 15% diperoleh nilai KAO sebesar 6,00% dan variasi pasir alam 20% diperoleh nilai KAO sebesar 5,85%.
2. Nilai stabilitas, *flow*, *VIM*, *VMA*, *VFA* pada variasi pasir alam 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dengan kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6% dan 6,5% dapat dilihat pada Tabel 4.9. Untuk nilai stabilitas

menunjukkan peningkatan yang lebih besar pada variasi pasir alam 10% dan nilai terendah pada variasi pasir alam 20%. Nilai *flow* tertinggi berada pada variasi pasir alam 0% dan nilai terendah pada variasi pasir alam 20%. Nilai *VMA* tertinggi berada pada variasi pasir alam 0% dan nilai terendah pada variasi pasir alam 20%. Nilai *VIM* tertinggi berada pada variasi pasir alam 0% dan nilai terendah pada variasi pasir alam 20%. Nilai *VFA* tertinggi berada pada variasi pasir alam 20% dan nilai terendah pada variasi pasir alam 0%.

3. Dari hasil pengujian *Marshall* kondisi KAO menunjukkan nilai *VMA*, *VIM*, *VFA*, stabilitas dan *flow* memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 3. Nilai stabilitas terbesar pada variasi pasir alam 10% sebesar 1343 kg dan nilai terendah pada variasi pasir alam 20% sebesar 1101 kg. Nilai *flow* terbesar

pada variasi pasir alam 0% sebesar 3,78 mm dan nilai terendah pada variasi pasir alam 20% sebesar 2,97 mm. Nilai VMA terbesar pada variasi pasir alam 0% sebesar 17,55% dan nilai terendah pada variasi pasir alam 20% sebesar 15,60. Nilai VIM terbesar pada variasi pasir alam 0% sebesar 4,69% dan nilai terendah pada variasi pasir alam 20% sebesar 3,96%. Nilai VFA terbesar pada variasi pasir alam 20% sebesar 74,62% dan nilai terendah pada variasi pasir alam 0% sebesar 73,27%.

4. Nilai *IRS* pada penelitian ini diperoleh pada variasi pasir alam 0% sebesar 93%, variasi pasir 5% sebesar 94%, variasi pasir 10% sebesar 95%, variasi pasir 15% sebesar 92% dan pada variasi pasir 20% sebesar 91%. Semua variasi pasir alam memenuhi nilai *IRS* yaitu > 90%. Jika tanpa mempertimbangkan batasan penggunaan pasir alam seperti yang diatur dalam Spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 3 maka variasi kadar pasir alam masih mungkin digunakan dalam campuran aspal beton lapis aus (AC-WC) hingga sampai 20%.

5. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian di laboratorium, saran yang mungkin dapat dipergunakan untuk penelitian lanjutan, diantaranya:

1. Melakukan persiapan penelitian di laboratorium seperti pengecekan ketersediaan peralatan dan kualitas alat yang akan digunakan.
2. Meneliti pengaruh penggunaan pasir alam terhadap durabilitas campuran, uji kuat tarik tak langsung (*indirect tensile strength*) dan pengujian lainnya.
3. Melakukan pengambilan sampel pasir di tiga titik bagian sungai yaitu pada bagian hulu sungai, tengah dan hilir sungai.
4. Mencoba melakukan pengujian hasil penelitian di instalasi (*Asphalt Mixing Plant*) AMP, kemudian diteliti tentang faktor ekonomis dari penggunaan pasir alam tersebut.

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.
- BinaMarga. 2003. RSNI-M-01-2003. *Metode Pengujian Campuran Beraspal Panas dengan Alat Marshall*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 2008. SNI 1969:2008. *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 2008. SNI 2417:2008. *Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 2011. SNI 2439:2011. *Cara Uji Penyelimutan dan Pengelupasan pada Campuran Agregat-Aspal*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 2005. RSNI T-01-2005. *Cara Uji Uji Butiran Agregat Kasar Berbentuk Pipih, Lonjong, Pipih dan Lonjong*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 2008. SNI 3407:2008. *Cara Uji Sifat Kekekalan Agregat dengan Cara Perendaman menggunakan Larutan Natrium Sulfat atau Magnesium*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 2012. SNI 7619:2012. *Pengujian Butir Pecah pada Agregat Kasar*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 1996. SNI 03-4142-1996. *Metode Pengujian Jumlah Bahan dalam Agregat yang Lolos Saringan No.200 (0,075 mm)*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 2008. SNI 1970:2008. *Cara Uji Berat Jenis dan penyerapan Air Agregat Halus*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 1997. SNI 03-4428-1997. *Metode Pengujian Agregat halus atau Pasir yang Mengandung bahan Plastik*

- dengan Cara Setara Pasir*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 2002. SNI 03-6977-2002. *Metode Pengujian Kadar Rongga Agregat Halus yang tidak dipadatkan*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 1996. SNI 03-4141-1996. *Metode Pengujian Gumpalan Lempung dan Butir-Butir Mudah Pecah dalam Agregat*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 2012. ASTM C117:2012. *Pengujian Material Lolos Ayakan No.200*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 1991. SNI 06-2456-1991. *Metode Pengujian Penetrasi Bahan-bahan Bitumen*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 2000. SNI 06-6441-2000. *Metode Pengujian Viskositas*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 2011. SNI 2434:2011. *Metode Pengujian Titik Lembek Aspal*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 2011. SNI 2432:2011. *Metode Pengujian Daktilitas Aspal*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 2011. SNI 2433:2011. *Metode Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 1991. SNI 2441:1991. *Metode Pengujian Pemeriksaan Berat Jenis Aspal Padat*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 1991. SNI 2456:1991. *Metode Pengujian Penetrasi Bahan-bahan Bitumen*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 1991. SNI 2432:1991. *Metode Pengujian Daktilitas Bahan-bahan Aspal*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Domel, I. I. (2014). *Penggunaan Pasir Alam dalam Campuran Beraspal Jenis AC-WC dengan Pengujian Marshall Berdasarkan Spesifikasi Bina Marga 2010*. Pekanbaru: Universitas Riau.
- Lapisan Konstruksi Perkerasan Lentur, <https://binamarga.grobogan.go.id/info/artikel/29-konstruksi-perkerasan-lentur-flexible-pavement>, diakses pada 17 November 2016, Pukul. 16.30 WIB.
- Laston, <http://sigitpolinema.blogspot.co.id>, diakses pada 17 November 2016, Pukul. 16.30 WIB.