

**PENGARUH PASIR PULAU BUNGIN KABUPATEN KUANTAN SINGINGI PADA
CAMPURAN LASTON LAPIS FONDASI/ASPHALT CONCRETE BASE
(AC-BASE)**

Arief Rahman¹⁾, Sri Djuniati²⁾, Gunawan Wibisono²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, ²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru28293

E-mail:Arief.rahman@student.unri.ac.id/ Sri97ftur@gmail.com / g.wibisono@eng.unri.ac.id

ABSTRACT

Sand of Pulau Bungin is a natural sand that comes from Batang Kuantan River, Kuantan Singingi Regency. The existence of sand of Pulau Bungin makes development progress in Kuantan Singingi Regency because easily obtained, and more economical no need to bring sand material from other area and not have to go through stone breaking process by stone crusher. Based on the Bina Marga Specification 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 using natural sand in concrete asphalt mixture (AC) for optimal utilization. This research aims to find out the optimum asphalt (KAO) and to know Marshall's characteristics whether to meet the Bina Marga Specification 2010 Revision 3. The natural fine aggregate variation of sand used in this research is 0%, 5%, 10%, 15% and 16 % of the total weight of the aggregate mixture. The addition of natural sand in the asphalt concrete mixture of the asphalt concrete base (AC-Base) causes the value of optimum asphalt (KAO) to decrease. On the mixture asphalt concrete base (AC-Base), 5% of the sand content of the 5% content of the optimum asphalt content (KAO) was increased by 6,20% and the largest stability was 3341 kg. Without considering the limits of natural sand usage as set out in the Bina Marga Specification 2010 Revision 3 then the addition of natural sand is still possible in the asphalt concrete base (AC-Base) until 16%.

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

1. PENDAHULUAN

Permasalahan yang terjadi pada perkerasan jalan raya di Indonesia saat ini adalah kerusakan yang disebabkan oleh beban laulintas yang mengalami pertumbuhan sangat cepat melampaui kemampuan layan perkerasan jalan Seperti permasalahan yang ada pada saat ini, kerusakan jalan lintas Taluk Kuantan yang signifikan membuat keresahan dan ketidaknyamanan jalur transportasi.

Pertumbuhan volume lalu-lintas yang meningkat pesat akan memberikan dampak terhadap permintaan akan membangun struktur perkerasan jalan

dan pemakaian material yang digunakan.Laston adalah suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu (Sukirman, S. 1999).

Menurut spesifikasi Umum Bina Marga 2010, Lapisan aspal beton (AC), terdiri dari tiga jenis campuran, AC Lapis Aus (AC-WC), AC Lapis Antara (AC Binder Course, AC-BC) dan AC Lapis Fondasi (AC-Base). Laston AC-BC merupakan lapisan yang terletak di bawah lapisan aus (AC-WC) dan di atas lapisan fondasi (AC-Base).

AC-Base merupakan perkerasan yang terletak dibawah lapis pengikat (*AC-BC*), perkerasan tersebut tidak berhubung langsung dengan cuaca, tetapi perlu memiliki stabilitas untuk menahan beban lalu lintas yang disebabkan melalui roda kendaraan. Perbedaan antara lapisan Laston ini terletak pada jenis gradasi agregat dan kadar aspal yang digunakan (Sukirman, S. 2003).

Mengingat penggunaan pasir Pulau Bungin Kabupaten Kuantan Singingi sebagai agregat halus sangat menjadi prioritas dalam pekerjaan pembangunan di Kabupaten Kuantan Singing lebih tepatnya di Kota Taluk Kuantan pekerjaan pembangunan yang dilakukan adalah pembangunan gedung, jalan, dan pembangunan jembatan disekitar Taluk Kuantan.

Adapun pasir yang digunakan untuk penelitian ini adalah pasir Pulau Bungin yang terletak di Kabupaten Kuantan Singingi, lebih tepatnya di Kecamatan Kuantan Tengah, Desa Koto Taluk Kuantan. Harga pasir Pulau Bungin berkisar sekitar Rp70.000-Rp80.000,-, perkubik. Untuk ketersediaan dilokasi pasir Pulau Bungin sangat mencukupi satu tempat penambangan pasir menyediakan sekitar 100 kubik perhari.

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 *AC-Base*.

2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan untuk pengujian campuran *AC-Base* terdiri dari:

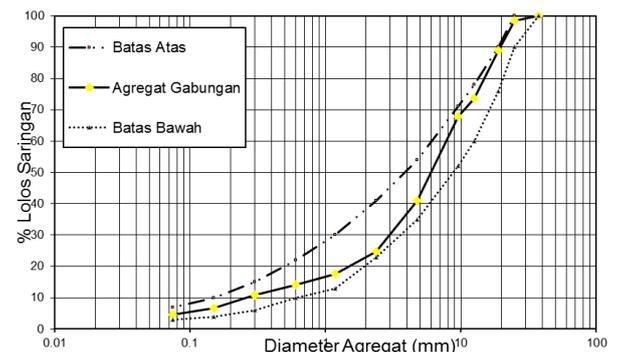
1. Aspal PEN 60/70 merek Esso
2. Agregat kasar dan Abubatu produksi PT. Alas Watu Emas
3. Agregat halus/pasir diperoleh dari Kabupaten Kuantan Singingi.

2.2 Rancangan Campuran Aspal Beton

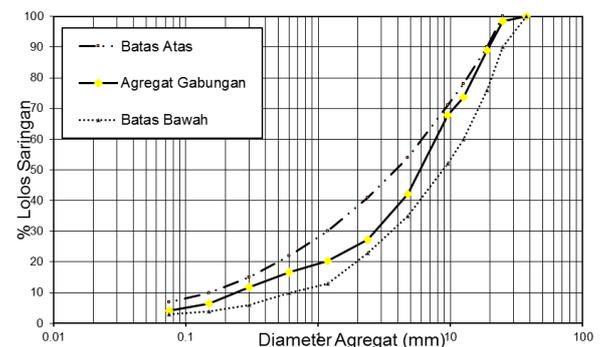
Rancangan campuran bertujuan untuk mendapatkan proporsi campuran dari material yang digunakan sehingga dihasilkan campuran yang memenuhi spesifikasi campuran yang ditetapkan. Saat ini, metode rancangan yang paling banyak dipergunakan di Indonesia adalah metode rancangan campuran berdasarkan pengujian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

2.3 Proporsi Agregat Gabungan

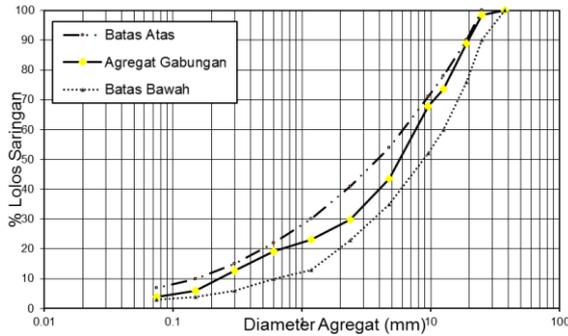
Penentuan proporsi masing-masing agregat yang akan diuji harus memenuhi syarat Spesifikasi Umum Bina Marga 2010. Gradasi gabungan ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat. Sehingga pengambilan variasi penggunaan pasir alam dan analisa gradasi dari masing-masing variasi sebagai berikut:



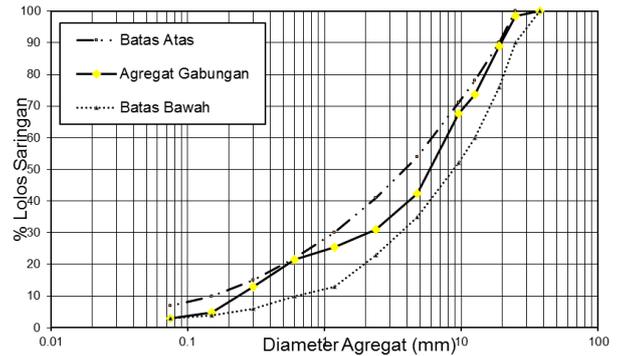
Gambar 1. Distribusi Agregat Gabungan Variasi Pasir Pulau Bungin 0%



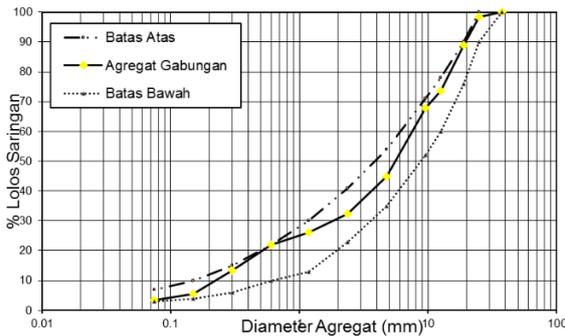
Gambar 2. Distribusi Agregat Gabungan Variasi Pasir Pulau Bungin 5%



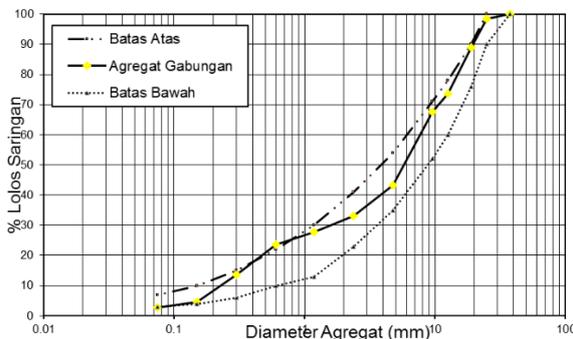
Gambar 3. Distribusi Agregat Gabungan Variasi Pasir Pulau Bungin 10%



Gambar 6. Distribusi Agregat Gabungan Variasi Pasir Pulau Bungin 16%



Gambar 4. Distribusi Agregat Gabungan Variasi Pasir Pulau Bungin 15%



Gambar 5. Distribusi Agregat Gabungan Variasi Pasir Pulau Bungin 20%

Dapat dilihat dari gambar 5 bahwa proporsi Pasir Pulau Bungin 20% tidak memenuhi dalam grafik distribusi agregat gabungan karena itu digunakan Proporsi pasir Pulau Bungin 16% dapat dilihat pada gambar 6.

2.4 Perkiraan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Penentuan KAO dapat ditentukan menggunakan rumus empiris berdasarkan gradasi gabungan dan proporsi agregat yang digunakan, KAO Variasi Pasir Pulau Bungin 0% dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

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

$$P_b = 0,035(50,48\%) + 0,045(44,04\%) + 0,18(5,48\%) + 0,75$$

$$P_b = 5,27\%$$

dengan :

AK : Agregat kasar

AH : Agregat sedang

BP : Bahan pengisi

KAO Variasi Pasir Pulau Bungin 5% dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

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

$$P_b = 0,035(56,31\%) + 0,045(38,02\%) + 0,18(5,67\%) + 0,75$$

$$P_b = 5,45\%$$

dengan :

AK : Agregat kasar

AH : Agregat halus

BP : Bahan pengisi

KAO Variasi Pasir Alam Pulau Bungin 10% dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

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

$$P_b = 0,035(55,01\%) + 0,045(39,69\%) + 0,18(5,30\%) + 0,75$$

$$P_b = 5,42\%$$

dengan :

AK : Agregat kasar

AH : Agregat halus

BP : Bahan pengisi

KAO Variasi Pasir Alam Pulau Bungin 15% dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

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

$$P_b = 0,035(53,71\%) + 0,045(41,36\%) + 0,18(4,93\%) + 0,75$$

$$P_b = 5,38\%$$

dengan :

AK : Agregat kasar

AH : Agregat halus

BP : Bahan pengisi

KAO Variasi Pasir Alam Pulau Bungin 20% dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

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

$$P_b = 0,035(52,41\%) + 0,045(43,03\%) + 0,18(4,56\%) + 0,75$$

$$P_b = 5,34\%$$

dengan :

AK : Agregat kasar

AH : Agregat halus

BP : Bahan pengisi

KAO Variasi Pasir Alam Pulau Bungin 16% dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

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

$$P_b = 0,035(56,20\%) + 0,045(39,22\%) + 0,18(4,57\%) + 0,75$$

$$P_b = 5,30\%$$

dengan :

AK : Agregat kasar

AH : Agregat halus

BP : Bahan pengisi

2.5 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%. Masing-masing kadar aspal tersebut dibuat tiga buah benda uji untuk meminimalkan kesalahan dalam pembuatan benda uji. Berdasarkan variasi kadar pasir alam

yang akan diuji dan kadar aspal yang akan dibuat dalam penentuan kadar aspal optimum (KAO), maka jumlah benda uji yang dibutuhkan untuk penelitian ini adalah sebanyak 75 benda uji. Uraian jumlah sampel yang akan dibuat dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Jumlah Benda Uji Untuk Menentukan KAO dengan Proporsi Agregat Halus

No. Kode Campuran	Variasi pasir terhadap berat total agregat halus (%)	Jumlah sampel Kadar Aspal (bh)	Variasi Kadar Aspal (bh)	Jumlah Sampel (bh)
1	0	3	5	15
2	5	3	5	15
3	10	3	5	15
4	15	3	5	15
5	16	3	5	15
Jumlah				75

Setelah didapat nilai kadar aspal optimum untuk masing-masing variasi proporsi agregat halus kemudian dibuat benda uji untuk pengujian selanjutnya. Untuk mendapatkan 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). Hasilnya merupakan nilai stabilitas yang tersisa, dinyatakan dalam persen. Jumlah benda uji untuk masing-masing variasi kadar pasir alam untuk pengujian adalah 3 benda uji. Benda uji untuk variasi campuran yang dilakukan pada kondisi KAO adalah sebanyak 30 benda uji. Rekapitulasi benda uji tersebut dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Jumlah Benda Uji dengan Kadar Aspal Optimum

No. Kode Campuran	Variasi pasir terhadap berat total agregat halus (%)	Marshall Standar	Rendaman 1 hari
1	0	3	3
2	5	3	3
3	10	3	3
4	15	3	3
5	16	3	3
Jumlah			30

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Aspal

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal jenis penetrasi 60/70 merek Esso yang diperoleh di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Riau. Hasil pengujian terhadap aspal dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Aspal Pen 60/70

Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Syarat	Hasil
Penetrasi pada 25°C (dmm)	SNI 06-2456-1991	60-70	62,13 dmm
Viskositas 135°C (cSt)	SNI 06-6441-2000	≥ 300	465 (cSt)
Titik Lembek (°C)	SNI 2434-2011	≥48	54,90°C
Daktilitas pada 25°C, (cm)	SNI 2432-2011	≥100	133,5 cm
Titik Nyala (°C)	SNI 2433-2011	≥232	305°C
Berat Jenis	SNI 2441-2011	≥1,0	1,025
Pengujian Residu hasil TFOT :			
Berat yang Hilang (%)	SNI 06-2441-1991	≥0,8	0,0012%
Penetrasi pada 25°C (%)	SNI 06-2456-1991	≥54	54,92%
Daktilitas pada 25°C (cm)	SNI 2432-2011	≥100	111,5 cm

Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa aspal yang digunakan telah memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 3.

3.2 Hasil Pengujian Agregat

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat 2-3, 1-2 dan agregat medium yang berasal dari Kampar dan diperoleh di PT Alas Watu Emas. Pengujian yang dilakukan berdasarkan ketentuan Spesifikasi Umum Bina Marga

2010 revisi 3. Hasil pengujian terhadap Agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.

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

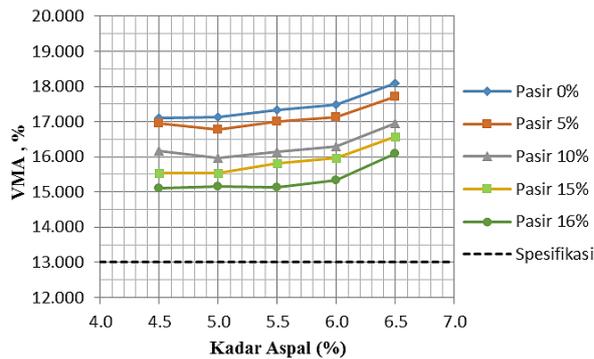
Pengujian	Metoda Pengujian	Syarat	Hasil	
			Abu Batu	Pasir Alam Pulau Bungin
Nilai setara pasir(%)	SNI 03-4428-1997	≥ 60	96,69%	82,95%
Material lolos saringan No.200(%)	SNI ASTM C 117:2012	≤ 10	0,26%	7,16%
Kadar lempung(%)	SNI 03-4141-1996	≤ 1	0,12%	0,92%
Angularitas (%)	SNI 03-6877-2002	≥ 45	45,3%	45,02%

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

3.3 Karakteristik Marshall Campuran AC-Base Kondisi Standar

a. Rongga dalam Mineral Agregat (VMA)

Rongga dalam mineral agregat (*Void in mineral aggregate/VMA*) adalah banyaknya pori diantara butir-butir agregat didalam beton aspal padat, termasuk rongga yang berisi aspal yang dinyatakan dalam persentasedari volume total. Hubungan antara VMA dengan kadar aspal untuk masing-masing variasi kadar pasir dapat dilihat pada Gambar 7 dibawah berikut:

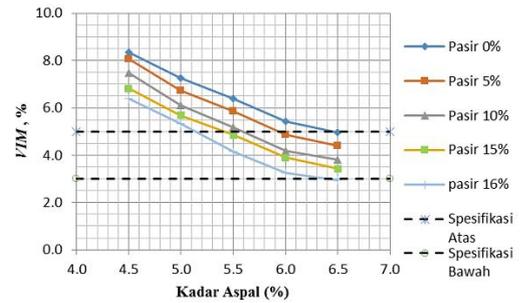


Gambar 7. Grafik Hubungan VMA dengan Kadar Aspal

Gambar 7 di atas menunjukkan bahwa dilihat dari variasi kadar pasir yang digunakan, bahwa setelah adanya penambahan kadar pasir kecenderungan nilai VMA secara umum mengalami penurunan. Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3 mensyaratkan nilai yang harus dipenuhi yakni sebesar minimum 13%, dalam penelitian ini nilai VMA pada setiap kadar aspal dalam masing-masing variasi kadar pasir memenuhi syarat minimum yang ditetapkan.

b. Rongga Dalam Campuran (VIM)

Rongga dalam campuran (*Void in Mix/VIM*) seperti yang disebutkan dalam Sukirman (2007) adalah ruang udara yang masih tersisa setelah campuran beton aspal dipadatkan. VIM ini dibutuhkan untuk tempat bergesernya butir-butir agregat akibat pemadatan tambahan yang terjadi oleh repitisi beban lalu-lintas. VIM yang terlalu besar akan mengakibatkan beton aspal padat berkurang kekedapan airnya, sehingga berakibat meningkatnya proses oksidasi aspal yang dapat mempercepat penuaan aspal dan menurunkan sifat durabilitas beton aspal. VIM yang terlalu kecil akan mengakibatkan perkerasan mengalami *bleeding* jika temperatur meningkat. Hubungan antara VIM dengan kadar aspal untuk masing-masing variasi kadar pasir dapat dilihat pada Gambar 8 di bawah berikut:

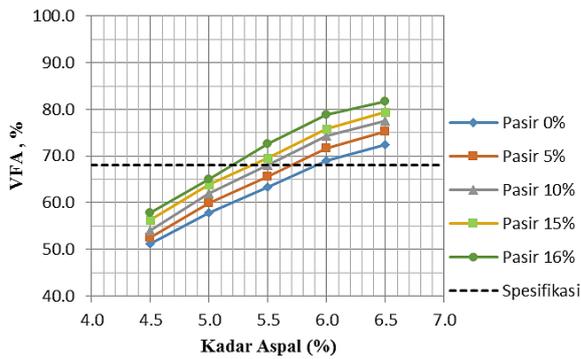


Gambar 8. Grafik Hubungan VIM dengan Kadar Aspal

Dalam Gambar 8 di atas dapat diketahui bahwa nilai VIM akan mengalami penurunan seiring penambahan kadar aspal, hal ini sejalan dengan pernyataan Sukirman (2007) bahwa lengkung VIM akan terus menurun dengan bertambahnya kadar aspal sampai secara ultimit mencapai nilai minimum. Sedangkan dalam variasi kadar pasir nilai VIM cenderung mengalami penurunan setelah penambahan kadar pasir. Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3 mensyaratkan nilai VIM untuk AC-BASE minimal 3% dan maksimal 5%.

c. Rongga Terisi Aspal (VFA)

Rongga terisi aspal (*Void Filled with Asphalt/VFA*) adalah persentase ruang diantara partikel agregat (VFA) yang terisi aspal, tidak termasuk aspal yang diserap oleh agregat. Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3 mensyaratkan nilai VFA untuk AC-BASE minimum 65%. Nilai VFA minimum ditetapkan untuk mencegah nilai Nilai VFA yang terlalu kecil akan menyebabkan kekedapan campuran terhadap air berkurang karena sedikit rongga yang terisi aspal. Dengan banyaknya rongga yang kosong, air dan udara akan mudah masuk kedalam Campuran sehingga keawetan dari lapis keras akan berkurang. Hubungan antara VFA dengan kadar aspal untuk masing-masing variasi kadar pasir dapat dilihat pada Gambar 9 di bawah berikut:

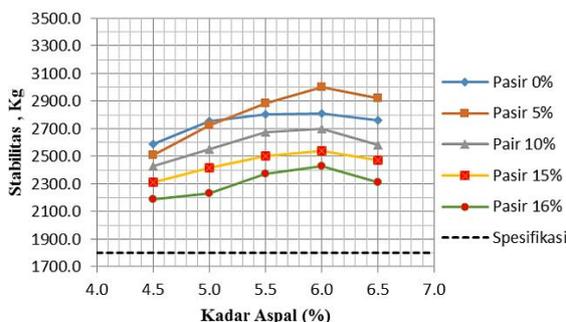


Gambar 9. Grafik Hubungan VFA dengan Kadar Aspal

Gambar 9 di atas menunjukkan nilai VFA akan meningkat seiring bertambahnya kadar aspal dalam campuran. Sedangkan dari variasi kadar pasir yang digunakan, nilai VFA secara umum cenderung mengalami peningkatan setelah adanya penambahan kadar pasir.

d. Stabilitas

Stabilitas merupakan kemampuan lapis perkerasan untuk menahandeformasi akibat beban lalu lintas di atasnya yang dinyatakan dalam satuan beban (Kg), tanpa mengalami perubahan bentuk seperti gelombang dan alur. Nilai stabilitas dipengaruhi oleh gesekan antar butiran agregat, penguncian antar butir agregat dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal (kohesi), disamping itu proses pemadatan, mutu agregat, dan kadar aspal juga berpengaruh. Hubungan antara nilai Stabilitas dengan kadar aspal untuk masing-masing variasi kadar pasir dapat dilihat pada Gambar 10 di bawah berikut:

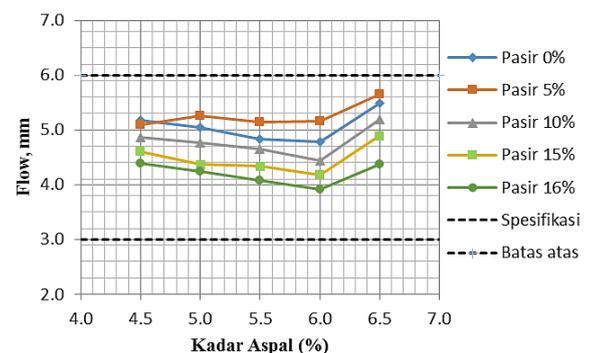


Gambar 10. Grafik Hubungan Nilai Stabilitas dengan Kadar Aspal

Dari Gambar 10 di atas dapat dilihat bahwa nilai stabilitas tertinggi pada variasi kadar pasir 5% dan nilai stabilitas akan terus naik seiring dengan bertambahnya kadar aspal, kemudian akan mengalami penurunan setelah kadar aspal tertentu. Hal ini sejalan dengan pernyataan Sukirman (2007) bahwa stabilitas akan meningkat jika kadar aspal bertambah, sampai mencapai nilai maksimum dan setelah itu stabilitas akan turun. Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3 mensyaratkan besaran nilai stabilitas yang harus dipenuhi yakni minimum 1800 Kg. Dari keseluruhan campuran nilai stabilitas yang diperoleh sebagian besar memenuhi ketentuan yang ditetapkan.

e. Kelelahan (Flow)

Kelelahan (*Flow*) adalah besarnya perubahan bentuk plastis dari beton aspal padat akibat adanya beban sampai batas keruntuhan. Nilai *flow* yang kecil cenderung menghasilkan campuran yang kaku dan getas, sehingga mudah retak apabila dibebani dengan lalu-lintas yang berat dan tinggi. Sedangkan apabila nilai *flow* besar akan berlaku sebaliknya yakni akan bersifat plastis dan mudah mengalami deformasi ketika beban lalu-lintas berat dan tinggi. Hubungan antara nilai *flow* dengan kadar aspal untuk masing-masing variasi kadar pasir dapat dilihat pada Gambar 11 di bawah berikut:



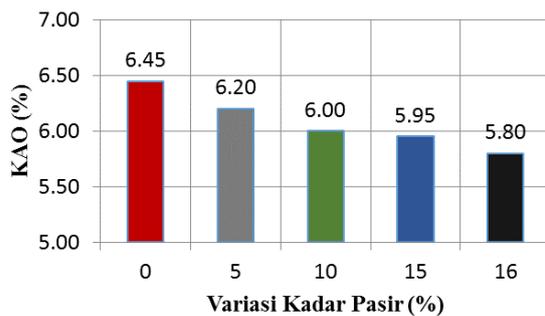
Gambar 11. Grafik Hubungan Nilai Flow dengan Kadar Aspal

Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3 mensyaratkan besaran nilai *flow* yang harus dipenuhi yakni minimum 3 mm dan maksimum 6 mm. Dari keseluruhan

campuran nilai *flow* yang diperoleh sebagian besar memenuhi ketentuan yang ditetapkan.

3.4 Penentuan 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 7 di bawah menunjukkan bahwa nilai kadar aspal optimum (KAO) campuran *AC-Base* 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 12 Grafik Hubungan KAO Terhadap Kadar Pasir Pada Kondisi KAO

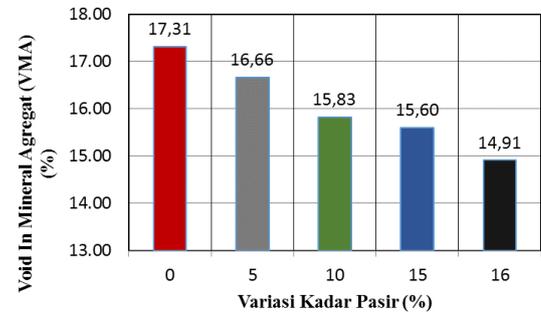
Dari Gambar 6 di atas dapat dilihat nilai KAO yang terbesar terdapat pada variasi kadar pasir 0% yakni sebesar 6,45% sedangkan KAO terendah berada pada variasi kadar pasir 16% dengan nilai 5,80%. Dilihat keseluruhan dari hasil analisa masing-masing variasi kadar pasir nilai KAO cenderung mengalami penurunan setelah adanya penggunaan pasir.

3.5 Karakteristik *Marshall* Campuran Aspal Beton *AC/Base* Kondisi KAO

a. Pengaruh Variasi Kadar Pasir Terhadap VMA

Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3 memberikan ketentuan terhadap nilai *VMA* yang harus dipenuhi oleh

Campuran Laston *AC-Base* yakni minimum sebesar 13%. Hasil *VMA* yang diperoleh masing-masing variasi kadar pasir pada kondisi KAO dapat dilihat pada Gambar 13 berikut:

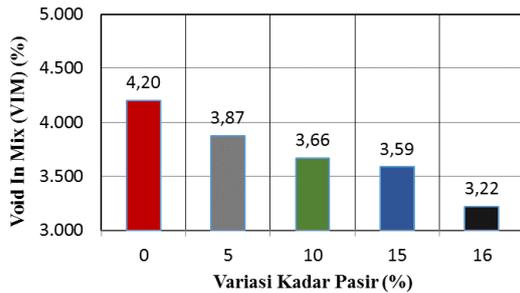


Gambar 13 Grafik Hubungan VMA Terhadap Kadar Pasir Pada Kondisi KAO

Gambar 13 di atas menunjukkan bahwa keseluruhan nilai *VMA* pada semua variasi memenuhi ketentuan minimum Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3 nilai *VMA* akan mengalami kecenderungan penurunan seiring adanya penambahan kadar pasir.

b. Pengaruh Variasi Kadar Pasir Terhadap VIM

Rongga dalam campuran (*VIM*) yang terlalu besar akan mengakibatkan beton aspal padat berkurang kedapannya airnya sedangkan nilai *VIM* yang terlalu kecil akan mengakibatkan perkerasan mengalami *bleeding*. Kedua pengaruh ini tentunya berdampak terhadap keawetan atau umur perkerasan tersebut. Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3 memberikan batasan maksimum dan minimum nilai *VIM* supaya perkerasan tidak mengalami pengaruh seperti di atas. Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3 memberikan batasan maksimum sebesar 5% dan batasan minimum 3%. Hasil *VIM* yang diperoleh masing-masing variasi kadar pasir pada kondisi KAO dapat dilihat pada Gambar 14 berikut:

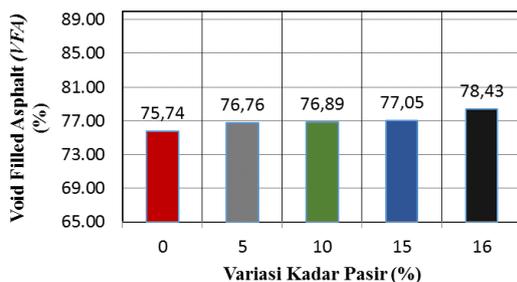


Gambar 14 Grafik Hubungan *VIM* terhadap Kadar Pasir pada Kodisi KAO

Berdasarkan Gambar 14 di atas keseluruhan nilai *VIM* yang diperoleh memenuhi batasan yang telah ditentukan oleh Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3. Keseluruhan nilai *VIM* cenderung mengalami penurunan setelah adanya penambahan kadar pasir.

c. Pengaruh Variasi Kadar Pasir Terhadap *VFA*

Nilai *VFA* secara umum cenderung mengalami peningkatan setelah adanya penambahan kadar pasir. Seperti gambar di bawah ini nilai *VFA* terbesar adalah 79,2% berada pada variasi pasir 0% dan nilai *VFA* terkecil adalah 73,6% yang berada pada variasi pasir 16% atau tanpa menggunakan pasir. Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3 memberikan persyaratan nilai *VFA* yang harus dipenuhi yakni sebesar minimum 65%. Secara keseluruhan nilai *VFA* yang diperoleh campuran pada kondisi KAO memenuhi persyaratan minimum yang telah ditentukan. Hasil *VFA* yang diperoleh masing-masing variasi kadar pasir pada kondisi KAO dapat dilihat pada Gambar 15 berikut:

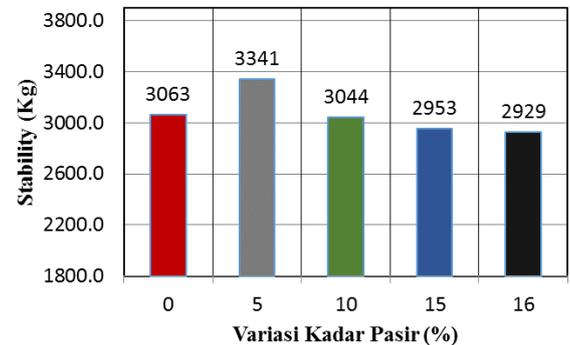


Gambar 15 Grafik Hubungan *VFA* Terhadap Kadar Pasir pada Kodisi KAO

d. Pengaruh Variasi Kadar Pasir Terhadap Stabilitas

Stabilitas merupakan kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur, dan bleeding. Kebutuhan akan stabilitas sebanding dengan fungsi jalan, dan beban lalu lintas yang akan dilayani. Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3 memberikan persyaratan besaran stabilitas untuk *AC-Base* yang harus dipenuhi yakni sebesar minimum 1800 Kg.

Keseluruhan nilai stabilitas yang diperoleh memenuhi persyaratan yang ditentukan. Nilai stabilitas yang terbesar adalah 3341 Kg pada variasi kadar pasir 10% dan nilai terkecil yaitu 2929 Kg yang berada pada variasi kadar pasir 16%. Untuk lebih jelasnya mengenai hasil stabilitas yang diperoleh masing-masing variasi kadar pasir pada kondisi KAO dapat dilihat pada Gambar 16 berikut:



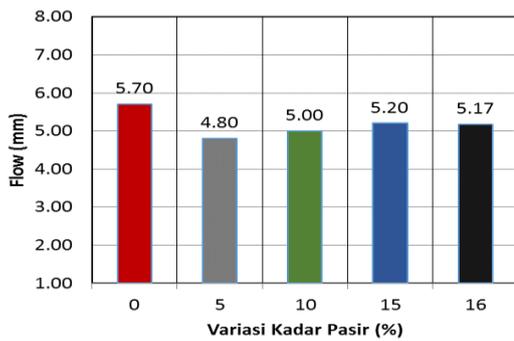
Gambar 16 Grafik Hubungan Stabilitas Terhadap Kadar Pasir pada Kodisi KAO

e. Pengaruh Variasi Kadar Pasir Terhadap Pelelehan (*Flow*)

Kemampuan beton aspal menerima lendutan berulang akibat repetisi beban, tanpa terjadinya kelelahan berupa alur dan retak bisa tercapai apabila nilai *flow* memenuhi standar yang ditetapkan. Nilai *flow* yang tinggi tentunya akan mempengaruhi perkerasan untuk mengalami kerusakan berupa alur, sedangkan jika nilai *flow* terlalu rendah campuran akan kaku dan kecenderungan mengalami kerusakan berupa retak. Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3 memberikan persyaratan untuk *AC-*

Base besaran *flow* yang harus dipenuhi yakni minimum 3 mm dan maksimum 6 mm.

Keseluruhan nilai *flow* yang diperoleh pada kondisi KAO telah memenuhi ketentuan. Untuk lebih jelasnya mengenai hasil nilai *flow* yang diperoleh masing-masing variasi kadar pasir pada kondisi KAO dapat dilihat pada Gambar 17 berikut:

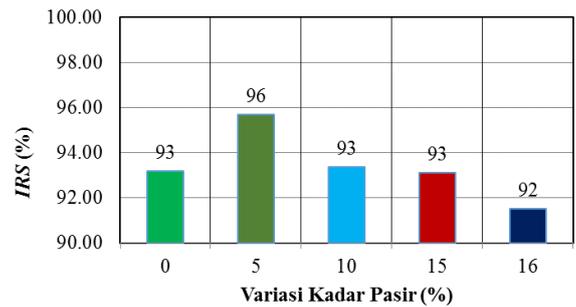


Gambar 17 Grafik Hubungan Nilai *Flow* Terhadap Kadar Pasir pada Kondisi KAO

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 5% yakni sebesar 95,69% sedangkan untuk nilai terendah adalah pada variasi pasir 16% yaitu 91,5. 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 6 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 Nilai *IRSMarshall* pada Kondisi KAO

Variasi Pasir	Kadar Aspal	No. Sampel	Stabilitas Awal (Kg)	Stabilitas Setelah Rendaman 60°C Selama 1 Hari (Kg)	Nilai IRS	Spesifikasi (%)
0	6,45	1	2804.2	2662.1	94.93	90
		2	3365.1	3053.5	90.74	
		3	3021.1	2835.4	93.85	
		Rata-rata	3063.5	2850.3	93.18	
5	6,20	1	3260.4	3230.5	99.08	
		2	3427.4	3271.6	95.45	
		3	3333.9	3084.6	92.52	
		Rata-rata	3340.6	3195.6	95.69	
10	6,00	1	2866.5	2662.1	92.87	
		2	2931.3	2751.9	93.88	
		3	3333.9	3110.8	93.31	
		Rata-rata	3043.9	2841.6	93.35	
15	5,95	1	3333.9	3080.9	92.41	
		2	2751.9	2710.7	98.51	
		3	2773.1	2452.8	88.45	
		Rata-rata	2952.9	2748.1	93.1	
16	5,80	1	2835.4	2555.0	90.11	
		2	3209.3	2928.9	91.26	
		3	2741.9	2555.0	93.18	
		Rata-rata	2928.9	2679.6	91.5	

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian yang dilakukan adalah:

1. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, diperoleh nilai *KAOMarshall* Standar yaitu variasi pasir alam 0% dengan kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6% dan 6,5% diperoleh nilai KAO sebesar 6,45%, Variasi pasir alam 5% diperoleh nilai KAO sebesar 6,20%, Variasi pasir alam 10% diperoleh nilai KAO sebesar 6,00%, Variasi pasir alam 15% diperoleh nilai KAO sebesar 5,95%, Variasi pasir alam 16% diperoleh nilai KAO sebesar 5,80%.
2. Nilai stabilitas, *flow*, *VIM*, *VMA*, *VFA* pada variasi pasir alam 0%, 5%, 10%, 15% dan 16% dengan kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6% dan 6,5% dapat dilihat pada Tabel 4.8. Untuk nilai stabilitas menunjukkan peningkatan yang lebih besar pada variasi pasir alam 5% dan nilai terendah pada variasi pasir alam 16%. Nilai *flow* tertinggi berada pada variasi pasir alam 5% dengan kadar aspal 5% sedangkan nilai terendah pada variasi pasir alam 16% dengan kadar aspal 6%. Nilai *VMA* tertinggi berada pada variasi pasir alam 0% dan nilai terendah pada variasi pasir alam 16%. Nilai *VIM* tertinggi berada pada variasi pasir alam 0% dan nilai terendah pada variasi pasir alam 16%. Nilai *VFA* tertinggi berada pada variasi pasir alam 16% 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 *VMA* terbesar pada variasi pasir alam 0% sebesar 17,31% dan nilai terendah pada variasi pasir alam 16% sebesar 14,91%. Nilai *VIM* terbesar pada variasi pasir alam 0% sebesar 4,20% dan nilai terendah pada variasi pasir alam

16% sebesar 3,22%. Nilai *VFA* terbesar pada variasi pasir alam 16% sebesar 78,43% dan nilai terendah pada variasi pasir alam 0% sebesar 75,74%. Nilai stabilitas yang diperoleh pada campuran *AC-Base* dalam kondisi KAO pada variasi pasir 0% sebesar 3063 kg, variasi pasir 10% sebesar 3044 kg, variasi pasir 15% sebesar 2953 kg, variasi pasir 16% 2929 kg lebih rendah dari pada campuran variasi pasir 5% yaitu sebesar 3341 kg namun secara keseluruhan nilai stabilitas masih memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 3. Sedangkan nilai *flow* yang terbesar diperoleh pada variasi pasir alam 0% sebesar 5,70 mm dan yang terendah pada variasi pasir 5% sebesar 4,80 mm.

4. Nilai *IRS* pada penelitian ini pada variasi pasir 0% sebesar 93,18 %, pada variasi pasir 5% sebesar 95,65 %, variasi pasir 10% sebesar 93,35%, variasi pasir 15% sebesar 93,1% sedang nilai *IRS* yg terendah dalam penelitian ini terletak pada variasi pasir 16% yaitu sebesar 91,5%. 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 yang masih mungkin digunakan dalam campuran aspal beton lapis Fondasi (*AC-Base*) hingga sampai 16%.

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.
- Bina Marga. 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, atau Pipih dan Lonjong*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 2008. *SNI 3407:2008. Cara Uji Sifat Kekakuan 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. 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.

Sukirman, S.(1995). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.

Sukirman, S. (1999). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.

Sukirman, S. (2003). *Beton Aspal Campuran Panas*. Jakarta: Edisi ke-1, Penerbit Yayasan Obor Indonesia.

Sukirman, S. (2007). *Beton Aspal Campuran Panas*. Jakarta: Edisi ke-2, Penerbit Yayasan Obor Indonesia.

Bina Marga. 2011. SNI 2433:2011. *Metode Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.