

**ANALISIS KADAR ASPAL OPTIMUM LASTON LAPIS AUS
PADA RUAS JALAN SIMPANG SAKAH – SIMPANG BLAHBATUH
(Studi Kasus Paket Pemeliharaan Berkala Jalan Tahun Anggaran 2011)**

Ida Bagus Wirahaji

Dosen Program Studi Teknik Sipil, FT UNHI

Email : ib.wirahaji@gmail.com

Abstrak: Aspal sebagai bahan pengikat dalam campuran beraspal pada sistem perkerasan lentur mempunyai pengaruh yang besar terhadap umur pelayanan lapis perkerasan jalan. Oleh sebab itu kadar aspal dalam suatu campuran aspal menjadi bagian yang sangat penting. Kadar aspal optimum pada campuran aspal harus memenuhi persyaratan spesifikasi teknik 2010, seperti nilai VIM, VMA, VFB, Flow, dan sebagainya. Pada Proyek Pemeliharaan Berkala Ruas Jalan Simpang Sakah-Simpang Blahbatuh tahun 2011, dilakukan tahapan-tahapan untuk mendapatkan kadar aspal optimum. Dimulai dari pemeriksaan propertis agregat dan aspal. Setelah didapat gradasi agregat sesuai dengan yang disyaratkan dan melalui percobaan dengan kadar aspal mulai dari 5.50 – 7.50%, diperoleh kadar aspal optimum sebesar 6.80%. Dengan kadar aspal optimum 6.80% diperoleh nilai VIM = 4.83%, VMA = 16.40%, VFB = 70.59, Tebal Lapisan Aspal Film = 8.33 μ , Stabilitas = 1,226.1 kg, Flow = 3.31 mm, dan Marshall Quotient 370.62 kg/mm. Dari pemeriksaan *Percentage Refusal Density* (PRD) diperoleh hasil nilai VIM sebesar 4.84%. Semua nilai karakteristik campuran AC-WC pada kadar aspal 6.80% memenuhi persyaratan spesifikasi teknik 2010.

Kata Kunci: Kadar Aspal Optimum, Spesifikasi Teknik 2010.

**THE OPTIMUM LEVEL ANALYSIS OF LASTON WORN LAYER
ASPHALT ON SIMPANG SAKAH - SIMPANG BLAHBATUH ROAD
LINK**

(Case Study: Periodic Road Maintenance Package in Budget Year 2011)

Abstract: Asphalt as the binder in the asphalt mixture in the flexible pavement system had deep influence on the duration of layered service pavement. Asphalt level in the asphalt mixture therefore, became very important. The asphalt optimum level must fulfill 2010 technical specification consisting values of VIM, VMA, VFB, Flow, etc. In the Periodic Road Maintenance Project of Sp. Sakah – Sp. Blahbatuh in 2011, many stages have been conducted to get the asphalt optimum level. The stage was started with inspection on aggregate properties and asphalt. Having obtained aggregate gradations in accordance with a specified requirement via experiment with asphalt level of 5.50-7.50%, the optimum asphalt level of 6.80% was achieved. Using the optimum asphalt level of 6,80%, VIM, VMA, VFB, Asphalt Film Layer Thickness, Stability, Flow and Marshall Quotient values obtained were equal to 4,83%, 16,40%, 70,59, 8.33, 1,226.1 kg, 3.31 mm, and 370.62 kg/mm respectively. Based on the Percentage Refusal Density (PRD) inspection, VIM was obtained equal to 4.84%. All values of AC-WC characteristics mixture at the asphalt level of 6.80% fulfill the 2010 technical specification requirement.

Keywords: Optimum Asphalt Level, Technical Specification 2010.

LATAR BELAKANG

Pada sistem perkerasan lentur (*flexible pavement*) dipakai material aspal sebagai bahan pengikat agregat. Material aspal memiliki sifat kohesif, adesif, dan termoplastis. Kohesif berarti sifat mengikat sesama komponen aspal, yang dapat dievaluasi melalui pemeriksaan daktilitas. Adesif adalah sifat mengikat material lain, yaitu agregat pada campuran *asphalt concrete* (AC). Sifat adesif dapat dievaluasi melalui pemeriksaan stabilitas Marshall (Thanaya, 2008). Sifat termoplastis adalah sifat aspal yang dipengaruhi oleh perubahan temperatur (*temperatur susceptibility*). Aspal akan mencair bila dipanaskan, dan akan mengeras kembali bila didinginkan (Santosa, 1997).

Kualitas dan kuantitas aspal dalam campuran sangat berpengaruh terhadap kinerja campuran lapis perkerasan dalam menerima beban lalu lintas. Kadar aspal yang rendah dalam suatu campuran akan mengakibatkan lapis perkerasan mengalami retak-retak. Demikian juga kadar aspal yang berlebihan membuat lapis perkerasan mengalami *bleeding*. Oleh sebab itu, kadar aspal yang diperlukan dalam suatu campuran lapis perkerasan adalah kadar aspal optimum, yaitu suatu kadar aspal yang memberikan stabilitas tertinggi pada lapis perkerasan, dimana persyaratan yang lainnya juga dipenuhi, seperti nilai VIM, Flow dan sebagainya, hingga pada akhirnya memberi umur pelayanan jalan yang lebih lama.

Kadar aspal pada suatu campuran AC mempengaruhi nilai *Specific Gravity* (SG), *Voids in Mix* (VIM), *Voids in Material Agregates* (VMA), *Voids Filled with Bitumen* (VFB), *Stability*, *Flow*, dan *Marshall Qoutient*. *Specific Gravity* akan bertambah dengan bertambahnya kadar aspal sampai pada batas maksimum kemudian nilainya menurun. *Voids in Mix* menurun secara konsisten dengan bertambahnya kadar aspal. *Voids in Material Agregates* umumnya menurun sampai pada batas tertentu, kemudian naik dengan bertambah-

nya kadar aspal. *Voids Filled with Bitumen* secara konsisten bertambah dengan bertambahnya kadar aspal. *Stability* naik dengan bertambahnya kadar aspal sampai batas tertentu kemudian turun. *Flow* secara konsisten terus naik dengan bertambahnya kadar aspal. *Marshall Qoutient* bertambah dengan bertambahnya kadar aspal sampai batas tertentu kemudian menurun.

Kadar aspal yang terpakai dalam campuran yang kemudian dihampar di lapangan adalah kadar aspal optimum. Kadar aspal optimum menjadi persyaratan mutlak dalam setiap campuran lapis perkerasan beraspal. Besaran kadar aspal optimum berbeda-beda, tergantung dari propertis aspal, agregat, gradasi agregat dan jenis campuran itu sendiri. Lapis perkerasan yang di atas selalu lebih besar kadar aspalnya. Lapisan atas yang kedap air seperti AC-WC memiliki kadar aspal yang paling tinggi daripada lapis perkerasan di bawahnya. Hal ini disebabkan, karena aspal mampu mengisi rongga-rongga dalam campuran. Pengisian rongga-rongga ini dengan sendirinya akan memperkecil volume rongga, sehingga air tidak bisa masuk meresap ke lapisan aspal di bawahnya. Dengan kemiringan melintang badan jalan 2 – 4% air hujan akan mengalir keluar badan jalan.

Pada Proyek Paket pemeliharaan Berkala Ruas Jalan Simpang Sakah – Simpang Blahbatuh tahun anggaran 2011, dengan Nomor Kontrak: KU.08.08/742/SKPD-PEMEL/V/2011, tanggal 3 Mei 2011, juga dilakukan tahapan-tahapan dalam menentukan kadar aspal optimum yang akan dipakai dalam campuran lapis perkerasan Laston Lapis Aus atau *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC-WC). Perusahaan Jasa Konstruksi (PJK) yang melaksanakan pekerjaan paket proyek ini adalah CV. Sekar Alit Wiraguna. Sedangkan konsultan supervisinya adalah PT. Wiranta Bhuana Raya. Lokasi *Asphalt Mixing Plant* (AMP) berada di *Base Camp* PJK di dusun Badeg, desa Subudi, Kecamatan Selat, Kabupaten Karangasem. Lo-

kasi penghamparan pada ruas jalan simpang Sakah – simpang Blahbatuh.

Kegiatan mencari kadar aspal optimum dilakukan di laboratorium *Base Camp* perusahaan jasa konstruksi (PJK) bersama petugas laboratorium dari kontraktor, laboratorium teknisi dan *quality enginner* dari konsultan supervisi, serta pengawas mutu dari Satker Dinas PU SKPD-TP. Ketiga pihak secara bersama-sama melakukan sejumlah pemeriksaan/pengujian gradasi dan kadar aspal dengan seksama.

AC-WC adalah lapisan aus yang merupakan lapisan perkerasan yang ditempatkan paling atas, sebagai lapis permukaan (*surface*). Persyaratan lapisan ini (*surface*) adalah kedap air, yaitu lapisan ini harus dapat mengalirkan air ke tepi badan jalan. Sifat kedap air ini untuk melindungi lapis perkerasan di bawahnya agar tidak kemasukan air. Bila air dapat meresap ke dalam lapisan bawahnya, maka jalan akan segera rusak, tidak akan bertahan sesuai dengan umur rencana, yang biasanya direncanakan selama 10 tahun.

RUMUSAN MASALAH

Bila dibandingkan dengan proyek-proyek lain, pada tahun anggaran 2011, pemakaian kadar aspal optimum pada paket ruas simpang Sakah – simpang Blahbatuh yaitu sebesar 6.8% tergolong paling tinggi untuk jenis campuran yang sama yaitu AC-WC. Paket ruas lainnya memakai kadar aspal optimum sebesar 6.2% - 6.5%. Hal ini tentu menjadi pertanyaan. Pada prinsipnya bila dengan kadar aspal yang rendah sudah tercapai nilai stabilitas yang diisyaratkan, mengapa harus dengan kadar aspal yang lebih tinggi?

Dari latar belakang di atas dapat di buatkan beberapa rumusan masalah untuk memfokuskan analisis, yaitu:

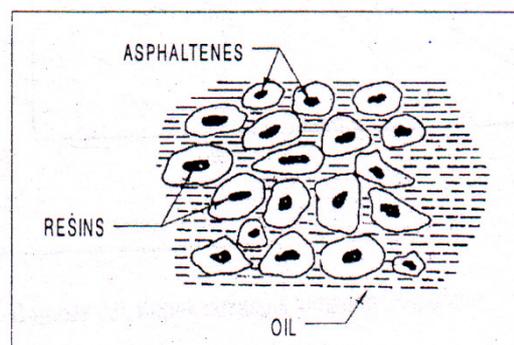
- Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi kadar aspal optimum?
- Bagaimanakah proses untuk mendapatkan kadar aspal optimum

TINJAUAN TEORI

Aspal Sebagai Bahan Pengikat Campuran

Aspal adalah material yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, dan bersifat termoplastis. Aspal akan mencair jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, dan kembali membeku jika temperatur turun. Banyaknya aspal sebagai bahan pengikat agregat dalam campuran perkerasan berkisar antara 4 – 10% berdasarkan berat campuran atau 10 – 15% berdasarkan volume campuran (Sukirman, 2003).

Secara garis besar komposisi kimiawi aspal terdiri dari *asphaltenes*, *resins*, dan *oils*. *Asphaltenes* terutama terdiri dari senyawa hidrokarbon, merupakan material yang berwarna coklat tua atau hitam. *Asphaltenes* menyebar di dalam larutan yang disebut *maltenes*. *Maltenes* berupa cairan kental yang terdiri dari *resins* dan *oils*. *Resins* cairan yang berwarna kuning atau coklat tua yang memberikan sifat adhesi pada aspal. *Maltenes* merupakan bagian yang mudah berubah sesuai dengan perubahan temperatur dan umur pelayanan. Durabilitas aspal merupakan fungsi dari ketahanan aspal terhadap perubahan mutu kimiawi selama proses pencampuran dengan agregat, masa pelayanan, dan proses pengerasan seiring waktu dan umur pelayanan (Sukirman, 2003).



Gambar 01: Komposisi aspal
Sumber: Sukirman (2003)

Pengerasan aspal dapat terjadi karena oksidasi, penguapan, dan perubahan ki-

miawi lainnya. Reaksi kimiawi dapat mengubah *resins* menjadi *asphaltenes*, dan *oils* menjadi *resins*, yang secara keseluruhan akan meningkatkan viscositas aspal.

Menurut Wignall (2003) aspal dapat dibagi menjadi 2 (dua), yaitu :

- aspal alam
- aspal buatan

Aspal alam dapat berasal dari batuan pegunungan (*rock asphalt*) dan danau (*lake asphalt*). Aspal buatan didapat dari proses destilasi minyak bumi, dengan pemanasan 350°C dibawah tekanan atmosfer untuk memisahkan fraksi-fraksi ringan, seperti *gasoline* (bensin), *kerosene* (minyak tanah), dan gas oil.

Hasil proses destilasi/penyulingan minyak tanah mentah menghasilkan 3 (tiga) macam aspal (Suryadharma, 2008), yaitu:

- Aspal keras/panas (*asphalt cement, AC*)

- Aspal dingin/cair (*cut back asphalt*)
- Aspal emulsi (*emulsion asphalt*)

Penggunaan yang paling umum adalah jenis aspal keras (AC). Aspal jenis ini berbentuk padat pada temperatur antara 25°C - 30°C. Di Indonesia AC terdiri dari beberapa jenis, yaitu:

- AC pen 40/50
- AC pen 60/70
- AC pen 80/100
- AC pen 120/150
- AC pen 200/300

Di Indonesia umumnya dipakai AC pen 60/70 atau AC pen 80/100. Syarat umum AC adalah berasal dari saringan minyak bumi, harus mempunyai sifat yang sejenis, kandungan kadar parafinnya tidak lebih dari 2% dan tidak mengandung air/busa pada temperatur 175 °C.

Tabel 01: Klasifikasi Aspal Keras (Suryadharma, 2008).

NO	JENIS PEMERIKSAAN	JENIS PENETRASI			SATUAN
		Pen 40/50	Pen 60/70	Pen 80/100	
1	Penetrasi 25 °C, 100 gr, 5 detik	Min. 40	Min. 60	Min. 80	0.1 mm
2	Titik Nyala	200	200	225	°C
3	Daktilitas 25 °C, 5 cm per menit	75	75	100	cm
4	Berat Jenis	1	1	1	gr/cm ³

Penetrasi adalah besarnya kedalaman jarum penetrasi dapat menembus lapisan aspal pada suhu 25 °C dengan beban sebesar 100 gram selama 5 detik (SNI 06-2456-1991). Pemeriksaan penetrasi dilakukan untuk mengetahui tingkat ketebalan atau kekerasan aspal. AC pen 60/70 berarti jarum penetrasi dapat menembus lapisan aspal sedalam 6 – 7 mm = (60 – 70) x 0.1 mm.

Titik Lembek adalah suhu pada saat bola baja, dengan berat tertentu mendesak turun suatu lapisan aspal yang tertahan dalam cincin berukuran tertentu, sehingga aspal tersebut pelat dasar yang terletak di bawah cincin pada tinggi 25.4 mm, sebagai akibat kecepatan pemanasan tertentu

(SNI 06-2434-1991). Titik lembek dipakai sebagai pedoman dalam melakukan pematatan campuran aspal di lapangan. Campuran aspal tidak bisa dipadatkan pada saat suhu masih tinggi. Demikian juga tidak akan mau padat bila dipadatkan pada suhu di bawah titik lembek.

Titik Nyala adalah suhu pada saat terlihat nyala singkat kurang dari 5 detik pada suatu titik di atas permukaan aspal (SNI 032-2433-1991). Dengan diketahui suhu titik nyala ini dapat dipakai sebagai pedoman dalam pemanasan aspal.

Daktilitas aspal adalah nilai keelastisitasan aspal yang diukur dari jarak terpanjang, apabila antara dua cetakan berisi bitumen yang ditarik sebelum putus pada

suhu 25 °C dengan kecepatan tarik 50 mm/menit (SNI 06-2432-1991). Nilai daktilitas berpengaruh pada nilai *flow* campuran aspal.

Asumsi Penyelimutan Aspal Terhadap Agregat

Tingkat penyelimutan aspal terhadap agregat menentukan *specific gravity* campuran (SG mix). Ada 3 (tiga) kemungkinan penyelimutan aspal terhadap agregat (lihat Gambar 02), yaitu (Thanaya, 2008):

- **Bulk Specific Gravity:**
 Bila aspal diasumsikan hanya menyelimuti agregat di bagian permukaan saja, tidak meresap ke bagian agregat yang permeabel, volume yang diperhitungkan adalah:

$V_s + V_i + V_p$, maka

$$Bulk\ SG = \frac{W_s}{(V_s + V_i + V_p) \times \gamma_w} = \frac{W_s}{V_{tot} \times \gamma_w}$$

Di mana,
 γ_w = berat volume air = 1 gr/cc = 1 lt/cm³

Sehingga Bulk SG adalah rasio antara berat agregat dan berat air yang volumenya = $V_s + V_i + V_p$.

- **Apparent Specific Gravity**

Bila diasumsikan aspal meresap ke dalam agregat dengan tingkat resapan yang sama dengan air, yaitu sampai ke V_c atau ke dalam V_p , maka volume yang dipertimbangkan adalah $V_s + V_i$.

$$App\ SG = \frac{W_s}{(V_s + V_i) \times \gamma_w}$$

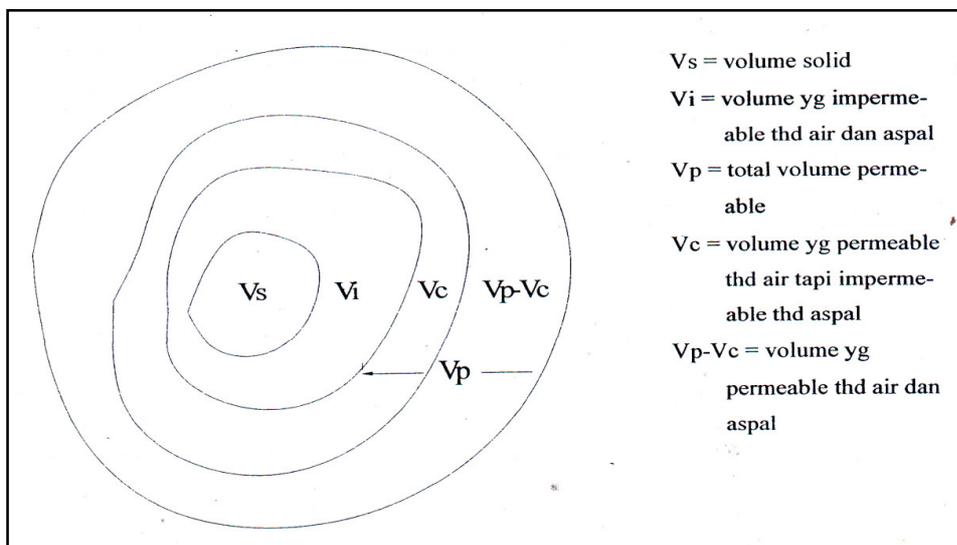
- **Effektif Specific Gravity**

Bulk SG dan App SG adalah 2 (dua) kondisi yang ekstrem. Bila diasumsikan aspal dapat meresap sampai ke $(V_p - V_c)$, maka volume yang dipertimbangkan adalah $V_s + V_i + V_c$. Asumsi ini lebih realistis.

$$Eff\ SG = \frac{W_s}{(V_s + V_i + V_c) \times \gamma_w}$$

Menurut Asphalt Institute Bulk SG digunakan untuk menghitung VMA dan VFB campuran padat, sedangkan Eff SG digunakan untuk menentukan porositas (VIM). Tetapi Bina Marga mempergunakan Eff SG untuk menghitung seluruh sifat campuran. Dalam praktek di lapangan Eff SG diambil sebesar:

$$Eff\ SG = \frac{(Bulk\ SG + App\ SG)}{2}$$



Gambar 02: Tingkat Penyelimutan Aspal Terhadap Agregat

ANALISIS

Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kadar Aspal Optimum

Pada setiap awal proyek jalan, paling sedikit 30 hari sebelum dimulainya pekerjaan aspal, Perusahaan Jasa Konstruksi (PJK) harus menyerahkan secara tertulis kepada Direksi Pekerjaan, usulan *Design Mix Formula* (DMF) untuk campuran yang akan dihampar di lapangan. Formula yang diserahkan PJK berisi rincian antara lain: kadar aspal optimum, sumber agregat, ukuran nominal maksimum partikel, persentase setiap fraksi agregat yang cenderung digunakan PJK, baik pada *cold bin* maupun *hot bin*, gradasi agregat gabungan yang memenuhi gradasi yang disyaratkan, dan rentang temperatur pencampuran aspal dengan agregat serta temperatur saat campuran beraspal dikeluarkan dari alat pengaduk (*mixer*).

Kadar aspal optimum ditentukan dengan merata-ratakan kadar aspal yang memberikan nilai stabilitas maksimum, kepadatan maksimum dan kadar aspal pada VIM-PRD yang disyaratkan. Hasil ini kemudian di cek apakah pada nilai rata-rata ini persyaratan campuran beraspal lainnya seperti VMA, VFB dan Flow campuran telah memenuhi spesifikasi.

Pemeriksaan Propertis Aspal

Pemeriksaan propertis aspal sebagai bahan pengikat campuran aspal sangatlah penting. Aspal yang digunakan haruslah memenuhi syarat seperti yang ditentukan dalam spesifikasi. Untuk daerah yang beriklim tropis sebenarnya lebih cocok bila menggunakan campuran aspal emulsi dingin (CAED), karena dengan terik matahari akan sangat membantu penguapan air yang dikandung dalam CAED. Tetapi karena penggunaan CAED di Bali khususnya dan di Indonesia umumnya tidak populer dan tidak didukung oleh instalasi *Asphalt Mixing Plant* (AMP) yang dimiliki oleh para perusahaan jasa konstruksi (PJK), maka penggunaan CAED hanya sebatas pada pemeliharaan jalan yang bersifat setempat-setempat, menutupi jalan berlubang.

Pada Proyek Pemeliharaan Berkala Ruas Jalan Sakah – Blahbatuh ini, digunakan AC 60/70. Sebelum digunakan dalam pencampuran AC-WC, sampel dari jenis aspal ini diperiksa terlebih dahulu ke Unit Pelayanan Terpadu Balai Peralatan dan Pengujian, di Jl. Cokroaminoto, Ubung, Denpasar. Hasil pemeriksaan propertis AC 60/70, seperti Tabel berikut:

Tabel 02: Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Propertis Aspal pen 60/70

No	Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Persyaratan pen 60/70		Satuan
				Min	Max	
1	Penetrasi	SNI 06-2456-1991	65.50	60	79	0.1 mm
2	Titik Lembek	SNI 06-2434-1991	52.75	48	58	°C
3	Titik Nyala	SNI 06-2433-1991	311.00	200	-	°C
4	Kehilangan berat	SNI 06-2441-1991	0.09	-	0.80	% berat
5	Daktilitas	SNI 06-2432-1991	122.00	100	-	cm
6	Berat Jenis	SNI 06-2488-1991	1.03	1	-	gr/cc

Dari Tabel 02, dapat dilihat bahwa contoh sampel aspal yang diperiksa di Unit Pelayanan Terpadu Peralatan dan Pengujian memenuhi persyaratan. Sehingga aspal pen 60/70 dapat digunakan pada Proyek Pemeliharaan Berkala Ruas Jalan Sp. Sakah – Sp. Blahbatuh.

Persyaratan Spesifikasi 2010

Di dalam buku spesifikasi 2010, ditentukan beberapa nilai sebagai persyaratan yang tidak boleh keluar dari ketentuan tersebut. Dalam Tabel 03, ditentukan beberapa nilai persyaratan sebagai berikut:

Tabel 03: Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Laston.

Sifat-sifat Campuran		Laston					
		Lapis Aus		Lapis Antara		Lapis Pondasi	
		Halus	Kasar	Halus	Kasar	Halus	Kasar
Penyerapan Aspal	Max	1.2					
Jumlah Tumbukan per Bidang		75				112	
Rongga Dalam Campuran (VIM) (%)	Min	3.5					
	Max	5					
Rongga Dalam Agregat (VMA) (%)	Min	15	14	13			
Rongga Terisi Aspal (VFB) (%)	Min	65	63	60			
Stabilitas Marshall (kg)	Min	800				1800	
	Max	-					
Pelelehan (Flow) (mm)	Min	3				4.5	
Marshall Quotient (kg/mm)	Min	250				300	
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam 60 C	Min	90					
Rongga Dalam Campuran (%) pada Kepadatan Membal (Refusal)	Min	2.5					

Pada Proyek Pemeliharaan Berkala Ruas Jalan Sp. Blahbatuh – Sp. Sakah dipakai jenis Laston Lapis Aus Halus atau *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)*. Dari tabel spesifikasi di atas dapat dilihat faktor-faktor yang mempengaruhi penentuan kadar aspal optimum suatu campuran aspal. Faktor-faktor yang berpengaruh yaitu:

- Porositas agregat.
- Jumlah tumbukan per bidang.
- Persyaratan rongga dalam campuran (VIM), rongga dalam mineral agregat (VMA), rongga terisi aspal (VFB), dan rongga dalam campuran pada kepadatan membal (*refusal*).
- Persyaratan Stabilitas Marshall, Marshall Quotien, dan Stabilitas Marshall Sisa.
- Persyaratan Pelelehan (Flow).

Penyerapan aspal oleh agregat ditentukan maksimal sebesar 1.2%. Angka ini tidak boleh dilewati untuk mencegah penggunaan agregat porous dengan berat jenis rendah. Agregat dengan porositas tinggi mengakibatkan penggunaan kadar aspal yang tinggi, sebab akan lebih banyak menyerap aspal untuk mengisi bagian-bagian yang kosong pada agregat itu. Pada proyek ini penyerapan agregat terhadap aspal sebesar 1.2%, sudah memenuhi syarat.

Rongga dalam campuran / *Voids in Mix* (VIM) diberi rentang antara 3.5 – 5.0%. VIM adalah volume total udara yang berada di antara partikel agregat yang terselimuti aspal dalam suatu campu-

ran yang telah dipadatkan, dan dinyatakan dalam persen volume *bulk* (Puslitbang, 2000). Kadar aspal optimum harus berada dalam interval angka ini. Pada proyek ini nilai VIM dicapai sebesar 4.83%, masih berada dalam interval di atas.

Rongga dalam agregat / *Voids in Mineral Agregate* (VMA) dibatasi minimal sebesar 15%. VMA adalah volume rongga yang terdapat di antara partikel agregat suatu campuran yang telah dipadatkan, yang dinyatakan dalam persen terhadap volume total benda uji (Puslitbang, 2000). Pada kasus proyek ini nilai VMA yang dicapai adalah sebesar 16.40%, sudah berada di atas angka minimal yang disyaratkan.

Rongga terisi aspal / *Voids Filled with Bitumen* (VFB) diberi nilai minimal sebesar 65%. VFB adalah bagian dari rongga yang berada di antara mineral agregat (VMA) yang terisi aspal efektif, dinyatakan dalam persen. Pada kasus proyek ini nilai VFB yang dicapai sebesar 70.59%, sudah melampaui batas minimum yang disyaratkan.

Stabilitas Marshall adalah ketahanan suatu campuran menahan deformasi (*resistance of deformation*) akibat beban lalu lintas (The Asphalt Institute, 1983). Stabilitas dinyatakan dalam kg atau kN (1 kN = 100 kg) Stabilitas disyaratkan minimal 800 kg. Dalam kasus proyek ini nilai stabilitas yang dihasilkan sebesar 1,226.1 kg. Jadi sudah melebihi angka stabilitas minimal.

Pelelehan atau *Flow* dibatasi minimal 3.00 mm. *Flow* adalah angka yang menunjukkan besarnya penurunan vertikal pada benda uji, yang dinyatakan dalam mm atau 0.01" (The Asphalt Institute, 1983). Pada kasus proyek ini nilai flow yang dihasilkan adalah sebesar 3.31, jadi memenuhi syarat angka minimal.

Marshall Qoutient (MQ) dibatasi minimal 250 kg/mm. MQ adalah angka yang menyatakan tingkat kelenturan (*flexibility*) suatu campuran. MQ merupakan hasil bagi nilai stabilitas terhadap *flow*. Pada kasus proyek ini didapat nilai MQ sebesar 370.61 kg/mm, jadi memenuhi syarat.

Demikian juga nilai stabilitas rendaman sisa minimal 90 % juga telah dicapai dengan angka 98.68%, dan Rongga dalam Campuran (VIM) dari *Percentage Refusal Density* (PRD) dari nilai minimal yang disyaratkan 2.50% juga tercapai dalam kasus proyek ini sebesar 4.84%.

Pemilihan Gradasi Agregat Campuran

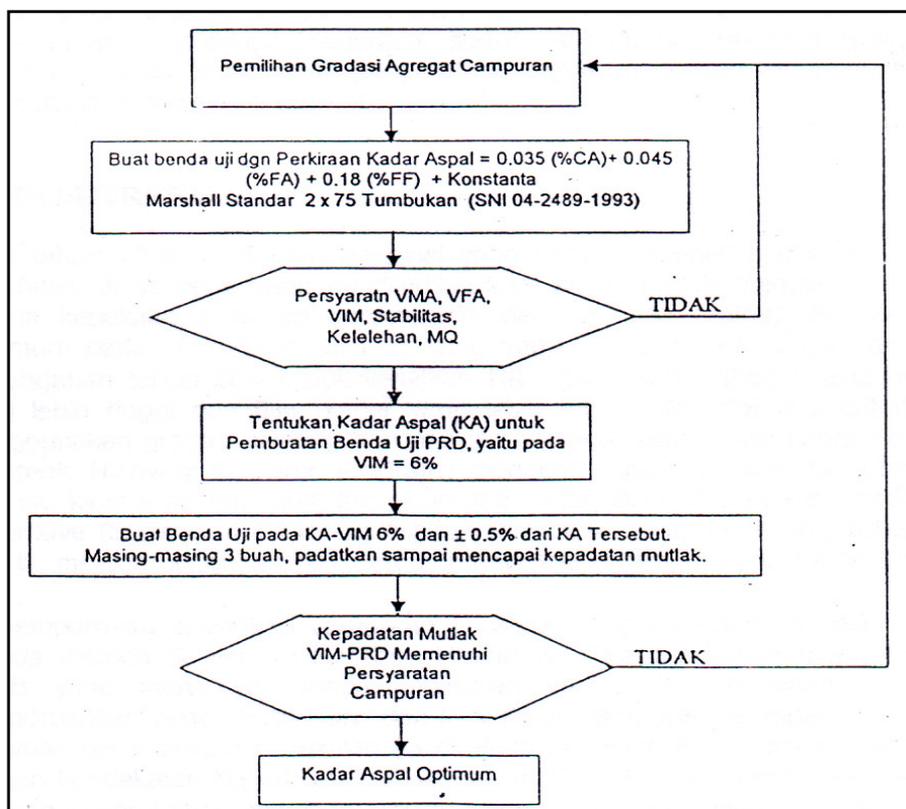
Material agregat penyusun lapisan AC-WC pada proyek ini dipakai material

yang ditambang dari *quarry*-nya PT. Tunas Jaya Sanur, yang berlokasi di dusun Badeg, desa Subudi, Selat, Karangasem. Adapun jenis material yang digunakan adalah:

- CA (*Coarse Agregat*) dengan diameter 10 – 14 mm, dominan tertahan pada saringan No. 8.
- MA (*Medium Agregat*) dengan diameter 0.5 – 10 mm, dominan tertahan pada saringan No. 8.
- FA (*Fine Agregate*), di lapangan dipakai istilah Abu Batu, dengan diameter maks 0.5 mm dominan lolos pada saringan No. 8.
- Filler dari *cement portland*, sebagai bahan pengisi rongga/*void*.

Proses Penentuan Kadar Aspal Optimum

Secara garis besar prosedur yang baku dalam perencanaan campuran beraspal berdasarkan nilai PRD adalah sebagai berikut:



Gambar 03: Diagram Alir Penentuan Kadar Aspal Optimum.

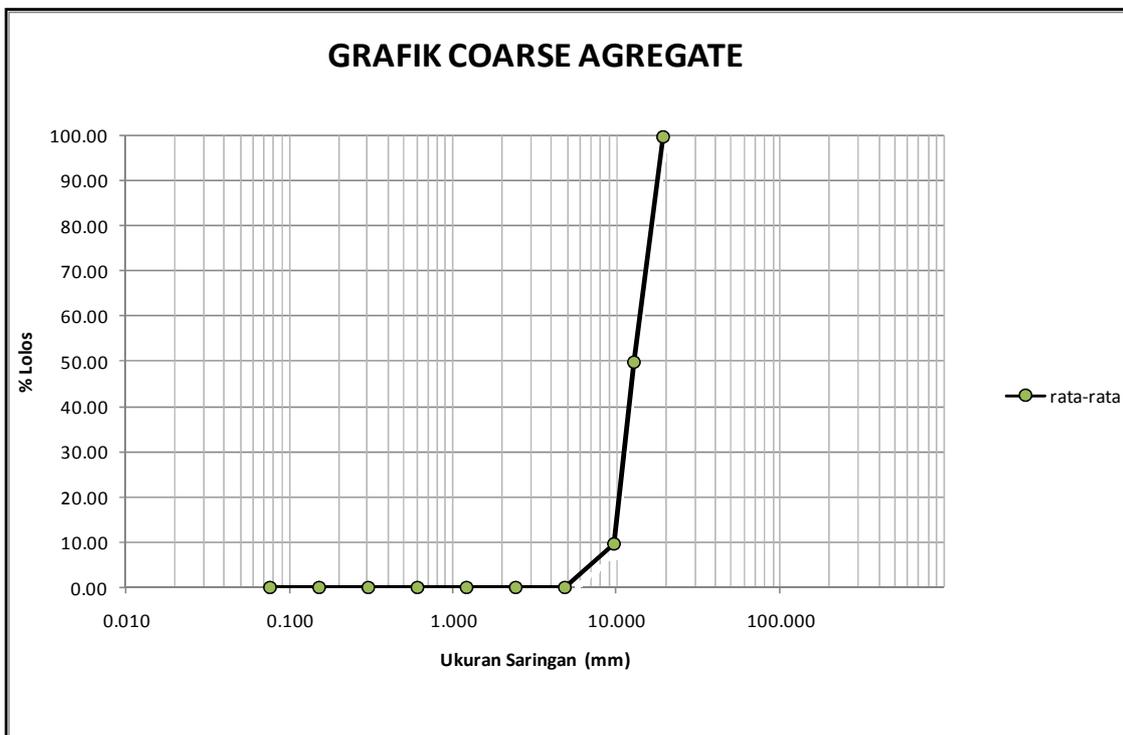
Setelah dilakukan pemeriksaan WC. Gradasi masing-masing fraksi, berkali-kali didapat gradasi dari masing-masing fraksi dan gradasi gabungan AC- sebagai berikut:

Tabel 04: *Gradasi Coarse Agregate*

Berat Contoh I = 1,121.3 gram
 Berat Contoh II = 1,096.7 gram

Ukuran Saringan	Percobaan I			Percobaan II			Rata-Rata
	Jml Berat Tertahan	% tertahan	% lolos	Jml Berat Tertahan	% tertahan	% lolos	
19.000	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00
12.500	556.70	49.65	50.35	549.80	50.13	49.87	50.11
9.500	1,010.10	90.08	9.92	985.70	89.88	10.12	10.02
4.750	1,118.40	99.74	0.26	1,094.10	99.76	0.24	0.25
2.360	1,118.90	99.79	0.21	1,094.60	99.81	0.19	0.20
1.180	1,119.10	99.80	0.20	1,094.70	99.82	0.18	0.19
0.600	1,119.20	99.81	0.19	1,094.80	99.83	0.17	0.18
0.300	1,119.30	99.82	0.18	1,095.20	99.86	0.14	0.16
0.150	1,119.80	99.87	0.13	1,095.50	99.89	0.11	0.12
0.075	1,119.80	99.87	0.13	1,095.70	99.91	0.09	0.11

Pada Tabel 04, dari analisis saringan pada rata-rata percobaan I dan II untuk gradasi *coarse agregate* di atas dapat dilihat bahwa sebagian besar partikelnya lolos pada saringan ukuran 19.00, 12.50, dan 9.50 mm. Ini berarti bahwa sebagian besar diameter butirnya ≥ 9.50 mm.



Gambar 04: Gradasi Rata-rata Coarse Agregate.

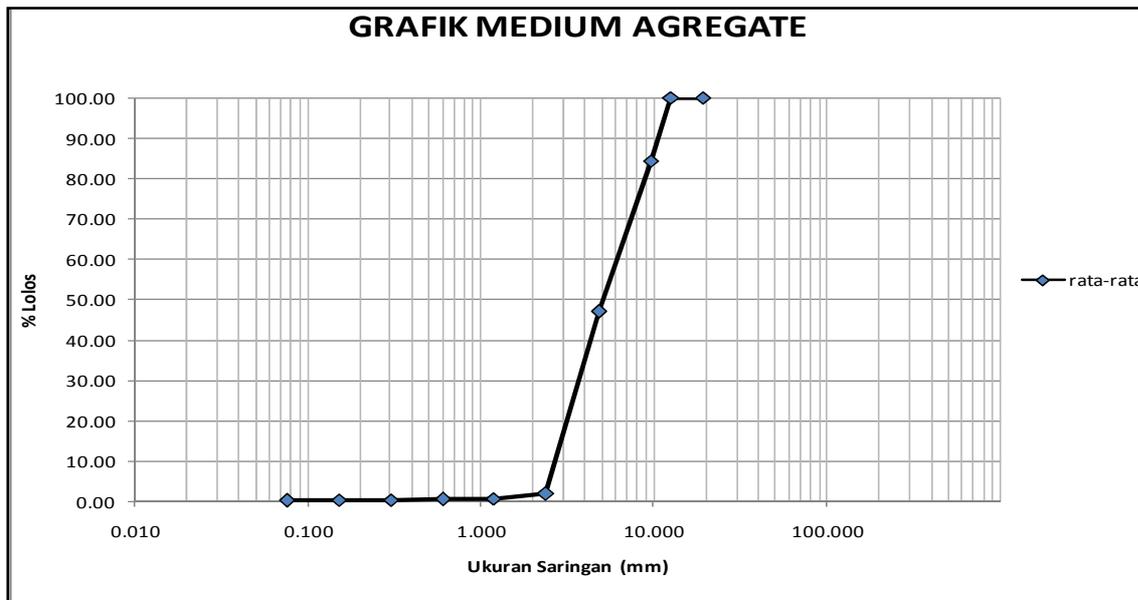
Tabel 05: Gradasi Medium Agregate.

Berat Contoh I = 1,142.7 gram
 Berat Contoh II = 1,018.9 gram

Ukuran Saringan	Percobaan I			Percobaan II			Rata-Rata
	Jml Berat Tertahan	% tertahan	% lolos	Jml Berat Tertahan	% tertahan	% lolos	
19.000	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00
12.500	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00
9.500	196.00	17.15	82.85	141.10	13.85	86.15	84.50
4.750	636.50	55.70	44.30	509.50	50.00	50.00	47.15
2.360	1,120.50	98.06	1.94	998.30	97.98	2.02	1.98
1.180	1,133.60	99.20	0.80	1,009.70	99.10	0.90	0.85
0.600	1,134.20	99.26	0.74	1,013.00	99.42	0.58	0.66
0.300	1,137.90	99.58	0.42	1,014.00	99.52	0.48	0.45
0.150	1,138.00	99.59	0.41	1,014.90	99.61	0.39	0.40
0.075	1139.5	99.72	0.28	1,015.80	99.70	0.30	0.29

Dari Tabel 05, dapat dilihat persentase yang lolos pada rata-rata percobaan I dan II adalah pada saringan ukuran 19.00, 12.00, 84.50, dan 47,15 mm. ini berarti

untuk agregat medium, diameter butirnya sebagian besar berada pada ≥ 4.750 mm. Lebih banyak partikel halusnnya dari pada *course agregate*.



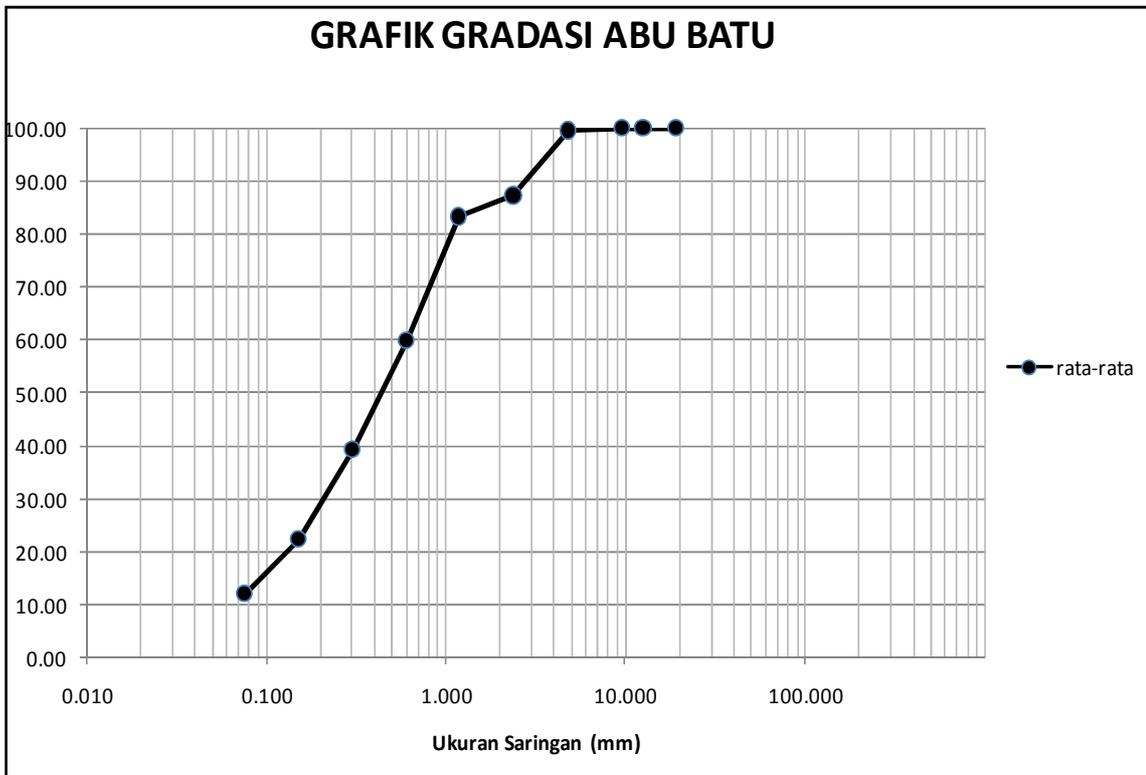
Gambar 05: Gradasi Rata-rata Medium Agregate.

Tabel 06: Gradasi Fine Agregate

Berat Contoh I = 1,070.8 gram
 Berat Contoh II = 1,085.6 gram

Ukuran Saringan	Percobaan I			Percobaan II			Rata-Rata
	Jml Berat Tertahan	% tertahan	% lolos	Jml Berat Tertahan	% tertahan	% lolos	
19.000	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00
12.500	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00
9.500	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00
4.750	6.40	0.60	99.40	3.30	0.30	99.70	99.55
2.360	153.20	14.31	85.69	120.00	11.05	88.95	87.32
1.180	337.00	31.47	68.53	21.10	1.94	98.06	83.29
0.600	509.80	47.61	52.39	355.50	32.75	67.25	59.82
0.300	667.20	62.31	37.69	641.00	59.05	40.95	39.32
0.150	845.70	78.98	21.02	828.30	76.30	23.70	22.36
0.075	951.9	88.90	11.10	943.00	86.86	13.14	12.12

Dari Tabel 06, diperlihatkan untuk rata-rata percobaan I dan II diperoleh diameter partikel *fine agregate* sebagian besar lolos saringan 0.60 mm. Berarti diameter butir pada *fine agregate* sebagian besar di atas 0.30 mm.

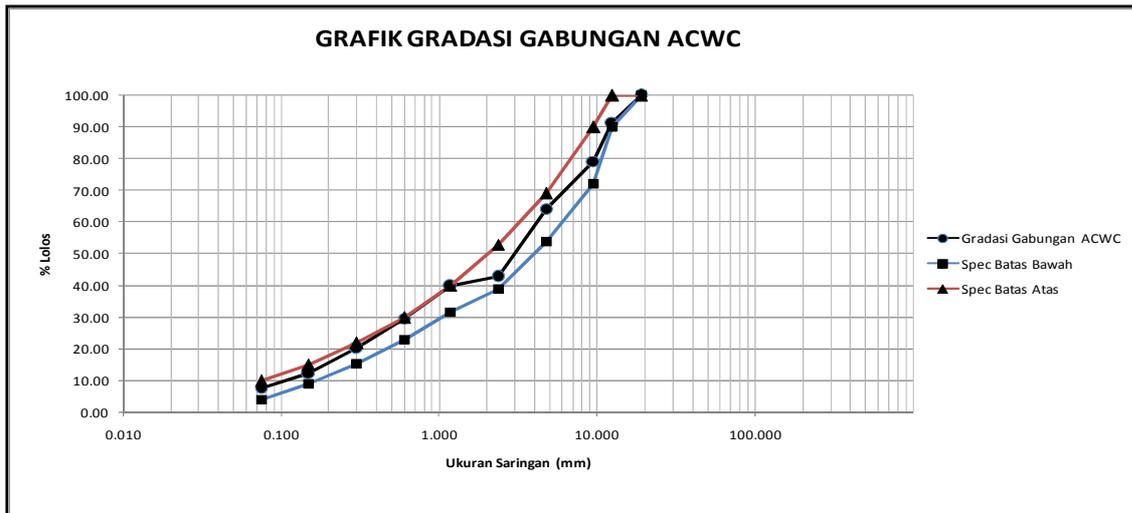


Gambar 06: Gradasi Rata-rata Fine Agregate

Setelah masing masing agregat diketahui gradasinya, dilakukan penggabungan (*blending*) gradasi agregat dengan melakukan percobaan proporsi persentase agregat. Serangkaian percobaan ini dilakukan agar memenuhi persyaratan spesifikasi, yaitu berada di antara batas bawah dan batas atas. Dari beberapa kali percobaan diperoleh proporsi agregat dengan komposisi sebagai berikut:

Tabel 07: Gradasi Agregat Gabungan dengan Komposisi 17%Ca, 35%MA, 46%FA, dan 2% Filler. Sudah memenuhi syarat berada di antara batas bawah dan batas atas.

Ukuran Saringan ASTM	Gradasi tiap-tiap agregat				Gradasi Gabungan ACWC	Titik Kontrol Spesifikasi	
	CA 17%	MA 35%	FA 46%	FILLER 2%		Batas Atas	Batas Bawah
	19.000	100.00	100.00	100.00			
12.500	50.11	100.00	100.00	100.00	91.52	90.00	100.00
9.500	10.02	84.50	100.00	100.00	79.28	72.00	90.00
4.750	0.25	47.15	99.55	100.00	64.34	54.00	69.00
2.360	0.20	1.98	87.32	100.00	42.89	39.10	53.00
1.180	0.19	0.85	83.29	100.00	39.80	31.60	40.00
0.600	0.18	0.66	59.82	100.00	29.78	23.10	30.00
0.300	0.16	0.45	39.32	100.00	20.27	15.50	22.00
0.150	0.12	0.40	22.36	100.00	12.45	9.00	15.00
0.075	0.11	0.29	12.12	94.00	7.58	4.00	10.00



Gambar 07: Gradasi Agregat Gabungan AC-WC berada di tengah2 Batas Bawah dan Batas Atas.

Membuat Benda Uji

Setelah proporsi agregat yang memenuhi syarat sudah didapat, pekerjaan selanjutnya membuat benda uji untuk mencari kadar aspal yang paling sesuai (optimum). Suatu kadar aspal yang memberikan nilai stabilitas maksimal tanpa keluar dari persyaratan VIM, VFB, VMA, dan tebal lapisan aspal film.

Untuk menentukan kadar aspal awal terdapat beberapa formula pendekatan, salah satunya adalah formula dari Asphalt Institute, MS-02 1995, sebagai berikut:

$$KA = 0.035 CA + 0.045 FA + 0.18 FF$$

Karena formula di atas hanyalah pendekatan yang bersifat empiris, maka perlu dipertimbangkan pendekatan terhadap spesifikasi. Di mana umumnya:

$$KA \text{ awal estimasi} = KA \text{ efektif} + KA \text{ yang diserap}$$

KA efektif mengacu pada spesifikasi. KA a yang diserap biasanya diambil 50% dari absorpsi total agregat (CA, MA, FA dan Filler) terhadap air. Kemudian untuk mendapatkan KA optimum, KA divariasikan dengan memberi penambahan atau pengurangan sebesar 0.5%. Pada percobaan ini dimulai dengan KA = 5.5% sd 7.5%.

Tabel 08: Variasi Kadar Aspal ACWC untuk 2 x 75 tumbukan.

Kadar Aspal (%)	Vol Benda Uji (cm3)	Bj Bulk Camp (gr/cm3)	VIM (%)	VMA (%)	VFB (%)	Luas Permukaan Agregat (m2/kg)	Tebal Lapisan Aspal Film (micron)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	Marshall Quotient (Kg/mm)
5.50	567.5	2.092	6.45	15.34	57.96	6.87	6.51	1,257.0	3.40	393.65
	564.0	2.093						1,305.7	3.35	
	564.2	2.094						1,373.9	3.25	
	2.093	1,312.2						3.33		
6.00	567.1	2.093	5.69	15.62	63.60	6.87	7.20	1,218.0	3.40	390.73
	566.2	2.098						1,363.6	3.20	
	566.6	2.097						1,286.2	3.35	
	2.096	1,289.3						3.32		
6.50	566.5	2.098	4.92	15.91	69.05	6.87	7.89	1,218.0	3.30	387.78
	566.3	2.102						1,315.4	3.25	
	567.0	2.100						1,305.7	3.35	
	2.100	1,279.7						3.30		
7.00	564.0	2.110	3.75	15.84	76.34	6.87	8.53	1,315.4	3.00	440.04
	562.5	2.115						1,412.9	3.10	
	562.7	2.114						1,364.1	3.20	
	2.113	1,364.1						3.10		
7.50	563.2	2.115	2.98	16.14	81.54	6.87	9.19	1,266.7	3.00	478.97
	562.1	2.117						1,325.2	2.80	
	561.3	2.119						1,383.6	2.50	
	2.117	1,325.2						2.77		
SPESIFIKASI			3.5-5.0	Min 15	Min 65		Min 8.0	Min 800	Min 3.00	Min 250

Dari Tabel di atas dapat diketahui bahwa pada KA 5.5% sd 6.5% nilai VIM, VMA, VFB, Stabilitas, Flow, dan MQ memenuhi spesifikasi, tetapi tebal lapisan aspal film tidak mencapai spesifikasi. Pada KA 7.5% nilai VMA, VFB, Tebal

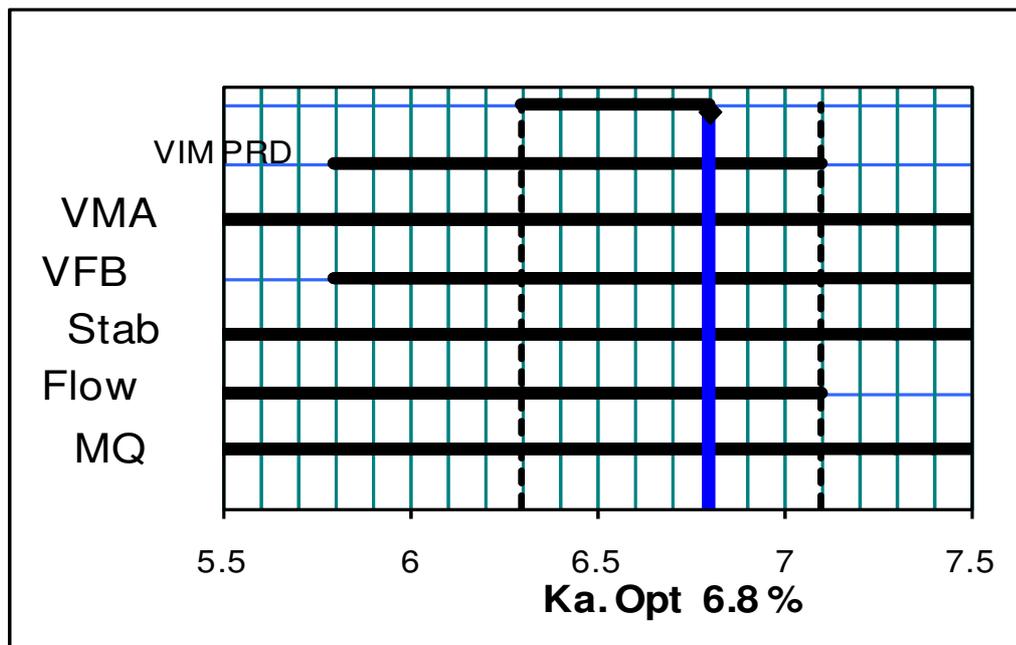
Lapisan Aspal Film, Stabilitas, dan MQ terpenuhi, tetapi nilai VIM dan Flow tidak terpenuhi. Pada KA 7.0% semua persyaratan terpenuhi, tetapi demi efisiensi dicoba KA 6.8%.

Tabel 09: Nilai Karakteristik Campuran Pada Kadar Aspal Optimum (6.8%)

Kadar Aspal (%)	Vol Benda Uji (cm ³)	Bj Bulk Camp (gr/cm ³)	VIM (%)	VMA (%)	VFB (%)	Luas Permukaan Agregat (m ² /kg)	Tebal Lapisan Aspal Film (micron)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	Marshall Quotient (Kg/mm)
6.80	568.2	2.092	4.80	16.38	70.69	6.87	8.33	1,198.5	3.20	372.13
	564.8	2.099						1,266.7	3.35	
	566.1	2.094						1,237.5	3.40	
	2.095	1,234.2						3.32		
6.80	567.5	2.092	4.85	16.42	70.48	6.87	8.33	1,159.5	3.50	369.08
	565.9	2.095						1,257.0	3.00	
	566.0	2.095						1,237.5	3.40	
	2.094	1,218.0						3.30		
RATA - RATA			4.83	16.40	70.59	6.87	8.33	1,226.1	3.31	370.61
SPESIFIKASI			3.5-5.0	Min 15	Min 65		Min 8.0	Min 800	Min 3.00	Min 250

Penentuan kadar aspal dapat pula ditentukan dengan menggunakan metode barchart, seperti pada Gambar 08 nilai kadar aspal optimum ditentukan sebagai ni-

lai tengah dari rentang kadar aspal maksimum dan minimum yang memenuhi semua persyaratan spesifikasi (Puslitbang, 2002).



Gambar 08: Bar Chart Penentuan KA Optimum.

Langkah selanjutnya adalah membuat benda uji 3 (tiga) buah yang akan dipadat-

kan sebanyak 2 x 400 kali, disebut dengan pengujian PRD (*Percentage of Refusal*

Density) atau kepadatan membal. Kepadatan membal dimaksudkan sebagai kepadatan tertinggi atau maksimum yang dapat dicapai, sehingga campuran tersebut praktis tidak dapat menjadi lebih padat lagi. Kepadatan Membal adalah massa per satuan volume termasuk rongga contoh uji yang dipadatkan sampai membal (Dachlan, 2010).

Pemeriksaan Kepadatan Membal ini dipakai untuk mengevaluasi kerusakan jalan beraspal berbentuk retak dan deformasi plastis yang membentuk rutting (alur). Ini berarti metode pemadatan dengan Marshall konvensional atau normal dengan menggunakan mold berdiameter 10 cm (4 inch) dengan tumbukan 2 x 75 kali dianggap belum cukup untuk menjamin kinerja campuran beraspal yang digunakan untuk lalu lintas berat dan padat pada temperatur tinggi.

Masalah kepadatan campuran beraspal panas untuk perkerasan jalan yang dirancang dengan metode Marshall konven-

sional adalah ketergantungannya terhadap pencapaian rongga udara yang disyaratkan. Pencapaian rongga udara perkerasan jalan hanya dapat dievaluasi bila setelah beberapa tahun dilalui oleh kendaraan. Bila rongga udara tidak tercapai oleh pemadatan lalu lintas, maka rongga dalam campuran akan relatif lebih tinggi, sehingga penuaan aspal relatif akan lebih cepat akibat oksidasi, perkerasan menjadi kurang lentur dan akan cepat retak. Sebaliknya rongga dalam campuran beraspal masih terlalu rendah, maka akan menyebabkan bleeding atau keluarnya aspal karena campuran tidak cukup memberi ruang untuk mengakomodasi aspal dalam rongganya.

Hasil pemeriksaan *Percentage of Refusal Density* (PRD) atau kepadatan membal pada Proyek Pemeliharaan Berkala Ruas Jalan Sp. Sakah – Sp. Blahbatuh adalah sebagai berikut:

Tabel 10: Hasil Pengujian PRD (2x400 tumbukan).

Kadar Aspal (%)	BJ Max Total Campuran	Berat Benda Uji			Isi Benda Uji (cm3)	BJ Bulk Campuran (gram/cm3)	VIM (%)
		Di Udara (gram)	Dalam Air (gram)	SSD (gram)			
6.80	2.201	1188.7	643.9	1212.1	568.2	2.092	4.81
		1185.6	642.7	1207.5	564.8	2.099	
		1185.5	640.7	1206.8	566.1	2.094	
					2.095		
6.80	2.201	1187.3	644.7	1212.2	567.5	2.092	4.86
		1185.5	640.9	1206.8	565.9	2.095	
		1185.8	641.0	1207.0	566.0	2.095	
					2.094		
		RATA - RATA					4.84
		SPESIFIKASI					Min 2.50

SIMPULAN

Penentuan kadar aspal optimum harus melalui langkah-langkah yang telah ditentukan dalam dokumen kontrak. Dalam hal ini buku spesifikasi teknis 2010, dengan memperhatikan sifat-sifat alami material pembentuk campuran aspal dan sejumlah

persyaratan campuran aspal. Dari pembahasan di atas ada beberapa hal yang dapat disimpulkan, yaitu:

- Penyerapan agregat di dusun Badeg, desa Subudi, Kec. Selat, Karangsem terhadap aspal berada pada ambang batas maksimal yang disyaratkan, yaitu

sebesar 1.2%. angka ini berpengaruh pada kadar aspal optimum.

- Persyaratan VIM terpenuhi pada kadar aspal 6.50 – 7.00 %. VFB terpenuhi pada kadar aspal 6.50 – 7.50%. Tebal lapisan aspal film terpenuhi pada kadar aspal 7.00 – 7.50%. Persyaratan *flow* terpenuhi pada kadar aspal 5.50 – 7.00%.
- Persyaratan VMA, Stabilitas, Marshall Quotient terpenuhi pada semua kadar aspal.
- Setelah dicoba dengan kadar aspal 6.80%, semua persyaratan dapat dipenuhi. Jadi angka 6.80 ditetapkan sebagai kadar aspal optimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2002. *Standar Nasional Indonesia*. Jakarta: Pusjatan – Balitbang PU.
- Dachlan, A Tatang. 2010. *Uji Kepadatan Membal (Refusal Density) Untuk Meningkatkan Kesesuaian Mutu Perkerasan Jalan Beraspal*.
http://www.scribd.com/henra_syam/d/31519160-9-Uji-Kepadatan-Mem-bal. Diakses tanggal 30 Januari 2012.
- Dinas Pekerjaan Umum. 2011. *Hasil Tes Propertis Agregat*. Denpasar: UPT Balai Peralatan dan Pengujian. Dinas Pekerjaan Umum Pemerintah Propinsi Bali.
- Dinas Pekerjaan Umum. 2011. *Hasil Tes Propertis Aspal*. Denpasar: UPT Balai Peralatan dan Pengujian. Dinas Pekerjaan Umum Pemerintah Propinsi Bali.
- Puslitbang Prasarana Transportasi. 2002. *Desiminasi Spesifikasi-Baru Campuran Beraspal Panas dengan Alat PRD*. Jakarta: Departemen Pemukiman dan Pengembangan Wilayah.
- Puslitbang Teknologi Prasaranan Jalan. 2000. *Pedoman Perencanaan Campuran Beraspal Panas Dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak*. Bandung: Departemen Pemukiman dan Pengembangan Wilayah.
- Thanaya, Arya. 2008. *Perkerasan Jalan*. Buku Ajar Mata Kuliah Teknologi Bahan. Denpasar: FT Unud.
- Santosa, Wimpy. 1997. *Mengenal Sifat Kepekaan Temperatur Aspal*. Bandung: FT Univ. Katolik Parahyangan.
- SKPD-TP. 2011. *Spesifikasi 2010*. Denpasar: Dinas PU Prop. Bali.
- Sukirman, Silvia. 2003. *Beton Aspal – Campuran Panas*. Jakarta: Granit.
- Suryadharma, Hendra. 2008. *Rekayasa Jalan Raya*. Yogyakarta: Univ. Atma Jaya.
- The Asphalt Institute. 1983. *Asphalt Technology and Construction Practices – Educational Series No. 1*. Second Edition. Marayland.
- Wignall, Arthur, dkk. 2003. *Proyek Jalan – Teoir dan Praktek*. Edisi ke empat. Jakarta: Erlangga.