

BETON ASPAL CAMPURAN HANGAT BERGRADASI MENERUS UNTUK LAPIS PERMUKAAN TERHADAP PROPERTIES MARSHALL

Anni Susilowati¹⁾, Pratikto²⁾, dan Eko Wiyono³⁾

^{1,2,3}Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta

E-mail: anni.susilowati@sipil.pnj.ac.id

Abstract

Warm Mix Asphalt (WMA) is a type of asphalt mixture that uses technology based on green technology. WMA is produced at a mixing temperature of 300C lower than the mixing temperature for hot mix asphalt. The purpose of the study was to obtain Marshall Property Values in Warm Asphalt Concrete Mixture, to determine the Optimum Grade and Residual Strength Index that met the 2018 Highways specifications. Asphalt to Mixture Variation was 5.0%; 5.5%; 6.0%; 6.5% and 7.0%. An independent variable the composition of the mixture with a ratio of 5 - 7% asphalt content. The dependent variable (research parameter) consists of testing voids against aggregates, voids against mixtures, voids filled with asphalt, stability, yielding, Marshall stiffness, and residual strength index. The results of the study obtained Optimum Asphalt Content of 6.25% and obtained VMA, VFA, VIM, Stability, flow, Marshall Quotient and respectively as 18.18%; 3.59%; 80.53%; 900.5Kg; 2.86mm and 334.34Kg/mm In addition, the Residual Strength Index of 66.4% was obtained. With a Residual Strength Index value of 66.4%, this asphalt concrete mixture has low resistance to damage caused by the influence of water. However, for all Marshall properties, the continuous graded warm mixture still meets the 2018 Highways specifications.

Keywords: *Warm Mix Asphalt, Stability, flow, continuous gradation, Residual Strength Index*

PENDAHULUAN

Campuran beraspal panas (*Hot Mix Asphalt/HMA*) memerlukan pemanasan pada suhu tertentu yang cukup tinggi, sehingga memicu munculnya permasalahan lingkungan akibat kebutuhan energi yang tinggi. Hal ini berdampak terhadap emisi yang dihasilkan. Akibat dari hal tersebut, diperlukan bahan bakar yang cukup banyak serta akan menghasilkan emisi buang yang besar pula. Menurut (Affandi, 2013) penggunaan bahan bakar harus di minimalkan mengingat cadangan minyak bumi yang semakin menipis. . Menurut (Vaitkus dkk, 2009) Solusi bagi produsen aspal untuk mengurangi suhu pencampuran dan pemadatan salah satunya adalah dengan aspal campuran hangat. *Warm Mix Asphalt* (WMA) merupakan suatu jenis campuran beraspal yang menggunakan teknologi yang berbasis teknologi hijau. Menurut Handayani dan Peni, (2019), dengan menggunakan teknologi ini, WMA diproduksi dengan temperatur pencampuran yang lebih rendah (20⁰C-40⁰C) daripada temperatur pencampuran untuk

campuran beraspal panas. Adapun menurut Susilowati dan Wiyono, (2019) Rentang Suhu pemadatan yang masih memenuhi parameter Marshall pada campuran beton aspal panas berkisar antara suhu 120°C sampai dengan 160°C. Adapun nilai suhu optimum pemadatan untuk campuran beton aspal sebesar 140°C. Vaitkus dan Vorobjovas, (2001), Parameter Marshall Campuran Hangat Laston (HRS-WC) Menggunakan *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) dengan suhu pencampuran 135⁰ C. Tahir dan Setiawan, (2009) durabilitas beton aspal mempunyai pengaruh terhadap kinerja dan umur layanan suatu jalan.

Srikanth dkk, (2018), WMA mewakili teknologi yang memungkinkan pengurangan suhu pencampuran bahan pengikat aspal dan suhu pemadatan dengan mengurangi viskositas pengikatnya. Abdullah dkk, (2014), Keuntungan dari penerapan teknologi WMA Mengurangi biaya perkerasan, memperpanjang umur perkerasan, meningkatkan proses pemadatan aspal, membuat campuran aspal dapat diangkut pada jarak yang lebih jauh.. Tutu dan Tuffour, (2016), Jenis campuran beton aspal :Aspal campuran dingin, Aspal campuran setengah hangat, Aspal campuran hangat, Aspal campuran panas. Vaitkus dan vorobjovas, (2001), Penurunan temperatur hingga 30⁰C dibandingkan dengan campuran beraspal panas. Adapun Meilani dan Kurnia, (2019), Campuran yang baik untuk campuran Hangat Laston (HRS-WC) dengan menggunakan *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) adalah campuran dengan persentase 20% RAP karena nilai VIM yang didapatkan lebih kecil dibandingkan dengan 0% RAP dan 30% RAP.

Spesifikasi Bina Marga Divisi 6 2018, merupakan spesifikasi untuk campuran beraspal hangat bergradasi menerus (Laston Hangat), yang terdiri dari agregat, aspal, bahan zeolite atau wax (parafin) yang bukan turunan minyak bumi, yang dicampur secara hangat.

Menurut Sukirman (2016), durabilitas atau keawetan adalah kemampuan beton aspal menerima beban lalu lintas seperti berat kendaraan dan gesekan antara roda kendaraan dan permukaan jalan, serta menahan keausan akibat pengaruh cuaca dan iklim, seperti udara, air, atau perubahan temperatur.

Tujuan Penelitian ini untuk mendapatkan nilai propertis marshall pada campuran beton aspal hangat, menentukan kadar optimum dan indeks kekuatan sisa yang memenuhi spesifikasi bina marga 2018.

METODE PENELITIAN

Lingkup Penelitian.

Penelitian ini dilakukan secara bertahap, meliputi pengujian agregat (agregat kasar, agregat halus dan *filler*), aspal, membuat rancang campuran beton aspal hangat bergradasi menerus, membuat benda uji *Marshall* dan pengujian *Marshall* untuk menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO). Metode pengujian yang digunakan adalah dengan metode *Marshall* dan didapat hasil berupa prosen rongga dalam agregat (VMA), prosen rongga dalam campuran (VIM), prosen rongga terisi aspal (VFA), stabilitas, kelelahan, *Marshall quotient* (MQ) dan Stabilitas Sisa (IKS).

Variabel Penelitian

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah kadar aspal pada campuran 5,0%; 5,5%; 6,0%; 6,5% dan 7,0%. Adapun variabel terikat (parameter penelitian) terdiri dari stabilitas dan kelelahan meliputi : VMA, VIM, VFA, Stabilitas, kelelahan, MQ dan IKS.

Lokasi dan Bahan-bahan Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium uji bahan jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta dan Laboratorium Jalan. Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat kasar, agregat halus, *filler* semen.

Pengujian Marshall;

Membuat rancang campuran beton aspal hangat bergradasi menerus untuk Laston AC-WC, membuat benda uji setiap variasi kadar aspal dibuat 3 buah benda uji dengan ukuran diameter 4 inchi, tinggi maksimum 2,5 inci untuk pengujian *Marshall*, dan 6 buah benda uji untuk pengujian IKS. Jumlah total benda uji yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah 21 buah. Suhu pencampuran dan pemadatan 30⁰C dibawah suhu pencampuran dan pemadatan beton aspal panas, dengan jumlah tumbukan 2x75 tumbukan. Selanjutnya dilakukan pengujian stabilitas, kelelahan dan IKS.

Metode Pengujian Durabilitas Standar

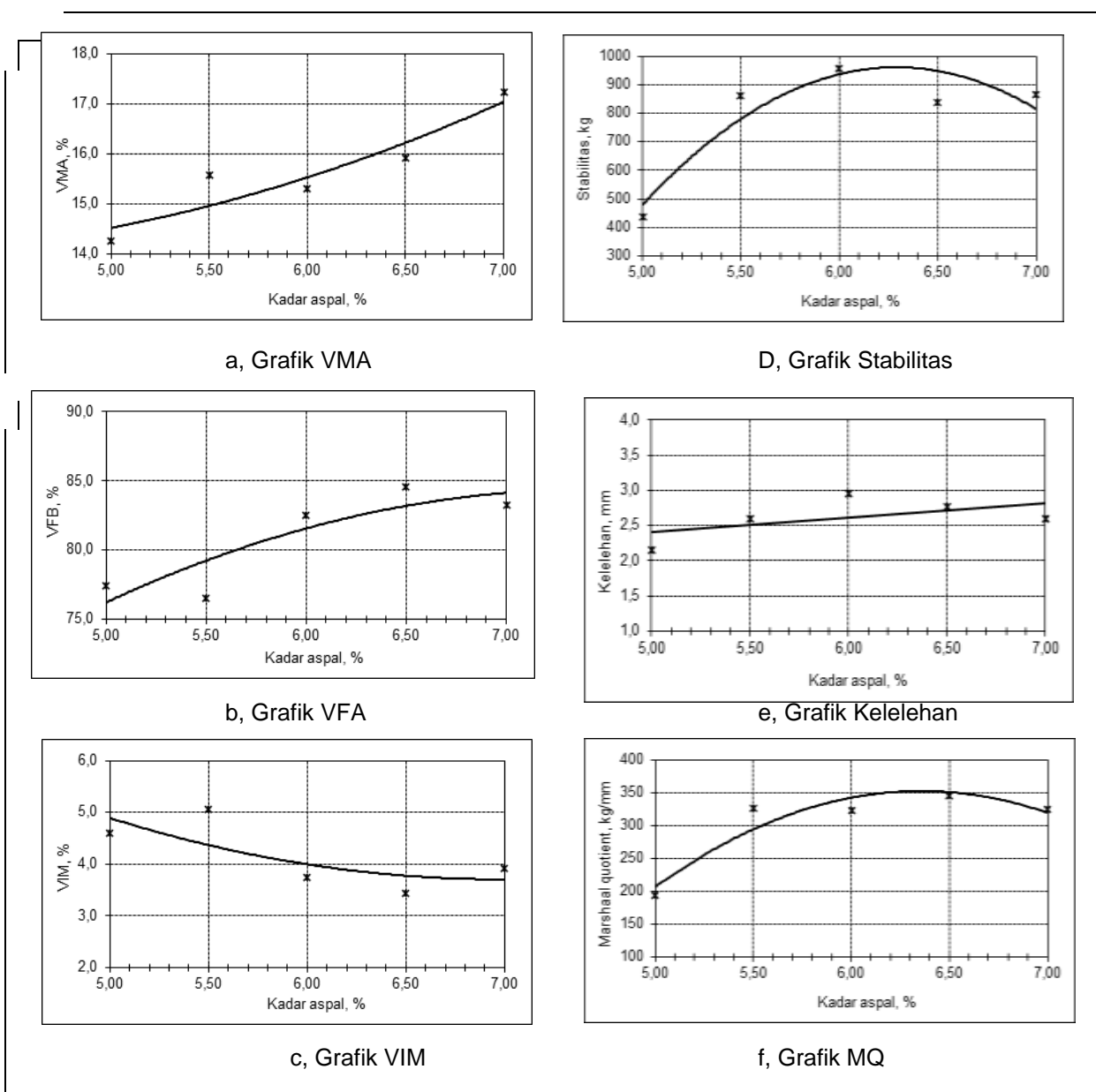
Durabilitas standar menurut Bina Marga (2018) dilakukan dengan perendaman benda uji pada temperatur tetap $\pm 60^{\circ}\text{C}$ selama 30 menit dan 24 jam. Perbandingan nilai stabilitas yang direndam selama 24 jam dengan nilai stabilitas yang direndam selama 30 menit, dinyatakan dalam persen, dan disebut Indeks Kekuatan Sisa (IKS).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian sifat fisik agregat, baik untuk agregat halus maupun agregat kasar dan pengujian aspal semua nilainya memenuhi spesifikasi Spesifikasi Umum Bina Marga, (2018),

Hasil Pengujian Marshall

Hasil Pengujian Marshall Campuran Beton Aspal Hangat seperti pada Gambar 1a sampai Gambar 1f, Sebagai Berikut ;



Gambar 1a s/d f. Grafik Hasil Pengujian Marshall Campuran Beton Aspal Hangat

Void in Mineral Aggregates (VMA)

Gambar 1a. menunjukkan semakin bertambahnya kadar aspal pada campuran beton hangat, nilai VMA semakin naik, dikarenakan jumlah aspal yang masuk ke dalam rongga cukup tempat untuk mengisi rongga. Tidak semua nilai VMA campuran memenuhi syarat yang telah ditetapkan yaitu >15%.

Void Filled With Asphalt (VFA)

Gambar 1b. menunjukkan semakin bertambahnya kadar aspal pada campuran hangat, nilai VFA semakin tinggi sehingga VIM nya semakin kecil yang berarti rongga yang terisi aspal semakin sedikit, oleh karena itu campuran beraspal hangat semakin awet. Nilai VFA untuk semua variasi kadar aspal memenuhi spesifikasi diatas 65%.

Voids in Mix (VIM)

Gambar 1c, menunjukan semakin bertambahnya kadar aspal pada campuran, nilai VIM semakin rendah yang berarti rongga yang ada dalam campuran semakin sedikit, sehingga tidak tersedia ruang yang cukup, dimungkinkan aspal akan naik ke permukaan. Jumlah aspal yang dapat mengisi rongga antar butiran semakin besar, sehingga volume rongga dalam campuran semakin berkurang, beton aspal semakin awet. Nilai VIM untuk semua variasi kadar aspal memenuhi spesifikasi diatas 65%.

Stabilitas

Gambar 1d, Semakin bertambahnya kadar aspal pada campuran, stabilitas semakin meningkat sampai batas tertentu kemudian stabilitas turun, hal ini menunjukkan terlalu tebal film aspal yang menyelimuti agregat. Tidak semua nilai VMA campuran memenuhi syarat yang telah ditetapkan yaitu minimal 800Kg.

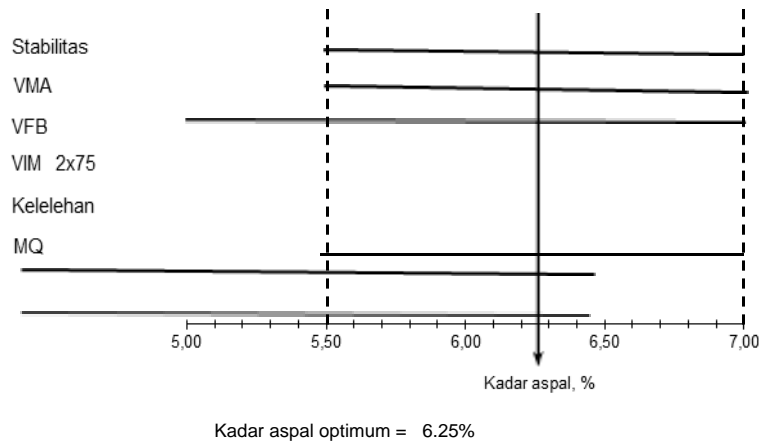
Kelelehan (Flow)

Gambar 1e. Semakin bertambahnya kadar aspal pada campuran, kelelehan cenderung meningkat, maka campuran akan bersifat plastis sehingga mudah berubah bentuk (deformasi plastis) akibat beban lalu lintas yang tinggi dan berat. Nilai kelelehan untuk semua variasi kadar aspal memenuhi spesifikasi anata 2 sampai 4 mm.

Hasil Bagi Marshall (Marshall Quotient)

Gambar 1f, Semakin bertambahnya kadar aspal pada campuran, MQ semakin meningkat sampai batas tertentu kemudian MQ turun, campuran semakin *fleksibel*, cenderung menjadi plastis dan lentur sehingga mudah mengalami perubahan bentuk

pada saat menerima beban lalu lintas yang tinggi. Tidak semua nilai hasil bagi Marshall campuran memenuhi syarat yang telah ditetapkan yaitu minimal 250Kg/mm.



Gambar 2. Bagan Penentuan Kadar Aspal Optimum

Dari hasil nilai karakteristik campuran yang dihasilkan pada pengujian *Marshall* pada Gambar 2., berdasarkan spesifikasi serta hasil analisis, diketahui seluruh parameter *Marshall* yang memenuhi persyaratan terletak pada rentang kadar aspal 5,5% - 7,0%. sehingga diperoleh KAO yang sebesar 6,25%.

$$\text{Kadar Aspal Optimum} = \{(5,5\% + 7,0\%) : 2\} = 6,25\%$$

Resume hasil pengujian *Marshall* campuran beton aspal hangat, dengan kadar aspal optimum sebesar 6,25%, masih memenuhi Bina Marga 2018, seperti pada Tabel 4.

Tabel 1
Sifat-Sifat Mekanis Campuran Beton Aspal Hangat dengan
Kadar Aspal Optimum 6,25%

Sifat Campuran	KAO 6,25	Spesifikasi	Keterangan
% Rongga Thd Agregat (VMA)	15,53	min 15	Memenuhi
% Rongga Terisi Aspal (VFB)	77,26	min 65	Memenuhi
% Rongga Thd Campuran (VIM)	3,58	3,0 – 5,0	Memenuhi
Stabilitas (kg)	901	min 800	Memenuhi
Kelelahan (mm)	2,86	min 3	Memenuhi
Marshall Quotient (kg/mm)	336,02	min 250	Memenuhi

Indeks Kekuatan Sisa (IKS)

$$\text{Stabilitas Sisa IKS} = 599/901 * 100\%$$

$$= 66,44\%$$

Nilai IKS campuran beton aspal hangat sebesar 66,44 % dan nilai IKS tersebut berada di bawah batas minimal yang ditetapkan Bina Marga, (2018), sehingga benda uji yang mengalami penuaan dianggap tidak cukup tahan terhadap kerusakan yang diakibatkan oleh pengaruh air dan suhu.

SIMPULAN

Berdasarkan pemeriksaan propertis Marshall yang dilakukan menunjukkan bahwa: Campuran beton aspal hangat, dengan Kadar Aspal Optimum didapat nilai *VMA*, *VFA*, *VIM*, Stabilitas, Kelelahan dan *Marshall Quotient* memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 untuk lapis permukaan atau Lanton AC-WC. Kadar Aspal Optimum campuran didapat sebesar 6,25%, dan nilai IKS campuran beton aspal hangat sebesar 66,44 %, berada di bawah batas minimal yang ditetapkan Bina Marga, (2018) 90%, sehingga benda uji dianggap tidak cukup tahan terhadap kerusakan yang diakibatkan oleh pengaruh air dan suhu.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. Zamhari, K. Buhari, R. Bakar, S. Kamaruddin, N. Nayan, N. Hainin, M. Hassan, N. Hassan, S. Yusoff, N. ., (2014). Warm mix asphalt technology: A review, *J. Teknologi.*, vol. 71, no. 3, pp. 39–52, doi: 10.11113/jt.v71.3757.
- Affandi, F. (2013). Teknologi Campuran Beraspal Hangat dan Dingin,” *Pus. Penelit. Jalan dan Jemb.*, [Online]. Available: [https://binamarga.pu.go.id/bintekjatan/repositori/system/files/9.Campuran Beraspal Hangat dan Dingin - FA%281%29.pdf](https://binamarga.pu.go.id/bintekjatan/repositori/system/files/9.Campuran%20Beraspal%20Hangat%20dan%20Dingin-FA%281%29.pdf)
- Handayani, A. T & Peni, S. N. (2019). Pengaruh Aditif Zeolit Bayat Terhadap Kuat Tarik Tidak Langsung Campuran Beraspal Modifikasi Polimer Hangat, *J. HPJI (Himpunan ...)*, vol. 5, no. 1, pp. 49–56, [Online]. Available: <https://journal.unpar.ac.id/index.php/HPJI/article/view/3201>
- Kurniawan, S. Sunarjono, S., Riyanto, A. & Hernaeni, S. R. (2019). Durabilitas campuran aspal emulsi dingin dan hangat, pp. 260–266.
- Meilani, M. & Kurnia, R. (2019). Kajian Parameter Marshall Campuran Hangat Lataston (HRS-WC) Menggunakan Reclaimed Asphalt Pavement (RAP).(Hal. 120-131), *RekaRacana J. Tek. Sipil*, vol. 5, no. 4, pp. 6–33, [Online]. Available: <https://ejurnal.itenas.ac.id/index.php/rekaracana/article/view/3397>
- Spesifikasi Umum Bina Marga. (2018). Spesifikasi Umum 2018, *Edaran Dirjen Bina Marga Nomor 02/SE/Db/2018*, no. September.
- Srikanth, G., Kumar, R. & Vasudeva, R. (2018). A Review on Warm Mix Asphalt, *Natl. Conf. Adv. Struct. Mater. Methodol. Civ. Eng.*, no. November, pp. 525–533
- Sukirman, S. (2016). *Beton Aspal Campuran Panas*, vol. 53, no. 9.

- Susilowati, A & Wiyono, E. (2019). VARIASI SUHU PEMADATAN PADA CAMPURAN BETON ASPAL MENGGUNAKAN BAHAN TAMBAH ANTI STRIPPING ” vol. 1, no. 1, pp. 12–20.
- Susilowati, A. & Kesuma, A. (2019). Daur Ulang Reclaimed Asphalt Pavement Sebagai Bahan Utama Campuran Beton Aspal Emulsi Untuk Lapis Permukaan, *J. Poli-Teknologi*, vol. 18, no. 1, pp. 13–18, doi: 10.32722/pt.v18i1.1282.
- Tahir, A. & Setiawan, A. (2009). Kinerja Durabilitas Campuran Beton Aspal ditinjau dari Faktor Variasi Suhu Pemadatan dan Lama Perendaman, <https://www.neliti.com/publications>, published 2009
- Tutu, K. A. & Tuffour, Y. A. (2016). Warm-Mix Asphalt and Pavement Sustainability: A Review,” *Open J. Civ. Eng.*, vol. 06, no. 02, pp. 84–93, doi: 10.4236/ojce.2016.62008.
- Vaitkus, A. Čygas, D. Laurinavičius, A. & Perveneckas, Z . (2009). Analysis and evaluation of possibilities for the use of warm mix asphalt in lithuania, *Balt. J. Road Bridg. Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 80–86, doi: 10.3846/1822-427X.2009.4.80-86.
- Vaitkus, A. & Vorobjovas, V. (2001). The Research on the Use of Warm Mix Asphalt for Asphalt, *Int. Balt. road Conf.*, no. January, pp. 2–6.