

PENGARUH VARIASI TEMPERATUR PADA PROSES PEMADATAN BERDASARKAN UJI MARSHALL PADA CAMPURAN LAPIS BETON (AC-WC)

Rosina Golengsina Pareira¹, Togi H. Nainggolan², dan A. Agus Santosa³

¹*Mahasiswa Program Sarjana Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Bendungan Sigura-gura No.2 Malang, Jawa Timur*

^{2,3}*Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Bendungan Sigura-gura No.2 Malang, Jawa Timur*

Email : Rorypareira2711@gmail.com¹

Abstract

Roads are the basic infrastructure that humans need to be able to move from one place to another in terms of meet needs. However, in general the roads were damaged before they reached the design age. Road damage sometimes occurs due to the asphalt mixture compaction process carried out in the field not at the right temperature due to temperature changes, this often occurs during the process of transporting the mixture from the Asphalt Mixing Plant (AMP) to the spread location and also the weather factor.

This research was conducted to determine the effect of temperature variations on the compaction process of AC-WC concrete asphalt using the Marshall test and referring to the 2018 Highways Specifications. The aspect required for testing in identifying and analyzing the temperature in the compaction in the field is the temperature variation in the laboratory by analyzing the Marshall parameter results in order to obtain the optimum temperature which can be applied in road works. Marshall specimens will be made using materials from Danurejo Village, Pasuruan District, Lumajang Regency, East Java with 60/70 penetration asphalt with Pertamina as a form of hot asphalt mixture. After checking the ingredients, the aggregate composition that meets the requirements for the AC-WC mixture is sought. So that the best asphalt composition is obtained. With the composition of the best asphalt content, the test specimens were made with temperature variations of 110°C, 115°C, 120°C, 125°C, 130°C for each specimen, then analyzed the relationship between temperature variations and Marshall quantities.

The results of the study show that the laston AC-WC mixture the effect of temperature variations is determined by the Marshall value with a temperature range that meets the specifications for the AC-WC mixture, namely 110 °C - 130 °C with the optimum temperature being 130 °C.

Key words: compaction temperature, specification of highways 2018, marshall, AC-WC.

Abstrak

Jalan merupakan prasarana infrastruktur dasar yang dibutuhkan manusia untuk dapat melakukan pergerakan dari suatu tempat ke tempat lainnya dalam hal pemenuhan kebutuhan. Namun pada umumnya jalan mengalami kerusakan sebelum mencapai umur rencana. Kerusakan jalan dapat terjadi akibat proses pemadatan campuran aspal yang dilakukan di lapangan tidak pada temperatur yang tepat karena terjadinya perubahan suhu, hal ini kerap terjadi pada saat proses pengangkutan campuran dari *Asphalt Mixing Plant* (AMP) ke lokasi penghamparan dan juga faktor cuaca.

Studi ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi suhu terhadap proses pemadatan aspal beton AC-WC dengan uji *Marshall* sesuai dengan Spesifikasi Bina Marga 2018. Aspek yang dibutuhkan untuk pengujian dan menganalisis suhu pada pemadatan di lapangan yakni variasi suhu di laboratorium dengan menganalisis hasil parameter Marshall agar dapat diperoleh suhu optimum yang dapat diaplikasikan dalam pekerjaan jalan. Agregat berasal dari desa Danurejo, Kecamatan Pasuruan, Kabupaten Lumajang, Jawa Timur dengan aspal penetrasi 60/70 pertamina sebagai bahan campuran. Setelah dilakukan pemeriksaan bahan dicari komposisi agregat yang memenuhi syarat untuk campuran AC-WC. Sehingga didapat

komposisi aspal terbaik. Dengan komposisi kadar aspal terbaik dibuat benda uji variasi suhu 110°C, 115°C, 120°C, 125°C, 130 °C.

Hasil menunjukkan bahwa pada campuran laston AC-WC pengaruh variasi suhu ditentukan oleh besaran nilai *Marshall* dengan rentang suhu yang memenuhi spesifikasi pada jenis campuran AC-WC yaitu 110 °C - 130 °C dengan suhu optimum berada pada suhu 130 °C.

Kata kunci : suhu pemadatan, spesifikasi bina marga 2018, marshall, AC-WC.

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pembangunan dan perkembangan perekonomian suatu daerah tergantung pada sarana dan prasarana. Jalan merupakan infratraktur dasar yang utama dalam roda perekonomian nasional dan daerah, juga mendorong distribusi barang dan jasa sekaligus mobilitas penduduk.

Ketersediaan jalan merupakan penentu masuknya investasi ke suatu wilayah. Sehingga diperlukan perencanaan struktur perkerasan yang kuat dan tahan lama.

Terdapat dua tipe perkerasan yang digunakan, yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*), yang masing-masing mempunyai kelebihan dan kekurangan. Perkerasan lentur yang sering digunakan adalah lapis aspal beton (*Laston*) yang merupakan lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal dan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu dan mempunyai nilai struktural.

Kerusakan jalan yang terjadi pada lapis aspal beton adalah terlepasnya butiran-butiran dimana kerusakan tersebut diakibatkan terlalu tingginya temperatur aspal keras dan campuran agregat akibat tidak berjalan pengendalian mutu, sehingga temperatur pencampuran aspal dan agregat tidak terkontrol.

Berdasarkan permasalahan diatas, perlu dilakukan penelitian pengaruh variasi temperature pada proses pemadatan berdasarkan uji marshall pada campuran lapis aspal beton (AC-WC).

Identifikasi Masalah

Permasalahan yang ada pada penelitian ini dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Jarak antara *Asphalt Mixing Plant* (AMP) dengan lokasi proyek.

2. Kerusakan jalan dapat diakibatkan oleh proses pemadatan campuran aspal yang dilakukan dilapangan tidak pada temperatur yang tdiharapkan
3. Terjadi perubahan suhu pada proses pemadatan campuran aspal.

Rumusan Masalah

Rumuskan masalah yang akan diuji pada penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana pengaruh variasi temperatur pada proses pemadatan campuran aspal ?
2. Berapa suhu optimum yang akan digunakan pada campuran aspal?

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini dilakukan adalah :

1. Mendapatkan nilai pengaruh suhu terhadap kinerja aspal pertama penetrasi 60/70 pada proses pemadatan terhadap pengujian Marshall pada lapisan aspal beton (AC-WC).
2. Mendapatkan suhu optimum pada proses pemadatan terhadap pengujian Marshall pada lapisan aspal beton (AC-WC).

2. TINJAUAN PUSTAKA

Perkeran Jalan

Perkerasan jalan merupakan bagian dari jalur lalu lintas, yang bila kita perhatikan secara structural dalam kedudukan yang paling sentral dalam suatu badan jalan. Perkerasan terdiri dari 4 lapisan yaitu lapisan permukaan (*surface course*), lapisan pondasi atas (*base course*), lapis pondasi bawah (*subbase course*), dan lapis tanah dasar (*subgrad*). Perkerasan jalan terdiri dari 3 jenis, yaitu :

1. Perkerasan lentur (*flexible pavement*)
Menurut Sukirman Silvia (2012;57), Perkerasan Lentur Jalan Raya, Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan diatas tanah dasar yang telah

dipadatkan. Jenis perkerasan ini menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya. Jenis perkerasan dengan aspal ini berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan dibawahnya.

2. Perkerasan kaku (*rigid pavement*)
Menurut Sukirman Silvia (2012;62) Perkerasan Lentur Jalan Raya. Berpendapat bahwa konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*Portland cement*) sebagai bahan pengikat. Pelat beton atau tanpa tulangan diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapis beton bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.
3. Perkerasan komposit (*composite pavement*)
Menurut Sukirman Silvia (2012;66) menyatakan bahwa konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*) yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku atau perkerasan kaku dia atas perkerasan lentur.

Suhu / Temperature

Aspal mempunyai kepekaan terhadap perubahan suhu / temperatur,oleh karena itu aspal merupakan material yang termoplastis. Aspal akan menjadi keras atau lebih kental jika suhu menurun dan akan lunak atau cair bila suhu bertambah. Setiap jenis aspal mempunyai kepekaan terhadap suhu berbeda, karena kepekaan tersebut dipengaruhi oleh komposisi kimiawi aspalnya, walaupun mungkin mempunyai nilai penetrasi atau viskositas yang sama pada temperatur tertentu. Pemeriksaan sifat kepekaan aspal terhadap perubahan suhu perlu dilakukan sehingga diperoleh informasi tentang rentang suhu yang baik untuk pelaksanaan pekerjaan.

Agregat

Agregat atau batu merupakan material berbutir yang keras dan kompak. Istilah agregat dapat berupa batu bulat, batu pecah,abu batu dan pasir. Pada campuran beraspal agregat memberikan pengaru besar yaitu 90% - 95%

terhadap campuran, sehingga sifat-sifat agregat merupakan salah satu factor penentu dari kinerja campuran tersebut. Berdasarkan ukuran butirannya agregat dibagi menjadi 3 yaitu:

- 1) Agregat kasar merupakan agregat yang lolos ayakan No. 8 (2,36 mm)
- 2) Agregat halus merupakan agregat yang lolos ayakan No. 8 (2,36 mm)
- 3) Bahan pengisi (*filler*) merupakan bahan pengisi yang lolos sarinagan No. 200 tidak kurang dari 75% terhadap beratnya dan mempunyai sifat non plastis.

Aspal

Aspal adalah material perekat berwarna hitam atau coklat tua,dengan unsur utama bitumen yang diperoleh dari reduksi hasil pengilangan minyak bumi berfungsi sebagai pengikat agregat dalam pembuatan jalan. Aspal dipilih untuk konstruksi jalan karena mempunyai sifat pekat (*comsistency*) tahan terhadap pelapukan yang disebabkan oleh cuaca, derajat pengerasan dan ketahanan terhadap air. Banyaknya aspal pada campuran perkerasan berkisar antara 4% - 10% berdasarkan berat campuran atau 10% - 15% berdasarkan volume campuran.

Lapis Aspal Beton (*Laston*)

Lapis aspal beton (*Laston*) merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan raya, yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menerus, dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu (Silvia Sukirman, 2012;118). Laston adalah lapis campuran terdiri atas lapis aus (AC-WC), lapis permukaan antara (AC-BC), lapis pondasi (AC-Base) dan ukuran masing-masing campuran adalah AC-WC 19 mm, AC-BC 25,4 mm dan AC-Base 36,5 mm (Spesifikasi Umum Bina Marga tahun 2018).

Karakteristik Campuran

Karakteristik campuran memiliki 7 (tujuh) karakteristik campuran aspal beton adalah :

- 1) Stabilitas (*Stability*)

Stabilitas lapisan perkerasan jalan merupakan kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur ataupun bleeding.

- 2) Keawetan (*Durabilitas*)
Durabilitas diperlukan pada lapisan permukaan sehingga lapisan dapat mampu menahan keausan yang dipengaruhi oleh cuaca, air dan perubahan suhu ataupun keausan akibat gesekan roda kendaraan.
- 3) Kelenturan (*Fleksibilitas*)
Fleksibilitas pada lapisan perkerasan merupakan kemampuan lapisan perkerasan untuk dapat mengikuti perubahan bentuk yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume.
- 4) Kekesatan (*Skid Resistance*)
Tahan geser merupakan kekesatan yang diakibatkan oleh perkerasan sehingga kendaraan tidak mengalami slip diwaktu hujan (basah) ataupun diwaktu kering. Kekesatan dinyatakan dengan koefisien geser antara permukaan jalan dengan roda kendaraan.
- 5) Ketahanan kelelahan (*Fatigue Resistance*)
Ketahanan kelelahan merupakan ketahanan dari lapis aspal beton saat menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelahan yang berupa alur (*rutting*) dan retak.
- 6) Kedap air
Kemampuan beton aspal dimana tidak dapat dimasuki air ataupun udara lapisan beton aspal. Air dan udara dapat berakibat pada proses percepatan penuaan aspal dan pengelupasan selimut aspal dari permukaan agregat.
- 7) Kemudahan pelaksanaan (*Workability*)
Kemudahan pelaksanaan merupakan mudahnya suatu campuran untuk dihampar dan dipadatkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan yang diharapkan. *Workability* ini dipengaruhi oleh gradasi agregat. Agregat bergradasi baik lebih mudah dilaksanakan dari pada agregat bergradasi lain.

Parameter Pengujian Marshall

Sifat-sifat campuran beraspal dapat dilihat dari parameter-parameter pengujian marshall antara lain :

a) Stabilitas

Stabilitas yaitu kemampuan campuran aspal untuk menahan perubahan bentuk akibat beban yang bekerja tanpa mengalami perubahan bentuk permanen seperti gelombang, alur ataupun bleeding yang dinyatakan dalam satuan kg atau lb.

$$S = p \times q$$

Keterangan :

S = angka stabilitas sesungguhnya

p = pembacaan arloji stabilitas x kalibrasi alat

q = angka korelasi benda uji

b) Kelelahan (*flow*)

Suatu campuran yang dengan kelelahan yang rendah akan lebih kaku dan cenderung untuk mengalami retak dini pada usia pelayanannya, sedangkan nilai kelelahan yang tinggi mengindikasikan campuran bersifat plastis.

c) *Marshall Quotient* (MQ)

Marshall quotient yaitu hasil perbandingan antara stabilitas dan kelelahan (flow)

$$MQ = \frac{S}{F}$$

Keterangan :

MQ = Marshall quotient (kg/mm)

S = Nilai stabilitas terkoreksi (kg)

F = Nilai flow (mm)

d) *Void Filled with Asphalt* (VFA)

Rongga antar agregat / *Void Filled with Asphalt* (VFA) yaitu ruang rongga diantara partikel agregat pada suatu perkerasan, termasuk rongga udara dan volume aspal efektif (tidak termasuk volume aspal yang diserap agregat).

$$VFA = \frac{100 \times (VMA - VIM)}{VMA}$$

Keterangan :

VFA = pori antar butir agregat yang terisi aspal % VMA

VMA = pori antar butir agregat didalam beton aspal padat % dari volume beton bulk aspal padat

VIM = pori dalam beton aspal padat % dari volume beton bulk aspal padat

e) *Void in Mineral Aggregate* (VMA)

Rongga diantara mineral agregat yaitu banyaknya pori diantara butir-butir agregat didalam beton aspal padat, dinyatakan dalam persentase

$$VMA = 100 \times \frac{Gmb \times Ps}{Gsb}$$

Keterangan :

VMA = rongga diantara mineral agregat, persen volume bulk

Gmb = berat jenis bulk campuran

Gsb = berat jenis efektif agregat

Ps = jumlah agregat % terhadap total berat campuran

f) *Void in Mix* (VIM)

Rongga dalam campuran / *Void in Mix* (VIM) yaitu persentase rongga yang terdapat dalam total campuran.

$$VIM = 100 \times \frac{Gmm \times Gmb}{Gmm}$$

Keterangan :

VIM = Rongga dalam campuran, persen terhadap volume total campuran

Gmm = Berat jenis maksimum campuran

Gmb = Berat jenis bulk campuran

3. METODE PENELITIAN

Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian ini dimulai dari persiapan yaitu meliputi studi pendahuluan dan persiapan alat dan bahan yang digunakan. Persiapan bahan (aspal, agregat kasar, agregat halus, filler (semen)) dengan mendatangkan bahan-bahan yang diperlukan di Lab. Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Institut Teknologi Nasional Malang.

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kelayakan bahan yang akan digunakan yaitu uji aspal meliputi penetrasi, titik lembek, titik nyala, berat jenis, daktilitas, kehilangan berat, viscositas, uji agregat meliputi abrasi, analisa saringan, berat jenis, berat isi, penyerapan, kepipihan, angularitas, *impact*, pelapukan, dan uji *filler* meliputi berat jenis, berat isi. Setelah dilakukan uji kelayakan bahan dengan memenuhi persyaratan spesifikasi umum bina marga 2018 maka akan dilanjutkan dengan

pencampuran dan pemadatan dengan menggunakan jenis campuran AC-WC gradasi halus, setelah itu di uji dengan meninjau parameter Marshall. Dari pengujian marshall akan diperoleh kadar aspal optimum (KAO) yang akan digunakan sebagai kadar aspal untuk melakukan pencampuran dengan variasi suhu pencampuran.

Benda uji akan dikelompokkan untuk variasi suhu pencampuran yaitu 110 °C, 115 °C, 120 °C, 125 °C, dan 130 °C. Untuk benda uji yang telah dibuat akan diuji dengan memperhatikan parameter marshall. Hasil penelitian di laboratorium akan diperoleh nilai parameter marshall meliputi stabilitas, kelelahan (*flow*), *Void in Mineral Agregat* (VIM), *Void in The Mix* (VIM), *Void Filled with Asphalt* (VFA), *Marshall Quotient* (MQ) dari campuran perkerasan AC-WC gradasi halus dengan perbedaan suhu pencampuran.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Material

Pengujian material yang dilakukan meliputi uji agregat dan uji aspal. Aspal yang digunakan dalam penelitian ini merupakan aspal Pertamina penetrasi 60/70. Hasil pengujian material yaitu :

Table 4.1 hasil pengujian agregat

No	Pengujian	Hasil	Spesifikasi Umum Bina Marga 2018	Keterangan
1	Material Lolos Ayakan No.200 (%)			
	Agregat Kasar	0,04	Maks. 1	Memenuhi
	Agregat Halus	8,68	Maks.10	Memenuhi
2	Berat Isi Agregat Kasar (kg/m ³)			
	Lepas	1450		
	Tusukan	1489	-	-
	Goyangan	1535		
3	Berat Isi Agregat Halus (kg/m ³)			
	Lepas	1571		
	Tusukan	1715	-	-
	Goyangan	1742		
4	BJ Bulk Agregat Kasar	2,70	-	
	BJ Apparent Agregat Kasar	2,84	Min. 2,5	Memenuhi
	BJ SSD Agregat Kasar	2,75	-	
	BJ Bulk Agregat Halus	2,73	-	
5	BJ Apparent Agregat Halus	2,73	Min. 2,5	Memenuhi
	BJ SSD Agregat Halus	2,76	-	
6	Penyerapan Agregat Kasar (%)	1,79	Maks. 3	Memenuhi
	Penyerapan Agregat Halus (%)	1,24	Maks. 3	Memenuhi
7	Kerusakan dengan Los Angeles (%)	15,66	Maks. 40	Memenuhi
8	Angka Angularitas	5,98	0 -12	Memenuhi
9	Kekekalan Agregat			
	Natrium Sulfat	0,106	Maks. 12%	Memenuhi
	Magnesium Sulfat	0,251	Maks. 18%	Memenuhi
10	Impact Value (%)	8,54	Maks. 30	Memenuhi
11	Flakiness Index (%)	21,79	Maks. 25	Memenuhi

Table 4.2 hasil pengujian aspal

No	Pengujian	Hasil	Spesifikasi Umum Bina Marga 2018	Keterangan
1	Penetrasi pada 25 °C (0,1 mm)	69,70	60-70	Memenuhi
2	Titik Nyala (°C)	324	Min.232	Memenuhi
	Titik Bakar (°C)	329	-	-
3	Titik Lembek (°C)	50	Min. 48	Memenuhi
4	Daktilitas pada 25 °C (cm)	125	Min. 100	Memenuhi
5	Berat Jenis (gr/cm)	1,05	Min. 1	Memenuhi
6	Kehilangan Berat Minyak dan Aspal (%)	0,139	Maks. 0,8	Memenuhi

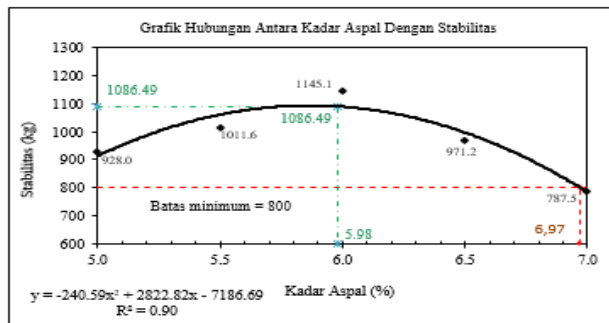
Dari tabel hasil pengujian diatas dapat dilihat bahwa pengujian agregat dan aspal memenuhi syarat kelayakan untuk dijadikan sebagai bahan pembuatan benda uji dalam penelitian ini.

Analisa Pembahasan

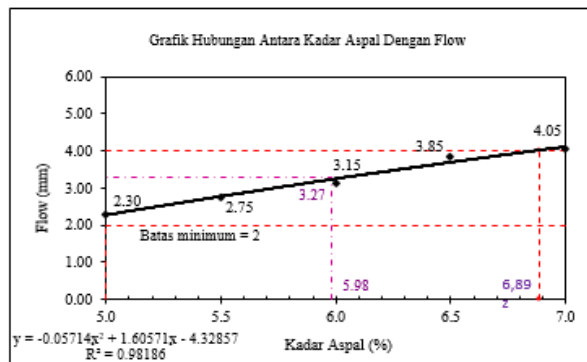
Kadas Aspal Optimum (KAO)

Menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO) dengan mengambil nilai tengah dari parameter marshall yaitu stabilitas, *flow*, MQ, VIM, VMA dan VFA yang memenuhi spesifikasi Umum Bina Marga tahun 2018.

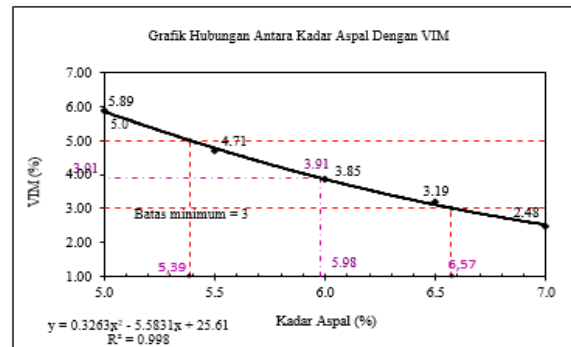
Grafik 1 Hubungan Kadar Aspal Dengan Stabilitas



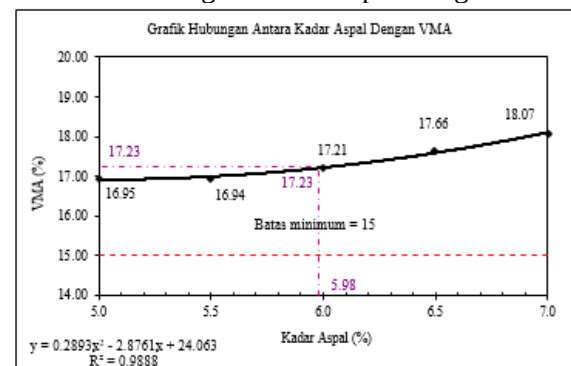
Grafik 2 Hubungan Kadar Aspal Dengan Flow



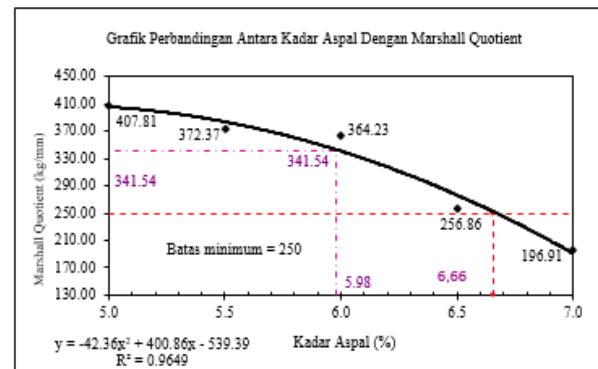
Grafik 3 Hubungan Kadar Aspal Dengan VIM



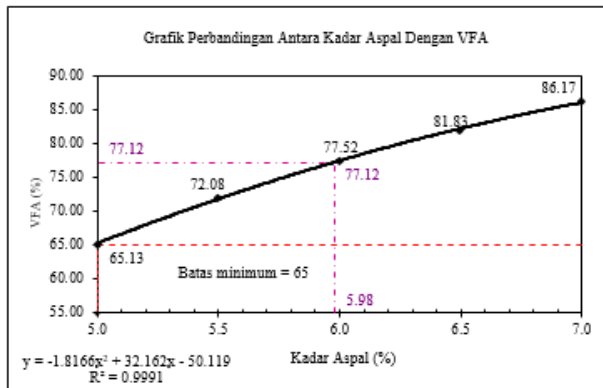
Grafik 4 Hubungan Kadar Aspal Dengan VMA



Grafik 5 Hubungan Kadar Aspal Dengan Marshal Quotient

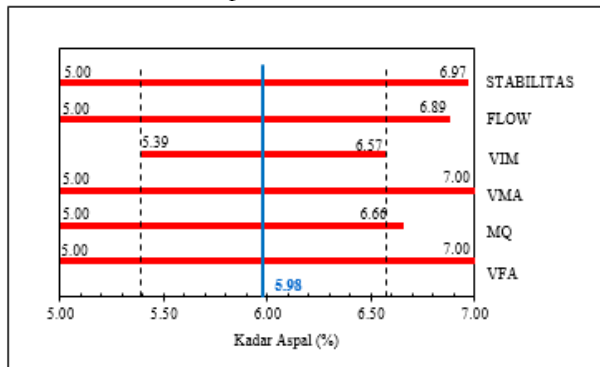


Grafik 6 Hubungan Kadar Aspal Dengan VFA



Berdasarkan Grafik diatas di peroleh Kadar Aspal Optimum Sebagai Berikut:

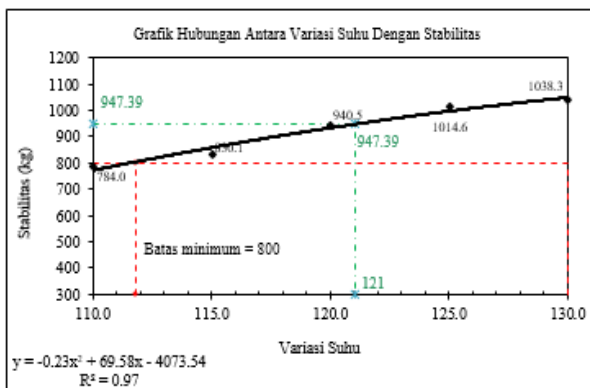
Grafik 7 Diagram Batang Aspal Optimum Campuran AC-WC



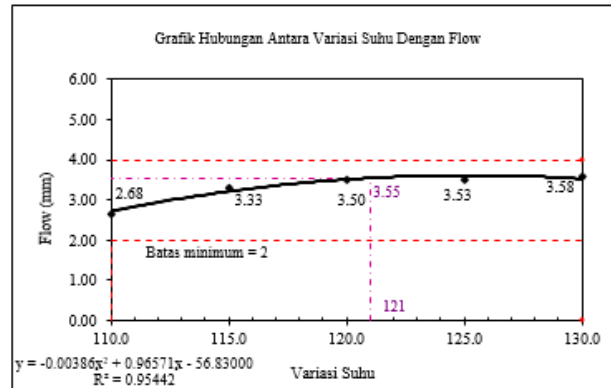
Dari semua hasil parameter, untuk menentukan kadar aspal optimum digunakan rumus sebagai berikut :

$$\frac{a+b}{2} = \frac{5,39\% + 6,57\%}{2} = 5,98\%$$

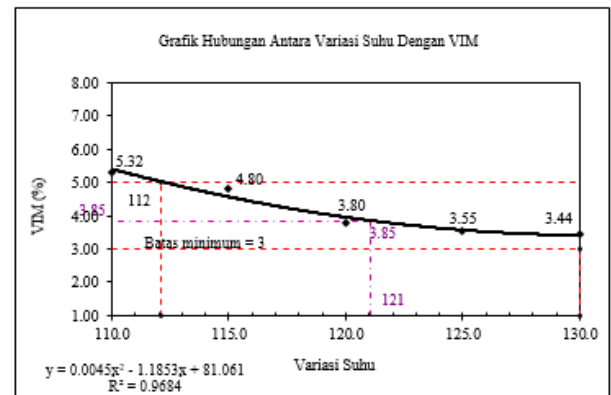
Grafik 8 Hubungan Variasi Suhu Dengan Stabilitas



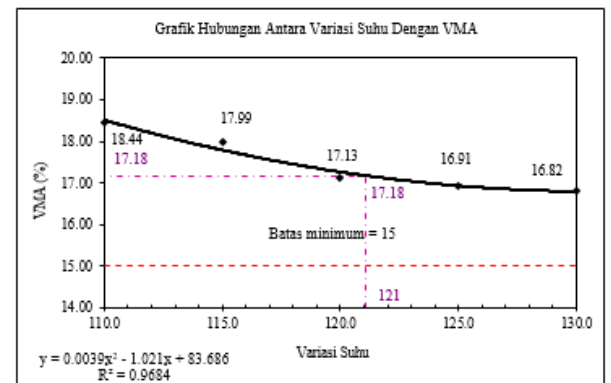
Grafik 9 Hubungan Variasi Suhu Dengan Flow



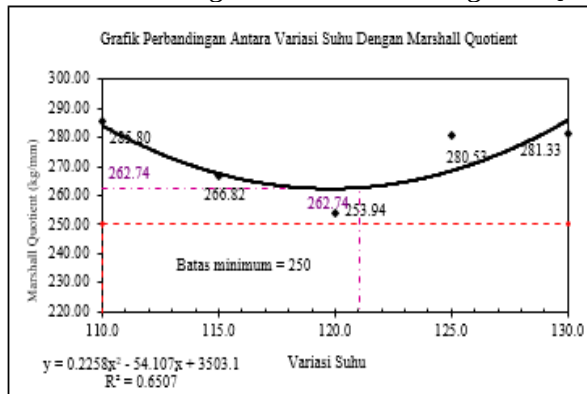
Grafik 10 Hubungan Variasi Suhu Dengan VIM



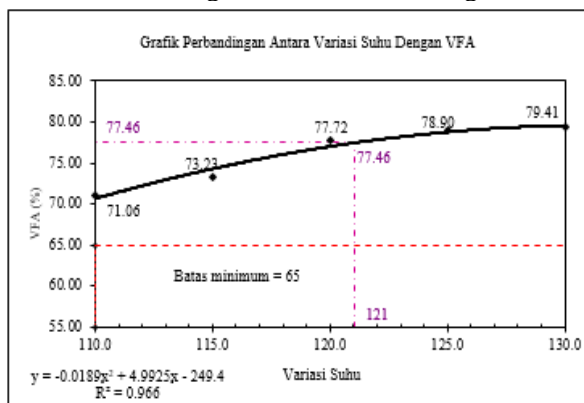
Grafik 11 Hubungan Variasi Suhu Dengan VMA



Grafik 12 Hubungan Variasi Suhu Dengan MQ



Grafik 13 Hubungan Variasi Suhu Dengan VFA



KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dari penelitian yang dilakukan di Laboratorium maka dapat disimpulkan bahwa:

- Hasil penelitian pengaruh variasi suhu pada proses pemadatan campuran dapat dilihat dari hasil karakteristik uji Marshall memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 dengan Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 5,98% dengan nilai parameter *Marshall* :
 - Stabilitas = 1086,49 Kg
 - Flow = 3,15 mm
 - VIM = 3,91 %
 - VMA = 17,21 %
 - MQ = 341,54 kg/mm
 - VFA = 77,12 %
- Hasil penelitian pengaruh variasi suhu pada proses pemadatan didapat suhu optimum

130 °C memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 dengan nilai parameter *Marshall* :

- Stabilitas = 1038,3 Kg
- Flow = 3,58 mm
- VIM = 3,44 %
- VMA = 16,82 %
- MQ = 281,33 kg/mm
- VFA = 79,41 %

Saran

- Diharapkan untuk penelitian selanjutnya agar lebih teliti dalam pembuatan sampel khususnya penimbangan agregat dan aspal agar beratnya sesuai *Job Mix Design*, sehingga hasilnya akan lebih baik.
- Diharapkan untuk penelitian selanjutnya agar menggunakan jenis campuran yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2018, *Spesifikasi Umum Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur*
- Asiyanto.2008. *Metode Konstruksi Proyek Jalan*. Jakarta : Penerbit Universitas Indonesia.
- Hendri Kadarwanto, Hizkia.2015. *Pengaruh Variasi Temperatur Pada Proses Pemadatan Terhadap Campuran Aspal Beton*. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Raharjo, Budi.2016. *Pengaruh Suhu Pemadatan Campuran Untuk Perkerasan Lapis Antara (AC-BC)*. Skripsi. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Sukirman, S, 2012, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova, Bandung
- Sukirman, S, 2007, *Beton Aspal Campuran Panas*. Granit, Jakarta
- Tarigan,Gunawan.2018. *Pengaruh Temperatur Pemadatan Terhadap Marshall Properties*. Skripsi. Sumatera Utara: Universitas Islam Sumatera Utara.