

KARAKTERISTIK CAMPURAN PANAS ASPHALT CONCRETE WEARING COURSE (AC-WC) MENGGUNAKAN SEMARBUT TIPE 4 SEBAGAI BINDER

Djoko Sarwono¹⁾, Djumari²⁾, Trisunan Giri Pamungkas³⁾

¹⁾²⁾³⁾ Roadmate Research Group, Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Roadmate Research Group, Laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

E-mail: sarwono60@yahoo.co.id, djumari.sipil@gmail.com, gicunk1928@gmail.com

Abstract

The current exploiting of asbuton is by extraction. The result of asbuton extraction will be modified with 60/70 penetration grade asphalt binder (SEMARBUT TYPE 4) and used for AC-WC mixture. The AC-WC mixture is a wear coating that is often damaged by vehicle loads and weather, so it is often an improvement on the coating. The frequent improvement in the coating results in increased use of oil asphalt. An AC-WC mixture with a Semarbut Type 4 binder is used in the hope of reducing the use of oil asphalt for the improvement of pavement layers. This study aims to determine the value of Marshall Test characteristics and Tensile Strength test from Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) hot mix using Type 4 Semarbut binder. This research uses experimental method in laboratory. In this study the experiment consists of two phases. The first step is Marshall Test and obtained Marshall Characteristic and Optimum Bitument Content (OBC). The second step is tensile strength testing and obtained value of stress, strain and modulus of elasticity. The results of the analysis were obtained between the specimen with compactor compaction and vibrator compaction having different Marshall characteristic values. The specimen with compactor compaction means the stability, flow, density, and Marshall Quotient values meet the specifications, only VIM values that have not met the specification. The specimen with vibrator compaction means the value of flow and density meets the specification, but the stability, VIM, and Marshall Quotient values do not meet the specification. The tensile strength test obtained the elasticity modulus value of the specimen with compactor and vibrator compaction which has not met the specification. The mixture can not be used for surface layer road pavement.

Keywords: AC-WC, Marshall Characteristic, Modulus Elasticity

Abstrak

Pemanfaatan asbuton yang sedang berkembang saat ini adalah dengan cara ekstraksi. Hasil dari ekstraksi asbuton kemudian dimodifikasi dengan aspal minyak penetrasi 60/70 (SEMARBUT TIPE 4) dan digunakan untuk campuran AC-WC. Campuran AC-WC merupakan lapisan aus yang sering mengalami kerusakan akibat beban kendaraan dan cuaca, sehingga sering dilakukan perbaikan pada lapisan tersebut. Seringnya perbaikan pada lapisan tersebut mengakibatkan meningkatnya penggunaan aspal minyak. Campuran AC-WC dengan pengikat Semarbut Tipe 4 digunakan dengan harapan dapat mengurangi penggunaan aspal minyak untuk perbaikan lapis perkerasan jalan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai karakteristik *Marshall Test* dan uji kuat tarik dari campuran aspal panas *Asphalt Concrete Wearing Course* (AC-WC) menggunakan pengikat Semarbut Tipe 4. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental di laboratorium. Pada penelitian ini pengujian terdiri dari dua tahap. Tahap pertama yaitu pengujian *Marshall Test* dan didapatkan nilai karakteristik *Marshall* DAN Kadar Aspal Optimum (KAO). Tahap kedua yaitu pengujian kuat tarik dan didapatkan nilai tegangan, regangan dan modulus elastisitas. Hasil analisis didapatkan antara benda uji dengan alat pemadatan *compactor* dan pemadatan *vibrator* memiliki nilai karakteristik *Marshall* yang berbeda. Benda uji dengan alat pemadatan *compactor* didapatkan nilai stabilitas, *flow*, kepadatan, dan *Marshall Quotient* memenuhi spesifikasi, hanya nilai VIM yang belum memenuhi spesifikasi. Sedangkan benda uji dengan alat pemadatan *vibrator* didapatkan nilai *flow* dan kepadatan memenuhi spesifikasi, tetapi nilai stabilitas, VIM, dan *Marshall Quotient* belum memenuhi spesifikasi. Pengujian kuat tarik didapatkan nilai modulus elastisitas dari benda uji dengan alat pemadatan *compactor* dan *vibrator* yang belum memenuhi spesifikasi. Campuran belum bisa digunakan untuk lapis permukaan perkerasan jalan.

Kata Kunci: AC-WC, Karakteristik *Marshall*, Modulus Elastisitas

PENDAHULUAN

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian sebelumnya yang berjudul “Karakteristik Ekstrak Asbuton Emulsi Menggunakan Peremaja Solar yang Dimodifikasi dengan Aspal Penetrasi 60/70 (Semarbut Aspal Tipe 4)”. Pada Semarbut Tipe 2 didapatkan campuran dengan nilai optimum yaitu 42,5% ekstraksi asbuton emulsi dan 57,5% sisanya yaitu aspal minyak penetrasi 60/70. Sedangkan pada Semarbut Tipe 4 didapatkan campuran dengan nilai optimum yaitu 40% ekstraksi asbuton emulsi dan 60% sisanya yaitu aspal minyak penetrasi 60/70. Penelitian ini menggunakan campuran *Asphalt Concrete Wearing Course* (AC-WC). Campuran AC-WC merupakan lapisan aus yang sering mengalami kerusakan akibat beban kendaraan dan cuaca, sehingga sering dilakukan perbaikan pada lapisan tersebut. Seringnya perbaikan pada lapisan tersebut mengakibatkan meningkatnya penggunaan aspal minyak. Campuran AC-WC dengan pengikat Semarbut Tipe 4 digunakan

dengan harapan dapat mengurangi penggunaan aspal minyak untuk perbaikan lapis perkerasan jalan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai karakteristik *Marshall Test* dan uji kuat tarik dari campuran aspal panas *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)* menggunakan pengikat Semarbut Tipe 4. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kinerja dari campuran AC-WC menggunakan pengikat Semarbut Tipe 4 dengan pengujian *Marshall Test* dan pengujian kuat tarik dengan metode kuat tarik tidak langsung (*Indirect Tensile Strength*).

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian tentang “*Penelitian Pemanfaatan Asbuton Butir di Kolaka Sulawesi Tenggara*” oleh Nyoman Suaryana tahun 2008, diketahui bahwa dari hasil kajian terhadap uji skala penuh di Kolaka Sulawesi Tenggara menunjukkan bahwa asbuton mempunyai kemampuan dapat mensubstitusi aspal minyak serta dapat memperbaiki kinerja campuran beraspal.

Penelitian tentang “*Tinjauan Karakteristik Marshall dan Kuat Tarik Tidak Langsung Campuran Panas Aspal Beton Menggunakan Semarbut Aspal Tipe I sebagai Binder*” oleh Petrich Meysha Buana R tahun 2013, didapat nilai karakteristik *Marshall* campuran pada *Aspal Beton/ Asphalt Concrete (AC)* menggunakan Semarbut Aspal Tipe I, yaitu nilai satabilitas campuran sebesar 627,175 kg, nilai densitas sebesar 2,123 gram/cc, nilai porositas sebesar 9,958%, nilai *flow* sebesar 2,02 mm, dan nilai *Marshall Quotient* sebesar 310,483 kg/mm. Nilai karakteristik *Marshall* seperti stabilitas, densitas, *Marshall Quotient (MQ)*, *flow* telah memenuhi dengan syarat spesifikasi Aspal Beton/Asphalt Concrete (AC) namun hanya nilai porositas yang tidak memenuhi dengan syarat 3%-5%. Analisis kuat tarik tidak langsung diperoleh nilai ITS terkoreksi sebesar 474,407 Kpa, nilai regangan sebesar 0,008002 dan nilai modulus elastisitas sebesar 59614,51. Pada umumnya nilai modulus elastisitas untuk beton aspal sekitar (500-2000 Ksi) (1 Ksi = 6890 Kpa). Pada campuran panas Aspal Beton menggunakan Semarbut Tipe I ini, sifat campuran cenderung kaku karena nilai modulus elastisitas masih di bawah syarat modulus elastisitas untuk aspal beton.

Penelitian tentang “*Karakteristik Campuran Panas Asphalt Concrete Wearing Course dengan Bahan Pengikat Semarbut Tipe II*” oleh Lazuardi Firmansyah Putra (2016), didapatkan nilai stabilitas campuran sebesar 1674,93 kg, nilai kepadatan sebesar 2,836 gram/cc, nilai porositas (VIM) sebesar 4,01%, nilai *flow* sebesar 4,6 mm dan nilai *Marshall Quotient* sebesar 359,074 kg/mm. Nilai karakteristik *Marshall* seperti stabilitas, *Marshall Quotient*, *flow*, dan porositas telah memenuhi batas minimum syarat spesifikasi SNI 03-1737-1989. Sedangkan analisis kuat tarik tidak langsung campuran panas aspal beton menggunakan Semarbut Tipe II, diperoleh nilai kuat tarik tidak langsung terkoreksi sebesar 358,73 Kpa, nilai regangan 0,0038 dan nilai modulus elastisitas sebesar 13,99 ksi. Pada umumnya nilai modulus elastisitas untuk aspal beton sekitar 500-2000 ksi. Pada campuran panas aspal beton menggunakan Semarbut Tipe II ini, sifat campuran cenderung kaku karena nilai modulus elastisitas masih rendah dan tidak memenuhi syarat modulus elastisitas untuk aspal beton.

DASAR TEORI

Material Penyusun Campuran *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)*

Agregat

Agregat adalah bahan penyusun utama dalam perkerasan jalan. Mutu dari agregat akan sangat menentukan mutu dari perkerasan yang dihasilkan. Agregat didefinisikan sebagai batu pecah, kerikil, pasir atau komposisi mineral lainnya, baik yang berupa hasil pengolahan (penyaringan, pemecahan). Agregat berperan penting dalam pembentukan lapis perkerasan, dimana daya dukung perkerasan jalan ditentukan sebagian besar oleh karakteristik agregat. Pada perkerasan aspal, agregat mengisi 95% berat campuran atau 75-85% volume campuran. Agregat dibagi menjadi 3 sesuai ukurannya yaitu agregat kasar (*Coarse Aggregate*), Agregat Halus, dan *Filler*. Spesifikasi yang digunakan pada campuran panas *asphalt concrete wearing course* mengacu pada standar SNI 03-1737- 1989. Gradasi yang digunakan yaitu gradasi no. VII yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Aspal

Aspal yang digunakan pada penelitian ini adalah Semarbut Tipe 4. Semarbut Tipe 4 adalah hasil modifikasi antara ekstraksi asbuton emulsi dengan aspal minyak penetrasi 60/70.

Tabel 1. Persyaratan Aspal yang Dimodifikasi dengan Asbuton

No	Jenis Pengujian	Metode	Persyaratan
1	Penetrasi 25°C, 100 gr, 5 detik, 0,1 mm	SNI 06-2456-1991	40-60

2	Titik Lembek (°C)	SNI 06-2434-1991	Min. 55
3	Titik Nyala (°C)	SNI 06-2433-1991	Min. 225
4	Daktilitas 25°C, 5cm/menit (cm)	SNI 06-2432-1991	Min. 50
5	Berat Jenis (gr/cc)	SNI 06-2441-1991	Min. 1,0

Sumber: Pemanfaatan Asbuton. Pedoman No: 001 – 01 / BM / 2006, Direktorat Jendral Bina Marga

METODELOGI PENELITIAN

Penelitian ini terdiri atas pengujian *Marshall Test* dan pengujian kuat tarik tidak langsung dari campuran AC-WC. Sebelumnya dilakukan pengujian karakteristik aspal dari Semarbut Tipe 4. Setelah didapatkan campuran yang optimum, kemudian Semarbut Tipe 4 dicampur dengan agregat untuk dijadikan campuran *Asphalt Concrete Wearing Course*. Dari pengujian *Marshall Test* didapatkan nilai-nilai karakteristik *Marshall* seperti stabilitas, *flow*, porositas (VIM), kepadatan dan *Marshall Quotient*. Selain nilai karakteristik *Marshall*, didapatkan juga nilai kadar aspal optimum yang akan digunakan untuk pembuatan benda uji kuat tarik tidak langsung. Dari pengujian kuat tarik tidak langsung didapatkan nilai tegangan, regangan dan modulus elastisitas. Kemudian kadar aspal optimum juga digunakan untuk pembuatan benda uji dengan alat pemadatan *vibrator* (15 detik). Benda uji dengan alat pemadat *vibrator* digunakan untuk pengujian *Marshall Test* dan uji kuat tarik tidak langsung kemudian hasil pengujian dibandingkan dengan hasil pengujian dengan alat pemadat *compactor*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Pemeriksaan Agregat

Pengujian agregat yang dilakukan adalah pengujian berat jenis dan uji keausan dengan menggunakan mesin *Los Angeles*. Hasil pemeriksaan agregat dapat dilihat pada Tabel 2 berikut

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Agregat

No.	Jenis Uji	CA	FA	MA	Spesifikasi
1	Keausan (%)	25,416	-	-	Maks. 40
2	Penyerapan (%)	1,080	2,271	1,382	Maks. 3
3	Berat Jenis <i>Bulk</i> (gr/cc)	2,632	2,521	2,674	Min. 2,5
4	Berat Jenis SSD (gr/cc)	2,661	2,578	2,684	Min. 2,5
5	Berat Jenis <i>Apparent</i> (gr/cc)	2,709	2,669	2,747	-

Data Pengujian Semarbut Tipe 4

Semarbut Tipe 4 adalah hasil modifikasi antara ekstraksi asbuton emulsi dengan aspal minyak penetrasi 60/70. Pencampuran dilakukan dengan metode panas dingin. Aspal penetrasi 60/70 dipanaskan terlebih dahulu hingga suhu 100°C, kemudian dicampur dengan ekstraksi asbuton emulsi. Proses pencampuran juga menggunakan alat *mixer* agar campuran lebih homogen. Dari penelitian sebelumnya didapatkan campuran dengan nilai optimum yaitu 40% ekstraksi asbuton emulsi dan 60% sisanya yaitu aspal minyak penetrasi 60/70. Hasil pengujian karakteristik Semarbut Tipe 4 dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil Pengujian Karakteristik Semarbut Tipe 4

No.	Jenis Pengujian	Hasil
1	Penetrasi (x10 ⁻¹ mm)	44
2	Daktilitas (cm)	54
3	Titik Lembek (°C)	55
4	Titik Nyala (°C)	242
5	Titik Bakar (°C)	278
6	Berat Jenis (gr/cc)	1,23

Sumber: (Dian Putri Rahmawati, 2017)

Data Perencanaan Gradasi

Perencanaan gradasi campuran AC-WC menggunakan Semarbut Tipe 4 yang digunakan berdasarkan standar SNI 03-1737- 1989. Gradasi yang digunakan adalah gradasi agregat no VII. Data perencanaan gradasi campuran dapat dilihat pada Tabel 4 berikut

Tabel 4. Data Perencanaan Gradasi Campuran

No. Saringan	Spesifikasi Campuran No. VII (%)	Nilai Median (%)
3/4"	100	100

1/2"	80 – 100	90
# 4	54 – 72	63
# 8	42 – 58	50
# 30	26 – 38	32
# 50	18 – 28	23
# 100	12 – 20	16
# 200	6 – 20	9
PAN		

Sumber : SNI 03-1737-1989

Data Kadar Aspal Optimum Rencana

Perencanaan Kadar Aspal Optimum Rencana (Pb) untuk campuran AC-WC menggunakan Semarbut Tipe 4 berdasarkan pada Pedoman Teknik No.028 / T / BM / 1999, dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Pb &= 0,035 (\% CA) + 0,045 (\% FA) + 0,018 (\% FF) + \text{konstanta} \\
 Pb &= 0,035 (100\% - \text{lolos saringan no \#8}) + 0,045 (\text{lolos saringan no \#8} - \text{lolos saringan no \#200}) + 0,018 \\
 & \quad (\% \text{lolos saringan no \#200}) + \text{konstanta} \\
 Pb &= 0,035 \times (100 - 50) + 0,045 \times (50 - 9) + 0,018 \times (9) + 1 \\
 &= 6,215 \% \sim 6 \%
 \end{aligned}$$

dimana: CA = Agregat kasar
 FA = Agregat halus
 FF = Bahan pengisi

Dari perhitungan di atas, diperoleh kadar aspal Semarbut Tipe 4 yang akan digunakan yaitu berkisar antara 5%-7%.

Hasil Uji Volumentrik Benda Uji Marshall Test

Uji volumentrik bertujuan untuk mendapatkan nilai kepadatan, VIM, VFB, dan VMA. Hasil perhitungan Volumentrik benda uji dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Volumentrik Benda Uji

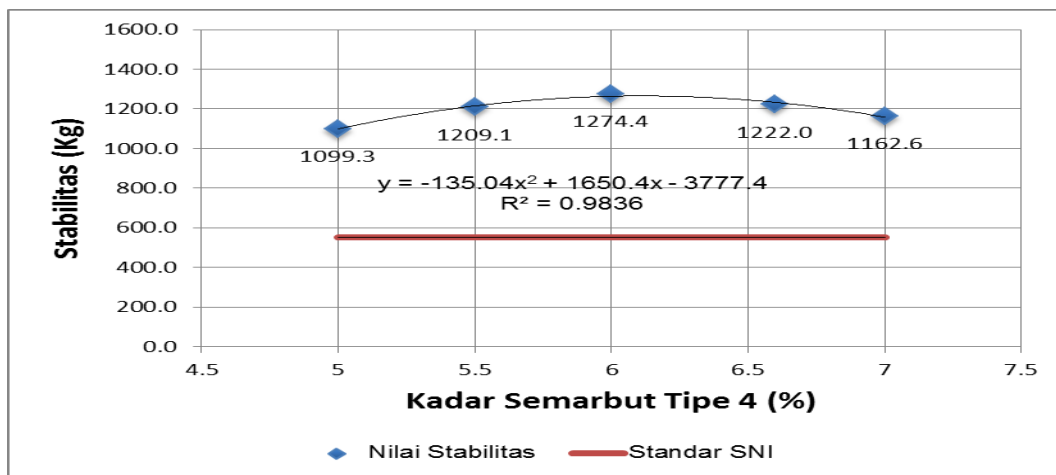
Kode Benda Uji	Kadar Semarbut Tipe IV (%)	Koreksi Tebal (cm)	Kepadatan (gr/cc)	VMA (%)	VIM (%)	VFB (%)
5A	5	0,918	2,3	14,6	8,7	52,6
5B	5	0,927	2,3	14,8	8,9	51,7
5C	5	0,920	2,3	14,9	9,1	51,0
Rata-Rata	5	0,921	2,3	14,8	8,9	51,8
5,5A	5,5	0,913	2,3	14,2	7,2	61,4
5,5B	5,5	0,915	2,3	14,1	7,2	61,8
5,5C	5,5	0,927	2,4	13,6	6,7	64,2
Rata-Rata	5,5	0,918	2,3	14,0	7,0	62,4
6A	6	0,901	2,4	12,9	4,9	76,2
6B	6	0,898	2,4	12,8	4,8	76,9
6C	6	0,916	2,4	12,9	4,9	76,3
Rata-Rata	6	0,905	2,4	12,9	4,8	76,5
6,5A	6,5	0,911	2,4	13,8	4,7	78,2
6,5B	6,5	0,921	2,4	13,6	4,6	79,2
6,5C	6,5	0,911	2,4	13,8	4,9	78,8
Rata-Rata	6,5	0,914	2,4	13,7	4,7	78,4
7A	7	0,920	2,4	14,3	4,4	81,8
7B	7	0,928	2,4	14,1	4,1	83,3
7C	7	0,924	2,4	14,3	4,3	82,1
Rata-Rata	7	0,924	2,4	14,3	4,3	82,4

Hasil Uji Marshall Test

Pengujian Marshall Test berdasarkan dengan RSNI M-01-2003 tentang Metode Pengujian Campuran Beraspal Panas dengan Alat Marshall. Hasil dari pengujian Marshall Test dapat dilihat pada Tabel 6 sebagai berikut:

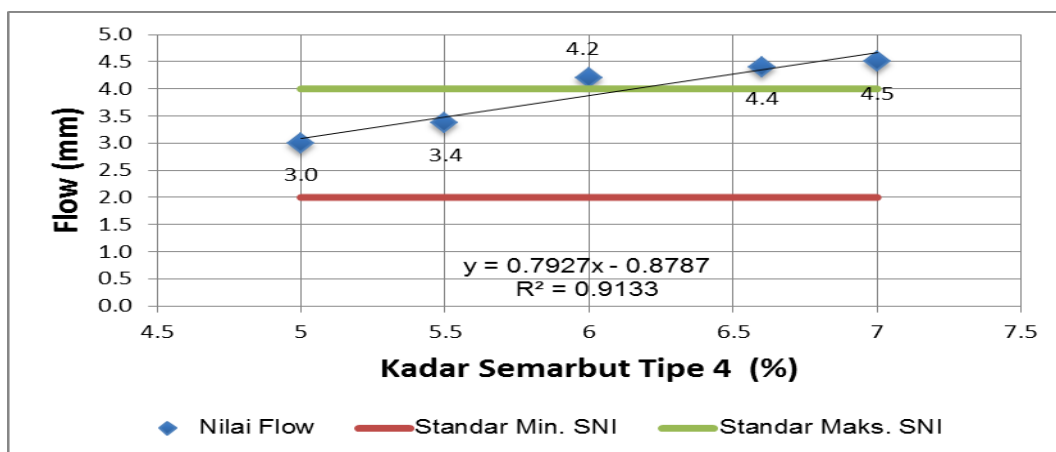
Tabel 6. Rekapitulasi Analisis Data Pengujian Marshall Test

Sifat	Kadar Semarbut Tipe IV					Standar SNI
	Campuran	5%	5,5%	6%	6,5%	
Stabilitas (kg)	1234,8	1358,1	1431,5	1372,6	1305,9	Min. 550
Flow (mm)	3	3,37	4,2	4,4	4,5	2,0 – 4,0
MQ (kg/mm)	412,1	406,1	341,8	313,8	291,2	Min. 200 Maks. 350
Kepadatan (gr/cc)	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2-3
VIM (%)	8,984	7,028	4,838	4,755	4,283	3-5
VFB (%)	51,8	62,4	76,5	78,4	82,4	Min. 78 Maks. 82



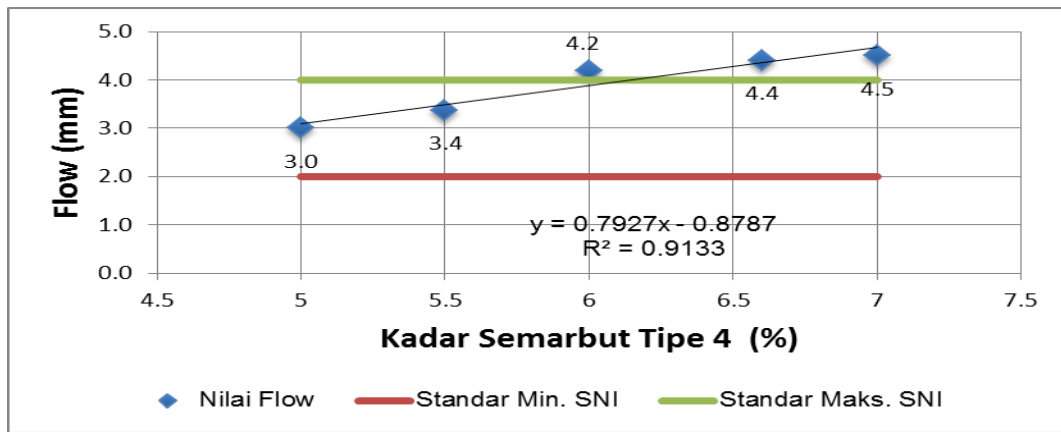
Gambar 1. Grafik Hubungan Kadar Semarbut Tipe 4 dengan Stabilitas

Gambar 1 di atas menunjukkan peningkatan stabilitas hingga pada tingkat optimum pada kadar 6% yang kemudian stabilitas mengalami penurunan sesuai dengan penambahan kadar aspal.



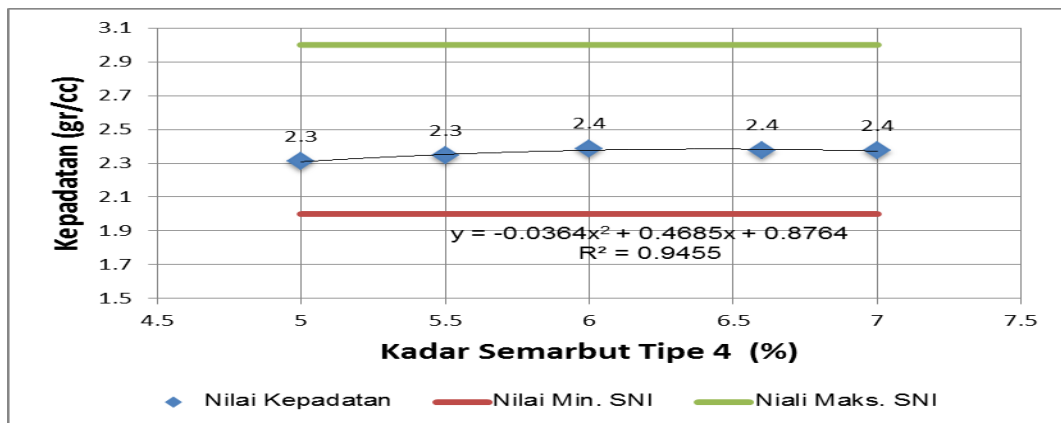
Gambar 2. Grafik Hubungan Kadar Semarbut Tipe 4 dengan Flow

Gambar 2. di atas menunjukkan nilai Flow mengalami kenaikan seiring dengan penambahan kadar aspal. Nilai Flow yang semakin besar menunjukkan bahwa campuran bersifat plastis. Rongga aspal yang semakin besar membuat rentang kelelahan aspal semakin besar, sehingga benda uji lebih mampu mengikuti perubahan bentuk sampai benda uji tersebut hancur karena pembebanan. Sedangkan semakin kecil nilai Flow maka campuran sangat potensial mengalami keretakan.



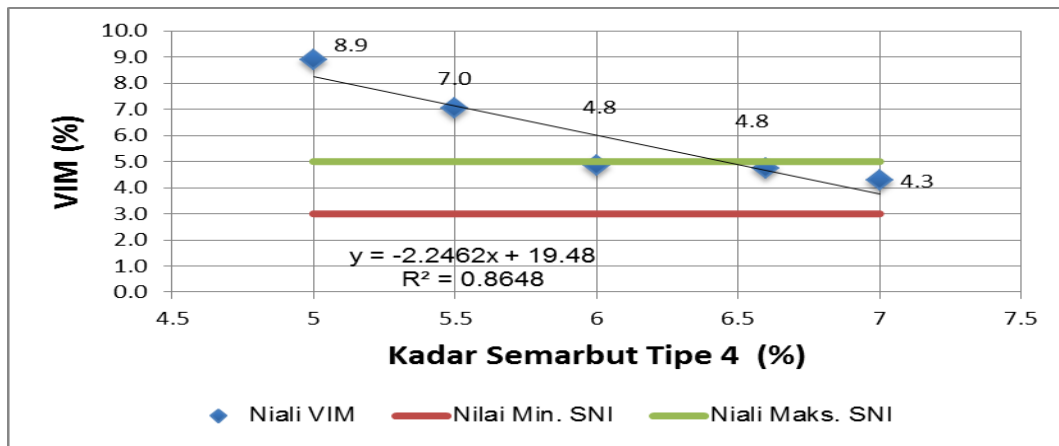
Gambar 3. Grafik Hubungan Kadar Semarbut Tipe 4 dengan *Marshall Quotient*

Gambar 3 di atas menunjukkan nilai *Marshall Quotient* mengalami penurunan seiring dengan penambahan kadar aspal. *Marshall Quotient* merupakan pendekatan terhadap tingkat kekakuan dan fleksibilitas campuran. Semakin besar nilai *Marshall Quotient* berarti semakin kaku dan sebaliknya semakin kecil nilai *Marshall Quotient* maka perkerasannya semakin lentur. Akan tetapi jika nilai *Marshall Quotient* terlalu rendah, maka campuran aspal ini akan mudah mengalami perubahan bentuk akibat beban kendaraan.



Gambar 4. Grafik Hubungan Kadar Semarbut Tipe 4 dengan Kepadatan

Gambar 4. di atas menunjukkan bahwa kadar aspal mempengaruhi nilai kepadatan. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti gradasi agregat, kadar aspal, berat jenis agregat, dan proses pemadatan yang meliputi suhu serta jumlah tumbukannya. Semakin padat campuran semakin tinggi pengikatan antara partikel, baik dari agregat maupun dari lapisan aspal itu sendiri. Hal ini disebabkan karena bahan pengisi (*filler*) mempunyai butiran lebih halus yang mengakibatkan lebih mudah bercampur dengan aspal membentuk campuran yang memiliki viskositas lebih rendah. Campuran yang memiliki nilai kepadatan akan mampu menahan beban yang lebih besar jika dibandingkan dengan campuran yang memiliki kepadatan rendah.



Gambar 5. Grafik Hubungan Kadar Semarbut Tipe 4 dengan VIM

Gambar 5 di atas menunjukkan nilai VIM mengalami penurunan seiring dengan penambahan kadar aspal. Hal ini dipengaruhi oleh gradasi agregat, kadar aspal, kepadatan dan proses penumbukan campuran. Berdasarkan grafik di atas, nilai VIM yang tinggi dikarenakan masih terdapat rongga yang besar di dalam campuran. Tingginya nilai VIM dapat menyebabkan mudahnya air dan udara masuk ke dalam lapisan perkerasan sehingga dapat mengurangi keawetan pada lapisan perkerasan. Sedangkan rendahnya nilai VIM pada campuran dapat menyebabkan terjadinya *bleeding* karena penggunaan aspal yang terlalu banyak.

Analisis Kadar Aspal Optimum

Nilai kadar aspal optimum dihitung dengan persamaan regresi hubungan antara kadar aspal dengan nilai stabilitas sebagai berikut:

$$y = -135,04x^2 + 1650,4x - 3777,4$$

$$y' = 0$$

$$y' = -270,08x + 1650,4$$

$$y' = 6,11 \%$$

Hasil Uji Kuat Tarik Tidak Langsung

Metode yang digunakan adalah kuat tarik tidak langsung (*Indirect Tensile Strength*). Pembuatan benda uji sama dengan pembuatan benda uji *Marshall Test*, hanya saja kadar aspal yang digunakan adalah kadar aspal optimum. Hasil pengujian dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 9. Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tarik Tidak Langsung

Kode Benda Uji	Regangan	ITS (Tegangan) (KPa)	Modulus Elastisitas (Ksi)
A	0,0080	1.131,10	20,56
B	0,0083	1.143,57	19,92
C	0,0083	1.160,95	20,22
Rata-Rata	0,0082	1.145,21	20,23

Pembahasan Uji Kuat Tarik Tidak Langsung

Modulus elastisitas adalah perbandingan antara nilai tegangan dan regangan campuran. Modulus elastisitas merupakan ukuran kekakuan dari suatu bahan. Bila nilai modulus elastisitas tinggi, maka perubahan bentuk yang terjadi akibat gaya yang diberikan semakin sedikit. Berdasarkan hasil perhitungan modulus elastisitas di atas, sifat dari campuran panas AC-WC menggunakan Semarbut Tipe 4 kurang elastis. Nilai rata-rata yang didapatkan sebesar 20,23 Ksi yang mana pada umumnya nilai modulus elastisitas untuk aspal beton sekitar 500-2000 Ksi.

Pembuatan Benda Uji Pemadatan Alat *Vibrator*

Benda uji dengan alat pemadat *vibrator* dibuat menggunakan cetakan plat yang kemudian benda uji diambil menggunakan alat *core drill*. Benda uji digunakan untuk *Marshall Test* dan Uji Kuat Tarik Tidak langsung. Hasil analisis data didapatkan rekapitulasi sifat campuran yang dapat dilihat pada Tabel 10 dan Tabel 11 berikut.

Tabel 10. Rekapitulasi Perbandingan Analisis Data Pengujian *Marshall Test*

Sifat Campuran	Benda Uji Pemdatan		Standar SNI
	Alat <i>Compactor</i>	Alat <i>Vibrator</i>	
Stabilitas (kg)	1265,2	505,1	Min. 550
<i>Flow</i> (mm)	4,0	3,8	2,0 – 4,0
<i>MQ</i> (kg/mm)	309,2	135,3	Min. 200, Maks. 350
Kepadatan (gr/cc)	2,4	2,2	2-3
VIM (%)	5,7	12,4	3-5
VFB (%)	72,0	46,5	Min. 78, Maks. 82

Tabel 11. Rekapitulasi Perbandingan Analisis Data Pengujian Kuat Tarik Tidak Langsung

Sifat Campuran	Benda Uji Pemdatan	
	Alat <i>Compactor</i>	Alat <i>Vibrator</i>
Regangan	0,008	0,013
Tegangan (KPa)	1.145,21	509,98
Modulus Elastisitas (ksi)	20,23	5,56

Berdasarkan tabel diatas, dapat dilihat bahwa karakteristik *Marshall* dan Karakteristik kuat tarik yang dihasilkan antara benda uji dengan alat pemadat *compactor* dengan benda uji alat pemadat *vibrator* memiliki nilai yang berbeda.. Hal ini dapat disebabkan oleh proses pemadatan yang berbeda. Pemadatan menggunakan *compactor* lebih menyeluruh di penampang *mould* dan jumlah tumbukan yang banyak sehingga pemadatan lebih sempurna, sedangkan pemadatan menggunakan alat pemadat *vibrator* dilakukan per titik. Hal ini menyebabkan tidak terkontrolnya suhu di setiap titik, penguncian antar agrgeat yang tidak optimal, dan kepadatan yang kurang di tiap titiknya.

SIMPULAN

Hasil analisis didapatkan antara benda uji dengan alat pemadatan *compactor* dan pemadatan *vibrator* memiliki nilai karakteristik *Marshall* yang berbeda. Benda uji dengan alat pemadatan *compactor* didapatkan nilai stabilitas, *flow*, kepadatan, dan *Marshall Quotient* memenuhi spesifikasi, hanya nilai VIM yang belum memenuhi spesifikasi. Sedangkan benda uji dengan alat pemadatan *vibrator* didapatkan nilai *flow* dan kepadatan memenuhi spesifikasi, tetapi nilai stabilitas, VIM, dan *Marshall Quotient* belum memenuhi spesifikasi. Pengujian kuat tarik didapatkan nilai modulus elastisitas dari benda uji dengan alat pemadatan *compactor* dan *vibrator* yang belum memenuhi spesifikasi. Campuran belum bisa digunakan untuk lapis permukaan perkerasan jalan.

REKOMENDASI

1. Penelitian lebih lanjut disarankan menggunakan jenis campuran lain agar dapat diketahui karakteristik tiap campuran bila menggunakan bahan pengikat yang sama.
2. Penelitian lebih lanjut terhadap bahan pengikat yang digunakan sangat disarankan agar dapat meningkatkan kinerja campuran.
3. Penelitian lebih lanjut disarankan menggunakan alat pemadat *vibrator* yang mudah digerakkan sehingga pemadatan lebih merata dan suhu dapat terkontrol.

REFERENSI

- Direktorat Jendral Bina Marga. 2006. *Pemanfaatan Asbuton*. Pedoman No: 001 – 01 / BM / 2006. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2006. *Pemanfaatan Asbuton*. Pedoman No: 001 – 05 / BM / 2006. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum
- Putra, Lazuardi Firmansyah. 2016. *Karakteristik Campuran Panas Asphalt Concrete Wearing Course Menggunakan Pengikat Semarbut Tipe II (Modifikasi Aspal Minyak Penetrasi 60/70 dengan Ekstraksi Asbuton Emulsi)*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret
- Richiantoro, Petrich M B. 2013. *Tinjauan Karakteristik Marshall dan Kuat Tarik Tidak Langsung Campuran Panas Aspal Beton Menggunakan Semarbut Aspal Tipe I sebagai Binder*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret
- Sukirman, Silvia (2003). *Beton Aspal Campuran Panas*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia

- Suryana, Nyoman. 2008. *Pemanfaatan Asbuton Butir di Kolaka Sulawesi Tenggara*. Bandung: Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum
- Sutrisna, Puja. 2013. *Perbandingan Karakteristik Marshall Asbuton Modifikasi dengan Aspal Penetrasi 60/70 pada Campuran Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)*. Lampung: Universitas Lampung
- Wibowo, Luqman Try. 2016. *Karakteristik Penambahan Ekstraksi Asbuton Emulsi pada Aspal Penetrasi 60/70 sebagai Modifikasi Bitumen (Semarbut Tipe 2)*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret