



Utilization Of Poli-Polia River Sand, Poli-Polia District, East Kolaka District As A Fine Aggregate Additional Material In Asphalt Concrete Mixtures Type Of Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)

Muh. Rifki Rinanda ^a, Arya Dirgantara ^{a,*}, Al Tafakur La Ode ^a

^a Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sembilanbelas November Kolaka, Kolaka - Indonesia 93516

ARTICLE INFO

Handling Editor – H. Purnama

Keywords:

Asphalt concrete, River sand, Marshall, Poli-polia.

ABSTRACT

Concrete asphalt is one of the flexible pavement constructions in the surface course, consisting of coarse aggregate, fine aggregate, and asphalt as its mixture. Good and high-quality road construction depends on the quality and standard of the materials used. Realizing this, the natural resource potential in Southeast Sulawesi, particularly in East Kolaka, has significant material resources with great potential to be utilized and developed as a mixture for concrete asphalt. The quarry reserves for the Poli-polia River are abundant because the river flows through several regions such as Andowengga District, Poli-polia District, and Dangia District. Therefore, the author has taken the initiative to use Poli-polia River sand as the fine aggregate in the concrete asphalt mixture. The work follows the 2010 Bina Marga general specifications. This research aims to determine the characteristics of the fine aggregate from Poli-polia River sand, the optimum asphalt content value with the addition of Poli-polia River sand as fine aggregate, and whether the use of Poli-polia River sand as fine aggregate meets the Marshall characteristic specifications in the concrete asphalt mixture. The research results show that the use of Poli-polia River sand as an additional fine aggregate in the concrete asphalt mixture of the asphalt concrete wearing course (AC-WC) type meets the 2010 Bina Marga specifications. The Optimum Asphalt Content (OAC) result is 6.46%, with the following mixture characteristics: Stability (kg) = 1,321.0 > 800, Flow (mm) = 2,3 > 2-4, Marshall Quotient (kg/mm) = 571,3 > 250, VIM (%) = 4,2 > 3-5, VMA (%) = 17,8 > 15, VFB (%) = 77,0 > 65, and Density = 2,187 t/m³. The residual stability index after 24-hour immersion at 60°C is 100.20%.

Singkatan: AC-WC = Asphalt Concrete Wearing Course, OAC = Optimum Asphalt Content; VIM = Voids in Mix; VMA = Voids in Mineral Agregat; VFB = Voids Filled Bitument; ASTM = American Society for Testing and Materials, AASHTO = American Association of State Highway and Transportation Officials, BSN = Badan Standardisasi Nasional; SNI = Standar Nasional Indonesia; MQ = Marshall Quotient.

* Korespondensi ke: Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sembilanbelas November Kolaka, Kolaka - Indonesia 93516

E-mail address: ilmusipil17@gmail.com (A. Dirgantara).

Diajukan, 22 Oktober 2024; Diterima dalam bentuk revisi, 23 Oktober 2024; Disetujui, 24 Oktober 2024;

Terbit secara online, 31 Oktober 2024

3047-518X/© 2024 Published by USN Scientific Journal Publisher. Ini adalah artikel akses terbuka yang didistribusikan di bawah ketentuan Lisensi CC Attribution 4.0. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).

1. Pendahuluan

Jalan adalah fasilitas penting yang menghubungkan berbagai tempat melalui daratan. Jalan ini mencakup tidak hanya badan jalan itu sendiri, tetapi juga berbagai bangunan dan fasilitas yang menunjang kelancaran lalu lintas. Jalan dapat dibangun di berbagai kondisi geografis, baik di atas tanah yang rata, di daerah berbukit, bahkan di bawah tanah atau di atas air. Namun, jalan yang digunakan khusus untuk kereta api dan jalan kabel tidak termasuk dalam kategori ini (UU RI No 38 Tahun 2004).

Dalam pembangunan jalan, aspal minyak berperan krusial sebagai perekat batu-batuan (agregat). Selain itu, aspal juga berfungsi sebagai lapisan pelindung yang tahan air dan berbagai zat kimia. Meskipun demikian, sifat aspal dapat berubah seiring waktu, sehingga perlu dilakukan evaluasi secara berkala (Sukirman, 1995).

Aspal beton merupakan material perkerasan jalan yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, dan aspal yang dicampur dalam keadaan panas. Proses pencampuran dilakukan di fasilitas produksi yang disebut *asphalt mixing plant* (Sukirman, 2003).

Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC) merupakan lapisan penutup jalan yang paling atas dan memberikan kontribusi terhadap kekuatan keseluruhan struktur jalan (Ali, 2011).

Konstruksi jalan yang baik dan berkualitas tidak terlepas dari kualitas dan mutu bahan yang digunakan. Menyadari hal tersebut, potensi sumber daya alam yang terdapat di Sulawesi Tenggara khususnya Kolaka Timur, memiliki material yang cukup besar dan sangat berpotensi untuk bisa dimanfaatkan dan dikembangkan sebagai bahan campuran aspal beton. Cadangan *quarry* pada sungai Poli-polia sangat banyak dikarenakan sungai Poli-polia melewati beberapa wilayah seperti Kecamatan Andowengga, Kecamatan Poli-polia itu sendiri, dan Kecamatan Dangia dengan panjang sungai ± 12 km.

Berdasarkan latar belakang di atas maka dilakukan penelitian untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penambahan agregat halus pasir sungai terhadap campuran aspal beton dengan judul Pemanfaatan Pasir Sungai Poli – polia Kecamatan Poli – polia Kabupaten Kolaka Timur Sebagai Bahan Tambah Agregat Halus pada Campuran *Asphalt Concrete Wearing Course* (AC – WC).

2. Metode

2.1. Jenis Penelitian

Penelitian dilakukan dengan melakukan serangkaian pengujian di laboratorium, diantaranya pengujian agregat, pengujian aspal, serta proses serangkaian pengujian terhadap karakteristik bahan yang digunakan dengan persyaratan yang ditentukan. Pemilihan metode uji yang tepat sangat penting untuk memastikan kualitas material yang digunakan dalam konstruksi jalan. Penggunaan kombinasi standar ASTM, AASHTO, BSN, dan SNI memungkinkan kita mendapatkan hasil pengujian yang lebih komprehensif dan akurat.

2.2. Lokasi Penelitian

Tempat pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium PT. Satria Jaya Sentosa Kecamatan Baula, Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara. Adapun peta lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Laboratorium PT. Satria Jaya Sentosa

2.3. Bahan dan Alat Penelitian

a. Bahan Penelitian

1. Material agregat kasar diambil dari daerah Baula;
2. *Filler* (abu batu) hasil *stone crusher* PT.Satria Jaya Sentosa;
3. Agregat halus pasir sungai diambil dari Kecamatan Poli-polia;
4. Aspal pertamina pen 60/70 diambil dari PT.Satria Jaya Sentosa.

- b. Alat Penelitian
1. Mesin los angeles;
 2. Saringan;
 3. Talam;
 4. Oven;
 5. Termometer;
 6. Waterbath;
 7. Timbangan;
 8. Kompor;
 9. Wajan ;
 10. Cetakan benda uji (mold);
 11. Dudukan mold;
 12. Landasan pematat;
 13. Mesin tekan;
 14. *Marshall test*.

2.4. Pelaksanaan Penelitian

2.4.1. Pengujian Material Agregat

Bahan agregat yang akan diuji berupa berupa agregat kasar, *filler* (abu batu), dan agregat halus pasir sungai. Agregat digunakan adalah dari batu alam yang didapat dari mesin pemecah batu di daerah Baula PT.Satria Jaya Sentosa dan agregat halus pasir sungai diambil dari Kecamatan Poli-polia.

Tabel 1

Spesifikasi Material Agregat Kasar dan Agregat Halus

No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Satuan	Persyaratan Spesifikasi	
				Min	Max
Agregat Kasar					
1	Berat Jenis Bulk		gr/cc		
2	Berat Jenis SSD	SNI 1969 : 2008	gr/cc	2,5	-
3	Berat Jenis Apparent		gr/cc		
4	Absorpsi		%	-	3
5	Abrasi Los Angeles	SNI 2417 : 2008	%	-	40
Agregat Halus					
1	Berat Jenis Bulk		gr/cc		
2	Berat Jenis SSD	SNI 1970 : 2008	gr/cc	2,5	-
3	Berat Jenis Apparent		gr/cc		
4	Absorpsi		%	-	3
5	Agregat yang Lolos Saringan No.200	SNI ASTM C117-2012	%	-	8
6	Sand Equivalent	SNI 03 - 4428 - 1997	%	50	-

2.4.2. Pengujian Material Aspal

Pada penelitian ini menggunakan aspal penetrasi 60/70 yang sesuai dengan persyaratan pada tabel 2

Tabel 2

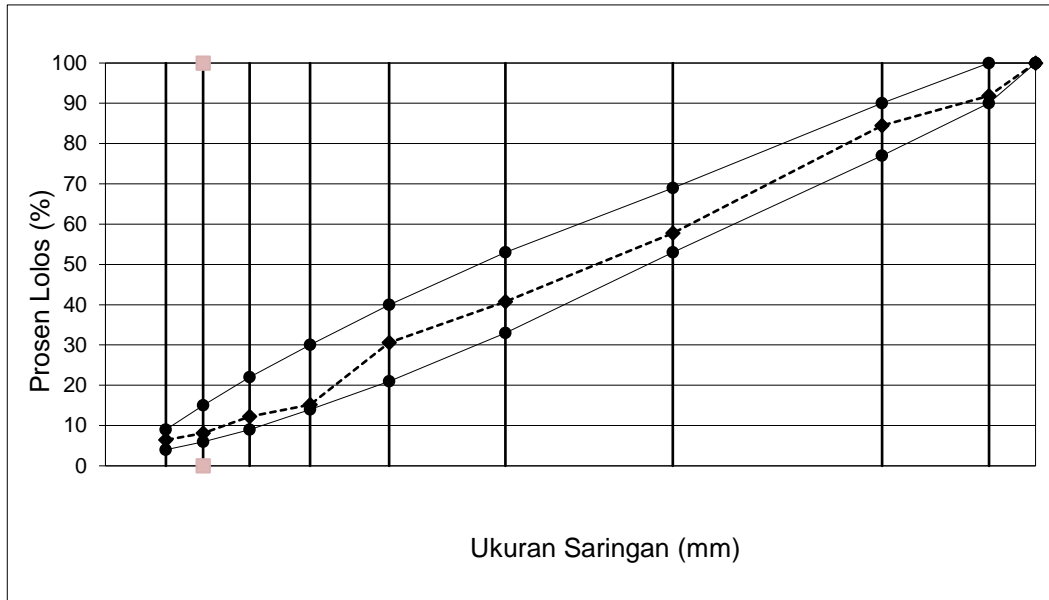
Spesifikasi Aspal Penetrasi 60/70

No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Satuan	Persyaratan Spesifikasi	
				Min	Max
1	Titik Lembek	SNI 2434 : 2011	°C	48	-
2	Berat Jenis (25°C)	SNI 2441 : 2011	gr/cc	1	-
3	Kehilangan Berat (163 °C, 5 jam)	SNI 06 - 2440 – 1991	%	-	0,8
4	Penetrasi	SNI 2456 : 2011	0,1 mm	60	70
5	Titik Nyala	SNI 2433 : 2011	°C	232	-
6	Daktalitas (25°C, 5 cm/menit)	SNI 2432 : 2011	Cm	100	-

2.5. Perencanaan dan Pembuatan Benda Uji

2.5.1. Gradasi Agregat Campuran

Komposisi campuran yang disiapkan mengikuti gradasi Laston Lapis Aus (AC-WC) Spesifikasi Campuran Beraspal Bina Marga 2010.



Gambar 2. Contoh Gradasi Laston AC-WC (Bina Marga, 2010)

2.5.2. Penentuan Berat Jenis dan Penyerapan Campuran

Setelah diperoleh hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat dan berat jenis aspal, maka berat jenis dan penyerapan dari total campuran serta penyerapan aspal dapat dihitung dengan rumus berikut (Bina Marga, 2010) :

$$\text{Berat jenis bulk (Gsb)} = \frac{P1+P2+\dots+Pn}{\left(\frac{P1}{G1}\right) + \left(\frac{P2}{G2}\right) + \dots + \left(\frac{Pn}{Gn}\right)} \quad \dots (1)$$

$$\text{Berat jenis efektif (Gse)} = \frac{Pmm - Pb}{\left(\frac{Pmm}{Gmm}\right) - \left(\frac{Pb}{Ga}\right)} \quad \dots (2)$$

$$\text{Penyerapan aspal (Pba)} = \frac{Gse - Gsb}{Gse \times Gsb} Ga \times 100\% \quad \dots (3)$$

Dimana :

- Gsb = Berat jenis agregat curah (gr/cc);
- Gse = Berat jenis efektif (gr/cc);
- Pba = Penyerapan aspal (%);
- Ga = Berat jenis aspal;
- P1,P2,...Pn = Presentase masing-masing fraksi agregat;
- G1,G2,...Gn = Berat jenis masing-masing fraksi agregat;
- Gmm = Berat jenis maksimum campuran (metode AASHTO T 209 - 1990);
- Pb = Kadar aspal berdasarkan berat jenis maksimum campuran yang diuji dengan metode AASHTO T 209-90.

2.5.2. Pembuatan Benda Uji

1. Pencampuran Bahan

Dalam pembuatan benda uji meliputi pencampuran bahan dan pemadatan. Hal ini erat kaitannya dengan proses pencampuran material pembentuk yaitu agregat kasar dan agregat halus harus dicampur hingga menghasilkan campuran yang merata dan ditambah aspal pen 60/70. Dalam penelitian ini proses pencampuran dilakukan dengan manual.

Untuk pemadatan dilakukan sebanyak 2 x 75 tumbukan karena secara umum perkerasan Laston AC-WC termasuk perencanaan perkerasan jalan dengan kondisi lalu lintas berat yang dilalui kendaraan diatas atau sama dengan 20 ton. Benda uji

setelah dipadatkan, disimpan pada suhu ruang selama 24 jam, kemudian benda uji ditimbang di udara, di dalam air dan dalam kondisi kering permukaan jenuh (*Saturated Surface Dry*). Selanjutnya direndam pada temperatur 60°C selama 30 menit dan siap untuk diuji.

2. Jumlah Benda Uji

Untuk jumlah benda uji yang dibuat dapat dilihat pada tabel 3 berikut :

Tabel 3

Jumlah Benda Uji

Kadar Aspal (%)	Jumlah Benda Uji
3,96	3
4,96	3
5,96	3
6,96	3
7,96	3
Total Benda Uji	15

2.6. Pengujian Campuran Aspal Beton

2.6.1. Mix Design Metode Marshall

Salah satu metode untuk menghasilkan design yang baik adalah *Marshall Test*. Dikembangkan oleh *Bruce Marshall* dari *Misisipi State Highway Department* sekitar tahun 1940-an dibuat standard dalam *ASTM D 1559-89*, dengan membuat beberapa benda uji dengan kadar aspal yang berbeda kemudian di test kadar udara (*porosity*), *stability*, dan *flow*.

2.6.2. Karakteristik Metode Marshall

Unit weight (berat volume) dinyatakan dalam satuan gram/cc dan dapat dihitung dengan rumus (Bina Marga, 2010) :

$$Gmb = \frac{W}{B} \quad \dots (4)$$

Dimana :

- Gmb = Berat jenis curah campuran padat (*AASHTO T-166*);
- W = Berat benda uji di udara (gram);
- B = Volume benda uji (cc).

1. VIM (*Voids in Mix*)

Nilai VIM dinyatakan dalam bilangan satu angka dibelakang koma atau dalam persen (%) terhadap campuran dan dihitung dengan rumus :

$$VIM = 100 \times \frac{Gmm - Gmb}{Gmm} \quad \dots (5)$$

Dimana :

- VIM = Rongga di dalam campuran, persen terhadap volume total campuran (%);
- Gmb = Berat jenis curah campuran padat (*AASHTO T-166*);
- Gmm = Berat jenis maksimum campuran.

2. Stability (Stabilitas)

Stabilitas dinyatakan dalam satuan kg dan diperoleh dari pembacaan arloji pada alat uji Marshall dengan rumus sebagai berikut (Bina Marga, 2010) :

$$Stability = O \times E' \times Q \quad \dots (6)$$

Dimana :

- Stability = Stabilitas *Marshall* (kg);
- O = Pembacaan arloji stabilitas (Lbf);
- E' = Angka korelasi volume benda uji;
- Q = Kalibrasi alat *Marshall*.

3. Flow (Kelelahan plastis)

Nilai *flow* diperoleh dari pembacaan arloji kelelahan pada alat uji *Marshall* dan dinyatakan dalam satuan mm.

4. VMA (Voids in Mineral Agregat)

Nilai VMA diperoleh dengan rumus (Bina Marga, 2010) :

$$VMA = 100 - \frac{Gmb \times (Ps - Pb)}{Gsb} \quad \dots (7)$$

Dimana :

- VMA = Rongga diantara mineral agregat, persen terhadap volume total campuran (%);
- Gmb = Berat jenis curah campuran padat (gram/cc);
- Ps = Persen agregat terhadap berat total campuran;
- Pb = Kadar aspal total, persen terhadap berat total campuran;
- Gsb = Berat jenis agregat curah (gr/cc).

5. VFB (Voids Filled Bitument)

Nilai VFB diperoleh dengan rumus (Bina Marga, 2010) :

$$VFB = \frac{100 (VMA - VIM)}{VMA} \quad \dots (8)$$

Dimana :

- VFB = Rongga terisi aspal persen terhadap VMA (%);
- VMA = Rongga diantara mineral agregat, persen terhadap volume total campuran (%);
- VIM = Rongga di dalam campuran, persen terhadap volume total campuran (%).

2.6.3. Uji Marshall Rendaman

Setelah diketahui kadar aspal optimumnya, kemudian membuat 6 briket untuk dilakukan uji *Marshall* rendaman. 3 briket direndam dalam *water bath* selama 30 menit, sedangkan 3 briket selanjutnya direndam dalam *water bath* selama 24 jam masing-masing pada suhu 60°C. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui keawetan dan kerusakan yang diakibatkan oleh air.



Gambar 3. Alat Pengujian *Marshall* (Laboratorium SJS)

Tabel 4

Ketentuan Sifat-sifat Campuran Laston AC-WC

No	Parameter	Satuan	Metode Pengujian	Spesifikasi	
				Min	Max
1	Kadar Aspal Optimum	%	SNI 06-2489-1991	-	-
2	Kepadatan	t/m ³	SNI 06-2489-1991	-	-
3	VFB	%	SNI 06-2489-1991	65	-
4	VIM <i>marshall</i>	%	SNI 06-2489-1991	3	5
5	VMA	%	SNI 06-2489-1991	15	-
6	Stabilitas	Kg	SNI 06-2489-1991	800	-
7	Kelelahan	Mm	SNI 06-2489-1991	2	4
8	MQ	kg/mm	SNI 06-2489-1991	250	-
9	Stabilitas sisa	%	SNI 06-2489-1991	90	-

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Pengujian Agregat

Hasil pengujian agregat dapat dilihat pada tabel 5, 6, dan 7 dibawah ini :

Tabel 5

Hasil Pengujian Agregat Kasar

No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Spesifikasi		Satuan	Hasil Pengujian
			Min	Max		
1.	Berat jenis dan penyerapan CA (<i>Coarse Aggregate</i>)	SNI 1969 : 2008				
	- Berat Jenis Bulk		2,5	-	gr/cc	2,500
	- Berat Jenis SSD		-	-	gr/cc	2,546
	- Berat Jenis Apparent		-	-	gr/cc	2,622
	- Absorpsi		-	3	%	1,859
2.	Berat jenis dan penyerapan MA (<i>Medium Aggregate</i>)	SNI 1969 : 2008				
	- Berat Jenis Bulk		2,5	-	gr/cc	2,567
	- Berat Jenis SSD		-	-	gr/cc	2,619
	- Berat Jenis Apparent		-	-	gr/cc	2,708
	- Absorpsi		-	3	%	2,016
3.	Abrasi Los Angeles	SNI 2417 : 2008	-	40	%	28,34

Dari hasil pengujian karakteristik agregat kasar diatas menunjukkan bahwa semua memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 dan layak digunakan sebagai campuran Aspal jenis AC-WC.

Tabel 6

Hasil Pengujian Agregat Halus

No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Spesifikasi		Satuan	Hasil Pengujian
			Min	Max		
1	Berat jenis FA (<i>Fine aggregate</i>)	SNI 1970 : 2008				
	- Berat Jenis Bulk		2,5	-	gr/cc	2,514
	- Berat Jenis SSD		-	-	gr/cc	2,547
	- Berat Jenis Apparent		-	-	gr/cc	2,601
	- Absorpsi		-	3	%	1,338
2	Jumlah Bahan dalam Agregat yg lolos # No. 200	SNI ASTM C117-2012				
	- Agg. Halus		-	8	%	5,84
3	Sand Equivalent	SNI 03 - 4428 - 1997	50	-	%	71,07

Tabel 7

Hasil Pengujian Pasir Sungai Poli-polia

No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Spesifikasi		Satuan	Hasil Pengujian
			Min	Max		
1	Berat jenis P. Sungai Poli-polia	SNI 1970 : 2008				
	- Berat Jenis Bulk		2,5	-	gr/cc	2,518
	- Berat Jenis SSD		-	-	gr/cc	2,543
	- Berat Jenis Apparent		-	-	gr/cc	2,581
	- Absorbsi	-	3	%	0,969	
2	Jumlah Bahan dalam Agregat yg lolos # No. 200	SNI ASTM C117-2012				
	- Agg. Halus		-	8	%	6,73
3	Sand Equivalent	SNI 03 - 4428 – 1997	50	-	%	61,18

Dari hasil pengujian karakteristik agregat halus dan pasir Sungai Poli-polia diatas menunjukkan bahwa semua memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 dan layak digunakan sebagai campuran Aspal jenis AC-WC.

3.2. Hasil Pengujian Aspal

Pengujian terhadap aspal bertujuan untuk mengetahui kelayakan aspal yang digunakan sebagai bahan pengikat campuran.

Tabel 8

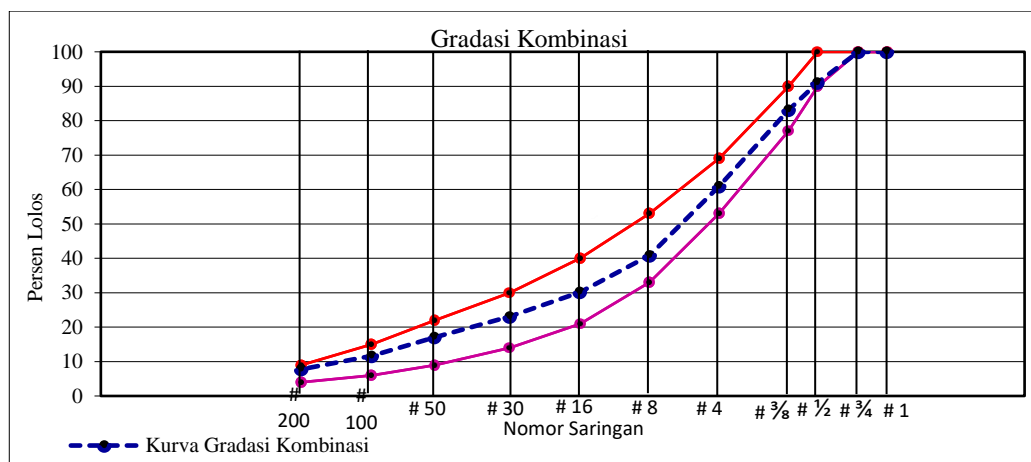
Hasil Pengujian Aspal

No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Satuan	Persyaratan Spesifikasi		Hasil Pengujian
				Min	Max	
1	Titik Lembek	SNI 2434 : 2011	°C	48	-	49,5
2	Berat Jenis (25°C)	SNI 2441 : 2011	gr/cc	1	-	1,002
3	Kehilangan Berat (163 °C, 5 jam)	SNI 06 - 2440 – 1991	%	-	0,8	0,060
4	Penetrasi	SNI 2456 : 2011	0,1 mm	60	70	67
5	Titik Nyala	SNI 2433 : 2011	°C	232	-	248
6	Daktalitas (25°C, 5 cm/menit)	SNI 2432 : 2011	Cm	100	-	144

Dari hasil pengujian karakteristik aspal diatas menunjukkan bahwa semua memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 dan layak digunakan sebagai campuran Aspal jenis AC-WC.

3.3. Hasil Penggabungan Agregat

Gambar grafik dan Tabel hasil penggabungan agregat dapat dilihat dibawah ini :

**Gambar 4.** Grafik Gradasi Kombinasi

Gambar grafik kombinasi diatas menunjukkan kurva yang berwarna merah mudah adalah batas minimum yang disarankan dan kurva yang berwarna jingga batas maksimum yang disarankan. Dari hasil gradasi kombinasi pada kurva yang berwarna biru menunjukkan bahwa semua memenuhi syarat yang ditentukan serta diperoleh komposisi agregat kasar 19%, agregat sedang 32%, agregat halus 42% dan pasir Sungai Poli-polia 7%.

Tabel 9
Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan

Berat Jenis Agregat		Bulk (Dry)	Bulk (SSD)	Apparent	Absorpsi
		A	B	C	D
Agregat Kasar	(19%)	2,500	2,564	2,622	1,859
Agregat Sedang	(32%)	2,567	2,619	2,708	2,016
Agregat Halus	(42%)	2,514	2,547	2,601	1,338
Pasir Sungai Poli-polia	(7%)	2,518	2,543	2,581	0,969

- Berat Jenis Gabungan Agregat

- Berat Jenis Campuran Kering (Persamaan 1)

Dengan menggunakan persamaan 1 dapat dihitung berat jenis campuran kering yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Gsb &= \frac{\text{Total Porsen Agregat}}{\frac{\% CA}{Bj Bulk} + \frac{\% MA}{Bj Bulk} + \frac{\% FA}{Bj Bulk} + \frac{\% FF}{Bj Bulk}} \\
 &= \frac{100}{\frac{19\%}{2,500} + \frac{32\%}{2,567} + \frac{42\%}{2,514} + \frac{7\%}{2,518}} \\
 &= 2,528 \text{ gr/cc}
 \end{aligned}$$

- Berat Jenis Effektiv Agregat (Persamaan 2)

Dengan menggunakan persamaan 2 dapat dihitung berat jenis efektif agregat yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Gse &= \frac{100 - 5,96}{\frac{100}{2,337} - \frac{5,96}{1,002}} \\
 &= 2,553 \text{ gr/cc}
 \end{aligned}$$

- Penyerapan Aspal (Persamaan 3)

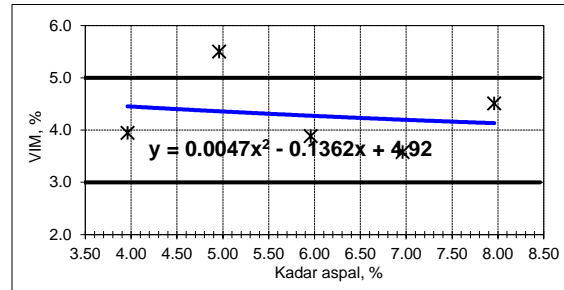
Dengan menggunakan persamaan 3 dapat dihitung penyerapan aspal yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Pba &= \frac{Bj \text{ camp. eff} - Bj \text{ camp. dry}}{Bj \text{ camp. eff} \times Bj \text{ camp. dry}} \times Bj \text{ Aspal} \times 100\% \\
 &= \frac{2,553 - 2,528}{2,553 \times 2,528} \times 1,002 \times 100\% \\
 &= 0,376 \%
 \end{aligned}$$

3.4. Data Hasil Perencanaan Campuran Aspal Beton Wearing Course dengan Metode Marshall

Pengujian ini dilakukan di Laboratorium PT. Satria Jaya Sentosa. Pengujian dengan penggunaan pasir sungai Poli-polia sebagai bahan tambah agregat halus, menggunakan pemadat *Marshall* dengan jumlah tumbukan sebanyak 2x75. Beberapa parameter seperti stabilitas, kelenturan atau kelelahan (*flow*), kepadatan, volume rongga dalam campuran (VIM), volume rongga dalam mineral agregat (VMA) dan rongga terisi aspal (VFB) diperoleh dari hasil analisis terhadap pengujian *Marshall*.

3.5. Hubungan Kadar Aspal dengan VIM (Voids in Mix)

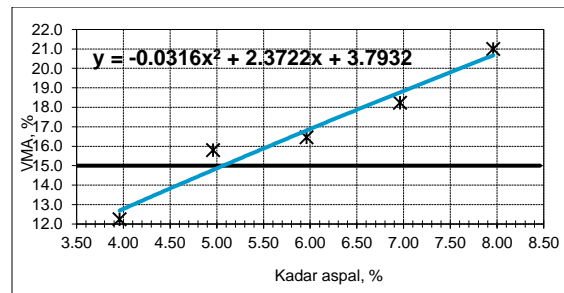


Gambar 5. Hubungan Kadar Aspal dengan VIM

Dari hasil pengujian briket diperoleh nilai VIM sebagai berikut: 3,9% pada kadar aspal 3,96%, 5,5% pada kadar aspal 4,96%, 3,9% pada kadar aspal 5,96%, 3,6% pada kadar aspal 6,96% dan 4,5% pada kadar aspal 7,96% (Spesifikasi 3-5%).

Sedangkan pada pengujian *Marshall* dengan kadar optimum (6,46%), diperoleh nilai VIM dalam campuran sebesar 3,9%, sedangkan untuk pengujian *Marshall* rendaman diperoleh nilai VIM 3,8%.

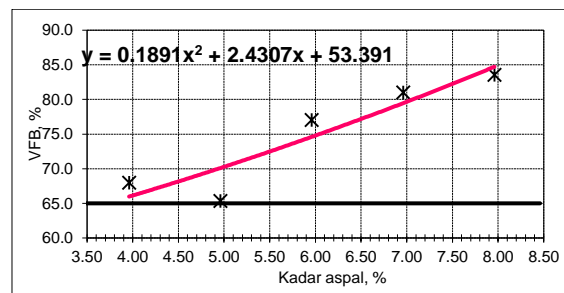
3.6. Hubungan Kadar Aspal dengan VMA (Voids in Mineral Aggregate)



Gambar 6. Hubungan Kadar Aspal dengan VMA

Dari hasil pengujian campuran aspal diperoleh hasil sebagai berikut: 12,2% pada kadar aspal 3,96%, 15,8% pada kadar aspal 4,96%, 16,5% pada kadar aspal 5,96%, 18,2% pada kadar aspal 6,96% dan 21,0% pada kadar aspal 7,96%. Untuk uji *Marshall* dengan kadar aspal optimum 6,46% diperoleh nilai VMA sebesar 18,2%, sedangkan pada uji *Marshall* rendaman diperoleh nilai VMA 18,04% (Spesifikasi $\geq 15\%$).

3.7. Hubungan Kadar Aspal dengan VFB (Voids Filled Bitumen)

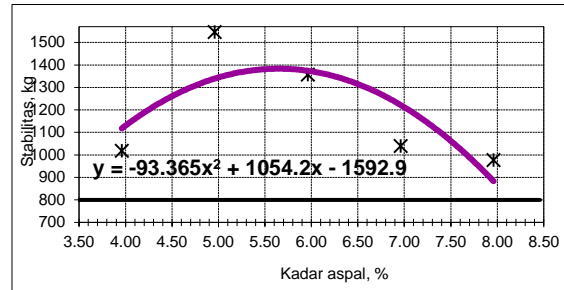


Gambar 7. Hubungan Kadar Aspal dengan VFB

Dari hasil pengujian campuran aspal diperoleh nilai VFB sebagai berikut: 68,0% pada kadar aspal 3,96%, 65,3% pada kadar aspal 4,96%, 77,0% pada kadar aspal 5,96%, 81,0% pada kadar aspal 6,96% dan 83,5% pada kadar aspal 7,96% (Spesifikasi $\geq 65\%$).

Sedangkan pada pengujian *Marshall* dengan kadar optimum (6,46%), diperoleh nilai VFB dalam campuran sebesar 80,6%, sedangkan untuk pengujian *Marshall* rendaman diperoleh nilai VFB 78,8%.

3.8. Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas

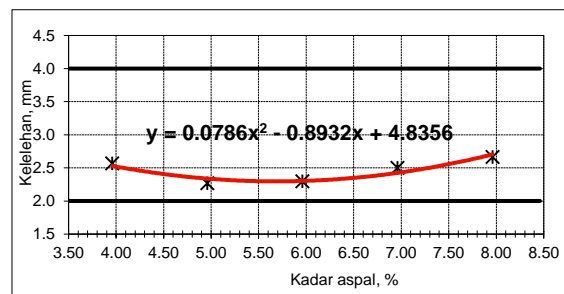


Gambar 8. Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas

Dari percobaan uji *Marshall* yang telah dilakukan diperoleh nilai stabilitas pada tiap kadar aspalnya yaitu 1.017,7 kg untuk kadar aspal 3,96%, 1.545,4 kg untuk kadar aspal 4,96%, 1.356,3 kg untuk kadar aspal 5,96%, 1.039,4 kg untuk kadar aspal 6,96%, dan 997,4 kg untuk kadar aspal 7,96%. Pada kadar aspal optimum 6,46% didapat nilai stabilitas 1.234,4 kg.

Sedangkan untuk hasil pengujian *Marshall* rendaman diperoleh nilai stabilitas 1.236,9 kg untuk sampel yang direndam selama 24 jam. Dari perbandingan kedua pengujian tersebut diperoleh stabilitas tersisa setelah perendaman 24 jam pada suhu 60°C sebesar 100,2%. Kedua hasil stabilitas tersebut telah memenuhi persyaratan yaitu dengan syarat minimum stabilitasnya adalah 800 kg.

3.9. Hubungan Kadar Aspal dengan Flow

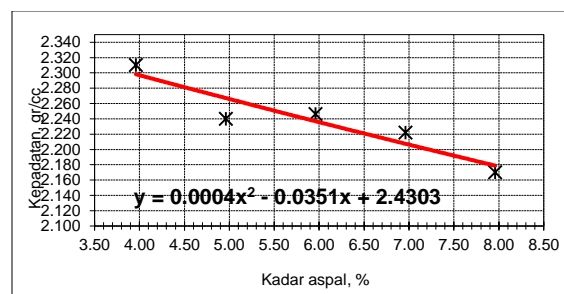


Gambar 9. Hubungan Kadar Aspal dengan Flow

Dari hasil uji *Marshall* yang telah dilakukan diperoleh nilai kelelahan plastis yaitu sebesar 2,6 mm pada kadar aspal 3,96%, 2,3 mm pada kadar aspal 4,96%, 2,3 mm pada kadar aspal 5,96%, 2,5 mm pada kadar aspal 6,96%, dan 2,7 mm pada kadar aspal 7,96%.

Pada pengujian *Marshall* dengan kadar aspal optimum (6,46%) maka diperoleh nilai kelelahan sebesar 3,1 mm, sedangkan untuk pengujian *Marshall* rendaman diperoleh nilai kelelahan 3,3 mm. Kedua hasil tersebut telah memenuhi persyaratan dengan spesifikasi 2 - 4 mm.

3.10. Hubungan Kadar Aspal dengan Kepadatan

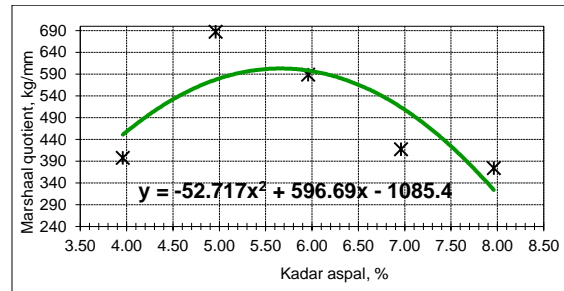


Gambar 10. Hubungan Kadar Aspal dengan Kepadatan

Dari hasil pengujian campuran aspal diperoleh nilai hubungan kadar aspal dengan kepadatan yaitu 2,310 gr/cc pada kadar aspal 3,96%, 2,240 gr/cc pada kadar aspal 4,96%, 2,246 gr/cc pada kadar aspal 5,96%, 2,222 gr/cc pada kadar aspal 6,96% dan 2,170 gr/cc pada kadar aspal 7,96%.

Untuk uji *Marshall* dengan kadar aspal optimum 6,46% diperoleh nilai hubungan kadar aspal dengan kepadatan sebesar 2,229 gr/cc, sedangkan pada uji *Marshall* rendaman diperoleh nilai kepadatan 2,231 gr/cc.

3.11. Hubungan Kadar Aspal dengan *Marshall Quotient*

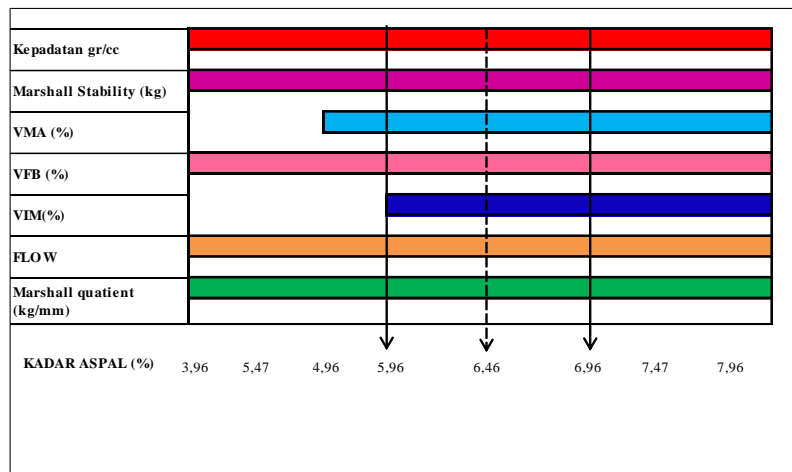


Gambar 11. Hubungan Kadar Aspal dengan *Marshall Quotient*

Dari hasil pengujian *Marshall* diperoleh nilai hasil bagi *Marshall* yaitu 397,7 kg/mm pada kadar aspal 3,96%, 686,8 kg/mm pada kadar aspal 4,96%, 588,4 kg/mm pada kadar aspal 5,96%, 417,5 kg/mm pada kadar aspal 6,96% dan 373,8 kg/mm pada kadar aspal 7,96%. Pada pengujian *Marshall* dengan kadar aspal optimum 6,46% maka diperoleh nilai *Marshall Quotient* sebesar 420,9 kg/mm, sedangkan pada uji *Marshall* rendaman diperoleh nilai kepadatan 374,1 kg/mm (Spesifikasi ≥ 90 kg/mm).

3.12. Penentuan Kadar Aspal Optimum dengan Metode *Marshall*

Kadar aspal optimum di tentukan dengan metode bartchart. Dari grafik hubungan antar kepadatan, stabilitas, VMA, VFB, VIM, flow, MQ dibuat tabel penentuan Kadar Aspal Optimum. Nilai kadar aspal optimum ditentukan sebagai nilai tengah rentang kadar aspal maksimum dan minimum yang memenuhi semua persyaratan spesifikasi.



Gambar 12. Diagram Penentuan Kadar Aspal Optimum

- 1) Nilai Kepadatan memenuhi syarat pada kadar aspal 3,96% sampai 7,96% ;
- 2) Nilai Stabilitas memenuhi syarat pada kadar aspal 3,96% sampai 7,96% ;
- 3) Nilai VMA memenuhi syarat pada kadar aspal 4,96% sampai 7,96% ;
- 4) Nilai VFB memenuhi syarat pada kadar aspal 3,96%, 5,96% sampai 7,96% ;
- 5) Nilai VIM memenuhi syarat pada kadar aspal 3,69% sampai 7,96% ;
- 6) Nilai *Flow* memenuhi syarat pada kadar aspal 3,96% sampai 7,96%
- 7) Pada nilai KAO (Kadar Aspal Optimum) kadar aspal 6,46% memenuhi semua persyaratan VIM, VMA, VFB, stabilitas, *flow*, dan MQ.

Dari grafik hubungan antara VMA, VIM, VFB, stabilitas, *flow*, kepadatan, MQ di peroleh Kadar Aspal Optimum campuran :

$$\text{Kadar Aspal Optimum} = \frac{5,96 + 6,96}{2} = 6,46 \%$$

Parameter Kadar Aspal Optimum secara lengkap dapat di lihat pada tabel 10 :

Tabel 10
Hasil Pemeriksaan Karakteristik Campuran Aspal Padat pada KAO

No	Parameter	Satuan	Metode Pengujian	Hasil	Spesifikasi	
					Min	Max
1	Kadar Aspal Optimum	%	SNI 06-2489-1991	6,46	-	-
2	Kepadatan	t/m ³	SNI 06-2489-1991	2,187	-	-
3	VFB	%	SNI 06-2489-1991	77,0	65	-
4	VIM marshall	%	SNI 06-2489-1991	4,2	3	5
5	VMA	%	SNI 06-2489-1991	17,8	15	-
6	Stabilitas	Kg	SNI 06-2489-1991	1321,0	800	-
7	Kelelehan	Mm	SNI 06-2489-1991	2,3	2	4
8	MQ	kg/mm	SNI 06-2489-1991	571,3	250	-
9	Stabilitas sisa	%	SNI 06-2489-1991	100,20	90	-

Pada tabel 10 terlihat bahwa hasil pemeriksaan karakteristik campuran aspal padat dengan KAO yaitu 6,46 % telah memenuhi syarat Bina Marga 2010.

4. Kesimpulan

- Dari hasil pengujian karakteristik, *Pasir Sungai Poli-polia* yang digunakan diperoleh hasil berat jenis (*bulk specific gravity*) sebesar 2,518 gram/cc, berat jenis permukaan jenuh (*SSD specific gravity*) sebesar 2,543 gram/cc, berat jenis semu (*Apparent specific gravity*) sebesar 2,581 gram/cc, dan penyerapan (Absorbtion) sebesar 0,969%.
- Nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) pada pencampuran *marshall* terhadap penambahan agregat halus pasir Sungai Poli-polia adalah 6,46%, hasil ini diperoleh dari analisis grafik hubungan parameter karakteristik *Marshall* yaitu *stability* (stabilitas), *flow* (kelenturan), *MQ* (*Marshall Quotient*), *VIM* (*Voids In Mix*), *VMA* (*Voids In Mineral Aggregate*), *VFB* (*Voids Filled Bitument*). Dan dari pengujian *Marshall* rendaman diketahui stabilitas tersisa setelah perendaman 24 jam pada suhu 60°C adalah 100,20%. Dari hal tersebut maka pemanfaatan Pasir sungai Poli-polia sebagai bahan tambah agregat halus pada campuran aspal beton jenis *AC-WC* memenuhi syarat Bina Marga 2010 dengan persentase sebesar 16,67 % dari total campuran agregat halus yaitu 42 %.
- Nilai rata-rata karakteristik penambahan agregat halus Pasir Sungai Poli-polia dalam pengujian *Marshall* pada kondisi optimum berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium adalah :
 - Kepadatan = 2,187 t/m³
 - VFB (*Voids Filled Bitument*) = 77,0%
 - VIM (*Voids In Mix*) = 4,2%
 - VMA (*Voids In Mineral Aggregate*) = 17,8%
 - Stabilitas = 1.321,0 kg
 - *Flow* = 2,3 mm
 - MQ (*Marshall Quotient*) = 571,3 kg/mm

5. Saran

Berdasarkan Kesimpulan dari penyusunan Penelitian ini, maka di saran adalah sebagai berikut:

- Penggunaan Pasir Sungai Poli-polia sebagai bahan tambah pada campuran aspal beton layak untuk dimanfaatkan dan memenuhi Syarat Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 dan masuk katagori jenis perkerasan *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC).
- Untuk penelitian selanjutnya dalam menentukan proporsi agregat gabungan lebih banyak variasi terutama untuk proporsi pasir agar mendapatkan hasil yang maksimal.

Referensi

- Ali, H. (2011). Studi Durabilitas Asphalt Concrete Wearing Course (AC – WC) dengan Penggunaan Abu Vulkanik dan Abu Batu Sebagai Filler. Tesis. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Bina Marga. (2004). *Spesifikasi Umum*. Semarang: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2004). *Undang – undang Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan*. Jakarta.
- Sukirman, S. (1995). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.
- Sukirman, S. (2003). *Beton Aspal Campuran Panas*. Bandung: Grafika Yuana Marga.