

## PENGARUH PENGGUNAAN ASBUTON MODIFIKASI TIPE RETONA BLEND 55 TERHADAP CAMPURAN ASPAL PORUS

D.S Mabui<sup>1</sup>, Andung<sup>2</sup>, Irianto<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi, Fakultas, Universitas Yapis Papua

Uniyap, Jl. Dr. Sam Ratulangi No.11 Dok V Atas, Tlp (0967) 534012, 550355, Jayapura-Papua

<sup>1</sup>[didik.mabui90@gmail.com](mailto:didik.mabui90@gmail.com), <sup>2</sup>[andung.ay@gmail.com](mailto:andung.ay@gmail.com), <sup>3</sup>[irian.anto@gmail.com](mailto:irian.anto@gmail.com)

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk Untuk mengetahui karakteristik campuran aspal porus yang menggunakan aspal modifikasi tipe retona blend 55 serta menganalisis stabilitasnya, hasil pengujian karakteristik agregat, untuk agregat kasar nilai berat jenis bulk sebesar 2,705, berat jenis SSD sebesar 2,759, berat jenis semu sebesar 2,859 dan penyerapan sebesar 1,989 sedangkan agregat halus menunjukkan nilai berat jenis bulk sebesar 2,691, berat jenis SSD sebesar 2,740, berat jenis semu sebesar 2,830 dan penyerapan sebesar 1,833, adapun nilai stabilitas untuk kadar aspal porus 5% sebesar 765,554 kg, kadar aspal porus 5,5% sebesar 770,591 kg, kadar aspal porus 6% sebesar 1415, 268 kg, kadar aspal porus 6,5% sebesar 1611,694 kg dan pada kadar aspal porus 7% sebesar 674,897 kg. sedangkan nilai Flow untuk kadar aspal porus 5% sebesar 6,98 mm, kadar aspal porus 5,5% sebesar 6,82 mm, kadar aspal porus 6% sebesar 3,40 mm, kadar aspal porus 6,5% sebesar 2,71 mm dan untuk kadar aspal porus 7% sebesar 7,00 mm dari kadar aspal porus yang diuji hanya kadar aspal porus 6% dan 6,5% yang memenuhi spesifikasi sebesar 2-6 mm. untuk nilai marshall quetions yang memenuhi persyaratan sebesar 400 kg/mm terdapat pada kadar aspal porus 6% dan 6,5% , pada kadar aspal porus 5% memiliki nilai sebesar 109,613 kg/mm, untuk kadar aspal porus 5,5% memiliki nilai sebesar 112,873 kg/mm, untuk kadar aspal porus 6% memiliki nilai sebesar 416,575 kg/mm sedangkan untuk kadar aspal porus 6,5% memiliki nilai 593,766 kg/mm dan untuk kadar aspal porus 7% memiliki nilai sebesar 96,337 kg/mm.

**Kata kunci :** Porus, Asbuton Retona Blend 55, Perkerasan Lentur

### Abstract

*This study aims to determine the characteristics of the porous asphalt mixture using modified asphalt retona blend 55 and analyze its stability, the results of the aggregate characteristics test, for coarse aggregate the value of bulk specific gravity is 2.705, SSD specific gravity is 2.759, apparent density is 2.859 and absorption of 1.989 while fine aggregate showed a bulk density of 2.691, SSD density of 2.740, apparent density of 2.830 and absorption of 1.833, while the stability value for 5% porous asphalt content was 765.554 kg, porous asphalt content of 5.5% was 770.591 kg, 6% porous asphalt content of 1415, 268 kg, 6.5% porous asphalt content of 1611,694 kg and 7% porous asphalt content of 674,897 kg. while the Flow value for 5% porous asphalt content is 6.98 mm, 5.5% porous asphalt content is 6.82 mm, 6% porous asphalt content is 3.40 mm, 6.5% porous asphalt content is 2.71 mm and for 7% porous asphalt content of 7.00 mm of the tested porous asphalt content, only 6% and 6.5% porous asphalt content met the specifications of 2-6 mm. for the value of marshall quetions that meet the requirements of 400 kg/mm there are 6% and 6.5% porous asphalt content, at 5% porous asphalt content has a value of 109.613 kg/mm, for 5.5% porous asphalt content has a value of 112.873 kg/mm, for 6% porous asphalt content has a value of 416.575 kg/mm while for 6.5% porous asphalt content has a value of 593.766 kg/mm and for 7% porous asphalt content has a value of 96.337 kg/mm.*

**Keywords :** Porous, Asbuton Retona Blend 55, Flexible Pavement

## 1. Pendahuluan

Suatu lapis permukaan perkerasan jalan memiliki kemampuan sebagai lapis ausdan juga ketika tidak terjadi perubahan bentuk yang tetap dalam masa layan. Salah satu penyebab kerusakan atau tidak mencapainya umur layanan jalan tersebut adalah bertambahnya tingkat kepadatan lalu lintas. Menurut Tayfur et al., 2005 dan Birgisson et al., 2007 pengulangan beban lalu lintas sebagai akibat dari kepadatan lalu lintas menyebabkan terjadinya akumulasi deformasi permanen pada campuran beton aspal sehingga mengalami penurunan kinerja jalan dalam masa layan.

Bila konstruksi perkerasan aspal yang digunakan berorientasi pada kekuatan (stabilitas tinggi) dapat menggunakan gradasi rapat (dense-graded), untuk fleksibilitas dan durabilitas menggunakan gradasi senjang (gap-graded) sedangkan untuk tujuan permeabilitas dapat menggunakan gradasi terbuka (open-graded). Perkembangan dan pembangunan jalan raya di Indonesia dituntut dapat memperbaiki tingkat keselamatan, kenyamanan dan ramah terhadap lingkungan perkotaan. Untuk itu mulai banyak dikembangkan pemakaian aspal porus. Perkerasan aspal porus adalah campuran aspal untuk perkerasan jalan yang direncanakan secara khusus, dimana Lapisan permukaan aspalporus telah dikembangkan di beberapa negara.

Campuran aspal porus adalah campuran beraspal Dengan persentase agregat halus yang rendah, sehingga menghasilkan rongga yang besar. Rongga dalam campuran yang besar dapat menurunkan nilai karakteristik campuran aspal porus. Oleh karena itu, perlu diteliti bagaimana cara menghasilkan campuran aspal porus dengan nilai karakteristik seperti yang ditetapkan oleh spesifikasi Australian Asphalt Pavement Association (AAPA) atau berbagai macam gradasi dari beberapa negara seperti Amerika, Japan, dan Iowa Storm water Management (2009). Beberapa peneliti telah melakukan penelitian pada campuran aspal porus dengan

berbagai penambahan bahan aditif. Campuran aspal porus memiliki beberapa kelebihan bagi pengguna jalan dan bagian sekitar jalan, yaitu: fungsi drainase, fungsi keselamatan pengemudi, dan fungsi reduksi kebisingan jalan. Hal ini disebabkan karena nilai rongga (porosity) yang terkandung pada campuran aspal porus cukup besar. Rongga yang besar dapat menyebabkan turunnya nilai karakteristik pada campuran aspal porus.

Oleh karena itu, berdasarkan latar belakang tersebut diatas maka Tugas Akhir ini akan mengarah pada sebuah judul yaitu : "Pengaruh Penggunaan Asbuton Modifikasi Tipe Retona Blend 55 Terhadap Campuran Aspal Porus".

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1. Aspal Minyak (Bitumen)

Aspal atau bitumen merupakan material yang berwarna hitam kecoklatan yang bersifat viskoelastis sehingga akan melunak dan mencair bila mendapat cukup pemanasan dan sebaliknya (Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas, Buku 1, Petunjuk Umum).

#### 2.1.1. Aspal (bitumen) hasil destilasi

Minyak mentah disuling dengan cara destilasi, yakni suatu proses dimana bitumen dipisahkan dari minyak mentah tersebut. Proses destilasi ini disertai oleh kenaikan atau meningkatnya temperatur pemanasan minyak mentah tersebut. Aspal (bitumen) hasil destilasi (penyulingan) ini yang kemudian dalam penggunaannya yang berbeda-beda sehingga aspal (bitumen) ini diklasifikasikan lagi menjadi : (1) aspal keras yang biasa digunakan untuk campuran *hot-mix*, (2) aspal (bitumen) cair digunakan untuk peruntukan sebagai lapis perekat dan sebagai lapis peresap dalam dunia perkerasan jalan dan (3) aspal emulsi yang diperuntukkan dan digunakan sebagai lapis perekat dan sebagai lapis peresap serta sebagai perekat dalam campuran aspal dingin (*cold mix*) dengan memanfaatkan aspal emulsi sebagai bahan pengikat.

#### 2.1.2. Aspal (bitumen) alam

Aspal (bitumen) alam adalah aspal yang secara alamiah terjadi di alam. Berdasarkan depositnya aspal (bitumen) alam dapat dikelompokkan kedalam dua kelompok, yakni aspal (bitumen) danau dan aspal (bitumen) yang berbentuk batu. Aspal (bitumen) danau secara alamiah terdapat di danau Trinidad, Venezuela dan aspal (bitumen) yang berbentuk batu secara alamiah terdapat di daerah Kentucky dan di daerah Pulau Buton Provinsi Sulawesi Tenggara-Indonesia. Aspal (bitumen) dari deposit ini terbentuk dalam celah-celah batuan yang berbentuk kapur dan batuan pasir yang ada di daerah tersebut.

### 2.1.3. Aspal (bitumen) modifikasi

Aspal (bitumen) yang berbentuk modifikasi ini dibuat dengan cara mencampur dan memodifikasi aspal keras penetrasi 60/70 dengan suatu bahan tambah atau biasa disebut sebagai *additive* yang dimanfaatkan sebagai bahan substitusi. Bahan tambah yang biasanya dipakai adalah polymer yang saat ini banyak digunakan dalam dunia perkerasan jalan. Oleh karena itu, aspal (bitumen) modifikasi sering juga disebut sebagai aspal (bitumen) *polymer modified*.

## 2.2. Aspal Minyak (Bitumen)

Aspal batu buton atau biasa disebut asbuton ditemukan tahun 1924 di Pulau Buton, Sulawesi Tenggara. Asbuton mulai digunakan dalam pengaspalan jalan sejak tahun 1926. Berdasarkan data yang ada, asbuton memiliki deposit sekitar 677 juta ton atau setara dengan 170 juta ton aspal minyak. Asbuton merupakan deposit aspal alam terbesar di dunia.

Kebutuhan aspal bangsa Indonesia diproyeksi mencapai angka 1,2 juta ton pertahun, hanya mampu disediakan oleh PT. Pertamina 600 ribu ton, sehingga kekurangannya adalah separuhnya yaitu sebesar 600 ribu ton (Suaryana, 2008).

Muncul pemikiran penggunaan aspal Buton Indonesia secara maksimal hingga saat ini diperkuat oleh surat edaran Direktorat Jenderal Bina Marga yang mewajibkan seluruh paket-paket proyek hot-mix agar menggunakan Asbuton butir sebagai bahan substitusi dalam campuran hot-mix. Namun setelah diterapkan, substitusi ini hanya

efektif penggunaannya pada penggunaan 8% terhadap campuran. Sehingga hanya kurang lebih 2,5 % bitumennya yang mampu mensubstitusi aspal minyak.

Aspal Buton merupakan aspal alam yang berada di Indonesia yaitu di Pulau Buton, Provinsi Sulawesi Tenggara. Asbuton atau Aspal batu Buton ini pada umumnya berbentuk butiran yang terbentuk secara alami akibat proses geologi. Proses terbentuknya Asbuton berasal dari minyak bumi yang terdorong muncul ke permukaan menyusup di antara batuan yang porous (Departemen Pekerjaan Umum, 2006). Diperkirakan deposit Asbuton sekitar 60.991.554,38 ton atau setara dengan 24.352.833,07 barel minyak. (Suryana, 2003; Tjaronge & Irmawaty, 2012).

## 2.3. Aspal Porus (*Porous Asphalt*)

Aspal porus telah dikembangkan di negara-negara maju seperti Spanyol, Swiss, Belgia, Belanda, Inggris dan beberapa Negara Bagian di USA, Jepang dan Singapura. Aspal porus pada awalnya dikenal sebagai Open Graded Friction Courses (OGFC) yang digunakan sejak tahun 1950 di USA yang bertujuan untuk mendapatkan lapis permukaan yang lebih kesat. Perkerasan OGFC ini memiliki rongga dalam campuran yang lebih besar, sehingga dapat memindahkan air dari perkerasan melalui lapisan aspal (Hardiman, 2008).

### 2.3.1 Penggunaan Aspal Porus

#### A. Keuntungan Penggunaan Aspal Porus

Pada umumnya, aspal porus digunakan untuk:

1. Mengurangi efek *aquaplaning* apabila permukaan aspal basah.
2. Mengurangi efek percikan dan semprot (*splash and spray*) ketika kendaraan melewati permukaan aspal.
3. Mengurangi efek silau.
4. Meningkatkan kekesatan permukaan di jalan.
5. Mengurangi kebisingan.

#### B. Kerugian dalam penggunaan aspal porus (Ali dkk., 2010)

1. Berhubung tingginya kadar rongga di dalam aspal porus menyebabkan stabilitas aspal porus rendah sehingga perlu mempertimbangkan

penggunaannya lebih cermat pada lalu lintas tinggi.

2. Dengan besarnya rongga yang ada dalam perkerasan menyebabkan resiko terhadap bahaya *pumping* oleh lalu lintas sehingga perlu mendapat perhatian pada proses perencanaan.
3. Peluang terjadinya pelapukan pada perkerasan sangat tinggi oleh karena oksigen dapat memasuki rongga aspal porus, sehingga terjadi proses oksidasi pada aspal yang menyebabkan aspal menjadi lapuk.
4. Kemungkinan bahaya *desintegrasi* perkerasan akan terjadi akibat kurangnya *interlocking* karena penggunaan agregat kasar dalam jumlah yang besar dan dibatasainya agregat halus yang memiliki fungsi memperkuat *interlocking*, untuk mempertahankan rongga yang besar dalam perkerasan.

### 2.3.2. Karakteristik Material Aspal Porus

#### a. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan untuk aspal porus harus memenuhi kualitas fisik dan mekanis yaitu :

1. Kehilangan berat setelah dilakukan pengetesan mesin *Los Angeles* <40 %, berdasarkan ASTM C-131 atau SNI 03-2417-1991.
2. Kehilangan berat rata-rata setelah dilakukan pengujian *magnesium sulfate soundness* < 18%, sesuai AASHTO T-104 atau SNI 03-3407-1994.
3. Indeks kepipihan bila diuji <25 %, berdasarkan MS-30 atau RSNI T-01-2005.
4. Absorpsizair < 3% berdasarkan pengujian SNI 03-1969-1990.

#### b. Agregat Halus

Agregat halus terdiri dan bahan *non-plastis* dan harus bebas dan lumpur, tanah liat, bahan organis. Agregat halus yang digunakan untuk aspal porus harus memenuhi kualitas fisik dan mekanis yaitu :

1. Fraksi agregat setara pasir yang lolos saringan no. 4 (4,75 mm) > 45 %, berdasarkan ASTM Dz2419.
2. Angularitas agregat halus > 45 %, bila diuji berdasarkan ASTM C1252.
3. Kehilangan berat rata-rata pada pengujian *magnesium sulfate soundness* (lima putaran) < 20 %, berdasarkan AASHTO T

104 atau berdasarkan pada aturan SNI 03-3407-1994.

4. Absorpsi air < 3 %, berdasarkan pengujian SNI 03-1970-1990.

Seluruh spesifikasi

perkerasan mensyaratkan bahwa partikel agregat harus berada dalam rentang ukuran tertentu dan ukuran partikel harus dalam proporsi tertentu.

### 2.4. Asbuton Modifikasi (Retona)

Aspal yang dimodifikasi sebagai campuran aspal panas haruslah jenis Asbuton, dan elastomeric latex atau sintesis dan memenuhi ketentuan spesifikasi 2010 Bina Marga revisi 3. Aspal modifikasi memiliki kelebihan dalam mengatasi deformasi plastis pada suhu/temperatur rendah. Beberapa contoh Asbuton modifikasi yang ada digunakan adalah Retona dan BNA blend.

#### 2.4.1. Retona Blend 55

*Refinery Buton asphalt* (retona) adalah Asbuton Kabungka atau Lawele yang telah dikurangi jumlah mineral di dalamnya (dengan cara semi ekstraksi menggunakan bahan kimia) dan dicampur dengan aspal minyak. Selanjutnya, siap untuk dicairkan di dalam tangki aspal AMP dengan atau tanpa tambahan aspal minyak lagi untuk dipompa ke dalam *pugmil* yang berisi agregat (Soehartono

#### 2.4.2. BNA Blend

BNA blend (*Buton Natural Asphalt*) adalah produk aspal modifikasi yang berasal dari pencampuran aspal buton yang diproses dengan metode semi ekstraksi dan aspal minyak dengan komposisi tertentu, BNA blend memiliki beberapa keunggulan.

1. Adhesifitas Tinggi / Ketahanan Terhadap Air
2. Stiffness Modulus Tinggi
3. Softening Point Tinggi
4. Tahan retak
5. *Workable*
6. Ekonomis & Long Life

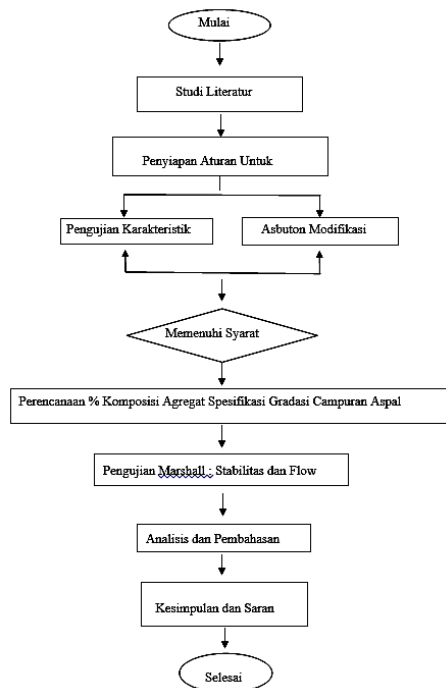
### 2.5. Stabilitas Marshall

Li et al (1999) telah melakukan pengujian campuran aspal dengan metode Marshall dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik dari campuran aspal panas, dimaksudkan untuk mendapatkan stabilitas dan flow dibaca langsung dengan dial.



Metode ini pertama kali diperkenalkan oleh Bruce Marshall dari Misisipi State Highway Department sekitar tahun 1940-an. Selain mendapatkan nilai stabilitas dan flow akan didapatkan pula nilai VIM, VMA, density campuran aspal dan marshall quotient. Dalam penelitian elastic modulus campuran aspal beton, design campuran aspal yang digunakan melibatkan metode marshall.

### 3. Metode Penelitian



Gambar 3.1. Diagram alur penelitian

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1. Karakteristik Agregat

Peran agregat dalam menentukan kekuatan pada perkerasan jalan sangat besar, agregat yang tidak memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan tidak dianjurkan untuk digunakan sebagai material pada perkerasan jalan.

Oleh sebab itu diperlukan pemeriksaan karakteristik agregat dilakukan yang dimaksudkan untuk menentukan kelayakan agregat yang digunakan. Berikut adalah hasil pengujian karakteristik agregat yang telah dilakukan :

Tabel 4.1 Hasil pemeriksaan karakteristik agregat

No	Agregat	Jenis Pengujian	Jenis Pengujian		Hasil
			Min	Maks	
1	Agregat Kasar	Berat Jenis Bullk	2.5	-	2.76
		Berat Jenis SSD	2.5	-	2.72
		Berat Jenis Semu	2.5	-	2.82
		Penyerapan	-	3	1.75
2	Agregat Halus	Berat Jenis Bullk	2.5	-	2.72
		Berat Jenis SSD	2.5	-	2.79
		Berat Jenis Semu	2.5	-	2.93
		Penyerapan	-	3	2.85

Sumber : Hasil pengujian Laboratorium 2021

Tabel 4.2. Hasil pemeriksaan karakteristik *filler*

No.	Pemeriksaan	Hasil Uji	Spesifikasi	
			Min	Max
1	Penyerapan Air	2.28	-	3.0
2	Berat Jenis Bulk	2.59	2.5	-
	Berat Jenis SSD	2.65	2.5	-
	Berat Jenis Semu	2.76	2.5	-

Sumber : Hasil pengujian Laboratorium 2021

Berdasarkan dari hasil pengujian karakteristik agregat dalam hal ini material agregat yang dipakai adalah batu pecah telah memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan oleh bina marga, serta *filler* yang digunakan sebagai pengisi dalam campuran aspal telah memenuhi spesifikasi Bina Marga yang disyaratkan sebagai bahan pada perkerasan jalan.

### 4.2. Karakteristik Aspal Buton Modifikasi Blend 55

Dalam perkerasan jalan lentur bahan pengikat berupa aspal adapun pada penelitian ini aspal yang digunakan adalah jenis aspal buton modifikasi Retona Blend 55. Pemeriksaan karakteristik aspal bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat fisik aspal yang berkaitan dengan kinerja dari aspal itu sendiri. Pada Tabel 4.3 akan diperlihatkan hasil pemeriksaan karakteristik dari aspal buton modifikasi retona blend 55 :

Tabel 4.3. Hasil pemeriksaan karakteristik aspal buton modifikasi Retona Blend 55

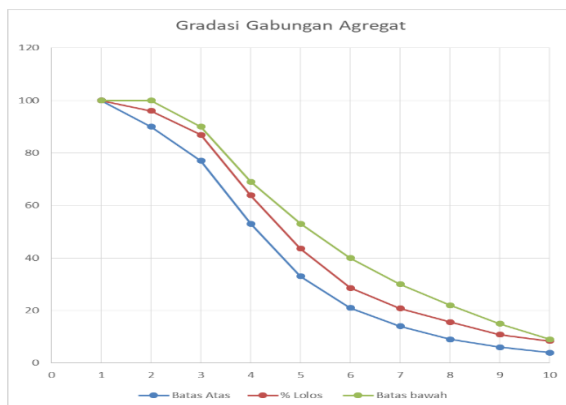
No	Pengujian	Hasil	Spesifikasi	
			Min	Max
1	Penetrasi sebelum kehilangan berat (mm)	78,6	60	79
2	Titik Lembek (°C)	52	48	58
3	Daktalitas pada 25°C, 5cm/menit (cm)	114	100	-
4	Titik nyala (°C)	280	200	-
5	Berat jenis	1,12	1	-
6	Penurunan berat (%)	0,3	-	0,8
7	Penetrasi Setelah Kehilangan Berat (mm)	86	54	-

Sumber : (Data Sekunder) Disertasi Irianto 2020

Dari data sekunder yang digunakan, hasil pemeriksaan karakteristik aspal Buton modifikasi Retona Blend 55 yang ditampilkan pada Tabel 4.3. menunjukkan bahwa aspal yang digunakan pada penelitian ini telah memenuhi spesifikasi yang telah disyaratkan oleh bina marga untuk campuran pada perkerasan jalan.

### 4.3. Penentuan Gradasi Campuran

Proporsi agregat gabungan didapatkan dari nilai perbandingan komposisi agregat rencana dikalikan dengan nilai persen lolos pada analisa saringan. Selanjutnya, proporsi agregat gabungan yang telah diperoleh tersebut disesuaikan dengan nilai interval spesifikasi



Gambar 4.1. Gradasi agregat gabungan campuran aspal dingin

Pada gambar 4.1. terlihat bahwa rancangan agregat gabungan yang dibuat berada dalam interval spesifikasi Bina Marga untuk bahan jalan sehingga dapat diperoleh campuran yang optimal

### 4.4. Mix Design

Berdasarkan komposisi agregat yang diperoleh dibuat benda uji dengan variasi kandungan kadar aspal buton retona blend 55 sebesar 5%, 5,5%, 6%, 6,5% dan 7% dari berat total campuran. Jumlah benda uji untuk masing-masing variasi kadar aspal adalah sebanyak 3 buah sehingga untuk total benda uji untuk keseluruhan adalah sebanyak 15 buah. Tabel berikut menunjukkan masing-masing komposisi material dalam berat dan dalam persen yang

didapatkan dari proporsi agregat berdasarkan dari hasil analisa saringan:

Tabel 4.4 Gradasi Agregat Pada Kadar Aspal

Kadar Aspal		5.00%
Berat Total (gram)		1200
Material	Berat Lolos	Berat (gram)
3/4"	0%	0.00
1/2"	0%	0.00
3/8"	4%	45.14
4	47.50%	529.05
8	23.50%	261.74
16	11%	122.52
30	0%	155.93
200	11.70%	25.62
Total	97.7%	1139.99
Berat Agregat Kasar berdasarkan persentase(gram)		1139.99
Berat Aspal (gram)		60
<b>Total (Agregat + Aspal), gram</b>		<b>1200.0</b>

5%

Tabel 4.5 Gradasi Agregat Pada Kadar Aspal 5,5%

Kadar Aspal		5.50%
Berat Total (gram)		1200
Material	Berat Lolos	Berat (gram)
3/4"	0%	0.00
1/2"	0%	0.00
3/8"	4%	44.91
4	47.50%	526.26
8	23.50%	260.36
16	11%	121.87
30	0%	155.11
200	11.70%	25.48
Total	97.7%	1133.99
Berat Agregat Kasar berdasarkan persentase(gram)		1107.918
Berat Aspal (gram)		66
<b>Total (Agregat + Aspal), gram</b>		<b>1200.0</b>

**Tabel 4.6** Gradasi Agregat Pada Kadar Aspal 6%

Kadar Aspal		6.00%
Berat Total (gram)		1200
Material	Berat Lolos	Berat (gram)
3/4"	0%	0.00
1/2"	0%	0.00
3/8"	4%	44.67
4	47.50%	523.48
8	23.50%	258.98
16	11%	121.23
30	0%	154.29
200	11.70%	25.35
Total	97.7%	1127.99
Berat Agregat Kasar berdasarkan persentase(gram)	1102.056	1127.99
Berat Aspal (gram)	72	
<b>Total (Agregat + Aspal), gram</b>	<b>1200.0</b>	

**Tabel 4.7** Gradasi Agregat Pada Kadar Aspal 6,5%

Kadar Aspal		6.50%
Berat Total (gram)		1200
Material	Berat Lolos	Berat (gram)
3/4"	0%	0.00
1/2"	0%	0.00
3/8"	4%	44.44
4	47.50%	520.69
8	23.50%	257.61
16	11%	120.58
30	0%	153.47
200	11.70%	25.21
Total	97.7%	1122.00
Berat Agregat Kasar berdasarkan persentase(gram)	1096.194	1122.00
Berat Aspal (gram)	78	
<b>Total (Agregat + Aspal), gram</b>	<b>1200.00</b>	

**Tabel 4.8** Gradasi Agregat Pada Kadar Aspal 7%

Kadar Aspal		7.00%
Berat Total (gram)		1200
Material	Berat Lolos	Berat (gram)
3/4"	0%	0.00
1/2"	0%	0.00
3/8"	4%	44.20
4	47.50%	517.91
8	23.50%	256.23
16	11%	119.94
30	0%	152.65
200	11.70%	25.08
Total	97.7%	1116.00
Berat Agregat Kasar berdasarkan persentase(gram)	1090.332	1116.00
Berat Aspal (gram)	84	
<b>Total (Agregat + Aspal), gram</b>	<b>1200.00</b>	

Sumber: Hasil Perhitungsn 2021

Dari tabel perhitungan diatas, diperoleh jumlah kadar aspal yang dipakai adalah berkisar dari 5% sampai 7% dari berat total keseluruhan, didapatkan berat kadar aspal untuk kadar aspal 5% sebesar 60 gram aspal, untuk kadar aspal 5,5% sebesar 66 gram aspal, untuk kadar aspal 6% sebesar 72 gram aspal, untuk kadar aspal 6,5% sebesar 78 gram aspal, dan untuk kadar aspal 7% sebesar 84 gram aspal

#### 4.5. Hasil Pengujian Marshall Test

Pada pengujian marshall test sebelum dilakukan penekanan terhadap benda uji, terlebih dulu benda uji direndam selama 30 menit pada waterbath dengan suhu perendaman 60°C.

##### 4.5.1. Hubungan Kadar Aspal Dengan Stabilitas

Berdasarkan hasil pengujian *Marshall*, hubungan antara kadar aspal dengan stabilitas yang ditunjukkan pada gambar 4.3. sedangkan untuk perhitungan untuk mendapatkan nilai stabilitas bisa dilihat sebagai berikut :

Stabilitas

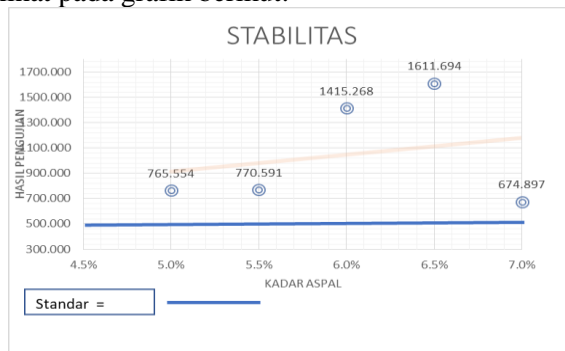
= Pembacaan Dial x Nilai Kalibrasi Alat

x Angka Korelasi Tebal

Stabilitas =  $40 \times 13,862 \times 1,09$

Stabilitas = 604,39 kg

Pada hasil perhitungan untuk sampel 1 dengan kadar aspal 5% didapatkan nilai stabilitas sebesar 604,39 kg untuk mengetahui nilai stabilitas pada sampel yang lain bisa dilihat pada grafik berikut:



**Gambar 4.3.** Hubungan Kadar Aspal Pourus Dengan Nilai Stabilitas

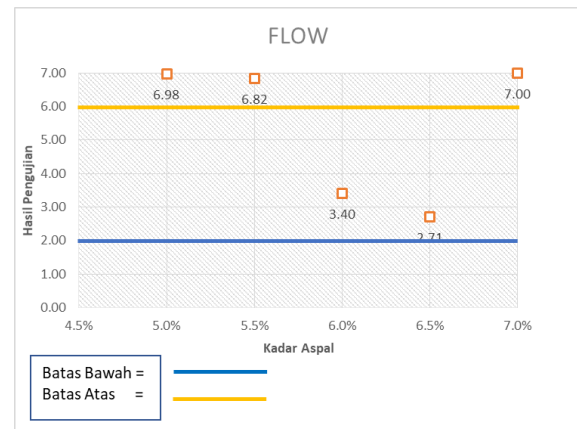
Hasil pengujian memperlihatkan nilai stabilitas dari semua kadar aspal yang diuji memenuhi standar minimal yaitu lebih besar dari 500 kg yaitu untuk kadar Aspal Pourus 5% sebesar 765,554 kg, kadar aspal Pourus 5.5% sebesar 770,591 kg, kadar aspal Pourus 6% sebesar 1415,268 kg, pada kadar aspal Pourus 6,5% dengan nilai stabilitas 1611,694 kg dan pada kadar aspal Pourus 7% nilai stabilitas didapatkan sebesar 674,897 kg.

Kenaikan nilai stabilitas sangat dipengaruhi proses pemadatan yang akan mengakibatkan gesekan antar butir agregat (*interlocking*) dan gesekan antar butiran agregat (*internal friction*), rongga dalam campuran mengecil sehingga campuran menjadi padat dan nilai stabilitas meningkat hingga titik maksimum. Pada grafik diatas juga menunjukkan pada kadar aspal 5,5% mempunyai nilai stabilitas paling tinggi diantara yang lain.

#### 4.5.2. Hubungan Kadar Aspal Dengan Flow

Berdasarkan hasil pengujian *Marshall*, hubungan kadar aspal dengan *flow* yang ditunjukkan pada gambar 4.5. Hubungan jumlah kadar aspal pada campuran aspal dengan *flow* didapatkan hubungan yang kuat.

Dari hasil pengujian *marshall test* didapatkan nilai *flow* pada aspal porus diatas kemudian dijadikan kedalam bentuk grafik yang bisa dilihat sebagai berikut:



**Gambar 4.5.** Hubungan Kadar Aspal Pourus Dengan Nilai Flow

Nilai *flow* yang diperoleh dari pembacaan dial meter pada alat *marshall Test* seperti terlihat pada grafik diatas menunjukkan bahwa nilai yang memenuhi spesifikasi yang ditetapkan oleh Bina Marga, yaitu 2 mm sampai 4 mm hanya pada kadar aspal 6.5 % dan 7 % yaitu 3.09 mm dan 2.5 mm sedangkan pada kadar aspal 5 % dan 5.5% tidak memenuhi spesifikasi dengan nilai 7.69 mm dan 6.08 mm dan pada kadar aspal 6 % di peroleh nilai *flow* sebesar 4.49 mm nilai ini juga tidak memenuhi spesifikasi yang ditetapkan.

#### 4.5.3. Hubungan kadar Aspal Dengan Marshall Quetiont (MQ)

Berdasarkan hasil pengujian *Marshall*, hubungan antara kadar aspal dengan *marshall quetiont* yang ditunjukkan pada gambar 4.6. sedangkan perhitungan untuk mendapatkan nilai *marshall quetiont* bisa dilihat sebagai berikut :

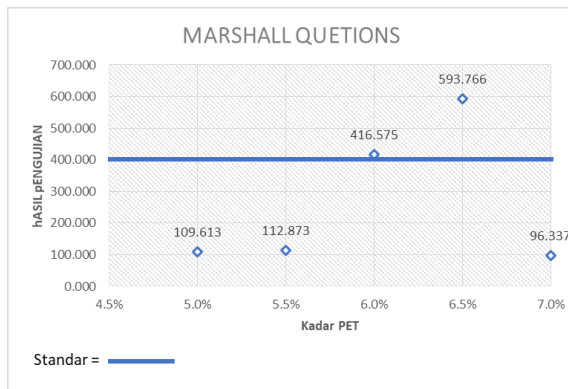
$$\text{Marshall Quetiont} = \frac{\text{Stabilitas}}{\text{Flow}}$$

$$\text{Marshall Quetiont} = \frac{604,39}{2,45}$$

$$\text{Marshall Quetiont} = 246,69$$

Pada hasil perhitungan untuk sampel 1 dengan kadar aspal 5% didapatkan nilai *marshall quetiont* sebesar 246,69 kg/mm, Dari hasil perhitungan nilai *marshall quetiont* pada aspal porus diatas kemudian dijadikan kedalam bentuk grafik yang bisa dilihat sebagai berikut:





**Gambar 4.6.** Hubungan Kadar Aspal Pourus dengan nilai *marshall questions*

Hasil pengujian pada grafik diatas memperlihatkan bahwa nilai *marshall questions* yang memenuhi spesifikasi bina marga untuk nilai *marshall questions* sebesar 400 kg/mm adalah pada kadar aspal Pourus 6% sebesar 416,575 kg/mm dan pada kadar aspal Pourus 6,5% sebesar 593,766 kg/mm .

Adapun hasil dari grafik diatas juga menunjukkan nilai *marshall questions* yang dimana pada kadar aspal Pourus 0% memiliki nilai sebesar 534,503 kg/mm, untuk kadar 1% memiliki nilai sebesar 604,513 kg/mm, untuk kadar aspal 2% memiliki nilai sebesar 534,887 kg/mm sedangkan untuk kadar aspal 3% memiliki nilai 640,723 kg/mm dan untuk kadar aspal 4% memiliki nilai sebesar 507,303 kg/mm.

## 5. Penutup

### 5.1. Kesimpulan

- Berdasarkan hasil pengujian karakteristik agregat, untuk agregat kasar menunjukkan nilai berat jenis bulk sebesar 2,705, berat jenis SSD sebesar 2,759, berat jenis semu sebesar 2,859 dan penyerapan sebesar 1,989 nilai tersebut memenuhi spesifikasi yang ditentukan sebesar minimal 2,5 untuk agregat kasar sedangkan untuk agregat halus menunjukkan nilai berat jenis bulk sebesar 2,691, berat jenis SSD sebesar 2,740, berat jenis semu sebesar 2,830 dan penyerapan sebesar 1,833 nilai tersebut memenuhi spesifikasi yang ditentukan sebesar minimal 2,5 untuk agregat halus dari hasil tersebut menunjukkan agregat yang dipakai dalam pengujian telah memenuhi spesifikasi.
- Hasil pengujian dari Marshall Test memperlihatkan nilai stabilitas dari semua

variasi kadar aspal yang diuji memenuhi standar minimal yaitu lebih besar dari 500 kg yaitu untuk Variasi kadar aspal porus 5% sebesar 765,554 kg, Variasi kadar aspal porus 5,5% sebesar 770,591 kg, Variasi kadar aspal porus 6% sebesar 1415, 268 kg, Variasi kadar aspal porus 6,5% sebesar 1611,694 kg dan pada Variasi kadar aspal porus 7% sebesar 674,897 kg. sedangkan nilai Flow diperoleh dari pembacaan alat marshall dengan hasil sebagai berikut, untuk Variasi kadar aspal porus 5% di peroleh nilai flow sebesar 6,98 mm, Variasi kadar aspal porus 5,5% di peroleh nilai flow sebesar 6,82 mm, Variasi kadar aspal porus 6% di peroleh nilai flow sebesar 3,40 mm ,Variasi kadar aspal porus 6,5% di peroleh nilai flow sebesar 2,71 mm dan untuk Variasi kadar aspal porus 7% di peroleh nilai flow sebesar 7,00 mm dari variasi kadar aspal porus yang diuji hanya variasi kadar aspal porus 6% dan 6,5% yang memenuhi spesifikasi sebesar 2-6 mm. untuk nilai *marshall questions* yang memenuhi persyaratan sebesar 400 kg/mm terdapat pada variasi kadar aspal porus 6% dan 6,5% , yang dimana pada Variasi kadar aspal porus 5% memiliki nilai sebesar 109,613 kg/mm, untuk Variasi kadar aspal porus 5,5% memiliki nilai sebesar 112,873 kg/mm, untuk Variasi kadar aspal porus 6% memiliki nilai sebesar 416,575 kg/mm sedangkan untuk Variasi kadar aspal porus 6,5% memiliki nilai 593,766 kg/mm dan untuk Variasi kadar aspal porus 7% memiliki nilai sebesar 96,337 kg/mm.

### 5.2. Saran

- Penelitian ini dapat dilanjutkan untuk menguji durabilitas terhadap pengaruh perendaman agar pemanfaatan batu kapur sebagai agregat pada campuran aspal AC-WC benar-benar dapat digunakan di lapangan.
- Pemanfaatan agregat lokal sebagai agregat dalam campuran aspal perlu dilakukan untuk memenuhi kebutuhan agregat dalam pembangunan infrastruktur jalan di Indonesia dan di Provinsi Papua khususnya.

## Daftar Pustaka

- Agus Ariawan, I. (2007). Penggunaan Batu Kapur Sebagai Filler Pada Campuran Asphalt Concrete Binder Coarse (Ac-Bc) Dengan Metode Kepadatan Mutlak (Prd). *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 11(1), 90–99.
- Budiman, L., & Sukirman, S. (2018). Studi Penggunaan Batu Kapur Kalipucang sebagai Substitusi Sebagian Agregat Halus Beton Aspal Jenis AC-BC (Hal. 45-55). *RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil*, 4(1), 45. <https://doi.org/10.26760/rekaracana.v4i1.45>
- Hasan, S. A. A., & Hartantyo, S. D. (2020). *U KaRsT*. 4(1), 559–570.
- Pomantow, S. Y., Jansen, F., & Waani, J. E. (2019). Kinerja Campuran AC-WC dengan Menggunakan Agregat dari Batu Kapur. *Jurnal Sipil Statik*, 7(2), 219–228.
- Utama, G. S., & Febriani, S. N. (2014). Pengaruh Penggunaan Batu Kapur Sebagai Pengganti Agregat Halus Pada Campuran Aspal Beton (AC-BC). *PILAR Jurnal Teknik Sipil*, 10(2), 99–106.
- Winarno, D. W. I. B., Teknik, F., Atma, U., & Yogyakarta, J. (2020). *PENGARUH PENGGUNAAN BATU KAPUR SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT PADA LAPISAN ASPHALT CONCRETE – WEARING COURSE ( AC-WC )*. April.
- SNI 03-1968-1990, *Metode pengujian tentang analisis saringan agregat halus dan agregat kasar*
- SNI 03-1969-1990, *Metode pengujian Berat Jenis dan Penyerapan air agregat kasar*
- SNI 03-1970-1990, *Metode pengujian Berat Jenis dan Penyerapan air agregat halus*
- SNI 03-2417-1991, *Metode pengujian keausan agregat dengan mesin Los Angeles*
- SNI 03-2439-1991, *Metode pengujian kelekatan agregat terhadap aspal*
- SNI 03-3407-1994, *Metode pengujian kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium sulfat dan magnesium sulfat*
- SNI 03-4142-1996, *Metode pengujian jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan no. 200 (0,075 mm)*
- SNI 03-4428-1997, *Metode pengujian agregat halus atau pasir yang mengandung bahan plastis dengan cara setara pasir*
- SNI 03-6399-2000, *Tata cara pengambilan contoh aspal*
- SNI 03-6819-2002, *Spesifikasi agregat halus untuk campuran beraspal*
- SNI 03-6885-2002, *Metode pengujian noda aspal minyak*
- SNI 03-6893-2002, *Metode pengujian berat jenis maksimum campuran beraspal*
- SNI 03-6894-2002, *Metode pengujian kadar aspal dari campuran beraspal cara Sentrifus*
- SNI 06-2432-1991, *Metode pengujian daktilitas bahan-bahan aspal*
- SNI 06-2433-1991, *Metoda pengujian titik nyala dan titik bakar dengan alat cleveland open cup*
- SNI 06-2434-1991, *Metoda pengujian titik lembek aspal dan ter*
- SNI 06-2440-1991, *Metode pengujian kehilangan berat minyak dan aspal dengan cara A*
- SNI 06-2441-1991, *Metode pengujian berat jenis aspal padat*
- SNI 06-2456-1991, *Metode pengujian penetrasi bahan-bahan bitumen*
- SNI 06-2489-1991, (RSNI M 01-2003), *Metode pengujian campuran aspal dengan alat Marshall*
- SNI 06-4797-1998, *Metode pengujian pemulihan aspal dengan alat penguap putar*
- SNI 06-6441-2000, *Metode pengujian viskositas aspal minyak dengan alat Brookfield Termosel*
- SNI 13-6717-2002, *Tata cara penyiapan benda uji dari contoh agregat*
- RSNI S-01-2003, *Spesifikasi aspal berdasarkan penetrasi*
- RSNI M 12-2004, *Metode pengujian kelarutan aspal*