

# KINERJA CAMPURAN ASPAL HRS-BASE DENGAN PENAMBAHAAN LIMBAH BAN DALAM BEKAS PADA PERENDAMAN AIR LAUT

Franki E.p.Lapian<sup>1</sup>, Irinato<sup>2</sup>, Ratna Gunanto<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Magister Rekayasa Teknik Sipil, Program Pascasarjana, Universitas Yapis Papua.

<sup>3</sup> Mahasiswa Program Studi Magister Rekayasa Teknik Sipil, Program Pascasarjana, Universitas Yapis Papua. JL. Dr. Sam Ratulangi No. 11 Dok V Atas, Telp(09670) 534012, 550355, Kode Pos 99113 Jayapura-Papua

<sup>1</sup> [lapianedwin@gmail.com](mailto:lapianedwin@gmail.com), <sup>2</sup> [irian.anto@gmail.com](mailto:irian.anto@gmail.com), <sup>3</sup> [Gunanto01@gmail.com](mailto:Gunanto01@gmail.com)

---

## Abstrak

Transportasi darat di wilayah Papua merupakan hal yang sangat penting bagi masyarakat di Tanah Papua, tiap tahun jumlah kendaraan baru mengalami meningkat yang signifikan, data yang dimiliki oleh Tribunnews Papua ada sekitar 240 ribu kendaraan baru yang beredar di seluruh Papua Tahun 2019. Ada penyebab kerusakan pada konstruksi jalan yaitu, genangan air laut, upaya untuk meningkatkan kualitas aspal yaitu dengan pencampuran karet ban dalam. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah parameter pengujian Marshall, dengan menggunakan Spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi 2. Variabel yang digunakan dalam pengujian penambahan limbah ban dalam bekas kendaraan, untuk mengetahui karakteristik hasil nilai Marshall terhadap lapisan Lataston HRS-Base. Nilai karakteristik pengujian marshall dengan menggunakan variasi variabel bahan tambah sebesar 0%, 2%, 4% dan 6%. Dari hasil pengujian marshall terhadap perendaman air laut, diketahui yang memenuhi spesifikasi dari : Stabilitas 0% : 1111 kg dan 2% : 1094 kg, Flow 0% : 4,19 mm dan 2% : 4,93 mm, VFB 2% : 80,88% dan 4% : 78,09%, VMA 0% : 17,51% dan 6% : 18,64%, VIM 0% : 5,75% dan 2% 4,85%, MQ 0% : 407975 kg/mm dan 2% 303408 kg/mm. Prosedur pengujian dan hasil tersebut, sudah sesuai dengan persyaratan spesifikasi Bina Marga 2018, Revisi 2.

**Kata Kunci :** Marshall, Karet Ban Dalam, Perendaman Air Laut

---

## 1 Pendahuluan

Transportasi darat di wilayah Papua merupakan hal yang sangat penting bagi masyarakat di Tanah Papua, tiap tahun jumlah kendaraan baru mengalami meningkat yang signifikan, data yang dimiliki oleh Tribunnews Papua ada sekitar 240 ribu kendaraan baru yang beredar di seluruh Papua. (Tahun 2022). Terlepas dari tingginya angka kendaraan baru yang akan mengaspal, angka kerusakan jalan di Papua pun bertambah besar, khususnya di ibu kota yaitu Kota Jayapura, salah satu jalan yang terdampak mengalami kerusakan jalan berada di wilayah kecamatan Muara Tami, Koya Timur, Kota Jayapura mengalami kerusakan jalan yang sangat parah dengan tipe kerusakan jalan yaitu ambles atau lapisan aspal terlepas dari lapisan pondasi jalan, ini terjadi karena adanya peningkatan volume kendaraan dan jalan ini banyak dilalui oleh truck barang maupun kendaraan pribadi yang melintasi wilayah tersebut, begitu juga berdampak pada kualitas perkerasan jalan yang rendah sehingga jalan-jalan gampang mengalami kerusakan dengan waktu usia yang pendek.

Kandungan garam adalah salah satu perbedaan antara air tawar dengan air laut, rata-rata kadar air laut di negara Indonesia mencapai 3,5% kandungan garam per liter air laut. Faktor suhu sangat berperan besar mempengaruhi perkerasan jalan beraspal panas. Rata-rata suhu permukaan air laut di Indonesia berkisar 28°C-34°C pada tahun 2020, oleh sebab itu saya ingin melakukan penelitian mengenai pengaruh air laut yang terletak di daerah yang berdekatan langsung dengan daerah pantai yang mengalami permasalahan dengan genangan air laut terhadap konstruksi jalan dengan perkerasan aspal. Air laut mengandung 86% natrium klorida (NaCl) (James Murray, 2004), konsentrasi ion natrium dalam plasma (ekstraseluler) adalah 130-145 mmol/L (Shah et al.2011). Propinsi Papua, terletak pada koordinat 130 – 140 BT dan 9,0 - 10,45 LS, dengan panjang garis pantai sepanjang 1.170 mil laut.

Limbah karet ban dalam bekas kendaraan bermotor yang tidak terpakai semakin lama angka peningkatannya semakin tinggi. Indonesia sendiri merupakan salah satu negara penghasil karet

terbesar ke-2 di dunia pada tahun 2011 menghasilkan sebesar 2.982.000 ton karet alam dalam hal ini Indonesia mempunyai kontribusi terhadap produksi karet dunia sebesar 27,06%, sebagian besar karet alam yang di hasilkan berasal dari perkebunan rakyat Indonesia. Kurangnya pengolahan atau inovasi masyarakat dalam mengelolah limbah ban dalam yang tidak terpakai menjadi suatu kreasi yang dapat menjadi berguna, oleh sebab itu saya merumuskan inovasi dalam peningkatan kualitas jalan.

## 2. Tinjauan Pustaka

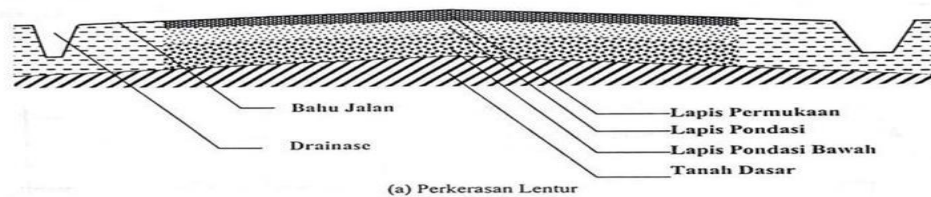
### 2.1 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan merupakan suatu lapisan tambah yang terletak diatas tanah dasar supaya roda kendaraan yang melalui dapat stabil, tanah pada lapisan perkerasan jalan telah mendapatkan pemadatan yang berfungsi untuk memikul beban lalu lintas kemudian menyebarkan beban ke jalan, baik kearah horisontal maupun vertikal dan akhirnya meneruskan beban kebawah tanah dasar (Subgrade) sehingga beban pada tanah dasar tidak melewati daya dukung tanah yang berlebih. Lapisan jalan yang diperkeras dengan campuran aspal sebagai bahan tambah pengikatnya sehingga menjadi lapis konstruksi jalan, yang memiliki ketebalan, kekuatan, dan kekakuan, serta kestabilan untuk kendaran melintas secara aman.

### 2.2 Jenis Lapisan Perkerasan

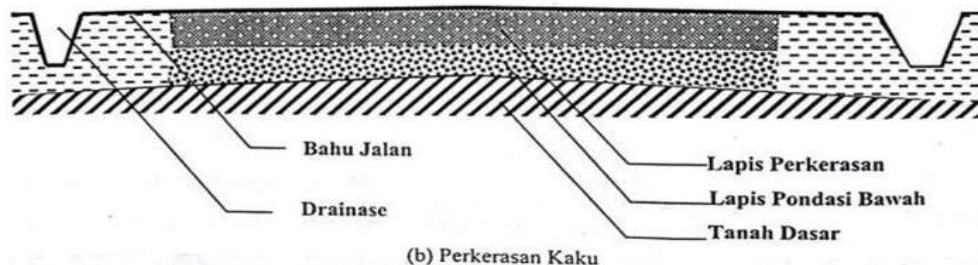
Berdasarkan bahan pengikatnya lapisan perkerasan jalan dibagi menjadi 3 jenis yaitu :

1. Perkerasan lentur (flexible pavement), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar. "Pada umumnya perkerasan lentur baik digunakan untuk jalan yang lalu lintas yang ringan sampai sedang, seperti jalan perkotaan, perkerasan dengan konstruksi bertahap."(Sukirman, S,2010)



**Gambar 1 Perkerasan Lentur (Suharto Kurnia, 2019)**

2. Perkerasan kaku (rigid pavement), yaitu perkerasan yang menggunakan semen portland (portland cement) sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan tulangan maupun tanpa tulangan diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapisan pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh plat beton. (Sukirman, S, 2010)



**Gambar 2 Perkerasan Kaku (Suharto Kurnia, 2019)**

3. Perkerasan komposit (Composite Pavement), yaitu perkerasan lentur yang dikombinasikan dengan perkerasan kaku, berupa perkerasan lentur yaitu aspal yang terletak di atas, dan perkerasan kaku yang terletak dibawah yaitu beton, sehingga dapat menerima beban yang besar.

### 2.3 Bahan Limbah Ban Dalam Bekas Kendaraan Bermotor

#### 1. Ban Dalam

Ban adalah material komposit, berasal dari karet alam / karet isoprena yang digunakan untuk ban truk dan ban mobil penumpang seperti pada sabuk tapak, sidewall, carcassply, dan innerliner. Ban bekas adalah suatu jaringan tiga dimensi atau suatu produk ikatan silang dari karet alam dan karet sintetis diperkuat dengan carbon black yang menyerap minyak cair (Warith, 2006).

2. Kandungan ban dalam bekas kendaraan kadar karet yang terdapat di dalam ban dalam memiliki Kadar Karet sekitar 35 – 40%
- 3.

**Tabel 1 Kandungan Ban Dalam (Suharto Kurnia, 2019)**

<b>N O</b>	<b>Propertis</b>	<b>Persenan %</b>
1	Kadar Karet Alam	25%
2	Kadar Karet Styren Butadie	15%
3	Kadar Butil Karet	5%
4	Kadar Karbon Hitam	35%
5	Kadar Seng Oksida/ZnO	4%
6	Kadar Oil/Naften/Aromatik	4%
7	Kadar Debu/Kaolin/Kalsium	12%

#### 2.4 Air Laut

Secara umum tingkat keasaman air laut berkisar antara 8,2% sampai dengan 8,4% dimana mengandung air sebanyak 96,5%, sedangkan material terlarut dalam bentuk molekul dan ion sebanyak 3,5%. Material yang terlarut tersebut 89% terdiri dari garam chlor sedangkan sisanya 11% terdiri dari unsur-unsur lainnya. Garam-garaman utama yang terdapat dalam air laut adalah klorida (55%), natrium (31%), sulfat (8%), magnesium (4%), kalsium (1%), dan sisanya (kurang dari 1%) terdiri dari bikarbonat, bromide, asam borak, strontium, dan florida. Beberapa hal yang mengakibatkan air laut sangat bersifat keras dan sangat merusak adalah sebagai berikut :

1. Air laut memiliki senyawa elektrolit yang memiliki sifat konduktivitas tinggi.
2. Mempunyai kandungan oksigen terlarut yang tinggi.
3. Ion klorida yang terkandung pada air laut merupakan ion agresif. Air laut yang digunakan sebagai air rendaman benda uji marshall diambil dari air laut Pantai Hamadi yang mempunyai kandungan salinitas permukaan 3,31% sampai 3,46% per liter air laut dan mempunyai suhu permukaan sebesar 28,0°C sampai 29,7°C.

#### 2.5 Gradasi Agregat

Fannisa H. dan Wahyudi M (2010) berpendapat, gradasi agregat adalah distribusi ukuran butiran dari agregat, baik agregat kasar maupun halus dan dinyatakan dalam persentase terhadap total beratnya. Gradasi ditentukan dengan melewati sejumlah material melalui serangkaian ayakan saringan dari ukuran besar ke ukuran kecil hingga pan dan menimbang berat material yang tertahan pada masing-masing nomor saringan. Gradasi berdasarkan ukuran agregat merupakan hal yang penting dalam membuat campuran agar dapat menentukan komposisi campuran.

**Tabel 2 Spesifikasi Gradasi Lataston (*Bina Marga 2018, Revisi 2*)**

ASTM	Ukuran Ayakan (mm)	% Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat dalam Campuran	
		Lataston (HRS)	
		WC	Base
1 <sup>1/2</sup>	37,5		
1	25		
3/4	19	100	100
1/2	12,5	90 - 100	90 - 100
3/8	9,5	75 - 85	65 - 90
No.4	4,75		
No.8	2,36	50 - 72	35 - 55
No.16	1,18		
No.30	0,600	35 - 60	15 - 35
No.50	0,300		
No.100	0,150		
No.200	0,075	6 - 10	2 - 9

## 2.6 Aspal

Menurut Hardiyatmo (2011) yang dimaksud dengan aspal merupakan hasil penyaringan minyak mentah dari hasil industri perminyakan yang berfungsi sebagai bahan perekat perkerasan yang berwarna pekat sampai hitam dan mengandung unsur utama bitumen. Aspal merupakan bahan untuk pembentuk lapis permukaan dari perkerasan lentur maupun komposit yang digunakan sebagai bahan pengikat dalam stabilisasi tanah dasar (subgrade) atau lapis pondasi.

**Tabel 3 Ketentuan Pengujian Propertis Aspal (*Bina Marga 2018, Revisi 2*)**

Cara uji daktalitas aspal	SNI 2432:2011
Cara uji berat jenis aspal	SNI 2441:2011
Cara uji penetrasi aspal	SNI 2456:2011
Cara uji titik lembek aspal	SNI 2434:2011
Cara uji titik nyala dan titik bakar	SNI 2433:2011

## 2.7 Lapis Tipis Aspal beton

Menurut Spesifikasi Umum 2018 Revisi 2 Bina Marga pasal 6.3.1 2b, Lapis Tipis Aspal Beton (LATASTON) Lapisan HRS, terdiri dari dua jenis campuran, HRS Pondasi (HRS-Base) dan HRS Lapis Aus (HRS Wearing Course, HRS-WC). HRS-Base mempunyai proporsifraksi agregat kasar lebih besar dari pada HRS-WC.

Lataston digunakan pada jalan dengan lalu lintas harian sedang sebesar 5000 – 10000 kendaraan. Dimana penggunaan lapisan Lataston biasanya digunakan di area pergerakan volume lalu lintas sedang. Toleransi ketebalan nominal minimum : Lapis Aus (HRS-WC) 3 cm dan Lapis Pondasi (HRS-Base) 3,5 cm.

**Tabel 4 Ketentuan Sifat – Sifat Lataston (Bina Marga 2018, Revisi 2)**

Sifat - sifat campuran		Lataston	
		Lapis Aus	Lapis Pondasi
Kadar aspal efektif (%)	Min	5,9	5,5
Jumlah tumbukan per bidang		50	
Rongga dalam campuran (%)	Min	4,0	
	Maks	6,0	
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min	18	17
Rongga terisi aspal (%)	Min	68	
Stabilitas marshall (kg)	Min	600	
Marshall Quotient (kg/mm)	Min	250	
Stabilitas marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C	Min	90	

**Tabel 5 Persyaratan Agregat Kasar (Bina Marga 2018, Revisi 2)**

Pengujian			Standar	Nilai
Kekekalan agregat terhadap bentuk larutan	Natrium sulfat		SNI 3407:2008	Maks 12%
	Magnesium sulfat			Maks 18%
Abrasi dengan mesin Los Angeles	Campuran AC Modifikasi	100 putaran	SNI 2417:2008	Maks 6%
		500 putaran		Maks 30%
	Semua jenis campuran aspal bergradasi	100 putaran		Maks 8%
		500 putaran		Maks 40%
Kelekatan agregat terhadap aspal			SNI 2439:2011	Maks 95%
Butir pecah pada agregat kasar	SMA	SNI 7619:2012	100/90%	
	Lainnya		95/90%	
Partikel pipih dan lonjong	SMA	ASTM D4791 Perbandingan 1 : 5	Maks 5%	
	Lainnya		Maks 10%	
Material lolos ayakan No. 200			SNI ASTM C117 :2012	Maks 2%

**Tabel 6 Persyaratan Agregat Halus (Bina Marga 2018, Revisi 2)**

Pengujian	Standar	Nilai
Nilai setara pasir	SNI 03- 4428-1997	Min 60%
Angularitas dengan Uji Kadar Rongga	SNI 03- 6877-2002	Min 45%
Gumpalan Lempung dan Butir-butir Mudah Pecah dalam Agregat	SNI 03- 4141-1996	Maks 1%
Agregat lolos Ayakan No.200	SNI ASTM C117-2012	Maks 10%

## 2.8 Marshall

Prinsip dasar metode Marshall merupakan pemeriksaan stabilitas dan kekelehan (*Flow*), serta analisis kepadatan dan pori dari campuran padat yang terbentuk. Alat Marshall merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan proving ring (cincin penguji) berkapasitas 22,2 KN (5000 lbs) dan *Flow* meter. Proving ring digunakan untuk melihat nilai stabilitas dan *Flow* meter untuk melihat kekelehan plastis atau *Flow*. Benda uji Marshall berbentuk silinder berdiameter 4 inchi (10,2 cm) dan tinggi 2,5 inchi (6,35 cm). Prosedur pengujian Marshall mengikuti SNI 06-2489-1991, atau AASHTO T 245-90, atau ASTM D 1559-76. Perhitungan sifat volumetric benda uji.

### 1. Kerapatan Campuran (Density)

Nilai density merupakan nilai berat volume untuk menunjukkan hasil kepadatan dari campuran beton aspal.

2. Presentase rongga dalam campuran (VIM)  
VIM merupakan volume total udara yang berada diantara partikel agregat yang diselimuti aspal dalam suatu campuran yang telah dipadatkan, dan dinyatakan dengan persen volume bulk suatu campuran.
3. Presentase rongga dalam campuran yang berisi aspal (VFA)  
VFA merupakan bagian dari rongga yang berada diantara mineral agregat yang terisi oleh aspal efektif, dinyatakan dalam persen.
4. Presentase rongga di antara mineral agregat (VMA)  
Rongga di antara mineral atau struktur agregat suatu campuran beraspal yang telah dipadatkan adalah volume rongga yang terdapat diantara partikel agregat suatu campuran beraspal yang telah dipadatkan, yaitu rongga udara dan volume kadar aspal efektif.
5. Stabilitas  
Stabilitas merupakan kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur, dan bleeding.
6. Kelelehan (*Flow*)  
*Flow* merupakan besarnya perubahan bentuk plastis suatu benda uji campuran beraspal yang terjadi akibat suatu beban sampai batas keruntuhan sampel.
7. Hasil bagi Marshall (Marshall Quotient)  
Marshall Quotient dihitung sebagai rasio dari stabilitas terhadap kelelehan yang digunakan sebagai indikator kekakuan campuran.

Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk mencari nilai dari parameter dari pengujian marshall :

- a. Berat jenis bulk dari total agregat

$$G_{sb\ total} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{G_{sb1}} + \frac{P_2}{G_{sb2}} + \frac{P_3}{G_{sb3}} + \dots + \frac{P_n}{G_{sbn}}} \quad (1)$$

Keterangan :

$G_{sb\ total}$  : Berat jenis bulk agregat gabungan, (gr/cc)

$P_1, P_2, P_3$  : Persentase berat dari masing masing agregat, (%)

$G_{sb1}, G_{sb2}, G_{sb3}$  : Berat jenis bulk masing masing agregat, (gr/cc)

- b. Berat jenis semu dari total agregat

$$G_{sa\ total} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{G_{sa1}} + \frac{P_2}{G_{sa2}} + \frac{P_3}{G_{sa3}} + \dots + \frac{P_n}{G_{san}}} \quad (2)$$

Keterangan :

$G_{sa\ total}$  : Berat jenis semu agregat gabungan, (gr/cc)

$P_1, P_2, P_3$  : Persentase berat dari masing-masing agregat, (%)

$G_{sa1}, G_{sa2}, G_{sa3}$  : Berat jenis semu dari masing-masing agregat, (gr/cc)

- c. Berat jenis efektif agregat

$$G_{se} = \frac{G_{sb} + G_{sa}}{2} \quad (3)$$

Keterangan :

$G_{se}$  : Berat jenis efektif total agregat, (gr/cc)

$G_{sb}$  : Berat jenis bulk agregat, (gr/cc)

$G_{sa}$  : Berat jenis semu agregat, (gr/cc)

- d. Berat jenis maksimum campuran

$$G_{mm} = \frac{P_s}{F} \quad (4)$$

Keterangan :

$G_{mm}$  : Berat jenis maksimum campuran (gr/cc )

$P_{mm}$  : Persentase berat total campuran (=100)

Ps : Persentase kadar agregat terhadap berat total campuran, (%)

Pb : Persentase kadar aspal terhadap berat total campuran, (%)  
 Gse : Berat jenis efektif, (gr/cc)  
 Gb : Berat jenis aspal, (gr/cc)

e. Berat jenis bulk campuran padat

$$G_{mb} = \frac{W_m}{V_{mb}} \quad (5)$$

Keterangan :

Gmb : Berat jenis campuran setelah dipadatkan, (gr/cc)

Vbulk : Volume campuran setelah pemadatan, (cc)

Wa : Berat di udara, (gr)

f. Kepadatan (density)

$$n = \frac{W_m}{W_{mssd} + W_{mpw}} \quad (6)$$

Keterangan :

Wm : Berat benda uji setelah dipadatkan, (gr)

Wmssd : Berat benda uji kering ssd setelah dipadatkan, (gr)

Wmpw : Berat benda uji dalam air setelah dipadatkan, (gr)

g. VIM (Void In The Mix)

$$VIM = \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \times 100 \quad (7)$$

Keterangan :

VIM : Rongga udara pada campuran, (%)

Gmm : Berat jenis campuran maksimum setelah pemadatan, (gr/cc)

Gmb : Berat jenis bulk campuran setelah pemadatan, (gr/cc)

h. VMA (Void In Mineral Agregate)

$$VMA = \frac{100(G_s - G_{sb})}{G_s} \quad (8)$$

Keterangan :

VMA : Rongga udara pada mineral agregat, (%)

Gmb : Berat jenis bulk campuran setelah pemadatan, (gr/cc)

Gsb : Berat jenis bulk dari total agregat, (gr/cc)

Ps : Persentase kadar agregat terhadap berat total campuran (%)

i. VFAx (Void Filled With Asphalt)

$$VFA = \frac{(G_s - G_{sb}) - VIM}{G_s} \times 100 \quad (9)$$

Keterangan :

VFA : Persentase rongga udara yang terisi aspal, (%)

VMA : Persentase rongga udara pada mineral agregat, (%)

VIM : Persentase rongga udara pada campuran, (%)

j. Stabilitas

$$S = p - q \quad (10)$$

Keterangan :

S : Nilai stabilitas (kg)

p : Pembacaan arloji stabilitas kalibrasi alat

q : Angka koreksi tebal benda uji

### 3 Metode Penelitian

#### 3.1 Lokasi Pengambilan Material



Pengambilan bahan Material Agregat yang berasal dari pabrik pemecah batu Stone Crusher PT.Agung Mulia Iriana Dosai yang ber Lokasi di Maribu, Dosai, Sentani Bar, Kabupaten Jayapura



**Gambar 3** Lokasi Pengambilan Material (*Google Earth, 2023*)

Pengambilan sampel Air Laut yang berasal dari Pantai Hamadi yang ber Lokasi di Jl. Hamadi Pantai, Jayapura Selatan, Kota Jayapura. Hasil dari data yang bersumber dari *Jurnal Yoice Martina Paweka 2017*. mengatakan hasil kadar natrium dari air laut Pantai Hamadi memiliki  $106,4 \pm 2$  ppm.

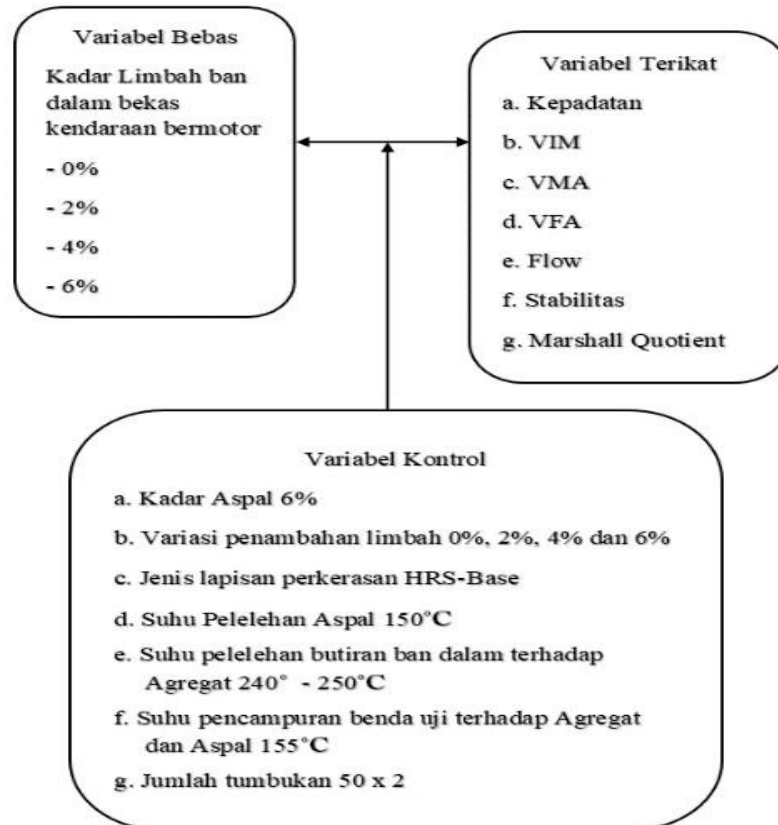


**Gambar 4** Lokasi Pengambilan Sampel Air Laut (*Dokumen Pribadi, 2023*)

### **3.2 Lokasi Penelitian**

Penelitian yang dilakukan bertempat di Laboratorium Balai Pelaksanaan Jalan dan Jembatan Nasional, yang ber Lokasi di Jl. Abe Pantai, Tanah Hitam, Kelurahan Asano, Jayapura Selatan, Kota Jayapura

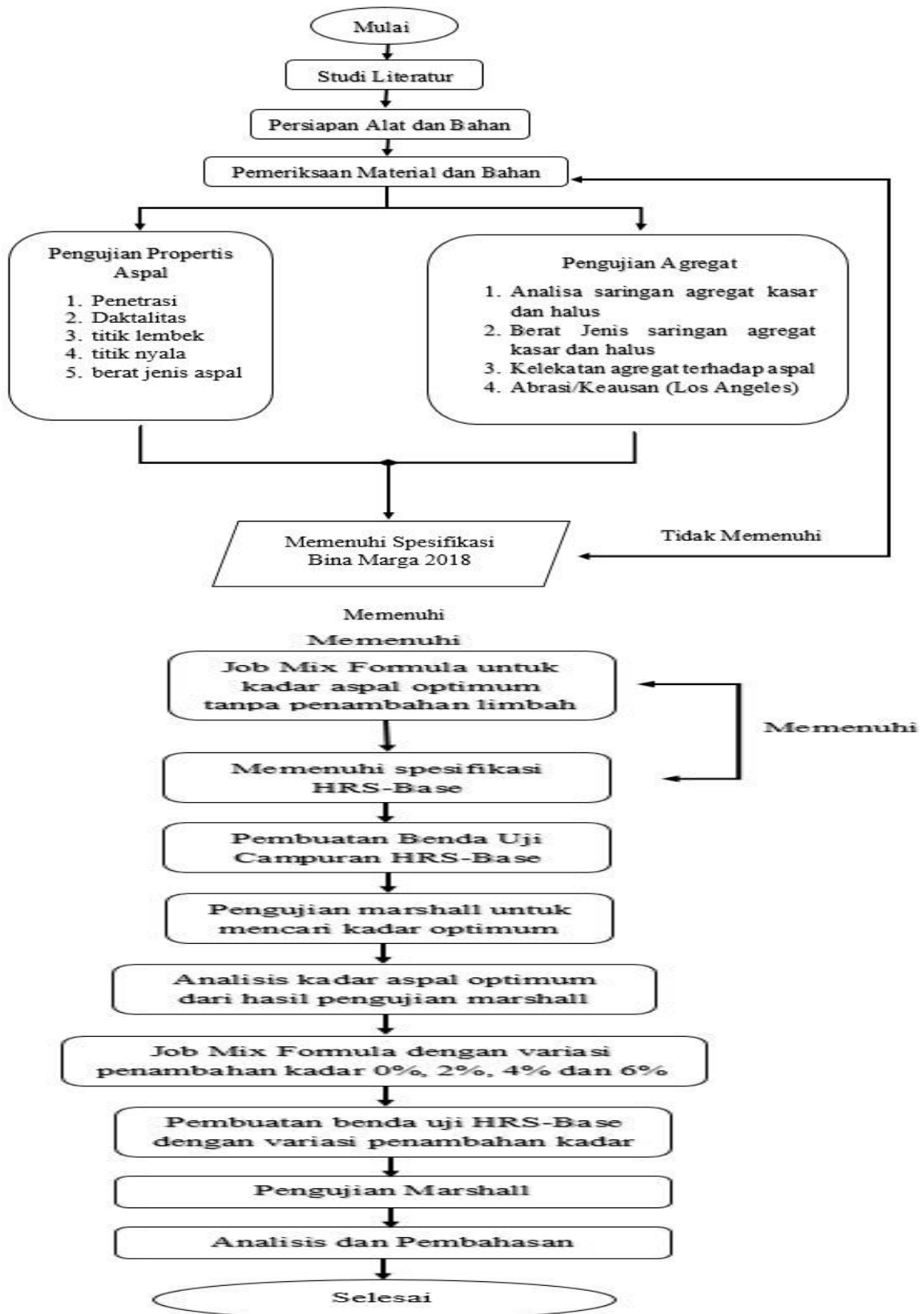
### **3.3 Variabel Penelitian**



**Gambar 5 Variabel Penelitian (Data Pribadi, 2023)**

Variabel penelitian digunakan untuk mengetahui sifat dari pengujian berupa mengetahui campuran benda uji, pengujian – pengujian yang dilakukan dan kontrol dari pengujian.

### 3.4 Bagar Alir Penelitian



Gambar 6 Bagan Alir Penelitian (Data Pribadi, 2023)

## 4 Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Pengujian Propertis Aspal

**Tabel 7 Hasil Pengujian Propertis Aspal (Data Pribadi, 2023)**

No	Nama Pengujian	Persyaratan	Hasil	Satuan
1	Penetrasi	60 - 70 mm	64	mm
2	Daktalitas	$\geq 100$ cm	150	cm
3	Titik Lembek	$\geq 48$ °C	52	°C
4	Titik Nyala dan Titik Bakar	$\geq 232$ °C	254	°C
5	Berat Jenis Aspal	$\geq 1,0$ gram/ml	1,041	gram/ml

1. Pengujian Penetrasi

Pada pengujian penetrasi yang dilakukan sebanyak 3 kali pengujian, maka nilai rata – rata yang diperoleh yaitu sebesar 64 mm. Berdasarkan nilai tersebut maka dapat disimpulkan bahwa aspal miyak pertamina yang dipakai termasuk kedalam jenis aspal penetrasi 60/70.

2. Pengujian Daktalitas

Pada pengujian daktalitas yang dilakukan sebanyak 3 kali, maka nilai rata – rata yang di dapatkan dari 3 sampel pengujian daktalitas sebesar 150 cm. Pengujian ini masuk dalam persyaratan spesifikasi dengan nilai persyaratan  $\geq 100$  cm.

3. Pengujian Titik Lembek

Pada pengujian titik lembek, mendapatkan hasil pengujian nilai rata – rata 52°C. Pengujian ini masuk dalam persyaratan spesifikasi dengan nilai persyaratan  $\geq 48$ °C.

4. Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar

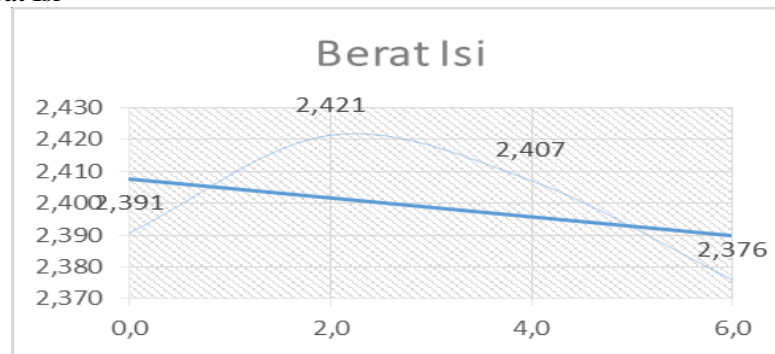
Pada pengujian titik nyala dan titik bakar hasil dari 2 pengamatan menunjukkan nilai rata – rata 254°C. Dan dinyatakan lolos spesifikasi Bina Marga  $\geq 232$  °C.

5. Pengujian Berat Jenis

Pada pengujian berat jenis aspal nilai yang di hasilkan sebesar 1,041 gram/ml dengan nilai ini dinyatakan lolos spesifikasi Bina Marga sebesar  $\geq 1,0$  gram/ml.

**4.2 Hasil Pengujian Marshall Perendaman Air Laut**

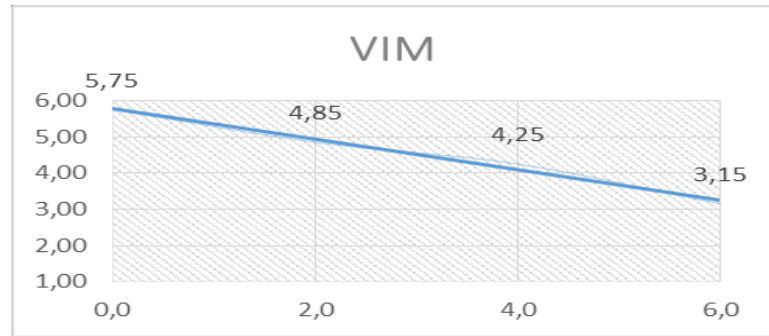
1. Berat Isi



**Gambar 5 Grafik Berat Isi Perendaman Air Laut (Data Pribadi, 2023)**

Dari hasil pengujian marshall, bisa diketahui nilai dari berat isi campuran aspal dari kadar karet ban yaitu : 0% 2,391 , 2% 2,421, 4% 2,407, dan 6% 2,376

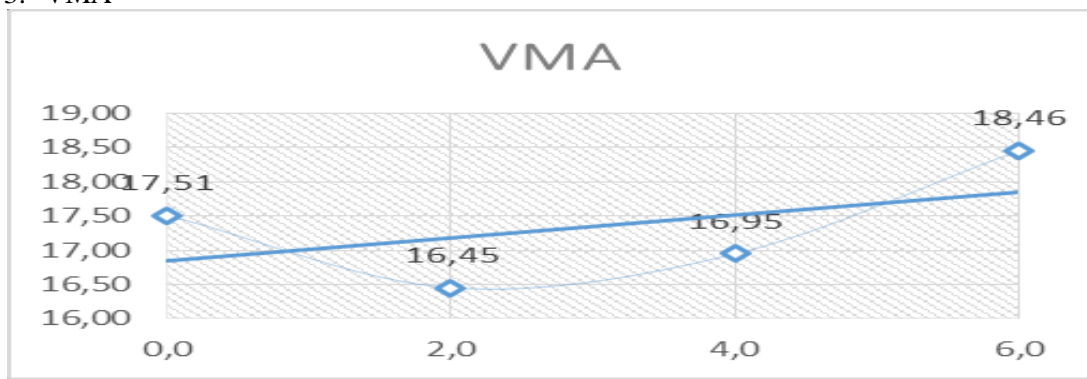
2. VIM



**Gambar 7 Grafik Hasil Pengujian VIM Perendaman Air Laut (Data Pribadi, 2023)**

Dari hasil pengujian marshall, bisa diketahui nilai dari VIM campuran aspal dari kadar karet ban yaitu : 0% 5,75 , 2% 4,85 , 4% 4,25 dan 6% 3,15

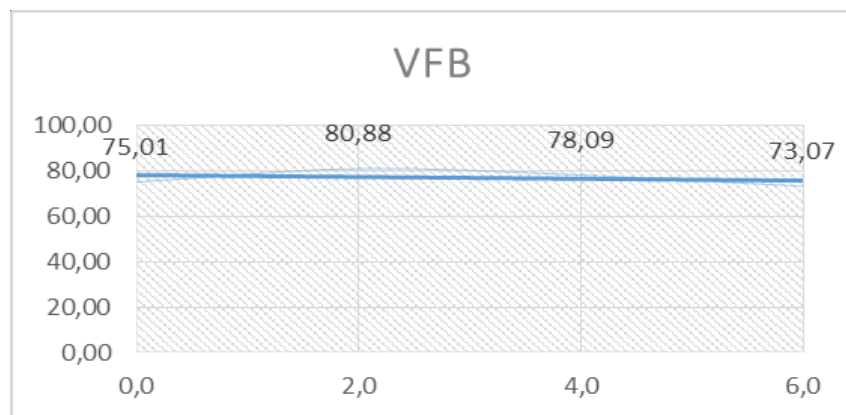
3. VMA



**Gambar 8 Grafik Hasil Pengujian VMA Perendaman Air Laut (Data Pribadi, 2023)**

Dari hasil pengujian marshall, bisa diketahui nilai dari VMA campuran aspal dari kadar karet ban yaitu : 0% 17,51 , 2% 16,45 , 4% 16,95 dan 6% 18,46

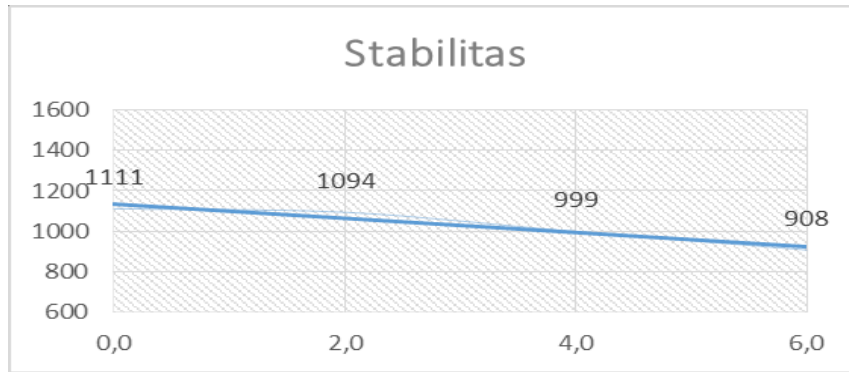
4. VFB



**Gambar 9 Grafik Hasil Pengujian VFB Perendaman Air Laut (Data Pribadi, 2023)**

Dari hasil pengujian marshall, bisa diketahui nilai dari VMB campuran aspal dari kadar karet ban yaitu : 0% 75,01 , 2% 80,88 , 4% 78,09 dan 6% 73,07

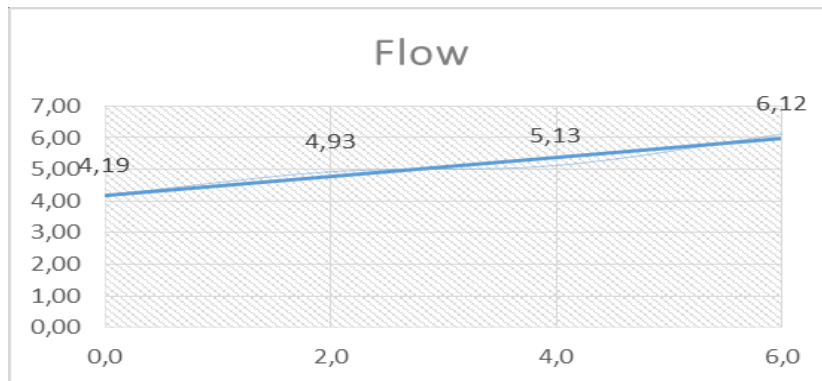
5. Stabilitas



**Gambar 10 Grafik Hasil Pengujian Stabilitas Perendaman Air Laut (Data Pribadi, 2023)**

Dari hasil pengujian marshall, bisa diketahui nilai dari Stabilitas campuran aspal dari kadar karet ban yaitu : 0% 1111 , 2% 1094 , 4% 999 dan 6% 908

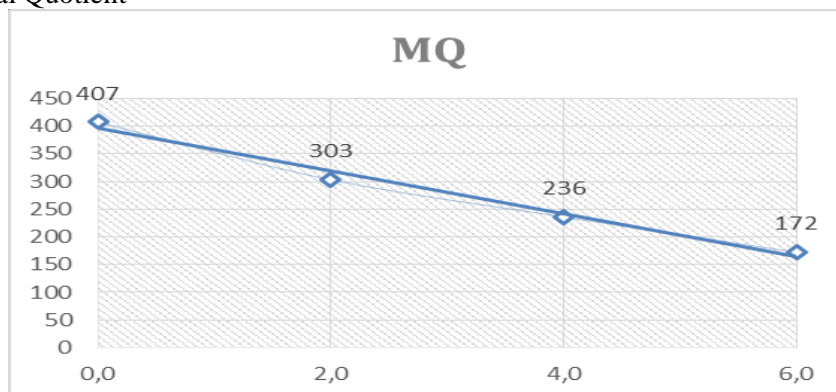
6. *Flow*



**Gambar 11 Grafik Hasil Pengujian *Flow* Perendaman Air Laut (Data Pribadi, 2023)**

Dari hasil pengujian marshall, bisa diketahui nilai dari *Flow* campuran aspal dari kadar karet ban yaitu : 0% 4,19 , 2% 4,93 , 4% 5,13 dan 6% 6,12

7. Marshal Quotient

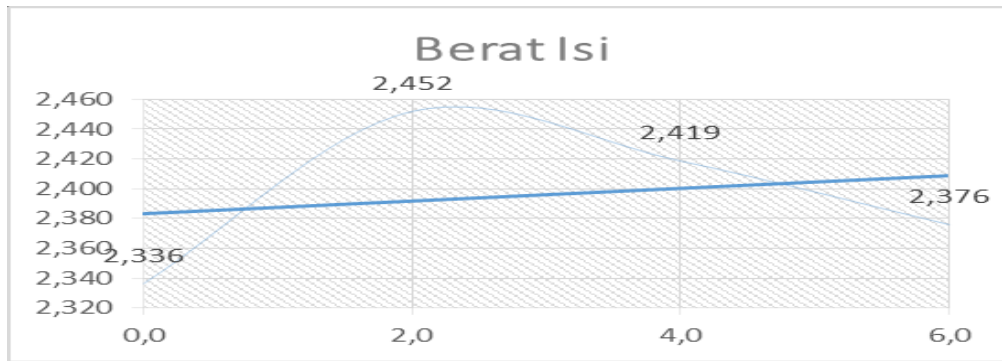


**Gambar 12 Grafik Hasil Pengujian Marshal Quotient Perendaman Air Laut (Data Pribadi, 2023)**

Dari hasil pengujian marshall, bisa diketahui nilai dari MQ campuran aspal dari kadar karet ban yaitu : 0% 407, 2% 303 , 4% 236 dan 6% 172

**4.3 Hasil Pengujian Marshall Tanpa Perendaman Air Laut**

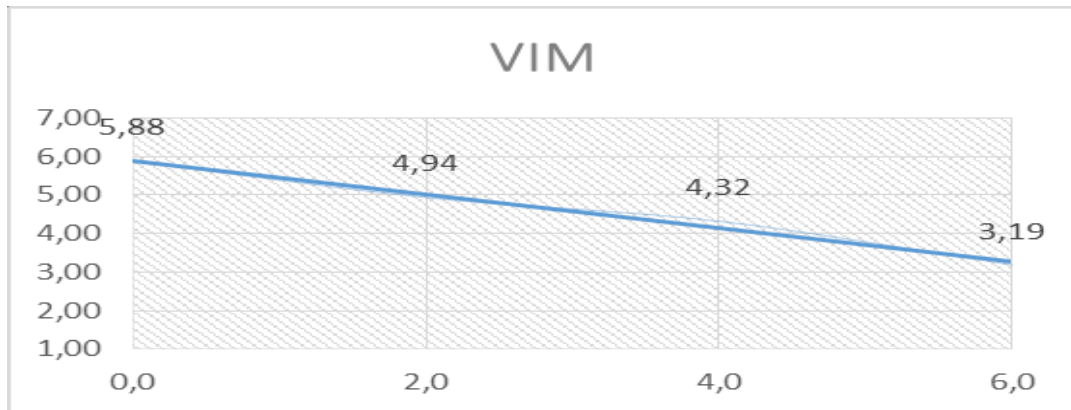
1. Berat Jenis



**Gambar 13 Grafik Hasil Pengujian Berat Isi (Data Pribadi, 2023)**

Dari hasil pengujian marshall, bisa diketahui nilai dari berat isi campuran aspal dari kadar karet ban yaitu : 0% 2,336 , 2% 2,452 , 4% 2,419 dan 6% 2,376

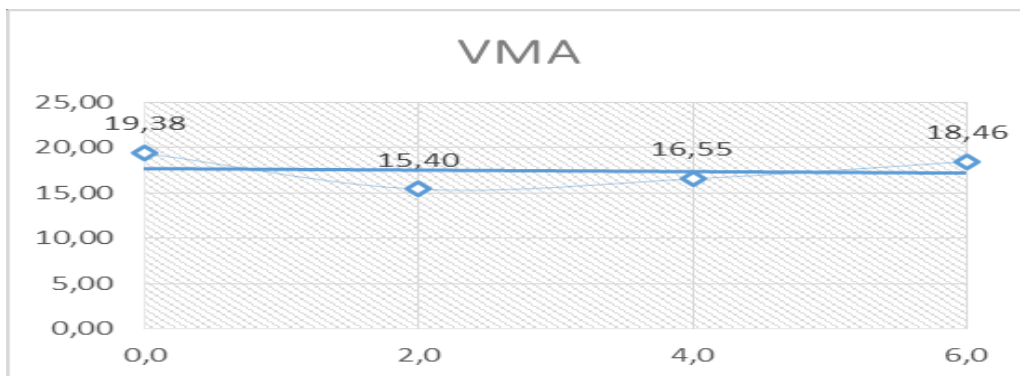
## 2. VIM



**Gambar 14 Grafik Hasil Pengujian VIM (Data Pribadi, 2023)**

Dari hasil pengujian marshall, bisa diketahui nilai dari VIM campuran aspal dari kadar karet ban yaitu : 0% 5,88 , 2% 4,94, 4% 4,32 dan 6% 3,19

## 3. VMA

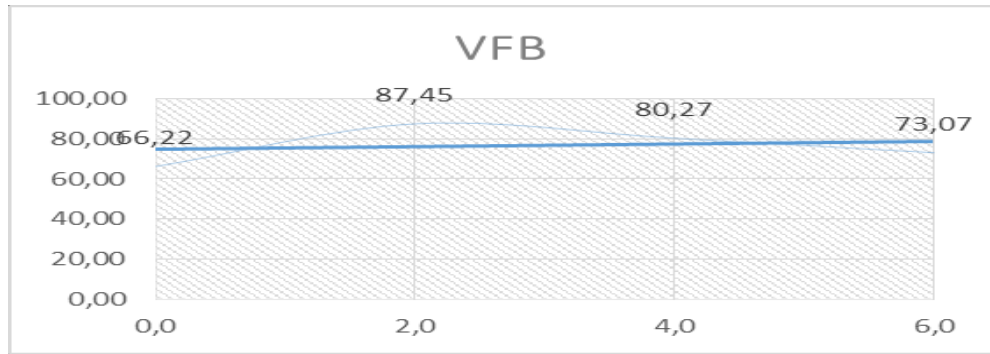


**Gambar 15 Grafik Hasil Pengujian VMA (Data Pribadi, 2023)**

Dari hasil pengujian marshall, bisa diketahui nilai dari VMA campuran aspal dari kadar karet ban yaitu : 0% 19,38 , 2% 15,40, 4% 16,55 dan 6% 18,46

## 4. VFB

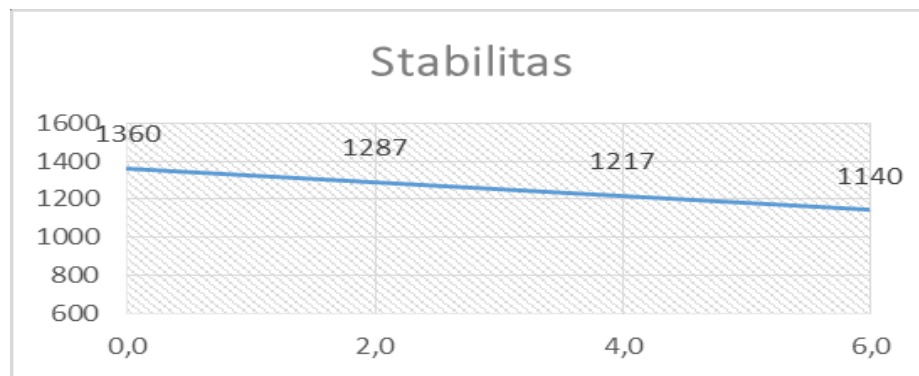




**Gambar 16 Grafik Hasil Pengujian VFB (Data Pribadi, 2023)**

Dari hasil pengujian marshall, bisa diketahui nilai dari VFB campuran aspal dari kadar karet ban yaitu : 0% 66,22 , 2% 87,45, 4% 80,27 dan 6% 73,07

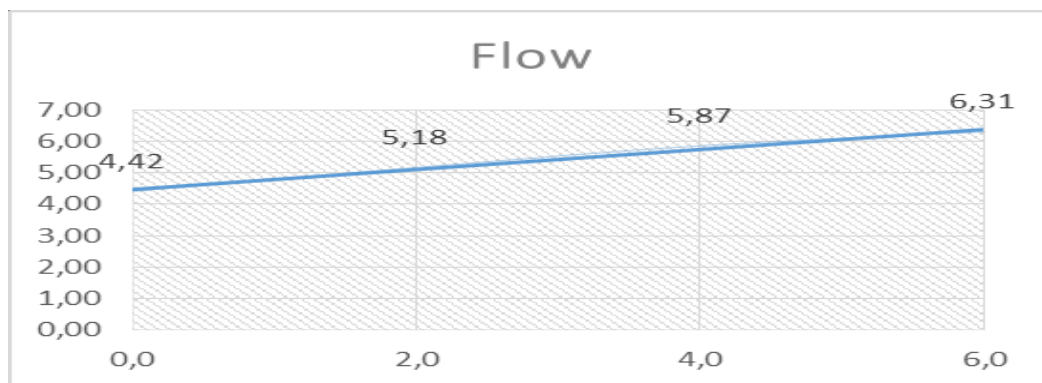
5. Stabilitas



**Gambar 17 Grafik Hasil Pengujian Stabilitas (Data Pribadi, 2023)**

Dari hasil pengujian marshall, bisa diketahui nilai dari *Flow* campuran aspal dari kadar karet ban yaitu : 0% 1360 , 2% 1287, 4% 1217 dan 6% 1140

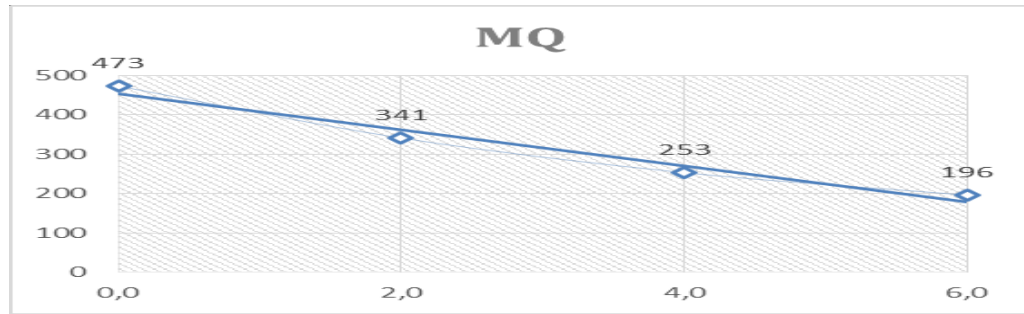
6. *Flow*



**Gambar 18 Grafik Hasil Pengujian *Flow* (Data Pribadi, 2023)**

Dari hasil pengujian marshall, bisa diketahui nilai dari *Flow* campuran aspal dari kadar karet ban yaitu : 0% 4,42 , 2% 5,18, 4% 5,87 dan 6% 6,31

7. Marshall Quotient



**Gambar 19 Grafik Hasil Pengujian Marshal Quotient (Data Pribadi, 2023)**

Dari hasil pengujian marshall, bisa diketahui nilai dari *Flow* campuran aspal dari kadar karet ban yaitu : 0% 473, 2% 341, 4% 253 dan 6% 196

#### 4.4 Pembahasan Pengujian Marshall

1. Pembahasan Perendaman Air Laut
- 2.

**Tabel 8 Hasil Pengujian Marshall Perendaman Air Laut (Data Pribadi, 2023)**

SIFAT-SIFAT CAMPURAN		HASIL	SPESIFIKASI
Berat isi Campuran	Ton/m <sup>3</sup>	2,421	-
Total kadar Aspal	%	6	-
Kadar Aspal Efektif	%	5,492	Min. 5,5
Penyerapan Aspal	%	0,635	-
Jumlah tumbukan per bidang	kali	50	50
Rongga dalam Campuran ( VIM )	%	5,75	4,0 - 6,0
Rongga dalam Agregat ( VMA )	%	18,46	Min. 17
Rongga terisi Aspal ( VFB )	%	80,88	Min. 68
Stabilitas Marshall	kg	1111	Min. 600
Kelelahan ( Flow )	mm	6,12	-
Marshall Quotient	Kg/mm	407	Min. 250

Dari data yang didapatkan diatas, maka pengujian penambahan limbah ban dalam bekas dengan perendaman air laut terhadap lapisan HRS-Base, memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2018, Revisi 2.

3. Pembahasan Tanpa Perendaman Air Laut

**Tabel 9 Hasil Pengujian Marshall (Data Pribadi, 2022)**

SIFAT-SIFAT CAMPURAN		HASIL	SPESIFIKASI
Berat isi Campuran	Ton/m <sup>3</sup>	2,452	-
Total kadar Aspal	%	6	-
Kadar Aspal Efektif	%	5,488	Min. 5,5
Penyerapan Aspal	%	0,365	-
Jumlah tumbukan per bidang	kali	50	50
Rongga dalam Campuran ( VIM )	%	5,88	4,0 - 6,0
Rongga dalam Agregat ( VMA )	%	19,38	Min. 17
Rongga terisi Aspal ( VFB )	%	87,45	Min. 68
Stabilitas Marshall	kg	1360	Min. 600
Kelelahan ( Flow )	mm	6,31	-
Marshall Quotient	Kg/mm	473	Min. 250

Dari data yang didapatkan diatas, maka pengujian penambahan limbah ban dalam bekas terhadap lapisan HRS-Base, memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2018, Revisi 2.

## 5 Penutup

### 5.1 Kesimpulan

1. Hasil dari pengujian menyimpulkan bahwa penambahan limbah karet ban dalam pada perendaman air laut akan mengalami penurunan nilai marshall yang cukup rendah.
2. Dari hasil pengujian marshall terhadap campuran aspal dengan penambahan potongan limbah ban dalam bekas kendaraan bermotor, disimpulkan sampel yang direndam air laut mengalami penurunan nilai stabilitas 0,14%, dimana nilai stabilitas paling rendah 908 Kg di kadar karet ban 6% dan nilai *Flow* paling tinggi 6,12 mm. meskipun nilai stabilitasnya menurun namun masih masuk dalam spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi 2 yaitu 600 Kg.
3. Hasil pengujian Marshall dari sampel yang tanpa perendaman menghasilkan nilai stabilitas yang lebih baik dari pada perendaman air laut dengan nilai stabilitas terkecil 1140 kg untuk kadar aspal 6% dan tertinggi 1360 kg untuk kadar 0%. Akan tetapi nilai *Flow* masih meningkat dengan nilai tertinggi 6,31 mm untuk kadar 6% dan terenda 4,42 mm untuk kadar 0%. Memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi 2.

### 5.2 Saran

1. Agar dilakukan penelitian selanjutnya tentang variasi kadar waktu perendaman air laut terhadap campuran aspal dengan penambahan karet ban dalam bekas kendaraan bermotor.
2. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat melakukan pengujian propertis terhadap karet ban dalam kendaraan.

### Daftar Pustaka

- (562-570) ISSN: 2337-6732. George Stefen Muaya, Oscar.H.Kaseke, Mecky.R.E.Manoppo. "Pengaruh Terendamnya Perkerasan Aspal Oleh Air Laut Yang Ditinjau Terhadap Karakteristik Marshall," Jurnal Sipil Statik Vol.3 No.8 Agustus 2015
- Agung Hari Prabowo. "Pengaruh Rendaman Air Laut Pasang (Rob) Terhadap Kinerja Laston (Hrs-Wc) Berdasarkan Uji Marshall Dan Uji Durabilitas Modifikasi," PILAR Volume 12, Nomor 2, September 2003, Alumnus S2 – MTS UNDIP
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 2014. Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan Tahun 2010 Revisi 3. Jakarta: Ditjen Bina Marga Kementerian PU.
- Direktorat Jendral Bina Marga, "Spesifikasi Umum 2018 (Revisi 2)," PU, Jakarta, 2019.
- Fauzi Satyagraha. "Pengaruh Penambahan Limbah Ban Dalam Bekas Kendaraan Dan Filler Limbah Karbit Pada Laston (Ac-Bc) Terhadap Karakteristik Marshall," Universitas Negeri Yogyakarta, 2018
- Gito Sugiyanto. "Kajian Karakteristik Campuran Hot Rolled Asphalt Akibat Penambahan Limbah Serbuk Ban Bekas," Jurnal Teknik Sipil, Volume 8 No. 2, Pebruari 2008 : 91 – 104
- Hariman Al FaritzieHijriah, Zuul Fitriana Umari, Ricardo Panjaitan. "Analisis Kadar Optimum Serbuk Karet Ban Dalam Bekas Pada Campuran Aspal," Tapak Vol.11 No. 1, November 2021
- Ilham Saputra Prayogi, Salonten dan Ina Elvina. "Karakteristik Pemanfaatan Penggunaan Ban Dalam Kendaraan Bekas Roda Empat Terhadap Campuran Laston," Jurnal Kacapuri Jurnal Keilmuan Teknik Sipil Volume 4 Nomor 2 Edisi Desember 2021
- Meggie Huwae Oscar H. Kaseke, Theo K. Sendow. "Kajian Kinerja Campuran Lapis Pondasi Jenis Lapis Tipis Aspal Beton-Lapis Pondasi (Hrs-Base) Bergradasi Senjang Dengan Jenis Lapis Aspal Beton-Lapis Pondasi (Ac-Base) Bergradasi Halus," Jurnal Sipil Statik Vol.3 No.3 Maret 2015 (183-189) Issn: 2337-6732
- Pd 05 - 2018- B, Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil. "Perancangan Dan Pelaksanaan Campuran Beraspal Panas Bergradasi Menerus (Laston) Menggunakan Slag," SE Menteri PUPR Nomor : 14/SE/M/2019 Tanggal : 11 September 2019
- p-ISSN : 2580-4057/ e-ISSN : 2597-7261. Parada Afkiki Eko Saputra, Miska Apulina Sembiring. "Analisa Campuran Hrs-Base Pada Aspal Penetrasi 60/70 Dengan Tambahan Lateks," Juitech / Vol.4 / No.1 / April 2020
- Yoice Martina Paweka. Pemerintah Daerah Tingkat I Propinsi Papua, Jl. Soa Siu Dok II Jayapura – Papua, "Analisis Natrium dalam Air Laut Di Sekitar Pesisir Pantai Papua dengan Metode Spektroskopi Serapan Atom," I J A S Vol. 7 |Nomor 2 Edisi Agustus 2017