

Analisa Pengaruh Perendaman Campuran Buton Granular Aspal (BGA) Menggunakan Air Laut, Air Payau Dan Air Tawar Terhadap Karakteristik *Marshall Test*

*Laswar Gombilo Bitu¹, Larasati²

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Dayanu Iksanuddin, Indonesia

*laswarbitu@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh campuran aspal BGA terhadap perendaman air laut, air payau dan air tawar terhadap konstruksi perkerasan jalan yang di nilai karakteristik Marshall. Metode dalam penelitian ini yaitu dengan melakukan perendaman aspal selama 24 jam dengan menggunakan air laut, air payau dan air tawar. Dengan bahan-bahan yang digunakan untuk campuran aspal panas seperti agregat kasar, agregat halus, filler, modifier dan aspal sebagai bahan pengikat harus sesuai dengan spesifikasi dan beragam pengujian yang telah dilakukan. Hasil pengujian Marshall test pada 3 jenis perendaman air laut, air payau dan air tawar dapat di ketahui bahwa nilai stabilitas yang tertinggi yaitu pada perendaman air payau dengan nilai 3259 kg, dan pada Marshall Quotion (MQ) air payau juga mendapat nilai tertinggi yaitu 821,30 kg. Dapat di simpukan dari hasil interpolasi kadar garam yang di gunakan pada air payau sebesar 0,32 % menyebabkan nilai stabilitas yang tinggi jika di atas 0,32% maka nilai stabilitasnya akan terus menurun. Sedangkan nilai flow, VIM (Voids in the mix) dan VFA (Voids filled with asphalt) tidak memenuhi Spesifikasi.

Kata kunci : Air laut, Air Payau, Air Tawar, Marshall Test, Buton Granular Aspal

Pendahuluan

Indonesia sebagai salah satu negara penghasil aspal alam, tepatnya Pulau Buton, Sulawesi Tenggara, merupakan penghasil terbesar dengan jumlah ±662 juta ton. BGA adalah produk aspal alam yang telah di proses sedemikian rupa sehingga bitumennya keluar permukaan bitumen. BGA mengandung kurang lebih 20-25% bitumen dan berbentuk butiran halus. Keunggulan BGA yaitu kadar aspal lebih tinggi, kadar air konstanta di bawah 2% serta dapat digunakan sebagai additive maupun sebagai substitusi aspal.

Berdasarkan pemikiran tersebut dapat dilihat bahwa genangan air sering menjadi masalah pada konstruksi perkerasan jalan, itu sebabnya saya ingin melakukan penelitian secara khusus mengenai " **Analisa Pengaruh Perendaman Campuran Buton Granular Aspal (BGA) Menggunakan Air Laut, Air Payau Dan Air Tawar Terhadap Karakteristik *Marshall Test***"

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini antara lain :

a. Mengetagui mendapatkan gambaran seberapa besar pengaruh genangan air laut,

air payau dan air tawar terhadap konstruksi jalan.

b. Sebagai bahan referensi atau pertimbangan dalam penanganan masalah jalan di daerah yang sering terjadi genangan air.

1. *Buton Granular Asphalt* (BGA)

Buton Granular Asphalt atau BGA adalah salah satu produk aspal alam yang ditemukan di Pulau Buton, Sulawesi Tenggara. Aspal ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan tambah maupun bahan inti pada perkerasan jalan di Indonesia. Pemanfaatan dan penggunaannya juga diharapkan dapat meningkatkan produksi pada perusahaan penambang yang ada di Pulau Buton

BGA mengandung kurang lebih 25-30% bitumen. Dan memiliki butiran halus yang ukuran maksimumnya 1.2 mm (lolos saringan #16). Di dalam Asbuton terdapat dua jenis unsur utama, yaitu aspal (bitumen) dan mineral. Asbuton memiliki stabilitas yang lebih tinggi dan juga lebih tahan retak akibat cuaca maupun lingkungan. Asbuton juga memiliki produk samping dengan manfaat besar seperti *high oil*, bentonit, mineral (fosfat dan kapur).Spesifikasi BGA dapat di lihat pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Spesifikasi BGA

No	Spesifikasi	
1	Bentuk	Powder halus
2	Kadar Aspal	25% - 30%
3	Mineral <i>Filler</i>	70% - 75% (Lime stone)
4	Kadar Air	2%

2. Jenis Air Perendaman

a. Air Laut

Air laut adalah air yang berasal dari Samudera yang memiliki kadar garam rata-rata 3,5%, artinya dalam 1 liter (1000 mL) air laut terdapat 35 gram garam. Walaupun kebanyakan air laut di dunia memiliki kadar garam 3,5% air laut juga berbeda beda kandungan garamnya. Yang paling tawar adalah di Timur Teluk Finlandia dan di Utara Teluk Bothia dan yang paling asin adalah di Laut Merah.

b. Air payau

Air payau adalah campuran antara air tawar dan air laut (air asin). Jika kadar gram yang di kandung dalam satu liter air adalah 0,5 sampai 30 gram, maka air ini disebut payau, namun jika lebih disebut air asin. Data keasian air laut dapat di lihat pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Tabel keasian air

Keasian air berdasarkan presentase (semua garam yang terlarut)			
Air tawar	Air payau	Air asin atau Air laut	Air garam
< 0.05 %	0.05-3%	3-5 %	>5%

c. Air Tawar

Air tawar adalah air yang tidak berasa dan lawan dari air asin, merupakan air yang tidak mengandung banyak larutan garam dan larutan mineral di dalamnya.

3. Bahan Campuran Beraspa

a. Agregat

Agregat merupakan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lain, baik yang berasal dari alam maupun batuan yang berbebtuk mineral padat berupa ukuran besar maupun kecil.

1) Agregat Kasar, yaitu batuan yang tertahan pada saringan No. 8 (2,36 mm), agregat kasar dalam campuran akan berfungsi memberikan stabilitas campuran dengan cara saling mengunci dari masing-masing artikel agregat kasar, dibawah ini tabel persyaratan kualitas

agregat kasar yang bersumber dari Bina Marga 1987. Persyaratan kualitas agregat dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Persyaratan kualitas agregat kasar

Jenis pemeriksaan	Cara pemeriksaan	Persyaran	Satuan
1	Tingkat keausan dengan mesin <i>los angeles</i>	PB-0202-76	≤ 40 %
2	Kelakuan terhadap aspal	PB-0205-76	≥ 95 %
3	Penyerapan terhadap air	PB-0202-75	≤ 3 %
4	Berat jenis semu	PB-0202-76	2,5 -
5	Berat jeis kering permukaan jenuh	PB-0202-76	2,5 -
6	Tingkat keawetan (<i>Soundness</i>)	PB-0202-76	≤ 12 %

2) Agregat Halus, adalah batuan yang lolos saringan No. 8 (2,36 mm) dan tertahan saringan No. 200 (0,075 mm). Fungsi utama agregat halus dalam campuran adalah untuk menambah stabilitas campuran dengan memperkokoh sifat saling mengunci dari agregat kasar. Ketentuan agregat halus dapat di lihat pada Tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4. Ketentuan Agregat Halus

No	Jenis pemeriksaa n	Cara pemeriksa an	Persyaran	Satuan
1	Berat jenis semu	PB-0202-07	≥ 2,5	-
2	Penyerapan terhadap air	PB-0202-07	≤ 3	%
3	Nilai <i>sand equivalent</i>	PB-0202-07	≥ 50	%

3) Agregat pengisi (*filler*) adalah material yang lolos saringan No. 200 (0,075 mm) *Filler* bisa berupa semen Portlan, debu batu, batu kapur dan lain sebagainya. *Filler* berfungsi mengisi rongga dalam campuran dan meningkatkan kerapatan dan stabilitas campuran.

4. Aspal

Aspal adalah suatu cairan kental yang merupakan senyawa hidrokarbon dengan sedikit mengandung sulfur, oksigen dan klor yang berwarna hitam kecoklatan. Aspal akan mencair

jika di panaskan sampai temperatur tertentu, dan kembali membeku jika temperatur turun. Bersama dengan agregat, aspal merupakan material pembentuk campuran perkerasan jalan. Ketentuan untuk Aspal keras dapat di lihat pada Aspal terbuat dari minyak mentah, melalui proses penyulingan atau dapat ditemukan dalam kandungan alam sebagai bagian dari komponen alam yang di temukan bersama sama material lain. Aspal dapat pula di artikan sebagai bahan pengikat pada campuran beraspal yang terbentuk dari senyawa-senyawa kompleks ketentuan aspal keras dapat di lihat Tabel 5 sebagai berikut:

Tabel 5. Ketentuan untuk Aspal Keras

No	Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Aspal Pen. 60/70
1.	Penetrasi, 25°C; (0,1 mm)	SNI 2456:2011	60 – 70
2.	Viskositas Kinematis 135°C	ASTM D2170-10	≥ 300
3.	Titik Lembek (°C)	SNI 2434:2011	≥ 48
4.	Daktalitas pada 25°C, (cm)	SNI 2432:2011	≥ 100
5.	Titik nyala (°C)	SNI 2433:2011	≥ 232
6.	Kelarutan dalam Trichloroethylen e (%)	AASHTO T44-14	>99
7.	Berat Jeni	SNI 2441:2011	≥1
8.	Kadar Parafin Lilin (%)	SNI 03-3639-2002	≤2

5. Modifier

Penggunaan bahan peremaja (*modifier*) bertujuan untuk mengaktifkan kembali bitumen yang terkandung dalam partikel Asbuton agar menjadi lembek atau paling tidak dapat menyamai aspal minyak penetrasi 60/70. Sehingga dapat berfungsi sebagai perekat yang tahan lama (awet) dan tidak getas. (Gompul Dairi, 1991, h. 11).

Bahan peremaja (*modifier*) adalah bahan yang digunakan untuk meremajakan dan melunakkan bitumen dalam Asbuton. Bahan peremaja (*modifier*) yang digunakan pada penelitian ini adalah *modifier* aspal Buton.

Suatu syarat bahan tambah (*modifier*) aspal agar dapat berdaya guna, maka bahan tersebut harus memenuhi kriteria sebagai berikut :

- 1) Dapat meningkatkan mutu aspal

- 2) Mudah penggunaannya
- 3) Mudah bercampur dengan aspal
- 4) Mudah diperolehnya
- 5) Murah harganya
- 6) Tahan terhadap temperatur campuran
- 7) Tidak memerlukan alat tambah yang rumit.

6. Gradasi

Gradasi adalah distribusi dari variasi ukuran butir agregat. Gradasi agregat berpengaruh pada besarnya rongga dalam campuran dan menentukan *workabilitas* (kemudahan dalam pekerjaan) serta stabilitasi campuran. Gradasi agregat ditentukan dengan cara analisa saringan, dimana sampel agregat harus melalui satu set saringan. Seluruh spesifikasi perkerasan mensyaratkan bahwa partikel agregat harus berada dalam rentang ukuran tertentu dan untuk masing-masing ukuran partikel harus dalam proporsi tertentu. Distribusi dari variasi ukuran butir agregat ini disebut gradasi agregat. Gradasi agregat dapat dibedakan menjadi :

- 1) Gradasi seragam yaitu agregat dengan ukuran yang hampir sama/sejenis atau mengandung agregat halus yang sedikit jumlahnya sehingga tidak dapat mengisi rongga antar agregat.
- 2) Gradasi rapat yaitu agregat kasar dan halus dalam porsi yang seimbang.
- 3) Gradasi senjang yaitu gradasi agregat yang tidak memenuhi dua kategori di atas, umumnya digunakan untuk lapisan perkerasan lentur dengan satu fraksi hilang atau satu fraksi sedikit.

7. Karakteristik Marshall

Nilai satabilitas yang terlalu tinggi menyebabkan beton aspal terlalu kaku mudah mengalami retak bila menerima beban. Sebaliknya bila nilai stabilitas terlalu rendah beton aspal akan mudah mengalami *rutting* oleh beban laulintas. Bina Marga (1983) memberikan persyaratan nilai stabilitas beton aspal untuk lalu lintas berat minimal 550 kg.

8. Uji Marshall

Menurut Sukirman (2003), metode campuran yang paling banyak dipegunakan di Indonesia saat ini adalah metode rancangan campuran berdasarkan pengujian empiris, yaitu dengan menggunakan alat *Marshall*.

a. Stabilitas

Pengujian stabilitas merupakan kemampuan benda uji menerima beban sampai terjadi kelelahan plastis. Nilai stabilitas dapat diperoleh dari hasil pembacaan dial pada alat pengujian *Marshall* dan kemudian data hasil pengujian harus dikalikan dengan kalibrasi alat dan faktor koreksi benda uji.

b. Kelelahan (*Flow*)

Flow Kelelahan plastis adalah besarnya deformasi vertikal dari campuran akibat beban yang bekerja padanya mulai awal pembebanan sampai kondisi kestabilan menurun, penguran nilai *flow* dilakukan bersamaan dengan pengukuran nilai stabilitas *marshall*.

c. Kepadatan (*Density*)

Density adalah tingkat kerapatan setelah campuran dipadatkan, *density* dipengaruhi oleh gradasi campuran, jenis dan kualitas bahan, kadar aspal kekentalan aspal jumlah dan suhu pemadatan.

d. Rongga Dalam Campuran (VIM)

Rongga dalam campuran atau *Void In Mix* (VIM) adalah presentase rongga udara yang ada terhadap volume pada satu campuran. Selanjutnya Sukirman menyatakan banyaknya pori yang berada dalam beton aspal padat adalah banyaknya pori di antara butir-butir agregat yang di selimuti aspal. Roangga dalam campuran dinyatakan dalam persen terhadap volume beton aspal.

e. Rongga Dalam Mineral Agregat (VMA)

Rongga dalam mineral agregat atau rongga butiran agregat adalah volume rongga yang terdapat diantara partikel agregat suatu campuran perkerasan yang telah dipadatkan, yaitu rongga udara dan volume kadar aspal efektif, yang dinyatakan dalam persen terhadap volume total benda uji

f. Rongga Terisi Aspal (VFA)

Rongga terisi aspal atau *Void Filled by Asphalt* (VFA) merupakan presentase rongga dalam agregat padat yang terisi aspal. VFA yang terlalu tinggi dapat menyebabkan aspal naik kepermukaan campuran bersifat *porus* dan mudah teroksidasi (Robert et al, 1991). Sukirman menyebutkan presentase pori antara butir agregat yang berisi aspal .

g. *Marshall Quontient* (MQ)

Marshall Quontient adalah perbandingan nilai stabilitas dan *flow*. Nilai stabilitas *Marshall* yang tinggi dan *flow* yang rendah menunjukkan campuran aspal beton yang kaku, sehingga bila menerima beban mudah retak

Metodologi Penelitian

1. Tujuan Umum Peneitian

Pada penelitian ini aspal yang digunakan adalah aspal jenis AC 60-70, bahan-bahan yang digunakan untuk campuran aspal panas seperti agregat kasar, agregat halus, *filler*, *modifier* dan aspal sebagai bahan pengikat harus sesuai dengan spesifikasi dan beragam pengujian yang dilakukan untuk menjamin bahan yang digunakan memiliki sifat-sifat seperti yang diharapkan

2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di laboratorium Teknik Sipil Universitas Dayanu Ikhsanuddin Baubau yang beralamat d Jalan Dayanu Ikhsanudin Baubau Kelurahan Lipu Kota Baubau. Penelitian ini mulai dilaksanakan pada bulan September-Oktober 2021

Tahapan waktu penelitian disusun dalam agar penelitian tersusun dengan baik

3. Pengumpulan Bahan

Pengambilan sampel untuk agregat kasar dan agregat halus dilaksanakan secara langsung dilokasi. Hal ini dilakukan agar sampel yang diambil benar-benar langsung bersumber dari lokasi tersebut. Sampel kemudian dibawa ke Laboratorium Teknik Sipil Universitas Dayanu Ikhsanuddin untuk dilakukan pemeriksaan data-data karakteristik dan *mix design*. Lokasi pengambilan material agregat kasar dan agregat halus di Kecamatan Sorawolio Kota Baubau hasil produksi PT. Lakina Wolio..

5. Prosedur Pelaksanaan Penelitian

a. Bahan Penelitian

Bahan-bahan penelitian yang digunakan adalah :

- 1) Agregat Kasar yang bersumber dari Kecamatan Sorawolio Kota Baubau hasil produksi PT. Lakina Wolio.
- 2) Agregat Halus yang bersumber dari Kecamatan Sorawolio Kota Baubau hasil produksi PT. Lakina Wolio.

b. Pengujian Material di Laboratorium

1) Pengujian material yang dilaksanakan pada penelitian ini, meliputi pemeriksaan terhadap agregat kasar, agregat halus dan aspal dengan mengacu pada standar Departemen Pekerjaan Umum, Spesifikasi Umum Bina Marga Divisi 6 Perkerasan Aspal, 2018.

2) Pemeriksaan Agregat Kasar

Fraksi agregat kasar untuk perencanaan ini adalah agregat yang tertahan di atas saringan No. 8 (4,76 mm). Pemeriksaan laboratorium dan standar uji agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 6 berikut ini :

Tabel 6.Pemeriksaaan Agregat Standar Uji Agregat Kasar

No	Pengujian Laboratorium	Standar Uji
1	Pengujian abrasi	SNI 03-2417-2008
2	Pengujian analisa saringan	ASTM C136:2012
3	Pengujian berat jenis dan penyerapan air	SNI 03-1969-2016
4	Pengujian analisa lolos saringan No. 200	ASTM C117:2012

3) Pemeriksaan Agregat Halus

Pemeriksaan laboratorium dan standar uji agregat halus dapat dilihat pada Tabel 7 berikut ini :

Tabel 7. Pemeriksaan Laboratorium dan Standar Uji Agregat Halus

No.	Pemeriksaan Laboratorium	Standar Uji
1	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan	SNI 1970 : 2008
2	Pemeriksaan Analisa Saringan	SNI 03-1968-1990
3	Pemeriksaan Bahan Lolos 200	SNI 03-4142-1996
4	Pemeriksaan Angularitas	AASHTO TP 33

4) Pemeriksaan *Filler*

Fraksi agregat halus untuk perencanaan ini adalah agregat yang lolos saringan No. 200 (0,075 mm). Pemeriksaan laboratorium dan standar uji agregat halus dapat dilihat pada Tabel 8 sebagai berikut :

Tabel 8. Pemeriksaan Laboratorium

No	Pengujian Laboratorium	Standar Uji
1	Pengujian analisa lolos saringan No. 200	ASTM C117:2012
2	Pengujian berat jenis	SNI 03-1970-2016

5) Pemeriksaan Aspal

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal panas penetrasi 60/70. Pemeriksaan laboratorium dan standar uji aspal yang dilaksanakan dapat dilihat pada Tabel 9 sebagai berikut :

Tabel 9. Pemeriksaan Aspal

No.	Pemeriksaan Laboratorium	Standar Uji
1	Pemeriksaan Penetrasi	SNI 06-2456-2011
2	Pemeriksaan Titik Lembek	SNI 06-2434-2011
3	Pemeriksaan Daktalitas pada	SNI 06-2432-2011
4	Pemeriksaan Berat Jenis	SNI 06-2441-2011
5	Pemeriksaan Kehilangan Berat Aspal	SNI 06-2441-1991

c. *Mix Design* Campuran Aspal

1) Penentuan komposisi bahan

Metode penggabungan agregat adalah pencampuran kasar dan halus menjadi suatu campuran yang homogen dan mempunyai susunan butir yang kita harapkan atau sesuai standar spesifikasi yang disyaratkan. Sebelum melakukan pencampuran bahan-bahan campuran beraspal untuk campuran aspal dingin dan campuran aspal panas.

2) Pembuatan benda uji

Modifier yang digunakan adalah AC/Minyak Tanah dengan perbandingan 70:30. Total bitumen dalam campuran sebesar 6%, dan dengan metode campur panas hampar panas. Perencanaan benda uji dapat di lihat pada Tabel 10 sebagai berikut.

Tabel 10. Perencanaan Benda Uji

Metode	Jenis air perendaman			Total
	Laut	Payau	tawar	
Campur Panas	5	5	5	15
Hampar Panas				

Hasil Penelitian Dan Pembahasan

No Saringan	Persen Lolos Saringan	Bobot Batu Pecah			Bobot Batu Medium			Bobot Abu Batu	Total Mix	Spesifikasi	
		Batu Pecah	Batu Medium	Abu Batu	51%	44%	5%			BA	BB
ASTM	mm										
3/4"	19,1	100	100	100	51,00	44,00	5,00	100,00	100	100	
1/2"	12,7	93,00	100	100	47,43	44,00	5,00	96,43	90	100	
3/8"	9,7	79,20	88,95	88,95	40,39	39,14	4,45	83,98	77	90	
No. 4	4,76	61,75	66,35	72,70	31,49	29,19	3,64	64,32	53	69	
No. 8	2,38	49,05	49,15	52,45	25,02	21,63	2,62	49,26	33	53	
No. 16	1,18	39,20	35,35	46,10	19,99	15,55	2,31	37,85	21	40	
No. 30	0,596	31,05	25,55	39,10	15,84	11,24	1,96	29,03	14	30	
No. 50	0,29	17,30	15,20	30,75	8,82	6,69	1,54	17,05	9	22	
No. 100	0,15	10,60	10,30	23,05	5,41	4,53	1,15	11,09	6	15	
No. 200	0,075	3,35	4,15	7,50	1,71	1,83	0,38	3,91	4	9	

1. Hasil Penelitian

Dari hasil penelitian menggunakan alat Salinitas di Badan Karantina Ikan, Pengendalian Mutu Kelas II Kota Baubau maka dari sampel air laut yang di ambil di Kelurahan Waruruma. Hasil pengujian Salinitas untuk mengetahui tingkat keasaman dan kadar garam pada sampel air yang di gunakan dapat di lihat pada Tabel 11 sebagai berikut :

Tabel 11. Hasil pengujian Salinitas untuk mengetahui tingkat keasaman dan kadar garam pada sampel air yang di gunakan

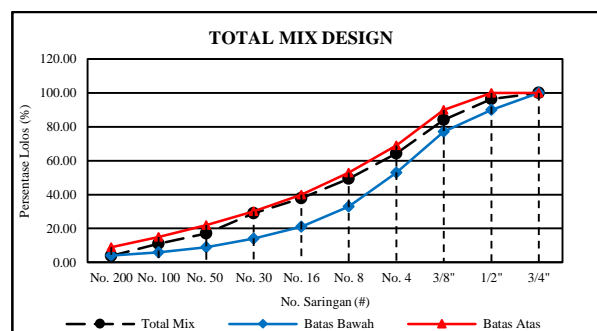
Jenis Air	Suhu	PH	Kadar Garam
Laut	25°C	5,53 %	3,34 %
Payau	26°C	5,60 %	0,32 %
Tawar	26,6°C	5,53 %	0,02 %

a. Hasil pengujian dan karakteristik agregat Pemeriksaan dan pengujian material dilakukan sesuai dengan Spesifikasi Umum 2018 Divisi 6 Perkerasan Aspal. Hasil pemeriksaan dan pengujian karakteristik agregat berdasarkan hasil analisa data dapat dilihat pada Tabel 12 sebagai berikut :

Tabel 12. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat

Jenis Pemeriksaan	Satuan	Metode Pemeriksaan	Hasil Pengujian	Spesifikasi Min Maks	
A. Course Aggregate Sorawolio					
1. Bulk	gr/cc	SNI 1969:2008	2,7	2,5	-
2. Apparent	gr/cc	SNI 1969:2008	2,9	2,5	-
3. Efektif	gr/cc	SNI 1969:2008	2,8	2,5	
4. Absorpsi	%	SNI 1969:2008	1,41	-	3
5. Bahan Lolos 200	%	SNI ASTM C117:2012	0,73	-	1
6. Abrasi dengan Mesin Los Angeles	%	SNI 2417:2008	25,95	-	40
B. Fine Aggregate Sorawolio					
1. Bulk	gr/cc	SNI 1970:2008	2,18	-	-
2. Apparent	gr/cc	SNI 1970:2008	2,26	-	-
Lanjutan Tabel 12					
3. Efektif	gr/cc	SNI 1970:2008	2,22	-	-
4. Absorpsi	%	SNI 1970:2008	0,86	-	3
5. Bahan Lolos 200	%	SNI ASTM C117:2012	0,75	-	1
C. Filler					
1. Bulk	gr/cc	SNI 1970:2008	2,10	-	-
2. Apparent	gr/cc	SNI 1970:2008	2,16	-	-

2. Mix Design Campuran Beraspal
 a. Hasil Penggabungan Agregat



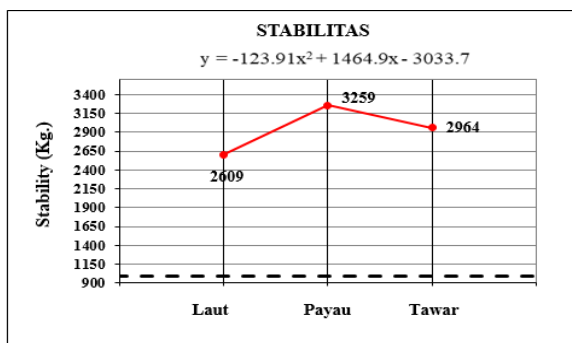
Gambar 1. Grafik Gabungan Agregat Campuran Laston Lapis Aus (AC-WC)

3. Hasil Pengujian Marshall Hasil pengujian karakteristik marshall dapat di lihat pada Tabel 13 sebagai berikut :

Tabel 13. Hasil Pengujian Karakteristik *Marshall*

Karakteristik Campuran	Variasi Jenis Perendaman Asal			Spesifikasi Bina Marga 2018
	Campur Panas		Tawar	
	Laut	Payau		
Stabilitas (kg)	2609	3259	2964	Min. 1000
Flow (mm)	4.13	4.442	5.14	02 – 04
Density (t/m ²)	2.10	2.15	2.15	
VIM (%)	8.76	6.60	6.56	03 – 05
VMA (%)	18.21	16.27	16.24	Min. 15
VFB (%)	51.95	59.49	59.74	Min. 65
MQ (kg/mm)	647.00	821.30	665.60	Min. 250

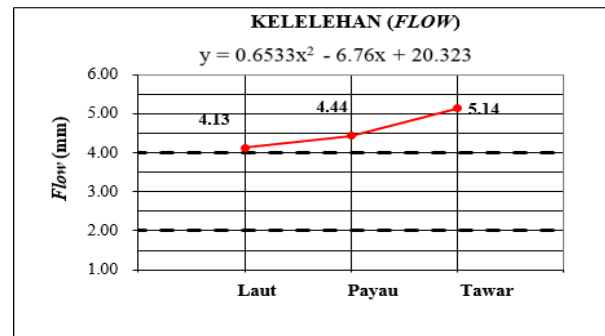
a. Tinjauan Terhadap Nilai Stabilitas



Gambar 2. Tinjauan menggunakan Variasi Jenis Perendaman air laut, air payau dan air tawar terhadap Nilai Stabilitas

Dari Gambar 2 menunjukkan nilai stabilitas terendah adalah pada perendaman menggunakan air laut yaitu sebesar 2609 kg, nilai stabilitas tertinggi adalah pada air payau yaitu sebesar 3259 kg. sedangkan nilai stabilitas dengan perendaman air tawar adalah 2964 Kg variasi perendaman di atas memenuhi spesifikasi yaitu ≥ 800 kg. Dari semua jenis perendaman yang saya gunakan yaitu air laut, air payau dan tawar memenuhi spesifikasi stabilitas karena pada semua jenis air perendaman yang digunakan tidak terlalu berpengaruh besar terhadap nilai stabilitas yang merupakan nilai paling utama dalam campuran beton aspal.

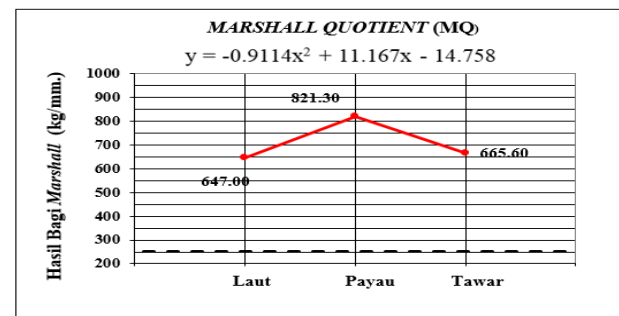
b. Tinjauan terhadap Nilai Kelelahan Plastis (*Flow*)



Gambar 3. Tinjauan menggunakan Variasi Perendaman air laut, air payau dan air tawar terhadap Nilai Kelelahan

Dari Gambar 3 menunjukkan nilai *flow* terendah adalah perendaman pada air laut yaitu 4,13mm, sedangkan *flow* pada perendaman air payau adalah 4,44 mm dan *flow* pada perendaman air tawar merupakan yang tertinggi yaitu sebesar 5,14 mm. Pada penelitian ini semua jenis perendaman tidak ada yang memenuhi Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018 yaitu antara 2 – 4 mm di karenakan pada variasi perendaman menggunakan air laut, air payau dan tawar dengan penggunaan kadar aspal 6% menyebabkan nilai kelelahan (*flow*) terlalu tinggi memeberikan ciri campuran yang plastis karena kadar aspal yang terlalu tinggi.

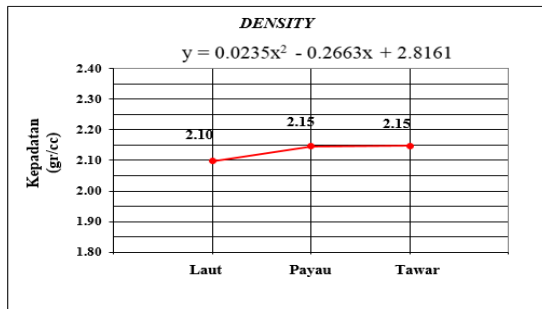
c. Tinjauan terhadap Nilai *Marshall Quotient (MQ)*



Gambar 4. Tinjauan menggunakan Variasi Perendaman air laut, air payau dan air tawar terhadap Nilai *Marshall Quotient (MQ)*

Dari Gambar 4 menunjukkan nilai *Marshall Quotient (MQ)* terendah terdapat pada perendaman air laut yaitu sebesar 647,00kg/mm, nilai tertinggi terdapat pada perendaman air payau yaitu sebesar 821,30 kg/mm. dan pada perendaman air tawar sebesar 665,60 kg/mm

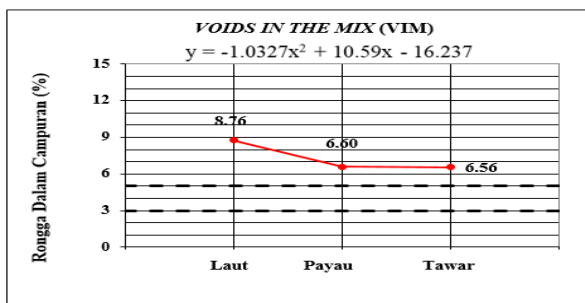
d. Tinjauan terhadap Nilai Kepadatan (*Density*)



Gambar 5. Tinjauan menggunakan Variasi Perendaman air laut, air payau dan air tawar terhadap Nilai *Density*

Dari Gambar 5 menunjukkan nilai *density* terendah adalah perendaman air laut yaitu sebesar 2,10 gr/cm³, perendaman air payau sebesar 2,15 gr/cm³ sedangkan pada perendaman air tawar sama dengan air payau yaitu sebesar 2,15 gr/cm³, karena yang mempengaruhi faktor-faktor *density* atau kepadatan adalah temperatur pemadatan, komposisi bahan penyusun, kadar *filler*, energi kepadatan dan kadar aspal, semakin tinggi nilai stabilitasnya, maka nilai *density* juga naik sampai dengan *density* maksimumnya, karena dalam keadaan tersebut campuran sudah dalam keadaan padat.

e. Tinjauan terhadap Nilai *Voids in The Mix (VIM)*

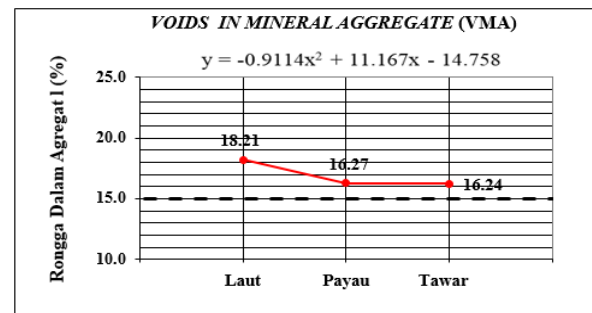


Gambar 6. Tinjauan menggunakan Variasi Bitumen Perendaman air laut, air payau dan air tawar terhadap Nilai VIM

Dari Gambar 6 menunjukkan nilai rongga dalam campuran (VIM) pada perendaman air laut sebesar 8,76%, air payau sebesar 6,60% dan pada perendaman air tawar sebesar 6,56 % dari ketiga variasi perendaman tersebut tidak ada yang memenuhi spesifikasi yaitu 3-5%. Di karenakan penggunaan kadar aspal 6% serta perendaman menggunakan air laut, air payau dan air tawar

menyebabkan nilai VIM tidak memenuhi spesifikasi, sedangkan pengertian nilai VIM adalah volume total udara yang berada di antara partikel agregat yang terselimuti aspal dalam suatu campuran yang telah di padatkan.

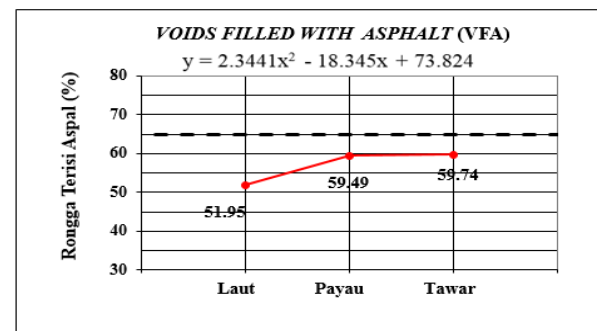
f. Tinjauan terhadap Nilai *Voids in Mineral Aggregate (VMA)*



Gambar 7. Tinjauan terhadap Nilai VMA

Dari Gambar 7 menunjukkan nilai rongga dalam agregat (VMA) pada perendaman air laut sebesar 18, 21%, perendaman air payau sebesar 16, 24% dan Pada perendaman air tawar sebesar 16,24%. payau dan air tawar memenuhi spesifikasi yaitu $\geq 15\%$. Sebab VMA adalah rongga antar bitumen agregat dalam campuran aspal yang sudah di padatkan.

g. Tinjauan terhadap Nilai *Voids Filled with Asphalt/Bitumen (VFA)*



Gambar 8. Tinjauan menggunakan Variasi Perendaman air laut, air payau dan air tawar terhadap Nilai VFA

Dari Gambar 8 diperoleh nilai VFA terendah pada perendaman air laut yaitu sebesar 51,95%, perendaman air payau yaitu 59,49% dan pada perendaman air tawar sebesar 59,74%. Nilai (VFA) pada variasi perendaman air laut, air payau dan air tawar tidak ada yang memenuhi spesifikasi yaitu $\geq 65\%$ dikarenakan pada nilai VFA adalah rongga yang berada di antara

mineral agregat yang terisi aspal efektif dan dinyatakan dalam satuan persen tetapi tidak termasuk aspal yang di serap oleh agregat, dengan penggunaan kadar aspal 6% dan perendaman selama 24 jam menggunakan air laut, air payau dan air tawar menyebabkan nilai VFA tidak memenuhi spesifikasi.

Kesimpulan

Setelah melakukan pengujian dan menganalisa hasil pengujian *Marshall* pada 3 jenis perendaman air laut, air payau dan air tawar dengan durasi perendaman selama 24 jam dapat disimpulkan bahwa perendaman menggunakan air laut, payau dan air tawar pada perkerasan jalan menggunakan aspal BGA tidak berpengaruh besar pada karakteristik *Marshall* dilihat dari nilai Stabilitas dan nilai *Marshall Quotion (MQ)* masih cukup tinggi, dalam penelitian ini nilai Stabilitas dan *Marshall Quotion (MQ)* pada perendaman air payau mendapat nilai yang paling tinggi berdasarkan hasil interpolasi yang telah saya lakukan pada nilai stabilitas air payau dapat disimpulkan kadar garam pada air payau yang di uji atau di gunakan yaitu sebesar 0,32% menghasilkan nilai stabilitas paling tinggi jika di atas 0,32% maka nilai stabilitasnya akan semakin menurun. Sedangkan nilai *flow*, VIM (*Voids in The Mix*) dan VFA (*Voids filled with asphalt*) tidak memenuhi Spesifikasi.

Sebagai penyusun ingin menyampaikan saran sebagai berikut :

1. Perlu adanya penelitian kembali mengenai perendaman menggunakan air laut, air payau dan air tawar dengan menggunakan variasi kadar aspal agar dapat di bandingkan kembali.
2. Dari kadar garam yang saya gunakan yaitu 3,32% sampai dengan kadar payau 0,32% yang paling bagus di gunakan yaitu dengan garam 0,32% di karenakan jika kadar garam di atas 0,32% maka nilai stabilitas nya akan semakin menurun.

Daftar Pustaka

Badan Standarisasi Nasional. (1990). SNI 03-1968-1990 : *Metode Pengujian Analisa Saringan Agregat*. Jakarta
Anonimus. (2008). SNI 1969:2008 : *Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar*. Jakarta.

Anonimus. (2008). SNI 1970:2008 : *Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Filler*. Jakarta.
Anonimus. (2008). SNI 1970:2008 : *Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus*. Jakarta.
Anonimus. (2011). SNI 2441:2011 : *Pemeriksaan Bahan Lolos Saringan No. 200 Filler*. Jakarta.
Anonimus. (2012). SNI ASTM C117:2012: *Pemeriksaan Bahan Lolos Saringan No.200 Agregat Kasar dan Agregat Halus*. Jakarta
Departemen Pekerjaan Umum, (2007), *Rancangan Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan Divisi VI Perkerasan Beraspal*, Edisi April 2007, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
Direktorat Jenderal Bina Marga, (2018). *Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan Divisi 6 Perkerasan Aspal*.
Direktorat Jenderal Bina Marga, (2014), *Spesifikasi Umum Direktorat Jendral Bina Marga Edisi 2010 Revisi 3 Divisi 6*, Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta.
Direktorat Bina Marga, (2010). *Spesifikasi Khusus Interm Campuran Beraspal Panas dengan Asbuton BGA* . Republik Indonesia Kementerian Pekerjaan Umum.
Sukirman, S. (1999). *Perkerasan Lentur Jalan Jalan Raya*. Jakarta: Granit
Sukirman, Silvia. (2003). *Beton Aspal Campuran Panas*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
Sukiaman, S. (1992). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Penerbit NOVA.
Anonimus. (2008). SNI 03-2417-2008 : *Metode Pengujian Abrasi dengan Mesin Los Angeles*. Jakarta.
Anonimus. (1991). SNI 06-2489-1991 : *Pengujian Benda Uji dengan Alat Marshall*. Jakarta.