

ANALISA PENGARUH TINGKAT SALINITAS GENANGAN AKIBAT PASANG SURUT TERHADAP KARAKTERISTIK DAN STABILITAS LAPIS PERMUKAAN PERKERASAN BERASPAL

Pramudya Kurniawan

Kondisi geografi kota Pontianak yang rendah dan datar seringkali menjadi alasan utama bagi pihak-pihak terkait dalam upaya mencari pemecahan masalah banjir dan pasang surut yang terjadi di kota Pontianak. Semakin menjamurnya bangunan infrastruktur di kota Pontianak namun tidak diikuti dengan konsep pembangunan saluran dan drainase yang baik dan optimal, dirasakan telah ikut memperparah keadaan dalam upaya pemeliharaan infrastruktur yang ada, terutama infrastruktur jalan. Permasalahan adanya genangan baik akibat curah hujan yang tinggi maupun saat terjadinya pasang surut masih kerap terjadi pada ruas-ruas jalan tersebut. Beberapa pihakpun meyakini salah satu dari sekian banyak penyebab kerusakan jalan adalah karena adanya kandungan garam (salinitas) pada air genangan akibat intrusi air laut pada saat terjadinya air pasang, terutama air pasang yang terjadi pada musim kemarau. Penulisan tesis dengan judul “Analisa Pengaruh Tingkat Salinitas Genangan Akibat Pasang Surut Terhadap Karakteristik Dan Stabilitas Lapis Permukaan Perkerasan Beraspal” ini bertujuan untuk mengetahui perubahan-perubahan sifat fisik (karakteristik) dan stabilitas campuran beraspal yang terjadi akibat tergenang/terendam air yang mengandung garam (bersalinitas).

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Pontianak. Jenis perkerasan yang diteliti adalah jenis Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston/ HRS-WC) dengan material agregat kasar dan bahan pengisi dari Sungai Pinyuh, material pasir dari Limbung (Sungai Kapuas), dan aspal keras Pen 60/70 Pertamina. Sedangkan sampel air bersalinitas dipersiapkan oleh PDAM Tirta Khatulistiwa Pontianak. Pengujian meliputi pemeriksaan terhadap bahan/material penyusun campuran, perancangan dan pembuatan benda uji. Benda uji yang dipakai sesuai standar pengujian Marshall berbentuk silinder berdiameter 4 inch (10,2 cm) dan tinggi 2,5 inch (6,35 cm) sebanyak 3 buah untuk setiap variasi tingkat salinitas air perendam. Pada penelitian ini digunakan 6 variasi tingkat salinitas yang dinyatakan dalam kadar klorida dalam air.

Dari penelitian dihasilkan nilai-nilai karakteristik campuran aspal beton diantaranya nilai rongga dalam agregat (VMA) dan rongga dalam campuran (VIM) cenderung menurun seiring naiknya tingkat salinitas air. Sedangkan nilai kepadatan (*density*) dan rongga terisi aspal (VFB) cenderung naik seiring naiknya tingkat salinitas air. Nilai stabilitas Marshall dan kelelahan (*flow*) sebagai indikator utama sifat mekanis campuran beraspal menunjukkan penurunan seiring naiknya tingkat salinitas, dimana pada kadar klorida >5000 mg/liter nilai stabilitas < 800 kg sudah tidak memenuhi persyaratan teknis campuran HRS-WC. Sedangkan untuk nilai kelelahan (*flow*) pada kadar klorida >2500 mg/liter < 3 mm sudah tidak memenuhi persyaratan teknis campuran HRS-WC.

Kata Kunci : *Agregat, Aspal, Lataston (HRS-WC), Salinitas, Klorida, VMA, VIM, VFB, Stabilitas Marshall, Kelelahan (Flow)*

1. PENDAHULUAN

Kota Pontianak yang dilalui garis Khatulistiwa pada 0°02' LU – 0°05'

LS dan 109°16' – 92°03' BT terletak di pantai barat Kalimantan Barat, dengan pusat kota berjarak ± 17

kilometer dari muara Sungai Kapuas. Secara topografi, ketinggian tanah di kota Pontianak relatif merendah di tengah kota dan meninggi di pinggiran kota. Dikarenakan level/ketinggian kota Pontianak terletak di dataran yang rendah (hanya $\pm 0,1 - 1,5$ m dari permukaan laut) dengan permukaan yang relatif rata (kelandaian 1-2%), ditambah lagi dengan kondisi drainase kota yang relatif buruk, mengakibatkan hampir seluruh ruas jalan yang ada sangat riskan terhadap banjir dikarenakan curah hujan yang tinggi, maupun genangan-genangan pada saat terjadinya pasang air laut pada bulan-bulan tertentu.

Kondisi geografi kota Pontianak yang rendah dan datar seringkali menjadi alasan utama bagi pihak-pihak terkait dalam upaya mencari pemecahan masalah banjir dan pasang surut yang terjadi di kota Pontianak. Perubahan iklim global yang mengakibatkan siklus musim hujan dan musim kemarau semakin susah diprediksi, pertumbuhan jumlah penduduk, pertumbuhan ekonomi dan volume lalu lintas yang semakin tinggi, ditambah dengan semakin menjamurnya bangunan infra-struktur di kota Pontianak namun tidak diikuti dengan konsep pembangunan saluran dan drainase yang baik dan optimal, dirasakan telah ikut memperparah keadaan dalam upaya pemeliharaan infrastruktur yang ada, terutama infrastruktur jalan.

Dalam kurun 5 tahun terakhir oleh Pemerintah Kota Pontianak telah dilakukan peningkatan jalan dengan menggunakan perkerasan

kaku (perkerasan beton semen/rabat beton) yang dibuat tinggi. Jalan-jalan di daerah pinggiran Sungai Kapuas, terutama dari muara sungai sampai ke kota Pontianak sebagian besar saat ini adalah jalan yang sudah menggunakan perkerasan rabat beton (*rigid pavement*) yang ditutup dengan menggunakan Lapis Tipis Aspal Beton (Latasir) – Pondasi (Hot Rolled Sheet - Base), Lapis Penutup (Hot Rolled Sheet – Wearing Course), maupun Lapis Tipis Aspal Pasir (Latasir) atau juga dikenal dengan istilah HRSS (Hot Rolled Sand Sheet) agar lebih kedap air dan menimbulkan efek lentur sehingga lebih meningkatkan kenyamanan pengguna kendaraan saat melewatinya. Namun demikian, permasalahan adanya genangan baik akibat curah hujan yang tinggi maupun saat terjadinya pasang surut masih kerap terjadi pada ruas-ruas jalan tersebut. Beberapa pihakpun meyakini salah satu dari sekian banyak penyebab kerusakan jalan adalah karena adanya kandungan garam (salinitas) pada air genangan akibat intrusi air laut pada saat terjadinya air pasang, terutama air pasang yang terjadi pada musim kemarau.

Pada penelitian ini diambil beberapa batasan masalah sebagai berikut :

- Sampel air menggunakan data sekunder dari PDAM Tirta Khatulistiwa Pontianak untuk mengetahui variasi kadar garam yang terjadi terutama pada musim kemarau.
- Jenis perkerasan yang diteliti adalah lapis permukaan jenis Hot Rolled Sheet Wearing Course

(HRS-WC)/Lapis Tipis Aspal Beton – Lapis Penutup.

- Standar pengujian mengikuti Standar Pengujian SNI dan AASHTO.
- Material agregat yang digunakan diambil dari quarry Sungai Pinyuh untuk agregat kasar (batu pecah) dan bahan pengisi (debu batu/*stone dust*), quarry Limbung (Sungai Kapuas) untuk agregat halus (pasir), dan aspal menggunakan aspal keras Pen 60/70 ex. Pertamina.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan-perubahan sifat fisik (karakteristik) dan stabilitas campuran beraspal yang terjadi akibat tergenang/terendam air yang mengandung garam (bersalinitas).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pasang Surut

Fenomena pasang surut diartikan sebagai naik turunnya muka laut secara berkala akibat adanya gaya tarik benda-benda angkasa terutama matahari dan bulan terhadap massa air di bumi (Pariwono, 1989). Pasang surut laut merupakan suatu fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala yang diakibatkan oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik menarik dari benda-benda astronomi terutama oleh matahari, bumi dan bulan

Hasil pengukuran tinggi pasang surut di wilayah laut Indonesia menunjukkan beberapa wilayah lepas laut pesisir daerah Indonesia memiliki pasang surut cukup tinggi.

2.2. Salinitas

Salinitas adalah ukuran yang digunakan untuk mengukur kandungan garam (*saltness*) di dalam air laut. Unsur-unsur dalam bentuk ion yang melimpah menyusun kandungan garam di dalam air laut adalah Cl^- , Na^+ , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , dan K^+ . Ion-ion tersebut proporsinya di dalam air laut adalah konstan karena konsentrasinya ditentukan oleh proses-proses fisika. Karena sifatnya yang demikian itu, ion-ion tersebut disebut **ion konservatif** (*conservative ions*). Secara teoritis, salinitas didefinisikan sebagai banyak gram total ion-ion garam yang terlarut di dalam 1 kg air laut.

Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat salinitas air laut diantaranya :

1. Penguapan
2. Curah Hujan
3. Banyak sedikitnya sungai yang bermuara

2.3. Kerusakan Jalan

Kerusakan yang timbul pada konstruksi perkerasan jalan dapat disebabkan oleh banyak faktor, diantaranya adalah :

1. Lalu lintas
2. Air
3. Material konstruksi perkerasan
4. Iklim
5. Tanah.
6. Proses pemadatan

Jenis-jenis kerusakan jalan yang menggunakan perkerasan lentur (*flexible pavement*) dibedakan atas :

1. Retak (*cracking*),
2. Distorsi (*distortion*)
3. Cacat permukaan (*disintegration*)
4. Pengausan (*polished aggregate*)

5. Kegemukan (*bleeding or flushing*)
6. Penurunan pada bekas utilitas (*utility cut depression*)

Bahan perkerasan jalan terdiri dari aspal dan agregat dimana jumlah dan mutunya sangat menentukan mutu perkerasan jalan disamping beberapa faktor antara lain temperatur pencampuran, temperatur penghamparan, temperatur pemadatan dan lainnya.

2.4. Beton Aspal

Beton aspal adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dan campuran agregat dan aspal, dengan atau tanpa bahan tambahan. Jenis perkerasan ini merupakan campuran antara agregat, filler dan aspal sebagai bahan pengikat.

HRS (*Hot Rolled Sheet*) atau Lataston (Lapis Tipis Aspal Beton) mempunyai persyaratan kekuatan yang sama dengan campuran beraspal konvensional (laston) tetapi bergradasi senjang.

Lataston terdiri atas dua jenis yaitu **Lataston Pondasi** (*Hot Rolled Sheet - Base*) dan **Lataston Aus** (*Hot Rolled Sheet - Wearing Coarse*). Lataston merupakan lapisan penutup konstruksi perkerasan jalan yang dapat diperhitungkan mempunyai nilai struktural bila kadar agregat lebih dan 30% dan mempunyai tebal minimal 30 mm. Pada campuran Lataston lapis aus dan lapis pondasi disyaratkan minimal 80 % dan agregat yang lolos saringan 2,36 mm harus lolos pula saringan 0,600 mm.

2.5. Aspal

Aspal didefinisikan sebagai material perekat (*cementitious*) berwarna hitam atau coklat tua

dengan unsur utama bitumen. Aspal dapat diperoleh di alam ataupun merupakan residu dari pengilangan minyak bumi.

Bersama agregat, aspal membentuk campuran perkerasan jalan. Banyaknya aspal dalam campuran perkerasan berkisar antara 4-10% berdasarkan berat campuran, atau 10-15% berdasarkan volume campuran (Sukirman, 2003). Persyaratan kualitas aspal yang umum digunakan di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Properties Aspal Keras

No.	Jenis Pemeriksaan	Sat.	Metode	Aspal Pen 60 - 70
1	Penetrasi (25°C)	0,1 mm	SNI 06-2456-1991	60 -70
2	Titik Lembek	°C	SNI 06-2434-1991	≥ 48
3	Titik Nyala	°C	SNI 06-2433-1991	≥ 200
4	Indeks Penetrasi	-	-	≥ -1,0
5	Daktalitas (25°C)	cm	SNI 06-2432-1991	≥ 100
6	Viskositas Kinematik	cST	SNI 06-6721-2002	-
7	Berat Jenis	gr/ml	SNI 06-2441-1991	≥ 1,0
8	Berat Yang Hilang	%	SNI 06-2441-1991	≥ 0,8

Sumber : Balitbang Jalan dan Jembatan DPU,2008

2.6. Agregat

Agregat merupakan bagian terbesar dari campuran aspal. Material agregat yang digunakan untuk konstruksi perkerasan jalan tugas utamanya adalah untuk menahan beban lalu lintas. Agar dapat digunakan sebagai campuran

aspal, agregat harus lolos dari berbagai uji yang telah ditetapkan.

Berdasarkan besar partikel-partikel (ukuran butiran) agregat, dapat dibedakan menjadi:

- a. Agregat kasar adalah agregat yang tertahan pada saringan No.4 (4,75mm).
- b. Agregat halus adalah agregat yang lolos saringan No.4 dan tertahan No.200 (0,075 mm).

Abu batu/mineral filler, merupakan bahan berbutir halus yang mempunyai fungsi sebagai pengisi pada pembuatan campuran aspal. Filler didefinisikan sebagai fraksi debu mineral/agregat halus yang umumnya lolos saringan No.200. Filler bisa berupa kapur, debu batu, atau bahan lain, dan harus dalam keadaan kering (kadar air maksimal 1%).

a. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat dengan ukuran butir lebih besar dari saringan No. 8 (2,36 mm) (Sukirman, 2003). Ketentuan agregat kasar seperti terlihat pada tabel 2.

Tabel 2. Ketentuan Agregat Kasar

No.	Jenis Pemeriksaan	Nilai	Standard
1	Abrasi dengan mesin Los Angeles	Maks.40%	SNI 03-2417-1991
2	Material lolos saringan No. 200	Maks.1 %	SNI 03-4142-1991
3	Berat Jenis	Min. 2,5 gr/cc	SNI 03-1970-1990
4	Penyerapan Air	Maks.3 %	SNI 03-1969-1990
5	Kelekatan Agregat Terhadap Aspal	Maks.95 %	SNI 03-2439-1991

Sumber : Balitbang Jalan dan Jembatan DPU,2008

b. Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat yang lolos saringan No. 8 dan tertahan pada saringan No. 200. Ketentuan agregat halus dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Ketentuan Agregat Halus

No.	Jenis Pemeriksaan	Nilai	Standard
1	Sand Equivalent	Min.45%	SNI 03-4428-1997
2	Berat Jenis	Min. 2,5 gr/cc	SNI 03-1970-1990
3	Penyerapan air	Maks 3 %	SNI 03-1969-1990
4	Analisa Saringan	-	SNI 03-1968-1990

Sumber : Balitbang Jalan dan Jembatan DPU,2008

c. Bahan Pengisi (*Filler*)

Bahan pengisi (*filler*) merupakan agregat halus yang lolos saringan No.200. Abu batu merupakan agregat yang berukuran < 0.075 m dan diperoleh dari total sampingan pabrik-pabrik semen, dan mesin pemecah batu (Sukirman, 2003). Sebagai filler dapat juga digunakan debu batu kapur atau debu dolomite.

2.7. Gradasi Agregat

Gradasi atau distribusi partikel-partikel berdasarkan ukuran agregat merupakan hal yang penting dalam menentukan stabilitas perkerasan. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang menentukan stabilitas dan kemudahan proses pelaksanaan

Gradasi agregat merupakan campuran dari berbagai diameter butiran agregat yang membentuk susunan campuran tertentu. Gradasi

agregat ini diperoleh dari hasil analisa saringan dengan menggunakan 1 set saringan, dimana saringan yang paling kasar diletakkan diatas dan yang paling halus terletak paling bawah.

Gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal jenis Lataston Lapis Permukaan (HRS WC), ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat. Gradasi harus memenuhi batas-batas yang diberikan dalam tabel 4.

Tabel 4. Persyaratan Gradasi Agregat Gabungan HRS

Ukuran Saringan (mm)	Persen Lolos Terhadap Campuran			
	LATASTON (HRS)			
	Gradasi Senjang		Gradasi Semi Senjang	
	WC	Base	WC	Base
19,10	100	100	100	100
12,70	90-100	90-100	87-100	90-100
9,50	75-85	65-90	55-88	55-70
2,36	50-72	35-55	50-62	32-44
0,600	35-60	15-35	20-45	15-35
0,300	-	-	15-35	5-35
0,075	6-10	2-9	6-10	4-8

Sumber : Spesifikasi Bina Marga,2010

2.8. Rancangan Campuran Metode Analitis

Rancangan campuran agregat yaitu suatu rancangan campuran yang terdiri dan komponen-komponen agregat yang merupakan komponen tersebar dalam campuran dan bahan pengikatnya adalah aspal dimana pencampurannya melalui proses pemanasan. Rumus dasar dan proses mencampur dua, tiga atau lebih fraksi

agregat dapat dituliskan dalam bentuk persamaan :

$$P = aA + bB + cC \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

P = Persen lolos saringan dengan bukaan d mm yang diinginkan

A = Persen lolos saringan fraksi agregat A untuk bukaan d mm

B = Persen lolos saringan fraksi agregat B untuk bukaan d mm

C = Persen lolos saringan fraksi agregat C untuk bukaan d mm

a = Proporsi dan fraksi agregat A

b = Proporsi dan fraksi agregat B

c = Proporsi dan fraksi agregat C

$$(a+b+c) = 1 \text{ atau } 100\%$$

Nilai a, b, c diperoleh dengan *trial and error* karena perhitungan P yang dilakukan untuk satu ukuran saringan belum tentu secara keseluruhan dapat menghasilkan campuran yang memenuhi spesifikasi campuran. Proporsi yang terbaik adalah proporsi yang dapat menghasilkan agregat campuran bergradasi mendekati gradasi tengah rentang spesifikasi

2.9. Perencanaan Campuran dengan Metode Marshall

Rancangan campuran metode Marshall ditemukan oleh Bruce Marshall, dan telah distandarisasi oleh ASTM ataupun AASHTO melalui beberapa modifikasi, yaitu ASTM D 1559-76, atau AASHTO T-245-90. Prinsip dasar dari metode Marshall adalah pemeriksaan stabilitas dan kelelahan (*flow*), serta analisis kepadatan dan pori dari campuran padat yang terbentuk. Perkiraan Kadar Aspal Tengah/Ideal

rancangan dihitung menggunakan rumus :

Menurut The Asphalt Institute^(MS-2)

$$P_b = 0,035a + 0,045b + Kc + F \quad (2)$$

Dimana :

P_b = Kadar aspal tengah/ideal, persen terhadap berat campuran

a = Persen agregat tertahan saringan No.8

b = Persen agregat lolos saringan No.8 dan tertahan saringan No.200

c = Persen agregat lolos saringan No. 200

K = 0,15 untuk 11-15% lolos saringan No. 200

0,18 untuk 6-10% lolos saringan No. 200

0,20 untuk $\leq 5\%$ lolos saringan No. 200

F = 0-2% berdasarkan nilai absorpsi dari agregat

0,7% jika tidak tersedia data

Menurut Spesifikasi Depkimpras-wil 2003

$$P_b = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\% \text{ filler}) + K \quad (3)$$

Dimana :

CA = Persen agregat tertahan saringan No.8

FA = Persen agregat lolos saringan No.8 dan tertahan saringan No.200

Filler = Persen agregat minimal 75% lolos No.200

K = 0,5 – 1,0 untuk Laston
2,0 -3,0 untuk Lataston

2.10. Persyaratan Perencanaan Campuran Aspal Panas
Pemeriksaan dan pengujian bahan perkerasan jalan raya yang

menggunakan bahan perkerasan aspal dilakukan untuk mengendalikan mutu bahan perkerasan. Suatu campuran aspal agar dapat berfungsi dengan baik, harus mempunyai sifat-sifat antara lain stabilitas, kelenturan (fleksibilitas), tahanan geser/kekesatan (*skid resistance*), kemudahan pelaksanaan, keawetan (durabilitas), dan kedap air (impermeabilitas).

2.11. Karakteristik Marshall

Karakteristik campuran panas agregat aspal dapat diukur dan sifat-sifat *Marshall* yang ditunjukkan pada nilai-nilai sebagai berikut:

- a. Kerapatan/Kepadatan (*Density*)
Density merupakan tingkat kerapatan campuran setelah campuran dipadatkan.
- b. Stabilitas (*Stability*)
Stabilitas merupakan kemampuan lapis keras untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas yang bekerja di atasnya tanpa mengalami perubahan bentuk.
- c. *Void In Mineral Aggregate (VMA)*
Void in Mineral Aggregate (VMA) adalah rongga udara antar butir agregat aspal padat, termasuk rongga udara dan kadar aspal efektif yang dinyatakan dalam persen terhadap total volume.
- d. *Void in Mix (VIM)*
Void in Mix (VIM) merupakan persentase rongga yang terdapat dalam total campuran. Nilai VIM berpengaruh terhadap keawetan lapis perkerasan. VIM

dibutuhkan sebagai tempat bergesernya butir-butir agregat akibat pemadatan tambahan yang terjadi akibat repetisi beban lalu lintas, atau sebagai tempat jika aspal menjadi lunak akibat meningkatnya temperatur.

e. *Void Filled with Bitumen (VFB)*

Tabel 5. Ketentuan Sifat Campuran Lataston

SIFAT-SIFAT CAMPURAN		LATASTON	
		WC	BC
Kadar aspal efektif (%)	Min.	5,9	5,5
Penyerapan aspal	Maks.	1,7	
Jumlah tumbukan per bidang		75	
Rongga dalam campuran (VIM) (%)	Min.	4,0	
	Maks.	6,0	
Rongga antara agregat (VMA) (%)	Min.	18	17
Rongga terisi aspal (VFB) (%)	Min	68	
Stabilitas Marshall (kg)	Min	800	
Kelelahan (mm)	Min	3	
Marshall Quotient (kg/mm)	Min	250	
Stabilitas Marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C	Min	90	
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (refusal)	Min	3	

Sumber : Spesifikasi Bina Marga tahun 2010

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Pontianak.

3.2. Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini seperti agregat, bahan pengisi (debu batu), dan aspal antara lain adalah :

a. Agregat kasar

Agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah mesin yang diambil dari *quarry* Sungai Pinyuh, Kab. Mempawah. Agregat diletakkan di tempat yang

tidak terlindung dari hujan dan sinar matahari.

b. Agregat halus

Agregat halus yang digunakan adalah pasir yang diambil dari *quarry* Sungai Kapuas, Desa Limbung, Kab. Kubu Raya. Agregat diletakkan di tempat yang tidak terlindung dari hujan dan sinar matahari.

c. Bahan pengisi

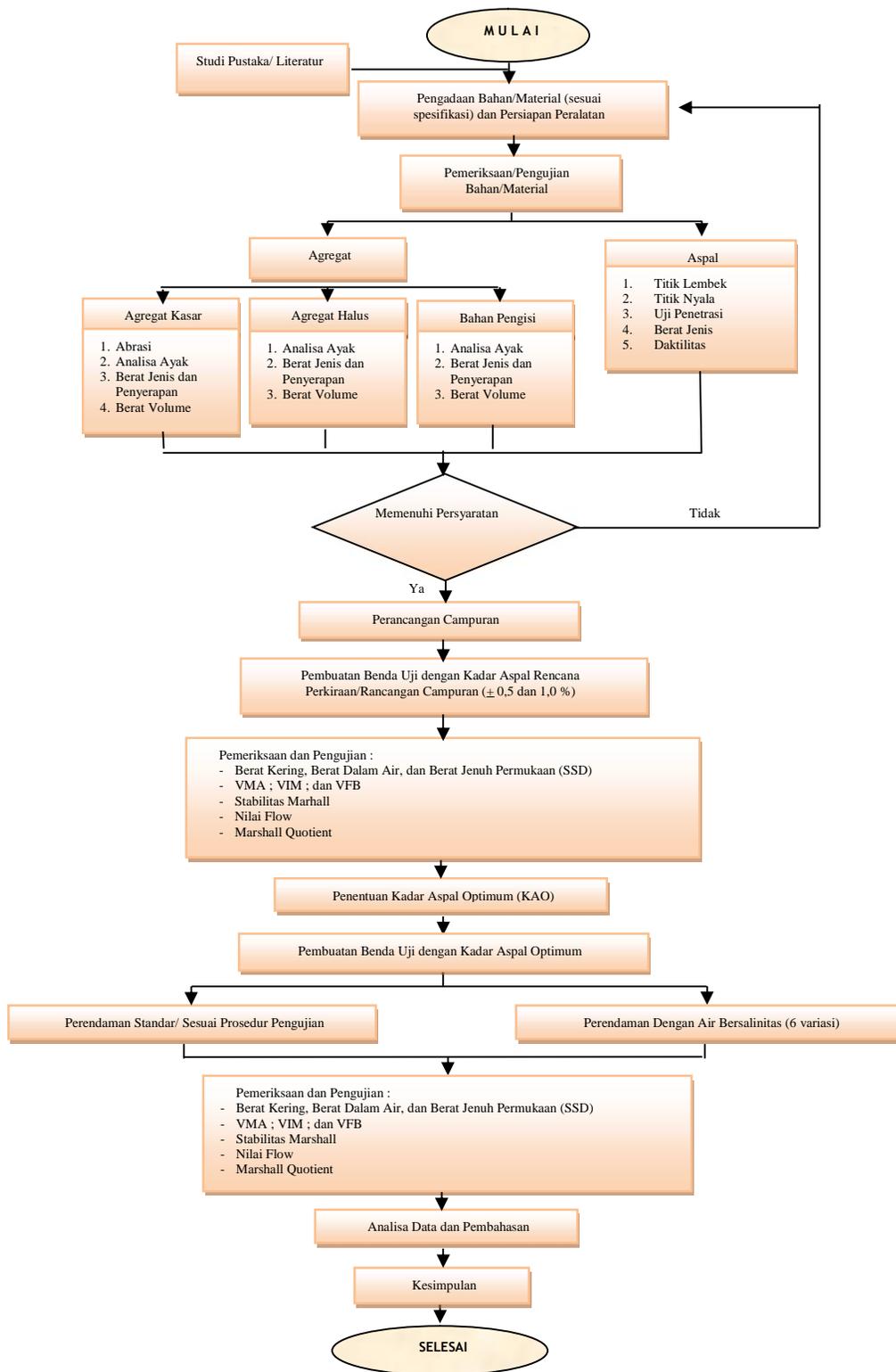
Bahan pengisi yang digunakan berupa debu batu (*stone dust*) yang diambil dari *quarry* Sungai Pinyuh, Kab. Mempawah.

d. Aspal

Aspal yang digunakan adalah aspal keras Pen. 60/70 produksi Pertamina.

3.3. Pemeriksaan Bahan/Material

Pemeriksaan terhadap bahan/material penyusun campuran meliputi pemeriksaan terhadap agregat kasar, agregat halus, bahan pengisi (*filler*), dan aspal. Pemeriksaan mengikuti prosedur sebagaimana diperlihatkan bagan alir penelitian pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pemeriksaan Agregat

Dari hasil pengujian terhadap material agregat kasar berupa batu pecah (CA) 1-1 dan 0,5-1, agregat

halus berupa pasir, dan bahan pengisi (*filler*) berupa debu batu (*stone dust*) disajikan dalam Tabel 6, Tabel 7, dan Tabel 8.

Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik dan Mekanik Agregat Kasar

No	Pemeriksaan/Pengujian	Hasil Uji	Persyaratan	Standard
1.	Abrasi/Keausan dengan Mesin Los Angeles	21,46 %	Maks. 40 %	SNI 03-2417-1991
2.	Material Lolos Saringan No.200	0,04 %	Maks. 1 %	SNI 03-4142-1991
3.	Berat Jenis (Bulk) : CA 1-1 CA 0.5-1	2,640 2,645	Min. 2,5	SNI 03-1969-1990
4.	Penyerapan Air : CA 1-1 CA 0.5-1	0,786 0,860	Max. 3 %	SNI 03-1969-1990
5.	Berat Volume (kg/dm ³) : CA 1-1 CA 0.5-1	1,440 1,516	- -	SNI 03-4804-1998

Tabel 7. Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik dan Mekanik Agregat Halus

No	Pemeriksaan/Pengujian	Hasil Uji	Persyaratan	Standard
1.	Berat Jenis (Bulk)	2,606	Min. 2,5	SNI 03-1970-1990
2.	Penyerapan Air	0,721	Max. 3 %	SNI 03-1970-1990
3.	Berat Volume (kg/dm ³)	1,623	-	SNI 03-4804-1998

Tabel 8. Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik dan Mekanik Bahan Pengisi

No	Pemeriksaan/Pengujian	Hasil Uji	Persyaratan	Standard
1.	Berat Jenis (Bulk)	2,621	Min. 2,5	SNI 03-1970-1990
2.	Penyerapan Air	1,358	Max. 3 %	SNI 03-1970-1990
3.	Berat Volume (kg/dm ³)	1,531	-	SNI 03-4804-1998

4.2. Pemeriksaan Aspal Keras

Pemeriksaan terhadap sifat-sifat fisik dan mekanis aspal keras

yang digunakan, sebagaimana dilihat pada Tabel 9 berikut ini :

Tabel 9. Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik dan Mekanik Aspal Keras

No	Pemeriksaan/Pengujian	Hasil Uji	Persyaratan	Standard
1.	Penetrasi 25°C ; 5 detik ; (0,1 mm)	66,40	60 - 79	SNI 06-2456-1991
2.	Titik Lembek (°C)	56	48 - 58	SNI 06-2434-1991
3.	Titik Nyala (°C)	285	≥200	SNI 06-2433-1991
4.	Berat Jenis (gr/ml)	1,037	≥1,0	SNI 06-2441-1991
5.	Daktalitas 25°C (cm)	>100	Min. 100	SNI 06-2432-1991

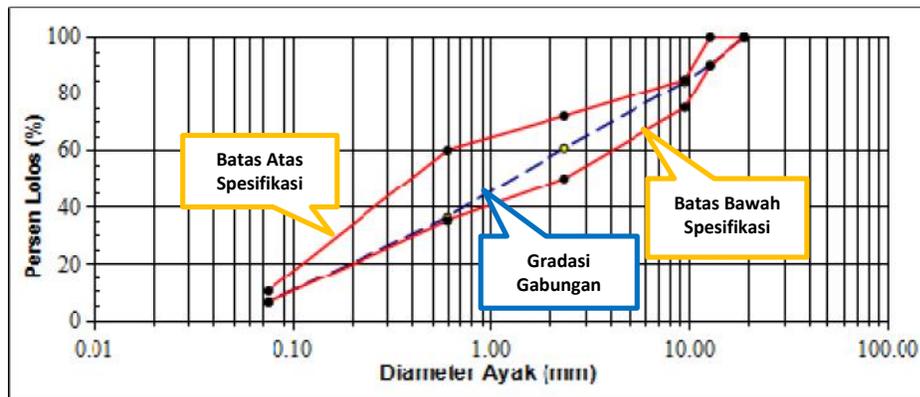
4.3. Pemeriksaan Agregat Gabungan

Dari hasil analisa ayak / gradasi (*sieve analysis*) dari masing-masing material penyusun campuran, dirancang suatu gradasi gabungan untuk campuran

aspal panas Lataston Lapis Penutup (HRS-WC) dengan komposisi sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 10 dan gambar 2.

Tabel 10. Gradasi Gabungan Campuran Lataston/HRS-WC

DIAMETER		Proporsi dan Lolos Kumulatif (%)				Total	Spesifikasi
AYAKAN		12,00%	38,00%	40,00%	10,00%	100,00%	
Inch	mm	CA 1-1	CA 0,5-1	Stone Dust	Pasir	Campuran	
1	25,40	12,00	38,00	40,00	10,00	100,00	
3/4	19,10	12,00	38,00	40,00	10,00	100,00	100
1/2	12,70	3,23	37,05	40,00	10,00	90,29	90 - 100
3/8	9,50	0,54	33,74	40,00	10,00	84,28	75 - 85
No. 8	2,360	0,02	18,61	33,17	8,97	60,77	50 - 72
No. 30	0,600	0,01	9,45	20,98	5,72	36,17	35 - 60
No. 200	0,075	0,00	1,26	3,18	1,65	6,10	6 - 10
Pan	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	



Gambar 2. Gradasi gabungan campuran Lataston/HRS-WC

4.4. Pengujian Marshall

Dari hasil pengujian Marshall dengan metode standard diperoleh Kadar Aspal Optimum 6,40%. Selanjutnya dibuat benda uji untuk kembali dilakukan pengujian

Marshall. Benda uji dibagi dalam 2 (dua) perlakuan, yaitu benda uji yang diuji melalui pengujian Marshall standard dan benda uji yang melalui proses perendaman dengan air bersalinitas selama 4 x 24 jam pada

suhu 30°C sebelum dilakukan pengujian stabilitas Marshall.

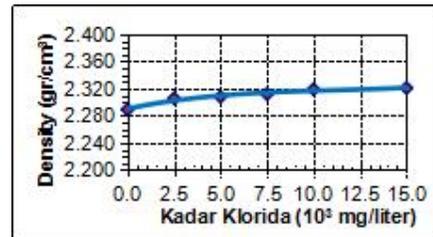
4.5. Tingkat Salinitas

Berdasarkan data yang diperoleh dari PDAM Tirta Khatulistiwa Pontianak, dalam 3 tahun terakhir, nilai maksimum kandungan klorida (sebagai indikator tingkat salinitas air) sebesar 7499 mg/liter yang terjadi pada bulan Pebruari 2014 dari IPA Sungai Jawi Luar. Selanjutnya direncanakan benda uji dengan kadar klorida 0, 2.500, 5.000, 7.500, 10.000, dan 15.000 mg/liter.

4.6. Analisa

A. Tingkat Salinitas Terhadap Kepadatan

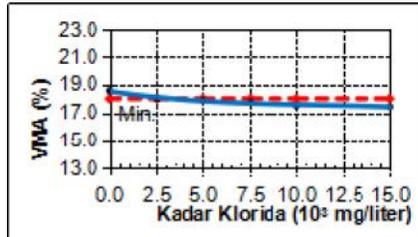
Nilai kepadatan (*density*) menunjukkan besarnya kerapatan suatu campuran yang sudah dipadatkan. Hubungan antara Tingkat Salinitas (Kadar Klorida) dengan Kepadatan (*Density*) campuran Lataston/HRS-WC dapat dilihat pada Gambar 3. Hasil pengujian menunjukkan nilai kepadatan (*density*) cenderung meningkat seiring naiknya kandungan Klorida dalam air. Dari hasil yang diperoleh, hanya pada benda uji yang direndam pengujian menunjukkan nilai kepadatan (*density*) cenderung meningkat seiring naiknya kandungan Klorida dalam air. Dari hasil yang diperoleh, hanya pada benda uji yang direndam pada air tanpa kadar Klorida (0 mg/liter) yang menunjukkan nilai $density = 2,289 \text{ gr/cm}^3$ di bawah nilai *density* pada prosedur pengujian Marshall standard ($2,299 \text{ gr/cm}^3$).



Gambar 3. Hubungan Tingkat Salinitas Terhadap Kepadatan (*Density*)

B. Tingkat Salinitas Terhadap Rongga Dalam Mineral Agregat/Void in Mineral Aggregate (VMA)

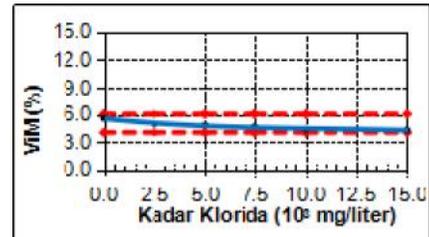
Void in Mineral Aggregate (VMA) adalah volume rongga yang terdapat di antara butir agregat pada campuran aspal padat, yaitu rongga udara dan volume kadar aspal efektif yang dinyatakan dalam persen volume total benda uji. Hubungan antara Tingkat Salinitas (Kadar Klorida) dengan nilai VMA campuran Lataston/HRS-WC dapat dilihat pada Gambar 4. Dari hasil pengujian menunjukkan nilai VMA (*Void in The Mineral Aggregate*) cenderung menurun (berkurang) seiring naiknya kandungan Klorida dalam air. Nilai VMA campuran Lataston Lapis Penutup (HRS-WC) disyaratkan minimal 18%. Dari hasil pengujian diperoleh hanya pada benda uji yang direndam pada air tanpa kadar Klorida (0 mg/liter) yang menunjukkan nilai VMA >18%, sedangkan benda uji yang direndam pada air dengan kandungan Klorida menghasilkan nilai VMA < 18% sehingga tidak memenuhi persyaratan teknis.



Gambar 4. Hubungan Tingkat Salinitas Terhadap Nilai VMA

C. Tingkat Salinitas Terhadap Rongga Dalam Campuran/Void in Mix (VIM)

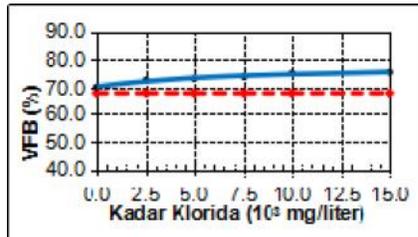
Void in Mix (VIM) adalah volume rongga udara yang terdapat di antara butir agregat yang terselimuti aspal pada campuran aspal padat, dinyatakan dalam persen terhadap volume total campuran. Hubungan antara Tingkat Salinitas (Kadar Klorida) dengan nilai VIM campuran Lataston/HRS-WC dapat dilihat pada Gambar 5. Dari hasil pengujian nilai VIM cenderung menurun (berkurang) seiring naiknya kandungan Klorida dalam air. Nilai VIM untuk campuran Lataston Lapis Penutup (HRS-WC) disarankan minimal 4% dan maksimal 6%. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa semua benda uji yang direndam, baik pada air tanpa kadar Klorida (0 mg/liter) maupun pada air dengan kadar Klorida nilai VIM berkisar antara 4-6%. Dengan demikian, semua benda uji memenuhi persyaratan teknis.



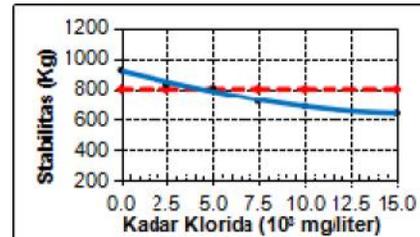
Gambar 5. Hubungan Tingkat Salinitas Terhadap Nilai VIM

D. Tingkat Salinitas Terhadap Rongga Terisi Aspal/Void Filled with Bitumen (VFB)

Void Filled with Bitumen (VFB) adalah bagian dari rongga yang berada di antara mineral agregat (VMA) yang terisi aspal efektif setelah pemadatan. Hubungan antara Tingkat Salinitas (Kadar Klorida) dengan nilai VFB campuran Lataston/HRS-WC diperlihatkan Gambar 6. Sebagaimana terlihat pada gambar hubungan nilai VFB dengan variasi tingkat salinitas yang terbentuk, nilai VFB cenderung meningkat seiring naiknya kandungan Klorida dalam air. Nilai VFB untuk campuran Lataston Lapis Penutup (HRS-WC) disarankan minimal adalah 68%. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa semua benda uji yang direndam, baik pada air tanpa kadar Klorida (0 mg/liter) maupun pada air dengan kadar Klorida dihasilkan nilai VFB > 68%, dengan demikian, semua benda uji memenuhi persyaratan teknis.



Gambar 6. Hubungan Tingkat Salinitas Terhadap Nilai VFB



Gambar 7. Hubungan Tingkat Salinitas Terhadap Nilai Stabilitas

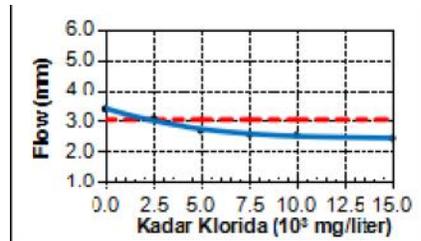
E. Tingkat Salinitas Terhadap Stabilitas Marshall

Stabilitas adalah besarnya beban maksimum yang dapat dicapai oleh bahan penyusun campuran aspal panas yang dinyatakan dalam satuan beban. Hubungan antara Tingkat Salinitas (Kadar Klorida) dengan nilai Stabilitas campuran Lataston/HRS-WC diperlihatkan pada Gambar 7. Sebagaimana terlihat pada gambar hubungan nilai Stabilitas dengan variasi tingkat salinitas yang terbentuk, menunjukkan nilai Stabilitas cenderung menurun (berkurang) seiring naiknya kandungan Klorida dalam air. Nilai Stabilitas untuk campuran Lataston Lapis Penutup (HRS-WC) disarankan minimal adalah 800 kg, Dari hasil pengujian dapat terlihat bahwa benda uji yang direndam pada air tanpa kandungan Klorida (0 mg/liter) sampai dengan air dengan kandungan Klorida 5000 mg/liter yang menunjukkan nilai Stabilitas > 800 kg sehingga memenuhi persyaratan, sedangkan pada benda uji lain yang direndam pada air dengan kandungan Klorida > 5000 mg/liter nilai Stabilitas < 800 kg, dengan demikian tidak memenuhi persyaratan teknis.

F. Tingkat Salinitas Terhadap Kelelehan (*Flow*)

Kelelehan (*flow*) adalah besarnya penurunan (deformasi) campuran benda uji akibat suatu beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam satuan mm. Nilai *Flow* merupakan indikator kelenturan campuran aspal panas dalam menahan beban lalu lintas. Hubungan antara Tingkat Salinitas (Kadar Klorida) dengan nilai Kelelehan (*Flow*) campuran Lataston/HRS-WC diperlihatkan pada Gambar 8. Sebagaimana terlihat pada gambar hubungan nilai Kelelehan (*Flow*) dengan variasi tingkat salinitas yang terbentuk, menunjukkan nilai Kelelehan cenderung menurun (berkurang) seiring naiknya kandungan Klorida dalam air. Nilai Kelelehan untuk campuran Lataston Lapis Penutup (HRS-WC) disarankan minimal adalah 3 mm. Dari hasil pengujian dapat terlihat bahwa benda uji yang direndam pada air tanpa kandungan Klorida (0 mg/liter) sampai dengan air dengan kandungan Klorida 2500 mg/liter yang menunjukkan nilai Kelelehan \geq 3 mm sehingga memenuhi persyaratan teknis, sedangkan pada benda uji lain yang direndam pada air dengan

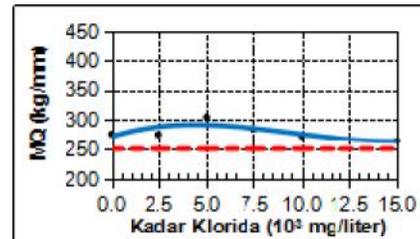
kandungan Klorida > 2500 mg/liter nilai Kelelahan < 3 mm, sehingga tidak memenuhi persyaratan teknis.



Gambar 8. Hubungan Tingkat Salinitas Terhadap Nilai Kelelahan (*Flow*)

G. Tingkat Salinitas Terhadap Nilai Marshall Quotient (MQ)

Marshall Quotient (MQ) adalah hasil bagi Nilai Stabilitas Marshall dengan Kelelahan (*flow*) yang menunjukkan tingkat kekakuan campuran aspal panas. Hubungan antara Tingkat Salinitas (Kadar Klorida) dengan nilai *Marshall Quotient* (MQ) campuran Lataston/HRS-WC diperlihatkan pada Gambar 9. Dari gambar hubungan nilai MQ dengan variasi tingkat salinitas, nilai MQ meningkat (naik) sampai pada kadar Klorida 5.000 mg/liter, kemudian berkurang (turun) sesuai dengan naiknya kadar Klorida dalam air. Nilai *Marshall Quotient* untuk campuran Lataston Lapis Penutup (HRS-WC) disarankan minimal adalah 250 kg/mm. Dari hasil pengujian dapat terlihat bahwa semua benda uji, baik yang direndam pada air tanpa kandungan Klorida maupun air dengan kandungan Klorida menunjukkan nilai MQ > 250 kg/mm sehingga semua benda uji memenuhi persyaratan teknis.



Gambar 9. Hubungan Tingkat Salinitas Terhadap Nilai Marshall Quotient

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian, ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Nilai kepadatan (*density*) pada campuran Lataston (HRS-WC) menunjukkan kecenderungan meningkat (naik) seiring meningkatnya tingkat salinitas (kandungan Klor) dalam air.
- Nilai rongga dalam mineral agregat (VMA = *Void in Mineral Aggregate*) menunjukkan kecenderungan menurun seiring meningkatnya tingkat salinitas (kandungan Klor) dalam air.
- Nilai rongga yang terdapat di antara butir agregat atau campuran (VIM = *Void in Mix*) menunjukkan kecenderungan menurun seiring meningkatnya tingkat salinitas (kandungan Klor) dalam air.
- Bagian dari rongga yang berada di antara mineral agregat yang terisi aspal efektif setelah pemadatan (VFB = *Void Filled Bitumen*) menunjukkan nilai yang meningkat seiring meningkatnya tingkat

salinitas (kandungan Klor) dalam air.

- Nilai Stabilitas cenderung menurun (berkurang) seiring naiknya kandungan Klorida dalam air. Kadar Klorida yang meningkat merupakan garam yang bersifat agresif terhadap bahan lain, termasuk agregat dan aspal. Penurunan dapat terjadi akibat reaksi antara air bersalinitas yang terpenetrasi ke dalam campuran beraspal dengan senyawa-senyawa di dalam campuran yang mengakibatkan campuran beraspal kehilangan sebagian massa, kekuatan dan kekakuannya.
- Nilai Kelelahan (*Flow*) menunjukkan penurunan seiring naiknya kandungan Klorida dalam air. Kandungan garam yang bersifat agresif pada air bersalinitas juga mengakibatkan tingkat kelenturan (fleksibilitas) campuran menurun, atau campuran semakin getas.

5.2. Saran

Beberapa saran yang diberikan adalah sebagai berikut :

- Material agregat di lapangan mempunyai sifat dan karakteristik yang sangat berbeda setiap waktu. Oleh karena itu, pengujian yang benar-benar akurat terhadap bahan/material yang digunakan perlu dilakukan secara khusus.
- Perlu kajian ilmiah terhadap hasil-hasil yang diperoleh, sehingga kesimpulan yang dihasilkan dapat dijelaskan dengan lebih akurat,

detail, serta dapat dipertanggung-jawabkan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO, 1998, Standard Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing, Part I, "Specifications", Nineteenth Edition, Washington D.C.
- Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia
- Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia, 2010, Spesifikasi Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- Pariwono, J.I. 1989, Gaya Penggerak Pasang Surut Dalam Pasang Surut, P3O-LIPI, Jakarta.
- Soehartono, 2014, Teknologi Aspal dan Penggunaannya dalam Konstruksi Perkerasan Jalan, Andi, Yogyakarta.
- Sukirman, Silvia, 2003, Beton Aspal Campuran Panas, Granit, Bandung.
- Sukirman, Silvia, 1992, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Nova, Bandung.