

**PENGARUH KETAHANAN BETON ASPAL (AC-BC) YANG MENGGUNAKAN ASBUTON BUTIR
TIPE 5/20 TERHADAP AIR LAUT DITINJAU DARI KARAKTERISTIK
MEKANIS DAN DURABILITASNYA**

Susanti Djalante*

*) Staf Pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Halu Uleo, Kendari

Abstract

Province South East Sulawesi has the seashore areas bigger than the land areas. In Kendari City, some of the major flexible pavement roads which developed all along the beach were often flooded by sea water. To protect the destruction of flexible pavement from sea water, using much asphalt is essential in mixture. One of the alternative materials to decrease of using asphalt are to use Asbuton Butir (BRA) which is the deposit about 677 ton millions in Province of South East Sulawesi particularly in Buton. Regarding to these phenomena, it is important to provide a study the effects of Asbuton Butir (BRA) about the sea water resistance in mechanical characteristic of Asphalt Concrete.

The method of the research was using Asbuton Butir that had variation 0%, 50 % and 100% in mixture AC-WC. The first method found the Optimum Asphalt Content (OAC) for each various asbuton butir. The second method aimed to determine the value of Marshall in Optimum Asphalt Content (OAC) which got to discover density, VIM, VFWA, VMA, stability, flow, MQ, IRS standard, IRS modification and Durability Index at the immersion time 24 hours, 72 hours and 120 hours.

In conclusion, the more many asbuton butir was in AC-BC mixture, the higher value of stability and durability was in AC-BC mixture at the immersion 24 hours, 72 hours and 120 hour in sea water.

Keyword: *Asphalt Concrete-BC, Asbuton Butir (BRA), Sea Water, Time Immersion, Marshall and Durability*

1. PENDAHULUAN

Provinsi Sulawesi Tenggara memiliki wilayah perairan yang cukup luas sebesar 110.000 km² dibandingkan dengan luas daratan sebesar 38.140 km². Wilayah kota Kendari yang berkembang sepanjang teluk kendari, menyebabkan beberapa akses jalan penting sering tergenang oleh air laut khususnya pada saat musim penghujan.

Air merupakan salah satu penyebab kerusakan pada perkerasan. Derajat Keasaman yang tinggi pada air laut dibanding air hujan, dapat mempengaruhi ikatan antara aspal dan agregat yang mempercepat terjadinya oksidasi sehingga menyebabkan terjadinya kerusakan dini pada lapisan permukaan jalan. Kondisi ini dapat diperparah, apabila jalan terendam dalam waktu lebih dari 24 jam (standar kekuatan sisa marshall), dan terbebani oleh beban kendaraan yang melebihi batas yang telah ditentukan.

Penggunaan aspal dalam campuran dapat mengurangi intrusi air masuk ke dalam lapis perkerasan. Sebagai salah satu bahan alternative untuk mengurangi penggunaan aspal dengan memanfaatkan produk dalam negeri yaitu, penggunaan aspal alam yang terdapat di pulau Buton Sulawesi Tenggara biasa di sebut asbuton butir (BRA) (aspal batu buton) dengan kandungan deposit sekitar 677 juta ton yang merupakan daerah deposit aspal alam terbesar didunia.

Perumusan masalah pada penelitian ini adalah Bagaimana pengaruh penggunaan asbuton butir terhadap ketahanan air laut bila ditinjau dari karakteristik mekanis dan tingkat keawetannya/durabilitas pada beton aspal.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji stabilitas dan durabilitas dari penggunaan asbuton butir akibat lama perendaman dalam air laut.

2. STUDI PUSTAKA

2.1 Beton Aspal

Departemen pekerjaan umum (2007) menyatakan bahwa yang dimaksud dengan campuran beraspal panas adalah campuran yang terdiri atas kombinasi agregat yang dicampur dengan aspal dalam keadaan panas.

Asphalt Concrete -Base Course (AC-BC)

Beton aspal untuk lapisan pondasi (*Base Course*), adalah lapisan pengikat, yang terletak dibawah lapisan aus. Lapisan ini tidak berhubungan langsung dengan cuaca, tetapi memiliki stabilitas untuk memikul roda kendaraan. Karakteristik beton aspal yang terpenting dalam campuran ini adalah stabilitas, tebal nominal minimum laston 5 cm (Sukirman, 2007).

2.2 Aspal modifikasi

Aspal modifikasi dibuat dengan mencampurkan aspal keras dengan suatu bahan tambah (*additive*). Epps (1986) dan Woodside *et al*, (1989) dalam Suparma (2007) memperkenalkan beberapa kriteria untuk *additive (modifier)* yang dimasukkan dalam aspal. Bahan modifier yang ideal seharusnya dapat merubah aspal menjadi :

- a. Menghasilkan stabilitas yang lebih tinggi pada temperature perkerasan yang tinggi untuk menurunkan rutting dan shoving.
- b. Meningkatkan workability pada processing temperature untuk mempercepat spraying, mixing dan compaction.
- c. Meningkatkan *aging characteristics to improve durability*.

Jenis-Jenis aspal modifikasi tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Aspal polymer elastomer SBS (*Styrene Butadiene Styrene*), SBR (*Styrene Butadiene Rubber*), SIS (*Styrene Isoprene Styrene*) dan karet adalah jenis-jenis polymer elastomer yang biasanya digunakan sebagai bahan pencampur aspal keras.
- b. Aspal polymer plastomer.
Seperti halnya dengan aspal polymer elastomer, penambahan bahan polymer plastomer pada aspal keras juga dimaksudkan untuk meningkatkan sifat rheologi baik pada aspal keras dan sifat fisik campuran beraspal.
- c. Aspal modifikasi dengan asbuton
Tujuan utama dari modifikasi aspal dengan Asbuton adalah untuk mendapatkan sifat-sifat aspal yang lebih tinggi dibandingkan aspal keras biasa. Aspal keras yang dimodifikasi Asbuton umumnya berasal dari klasifikasi aspal penetrasi 60/70.

2.3 Asbuton

Asbuton atau aspal beton merupakan aspal alam yang terdapat di pulau Buton Sulawesi. Diperkirakan cadangan aspal alam di Pulau Buton sekitar 300 juta ton (Dep.Kimpraswil,1999). Beberapa hasil kajian dari beberapa kalangan, diperkirakan deposit as buton sebesar sebesar 677 Ton yang tersebar di beberapa wilayah di pulau Buton seperti Waesiu 0,1 juta ton, Kabungka 60 juta ton, Winto 3,2 juta ton, Winil 0,6 juta ton, Lawele 210 juta ton, Siantopina 181 juta ton, Olala 47 juta ton dan Enreko 174 juta ton dengan kadar aspal 13 % sampai dengan 30%.

Jenis asbuton butir yang dapat digunakan adalah salah satu dari asbuton butir yang memenuhi ketentuan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Ketentuan Asbuton Butir

SIFAT-SIFAT ASBUTON	MEIO DE PENG UJIAN	SATUAN	TIPE 5/ 20	TIPE 15/ 20	TIPE 15/ 25	TIPE 20/ 25
Kadar bitumen Asbuton	SNI 03-3640-4	%	18-22	18 – 22	23 - 27	23 - 27

Pengaruh Ketahanan Beton Aspal (AC-BC) yang Menggunakan Asbuton Butir Tipe 5/20 Terhadap Air Laut Ditinjau dari Karakteristik Mekanis dan Durabilitasnya
Susanti Djalan

Tabel 1. (lanjutan)

SIFAT SIFAT ASBUTON	MEIODE PENG UJIAN	SA TUAN	TIPE 5/ 20	TIPE 15/ 20	TIPE 15/ 25	TIPE 20/ 25
Ukuran butir asbuton butir	SNI 03-1968-90					
Lolos saringan No.4 (4,75 mm)	SNI 03-1968-90	%				100
Lolos saringan No.8 (2,36 mm)	SNI 03-1968-90	%	100	100	100	Min 95
Lolos saringan No 16 (1,18 mm)	SNI 03-1968 -90	%	Min 95	Min 95	Min 95	Min 75
Kadar Air	SNI 06-2490-91	%	Maks 2	Maks 2	Maks 2	Maks. 2
Penetrasi bitumen pada C,100g,5detik,0,1 mm	SNI 03-2456-91	0,1 mm	< 10	10 - 18	10 - 18	19 - 22

Tabel 2. Jenis Asbuton butir yang telah diproduksi

URAIAN	JENIS ASBUTON/ MERK PRODUKSI						SA TUAN
	Ko nv	Ha lus	Mikro	BRA	BG A	Re to na	
Kadar Aspal	13-20	20	25	20	25	55	%
Kadar Air	> 6	6	2	< 2	<2	< 2	%
Ukuran butir maks	12,5	4,75	2,36	1,18	1,18	1	Mm
Kemasan	curah	ktg	kg	kg	kg	kg	-

Sumber: Asbuton sebagai Bahan Perkerasan Jalan (2008)

Tabel 3. Spesifikasi *Buton Rock Asphalt*

NO.	TEST	UNIT	TEST MEIHO DS	RESULT	SPESIFIC A TION
1	Penetration 25 C,100 g		ASTM D 5	2	Max.10
2	Softening point	C	ASTM D 2398	95,8	70 – 98
3	Specific Gravity	-	ASTM D 70	1.085	Min.1
4	Flash Point, COC	%	ASTM D 1754	0, 296	Max. 0,7
5	Penetration at 25 C,100 g,after TFOT	%	ASTM D 5	50	-
6	Softening Point after TFOT	C	ASTM D 2398	97,8	-

Buton Rock Asphalt (BRA) yang digunakan sebagai bahan pengganti (substitusi) agregat halus dalam penelitian ini adalah Asbuton butir tipe 5/20 hasil olahan PT. Buton Aspal Indonesia.

Menurut Kurniadji dalam Asbuton sebagai Bahan perkerasan Jalan (2008), beberapa jenis asbuton yang telah diproduksi :

a. Asbuton butir

Jenis asbuton berdasarkan besar butir dan kadar aspal yang dikandungnya dapat dibedakan seperti diperlihatkan pada Tabel 2.

b. Mastik Asbuton

Mastik asbuton adalah asbuton mikro yang difluxing dengan bahan premaja khusus dan dikombinasikan dengan aspal keras.

c. Asbuton pra campur (*pre-blended*)

Asbuton pra campur merupakan percampuran antara asbuton butir hasil refine asbuton dengan kadar bitumen 60% sampai 90% dengan aspal minyak pen 60 dengan komposisi tertentu.

2.4 Tingkat Keasaman air laut

Berdasarkan hasil pemeriksaan mengenai Derajat Keasaman air laut By Pass, Kota Kendari diperoleh seperti disajikan pada Tabel 4.

Menurut Agung Hari Prabowo, 2003 menyatakan semakin tinggi derajat keasaman air laut yang merendam campuran, semakin merusak campuran tersebut. Nilai pH yang mendekati pH netral (pH = 7), membuat kinerja campuran HRS – WC semakin baik.

2.5 Karakteristik Marshall

Pemeriksaan Marshall dimaksudkan untuk mendapatkan kinerja dari Beton Aspal. Dari proses persiapan benda uji sampai pemeriksaan dengan alat Marshall, diperoleh data-data sebagai berikut :

a. Stabilitas (*stability*), yang dinyatakan dalam (kg)

Nilai stabilitas diengaruhi oleh bentuk butir, kualitas, tekstur permukaan dan gradasi agregat yaitu pada gesekan antar butiran agregat (*intermal friction*) dan penguncian antar butiran agregat (*interlocking*). Persamaan yang digunakan sebagai berikut :

$$O = n \times \text{koreksi benda uji} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

n = m x kalibrasi roving ring (kg)

m = nilai pembacaan arloji stabilitas

Tabel 4. Hasil Pengujian Derajat Keasaman Air Laut By Pass Kota Kendari

PARAMETER	SATUAN	HASIL PENG UJIAN	SPEKIFIKASI MEIO DE	BAKU MUTU
Derajat Keasaman	mg/l	8,1	pH meter	7 – 8,5

Sumber: KEPMENLH No. KEP-51/MENLH/10/1995



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Air Laut

b. Flow (*kelelehan plastis*), yang dinyatakan dalam mm.
Kelelehan adalah besarnya deformasi vertikal yang terjadi mulai awal pembebanan sampai kondisi stabilitas menurun.

c. *Density* (kerapatan), dinyatakan dalam (gram/cm³)
Density merupakan tingkat kerapatan campuran setelah campuran dipadatkan. Persamaan yang digunakan sebagai berikut:

$$Gab = \frac{Wmp}{\frac{Wssd}{\gamma_w} - \frac{Wmw}{\gamma_w}} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:
Gmb = berat volume benda uji ((gram/cm³)
Wmp = berat kering benda uji sebelum direndam air (gr)
Wmasd= berat benda uji dalam keadaan jenuh air (gr)
Wmw = berat benda uji dalam air (gr)
 γ_w = berat volume air (1 gr/ cm³)

d. VFWA (*voids filled with asphalt*), yang dinyatakan dalam (%)
VFWA adalah prosentase rongga terisi aspal pada campuran setelah mengalami proses pemadatan. Faktor – factor yang memengaruhi adalah kadar aspal, gradasi agregat, energi pemadatan dan temperature pemadatan, serapan air oleh agregat. Persamaan yang digunakan sebagai berikut :

$$FVWA = 100 \times \frac{VMA - VITM}{VMA} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :
VFWA = void filled with asphalt (%)
VMA = void in the mineral aggregate (%)
VITM = void in the mix (%)

e. VITM (*Void in the mix*), yang dinyatakan dalam %.
VITM adalah prosentase rongga udara dalam campuran yang telah dipadatkan. Persamaan yang digunakan sebagai berikut:

$$VITM = \frac{Gmm - Gmb}{Gmm} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :
VITM = kadar rongga terhadap campuran (%)
Gmb = berat volume benda uji
Gmm = berat jenis maksimum teoritis

f. VMA (*voids in mineral aggregate*) yang dinyatakan dalam (%)
VMA adalah rongga udara yang ada diantara butir agregat dalam campuran agregat aspal yang sudah dipadatkan termasuk ruang yang terisi aspal dan dinataan dalam prosen terhadap volume campuran agregat aspal. Persamaan yang digunakan sebagai berikut:

$$VMA = 100 - \frac{Gmb \times Ps}{Gab} \dots\dots\dots(5)$$

Dimana :
VMA = *void in mineral aggregate* (%)
Gmb = berat jenis bulk campuran
Gsb = berat jenis bulk aggregate
Ps = kadar agregat (%), prosentase berat total campuran

g. Marshall Quotient (MQ)
Marshall Quotient adalah hasil bagi antara nilai stabilitas dengan nilai kelelehan (*flow*) dan digunakan sebagai pendekatan terhadap tingkat kekakuan campuran. Persamaan yang digunakan sebagai berikut:

$$MQ = \frac{O}{P} \dots\dots\dots(6)$$

Dimana :
MQ = *Marshall Quotient* (kg/mm)
O = nilai stabilitas (kg)
P = nilai kelelehan plastis/ flow (mm)

2.6 Durabilitas

Durabilitas berkaitan dengan keawetan campuran terhadap pengaruh air dan temperatur dalam waktu lama. Durabilitas dapat ditingkatkan dengan cara membuat campuran yang padat dan kedap air, yang dapat diperoleh dari penggunaan agregat bergradasi rapat dan kadar aspal yang tinggi. Salah satu cara untuk menilai potensi durabilitas campuran beton aspal adalah dengan melihat nilai indeks kekuatan sisa *marshall* (IKS), yang didapat dari hasil tes perendaman Marshall.

Ada beberapa metode yang digunakan dalam mengevaluasi pengaruh air terhadap campuran aspal, seperti dijelaskan berikut:

a. Metode Pengujian Perendaman Standar

Salah satu metode yang digunakan dalam mengevaluasi pengaruh air terhadap campuran perkerasan aspal adalah pengujian Perendaman *Marshall* yang mana stabilitas dari benda uji ditentukan setelah satu hari perendaman di dalam air pada suhu 60 °C.

Menurut Departemen Pekerjaan Umum (2007), syarat minimum indeks kekuatan sisa untuk lalulintas lebih besar 1 juta ESA sebesar 80 % dan besarnya nilai indeks perendaman (IP) dapat diperoleh dengan persamaan sebagai berikut:

$$IRS = \frac{MSi}{MSs} \times 100 \dots\dots\dots(7)$$

Dimana :

- IRS = Indeks Stabilitas Sisa (%)
- MSi = Stabilitas Marshall Perendaman (24 jam) (kg)
- MSs = Stabilitas Marshall (1/2 jam) (kg)

Campuran aspal-agregat dengan indeks perendaman yang semakin besar , hal ini dapat menyebabkan tingkat durabilitas campuran semakin besar.

Asphalt Institute, MS-2 (1983) merekomendasikan bahwa indeks stabilitas sisa pada perendaman 24 jam harus lebih besar dari 75 %.

b. Metode Pengujian Perendaman Modifikasi.

Kriteria Perendaman 24 Jam (satu hari) tidak selalu menggambarkan sifat keawetan campuran setelah masa perendaman yang lebih lama (*Craus, J. et al, 1981*). Peneliti – peneliti ini memeriksa keawetan benda uji dari material aspal yang direndam di dalam air untuk waktu yang lebih lama dan dicari suatu parameter kuantitatif tunggal yang akan memberikan ciri kepada seluruh kurva keawetan. Kriteria - kriteria berikut dinilai memenuhi “indek keawetan” yaitu:

- a) Harus menunjukkan potensi keawetan untuk suatu rentang yang fleksibel dari masa perendaman.
- b) Harus dengan tepat memberikan gambaran dari perbedaan perubahan waktu perendaman dari kurva keawetan.

• Indeks Durabilitas pertama

Indeks pertama didefinisikan sebagai jumlah kelandaian yang berurutan dari kurva keawetan. indeks (r) durabilitas dinyatakan sebagai berikut:

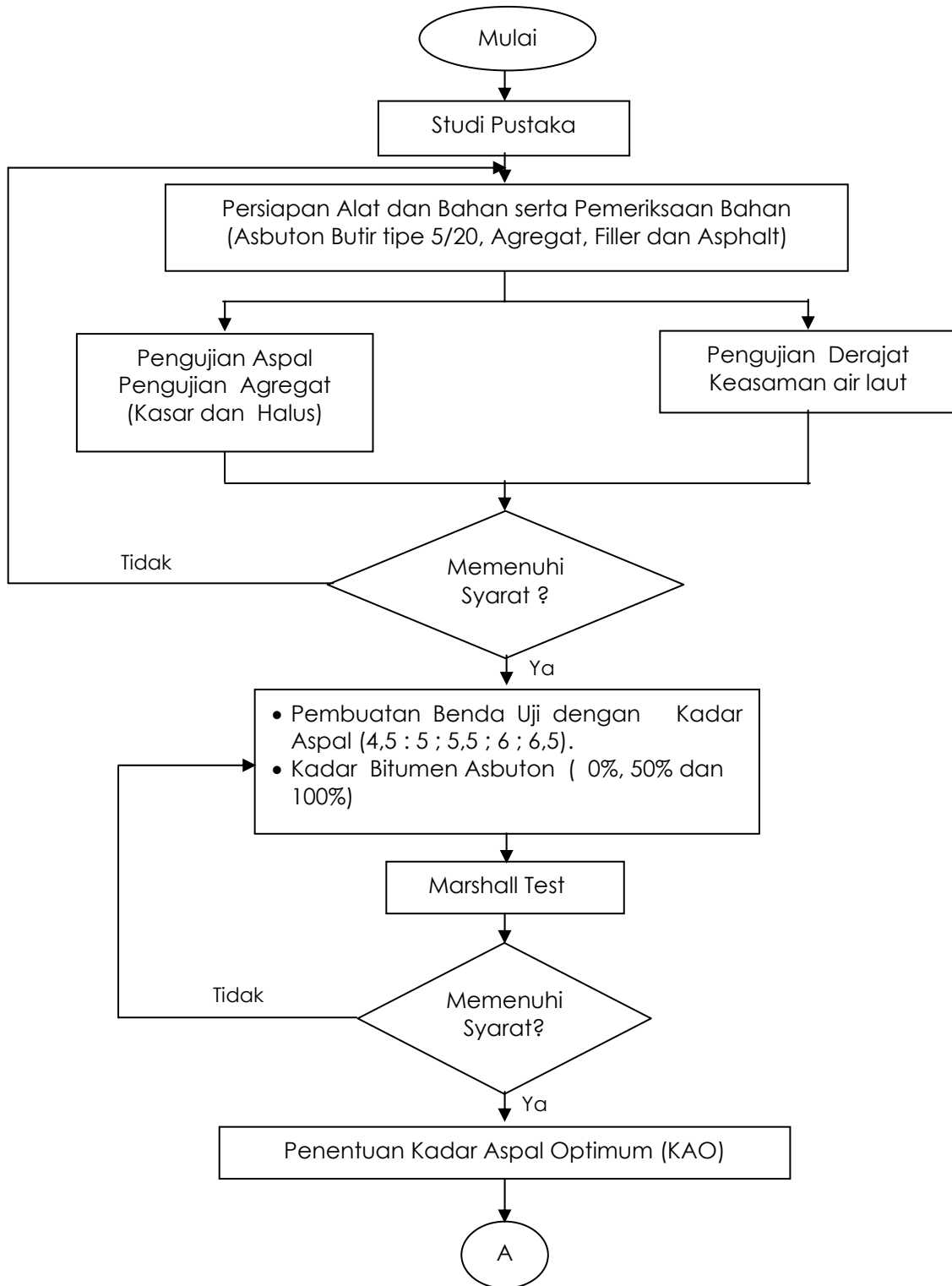
$$r = \sum_{i=0}^{n-1} \frac{S_i - S_{i+1}}{t_{i+1} - t} \dots\dots\dots(8)$$

dimana :

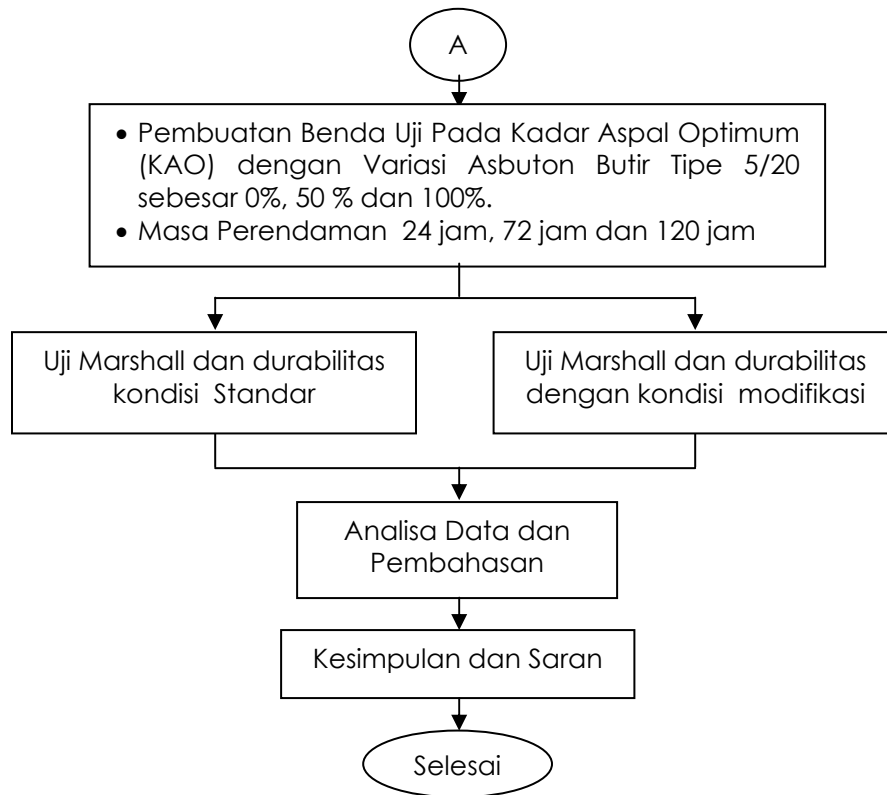
- S₀ = nilai absolut dari kekuatan awal.
- S_i = Persen kekuatan yang tersisa pada waktu t_i
- S_{i+1} = Persen kekuatan yang tersisa pada waktu t_{i+1}
- t_i, t_{i+1} = waktu perendaman (mulai dari awal pengujian)

3. METODE PENELITIAN

Agar tujuan dan sasaran penelitian dapat dicapai sesuai yang diharapkan perlu ditentukan alur / program kerja penelitian yang akan dilaksanakan, seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

Tabel 5. Pengaruh Rendaman Air laut pada Derajat Keasaman 8,1 mg/lit terhadap karakteristik Marshall, Perendaman Standar dan Perendaman Modifikasi

KARAKTERISTIK MARSHALL	SPESIFIKASI	PERENDAMAN 24 JAM			PERENDAMAN 72 JAM			PERENDAMAN 120 JAM		
		P e r s e n t a s e A s b u t o n B u t i r			P e r s e n t a s e A s b u t o n B u t i r			P e r s e n t a s e A s b u t o n B u t i r		
		0%	50%	100%	0%	50%	100%	0%	50%	100%
		K a d a r A s p a l O p t i m u m			K a d a r A s p a l O p t i m u m			K a d a r A s p a l O p t i m u m		
		6,12 %	4,73 %	3,81%	6,12%	4,73%	3,81%	6,12%	4,73 %	3,81%
a. Density	Gr/cm3	2,330	2,291	2,263	2,28	2,25	2,23	2,18	2,15	2,06
b. Stabilitas	≥1000 kg	1376	1857	1567	1298	1811	1498	993	1320	1290
c. flow	≥ 3 mm	3,52	3,61	4,45	3,49	3,58	4,37	3,33	3,21	3,06
d. VITM	3,5-5,5(%)	4,43	3,81	2,85	4,51	4,67	2,93	5,10	5,62	3,45
e. VMA	≥ 14 (%)	15,74	12,5	8,9	15,94	12,75	9,23	16,03	12,98	9,58
f. VFWA	≥ 63 (%)	73,4	68,2	69,3	67,53	64,67	65,21	63,82	60,43	61,56
g. MQ	≥ 300 kg/mm	390,06	514,4	317,1	371,9	505,89	342,29	303,30	411,21	421,2
h. Stabilitas (1/2)	jam	1457	1945	1609	1457	1991	1609	1457	1991	1609
Karakteristik Perendaman-an Modifikasi	Spesifikasi	P e r s e n t a s e A s b u t o n B u t i r			P e r s e n t a s e A s b u t o n B u t i r			P e r s e n t a s e A s b u t o n B u t i r		
		0%	50%	100%	0%	50%	100%	0%	50%	100%
		K a d a r A s p a l O p t i m u m			K a d a r A s p a l O p t i m u m			K a d a r A s p a l O p t i m u m		
		6,12 %	4,73%	3,81%	6,12 %	4,73 %	3,81%	6,12 %	4,73 %	3,81%

Tabel 5. (lanjutan)

KARAKTERISTIK		PERENDAMAN 24 JAM			PERENDAMAN 72 JAM			PERENDAMAN 120 JAM		
		Pe rse nta se As bu to n Bu tir			Pe rse nta se As bu to n Bu tir			Pe rse nta se As bu to n Bu tir		
MARSHALL	SPESIFIKASI	0%	50%	100%	0%	50%	100%	0%	50%	100%
		Ka da r As pa l Op ti mu m			Ka da r As pa l Op ti mu m			Ka da r As pa l Op ti mu m		
		6,12 %	4,73 %	3,81%	6,12%	4,73%	3,81%	6,12%	4,73%	3,81%
Karakteristik Perendam-an Modifikasi		Pe rse nta se As bu to n Bu tir			Pe rse nta se As bu to n Bu tir			Pe rse nta se As bu to n Bu tir		
Spesifikasi		0%	50%	100%	0%	50%	100%	0%	50%	100%
		Ka da r As pa l Op ti mu m			Ka da r As pa l Op ti mu m			Ka da r As pa l Op ti mu m		
		6,12 %	4,73%	3,81%	6,12 %	4,73 %	3,81%	6,12 %	4,73 %	3,81%
IRS (%)	Standard > 80 %	94,23	95,47	97,38	89,09	90,10	93,12	68,15	79,81	80,17
Indeks Durabilitas (I) (r)	(%)	2,57	2,63	2,13	9,73	5,15	6,47	0	0	0

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian Marshall dan Durabilitas pada kadar aspal optimum dengan persentase asbuton butir sebesar 0%, 50% dan 100% terhadap air laut dengan lama perendaman selama 24 jam, 72 jam dan 120 jam disajikan pada Tabel 5.

4.1 Pengaruh penggunaan asbuton butir tipe 5/20 terhadap lama perendaman dalam air laut

Pengaruh penggunaan asbuton butir tipe 5/20 terhadap lama perendaman dalam air laut dengan derajat keasamaan sebesar 8,1 mg/l pada kondisi kadar aspal optimum terhadap karakteristik mekanis berdasarkan Tabel 5 dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Pengaruh terhadap nilai *Density* dan VITM (*Void in Total Mix*)

Density (kerapatan) merupakan nilai yang menyatakan besarnya derajat kepadatan suatu campuran yang telah dipadatkan. Nilai *density* campuran dipengaruhi oleh bahan susun, gradasi agregat dan cara pemadatan. Lama perendaman dapat menurunkan nilai *density*.

Penurunan nilai *density* ini disebabkan campuran dikondisikan mendapat

tekanan air dalam rentang waktu tertentu pada kondisi panas sekitar 60 °C, sehingga berpengaruh terhadap ikatan antara agregat dan aspal. Nilai *density* pada campuran yang menggunakan asbuton butir lebih rendah dibandingkan dengan campuran non asbuton butir. Gradasi asbuton butir yang halus dibandingkan agregat biasa, menyebabkan kepadatan campuran berkurang. Nilai *density* ini berhubungan dengan rongga udara (VITM) yang terdapat dalam campuran. Semakin lama waktu perendaman, maka persentase rongga udara dalam campuran asbuton butir dan non asbuton butir semakin meningkat. Peningkatan ini disebabkan campuran asbuton butir yang halus memperbesar masuknya air ke dalam rongga campuran yang mengakibatkan berkurangnya daya lekat aspal terhadap agregat dan gesekan antara agregat rongga udara dalam campuran. Nilai VITM ini berbanding terbalik dengan nilai *density*, hal ini membuktikan bahwa penggunaan kadar aspal yang tinggi dapat mengurangi rongga udara dalam campuran. Pada kondisi lama perendaman 24 jam, 72 jam, dan 120 jam, campuran yang menggunakan

asbuton butir sebesar 100 %, berada dibawah batas minimum nilai VITM yang diisyaratkan, karena nilai kadar aspal optimumnya sangat rendah dibandingkan dengan campuran non asbuton butir.

b. Pengaruh nilai VMA (*Void in the mineral aggregate*) dan VFWA (*Void filled with asphalt*)

Nilai VMA menunjukkan banyaknya pori di antara butir-butir agregat di dalam campuran. VMA digunakan sebagai ruang untuk menampung aspal dan volume rongga udara yang diperlukan dalam campuran, apabila nilai VMA rendah akan menyebabkan tidak akan tersedianya ruang yang cukup untuk menampung aspal dan memberikan lapisan *film* aspal yang cukup tebal menyelimuti permukaan agregat. Nilai VMA campuran non asbuton butir, masih berada dalam syarat yang ditentukan selama 3 periode waktu perendaman, sebaliknya dengan campuran asbuton butir. Hal ini disebabkan nilai kadar aspal optimum yang rendah, mengurangi nilai VMA dalam campuran.

c. Pengaruh nilai Stabilitas, *flow* dan MQ

Nilai stabilitas merupakan kemampuan lapisan beraspal mendukung beban lalu lintas yang melewatinya tanpa terjadinya deformasi permanen dan deformasi plastis selama umur rencana. Campuran beraspal yang memiliki nilai stabilitas yang tinggi mengindikasikan besarnya resistensi campuran terhadap perubahan bentuk akibat beban lalu lintas, sebaliknya dengan stabilitas rendah maka lapisan beraspal akan mudah mengalami perubahan bentuk seperti alur. Pengaruh asbuton butir mampu memberikan tingkat ketahanan terhadap campuran sampai 120 jam (5 hari), sedangkan campuran non asbuton butir hanya sampai 72 jam (3 hari). Apabila campuran dikombinasi antara penggunaan agregat biasa dengan asbuton butir (50%), campuran mempunyai ketahanan stabilitas sampai 120 hari. Penggunaan asbuton butir ini menyebabkan bitumen dalam asbuton

butir berfungsi untuk menambahkan kadar aspal dalam campuran sehingga butir-butir agregat diselimuti cukup tebal oleh aspal yang berpengaruh pada nilai stabilitas mencapai lama perendaman 5 hari dibandingkan dengan agregat biasa. Nilai stabilitas ini berpengaruh terhadap kelelahan (*flow*), dimana KAO yang tinggi pada campuran non asbuton butir memiliki kelelahan yang tinggi dibandingkan dengan asbuton butir, tetapi ketiga variasi campuran ini berada di atas dari nilai *flow* yang disyaratkan. Sifat getas atau kaku dari suatu campuran dinyatakan dengan nilai *Marshall Quotient* (MQ). Campuran non asbuton butir memenuhi nilai MQ yang disyaratkan sampai periode perendaman 72 jam (3 hari), sedangkan campuran asbuton butir memenuhi syarat MQ sampai periode perendaman 120 hari (5 hari), hal ini menunjukkan penggunaan asbuton butir memiliki sifat elastis yang lebih besar dibandingkan asbuton butir.

4.2 Pengaruh penggunaan asbuton butir tipe 5/20 terhadap lama perendaman dalam air laut dari aspek durabilitas

Pengaruh penggunaan asbuton butir tipe 5/20 terhadap lama perendaman dalam air laut dengan derajat keasaman sebesar 8,1 mg/l pada kondisi kadar aspal optimum terhadap nilai Durabilitas (Indeks Perendaman dan Indeks Penurunan stabilitas) dijelaskan sebagai berikut:

a. Analisa Indeks Perendaman (*IRS standard*)

Hasil pengujian indeks perendaman ditunjukkan dengan hubungan antara lama perendaman dengan indeks perendaman atau indeks sisa kekuatan marshall. Dalam spesifikasi departemen pekerjaan umum (2007) dan Asphalt Institute MS-2 (1983) untuk aspal modified dengan asbuton mensyaratkan bahwa indeks perendaman atau indeks stabilitas marshall sisa pada perendaman 24 jam minimal 80% dan 75%. Hasil penelitian menunjukkan nilai indeks perendaman 24 jam, 72 jam, dan 120 jam untuk semua variasi dengan asbuton butir dan non

asbuton butir masih memenuhi syarat minimum dari indeks perendaman, kecuali pada lama perendaman selama 72 jam pada campuran non asbuton butir tidak memenuhi syarat minimum. Hal ini menunjukkan kadar bitumen yang terkandung di dalam asbuton butir memperkecil intrusi air laut masuk ke pori-pori agregat.

b. Analisis Indeks Durabiliras (r)

Hasil pengujian Indeks Durabilitas (r) dari campuran non asbuton butir dengan menggunakan asbuton butir, semakin besar penggunaan asbuton butir menyebabkan penurunan stabilitasnya semakin besar seiring bertambahnya waktu perendaman.

Semakin kecil indeks penurunan stabilitas, maka semakin tinggi nilai durabilitas campuran agregat aspal tersebut.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- a. Berdasarkan hasil uji marshall, penggunaan asbuton butir dapat mengurangi penggunaan aspal dalam campuran, dimana campuran non asbuton butir mempunyai kadar aspal sebesar 6,12%, 50% asbuton butir mempunyai kadar aspal sebesar 4,73 % dan asbuton butir 100% mempunyai kadar aspal sebesar 3,81 %.
- b. Campuran dengan menggunakan asbuton butir memiliki nilai stabilitas yang lebih baik dalam perendaman dengan menggunakan air laut dengan derajat keasaman yang berada dalam batas yang disyaratkan sebesar 8,1 mg/l.
- c. Keawetan (durabilitas) campuran dengan asbuton butir terhadap pengaruh air laut untuk periode 24 jam, 72 jam dan 120 jam cukup baik dibandingkan campuran non asbuton butir. Hal ini ditunjukkan masih memenuhi syarat minimum dari Departemen Pekerjaan Umum (2007) dan Asphalt Institute MS-2 (1983) dengan batas minimal 80% dan 75%.

- d. Asbuton butir dapat digunakan pada jalan-jalan yang dekat dengan pengaruh air laut, karena disamping kadar aspal optimum yang digunakan kecil, juga memiliki sifat durabilitas /keawetan yang cukup lama, yaitu selama 3 hari.

5.2 Saran

- a. Untuk pengembangan asbuton butir terkait dengan sifat mekanis dan durabilitasnya, dapat menggunakan asbuton butir untuk tipe selain 5/20.
- b. Penelitian dapat dilakukan dengan air laut dari sampel yang berbeda pada derajat keasaman yang berbeda, sehingga dapat diketahui pada derajat keasaman yang menyebabkan kerusakan terparah.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Asphalt Institute, 1983, *Mix Design Methods for Asphalt and Other Hot-Mix Types*, Manual Series no.22, second edition, Kentucky.
- Craus, J. Et al, (1981), *Durability of Bituminous Paving Mixtures as Related to Filler Type and Properties*, Proceedings Association of Asphalt Paving Technologists Technical Sessions, February 16, 17 and 18, 1981, Volume 50, San Diego, California.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2006, *Laporan Akhir Perencanaan, Pengawasan dan Kajian Teknis pada Uji Coba Asbuton Butir di Propinsi Sulawesi Tenggara*. Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum. Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2007, *Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan*, Pusat Litbang Prasarana Transportasi. Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Iriansyah, A., S, 2009, *Uji Coba Skala Penuh Asbuton Campuran Hangat Jalan Pangkalan Lima - Kumai Di*

Kalimantan Tengah, Pusat Penelitian Jalan dan Jembatan, Bandung.

Kurniadji dan Nono, 2006, *Spesifikasi dan Produksi Asbuton*, Pusat Litbang Prasarana Transportasi. Badan Penelitian dan Pengembangan. Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.

Prabowo, A., H, 2003, *Pengaruh Rendaman Air Laut Pasang (ROB) terhadap Kinerja Lataston (HRS-WC) Berdasarkan Uji Marshall dan Uji Durabilitas Modifikasi*, PILAR Vo. 12 Nomor 2, Semarang.

Sukirman, S., 2007, *Beton Aspal Campuran Panas*, edisi kedua, Yayasan Obor Indonesia, Jakarta.

Suparma, L., 2007, *Bahan Lapis Keras*, Bahan Kuliah, tidak dipublikasikan, Magister Teknologi Bahan Bangunan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Whiteoak, D., 1990, *The Shell Bitumen Handbook*, Shell Bitumen UK, East Molesey, Surrey.