

STUDI KUAT TARIK TIDAK LANGSUNG PADA CAMPURAN ASPHALT CONCRETE MENGUNAKAN ASBUTON

Muh. Anshar Amrin^{1*}, Abdul Gaus², M. Darwis³

^{1*}Pemerhati Jasa Konstruksi Maluku Utara

^{2,3} Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas khairun

^{1*} Ancharrpt18@gmail.com

Abstrak : Salah satu sumber kekayaan alam Indonesia yang cukup potensial adalah aspal alam yang terletak di Pulau Buton Sulawesi Tenggara disebut Asbuton. Aspal alam yang tersedia di Pulau Buton mempunyai cadangan yang sangat besar, merupakan deposit aspal alam terbesar di dunia. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui nilai perbandingan antara aspal standar pen 60/70 dengan penambahan Asbuton butir (LGA) pen 30/25 sebesar 5%. Pengujian awal dengan alat uji *Marshall Test* untuk mendapatkan kadar aspal optimum (KAO). Pengujian selanjutnya adalah *Indirect Tensile Strength Test* dengan menggunakan ASTM D6931-12. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental di Laboratorium dengan pencampuran menggunakan Asbuton butir *Lawela Granular Aspal* (LGA). Penelitian kadar lumpur, berat jenis dan penyerapan serta kehausan Agregat dilaksanakan di Laboratorium Jalan dan Aspal Fakultas Teknik dan pengambilan agregat di PT. Alfa adies. Kadar aspal yang digunakan adalah 5%, 5,5%, 6%, 6,5% dan 7%. Hasil analisis penelitian menunjukkan bahwa karakteristik *Marshall Test* dengan kadar aspal 6% yang menggunakan Asbuton LGA 30/25 adalah Stabilitas 2169,99 kg, Flow 3,85 mm, MQ 563,18 kg/mm, VIM 4,07%, VMA 14,10%, dan VFB/ VFWA 75,69%. Dan untuk karakteristik kuat tarik tidak langsung dengan kadar aspal 6% menggunakan Asbuton LGA 30/25 sebagai penambahan aspal yang mempunyai nilai kuat tarik tidak langsung sebesar 1,09 MPa, regangan sebesar 0,00414, dan modulus elastisitas sebesar 264,399 MPa.

Kata kunci : *Lawela Granular Aspal (LGA)*, *Lapis Aus (AC-WC)*, *Marshall Test*, *Indirect Tensile Strength*.

I. PENDAHULUAN

Sejarah perkerasan jalan dimulai bersamaan dengan sejarah kehidupan manusia itu sendiri yang selalu berhasrat untuk mencari kebutuhan hidup dan berkomunikasi dengan sesama. Pada awalnya, jalan hanyalah berupa jejak manusia yang mencari kebutuhan hidup ataupun sumber air, kemudian berkembang menjadi jalan setapak, jalan berbatu, sampai perkerasan jalan dengan aspal sebagai bahan pengikatnya. Dengan makin meningkatnya kesadaran manusia akan bahaya polusi lingkungan hidup dan makin berkembangnya teknologi di bidang perkerasan jalan, maka muncul suatu ide campuran *asphalt concrete* menggunakan Asbuton.

Salah satu sumber kekayaan alam Indonesia yang cukup potensial adalah aspal alam yang terletak di Pulau Buton Sulawesi Tenggara disebut Asbuton. Aspal alam yang tersedia di Pulau Buton mempunyai cadangan yang sangat besar, merupakan deposit aspal alam terbesar di dunia. Bidang wilayah pertambangan dan energi propinsi Sulawesi Tenggara (1997), memperlihatkan cadangan aspal alam total adalah sekitar 677,247 juta ton ^[11]. Selain jumlah cadangan yang cukup besar, Asbuton juga dapat diolah dalam campuran dengan cara panas, hangat maupun dingin. Konsumsi energi untuk pencampuran dengan cara hangat maupun cara dingin tentunya lebih kecil dibandingkan dengan cara panas yang biasa dilakukan pada campuran beton aspal (*Asphaltic Concrete*), sehingga dapat dikatakan bahwa campuran Asbuton relatif ramah terhadap lingkungan.^[11]

Dipandang perlu untuk melakukan penelitian tentang bagaimana karakteristik marshall pada campuran (AC-WC) menggunakan Asbuton dan bagaimana karakteristik kuat tarik tidak langsung pada campuran (AC-WC) menggunakan Asbuton.

Bahan dan Persyaratan Lapis Aspal Beton (Laston / AC)

Lapis aspal beton (*Laston*) merupakan jenis tertinggi dari perkerasan bitumen bergradasi menerus dan cocok untuk jalan yang banyak dilalui kendaraan berat. Aspal beton biasanya dicampur dan dihamparkan pada temperatur tinggi dan membutuhkan bahan pengikat aspal semen. Spesifikasi untuk pencampuran, penghamparan kepadatan akhir dan kepadatan akhir penyelesaian akhir permukaan memerlukan pengawasan yang ketat atas seluruh tahap konstruksi. Lapisan aspal beton terdiri campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu^[5].

Aspal batu Buton (Asbuton, Indonesian Rock Asphalt).

Asbuton adalah aspal alam yang terdapat di pulau Buton, Sulawesi Tenggara yang selanjutnya dikenal dengan istilah Asbuton. Asbuton pada umumnya berbentuk padat yang terbentuk secara alami akibat proses geologi. Proses terbentuknya Asbuton berasal dari minyak bumi yang muncul ke permukaan menyusup di antara batuan yang porus.^[11]

Campuran Beraspal Panas dengan Asbuton Butir

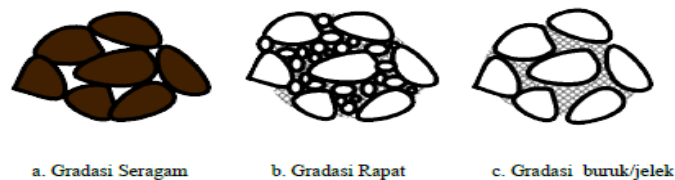
Campuran beraspal panas dengan Asbuton olahan adalah campuran antara agregat serta asbuton butir. Campuran beraspal panas ini, dicampur di Unit Pencampur Aspal (UPCA/AMP), dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada temperatur tertentu. Ketentuan berkaitan dengan campuran beraspal panas menggunakan Asbuton butir^[6].

Agregat

Agregat adalah suatu kombinasi dari pasir, kerikil, batu pecah atau kombinasi material lain yang digunakan dalam campuran beton aspal. Proporsi agregat kasar, agregat halus didasarkan kepada spesifikasi dan gradasi yang tersedia. Agregat mempunyai peranan yang sangat penting dalam perkerasan jalan. Jumlah agregat di dalam campuran aspal biasanya 90-95% agregat berdasarkan persentase berat atau 75-85% agregat berdasarkan persentase volume^[8].

Gradasi Agregat

Gradasi atau distribusi partikel-partikel berdasarkan ukuran agregat merupakan hal yang penting dalam menentukan stabilitas perkerasan jalan. Dalam gradasi agregat mempunyai spesifikasi tertentu untuk melakukan percobaan yang telah ditetapkan dalam standar campuran beraspal panas menggunakan Asbuton olahan. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang akan menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan.^[8]



Gambar 1. Jenis Gradasi Agregat

Karakteristik Marshall Beton Aspal

Menurut Silvia Sukirman (2003), terdapat tujuh karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh beton aspal adalah stabilitas, keawetan, kelenturan atau fleksibilitas, ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*), kekesatan permukaan atau ketahanan geser, kedap air dan kemudahan pelaksanaan (*workability*).^[11]

Uji Kuat Tarik Tidak Langsung (*Indirect Tensile Strength*)

Kuat tarik ialah kemampuan untuk menahan gaya luar yang cenderung menarik elemen benda uji secara bersamaan. ITS adalah sebuah pengujian gaya tarik tidak langsung yang bertujuan mengetahui karakter *tensile* dari campuran perkerasan. Sifat uji ini adalah untuk memperkirakan potensi retakan pada campuran aspal^[7].

Uji kuat tarik tidak langsung atau disebut dengan *Indirect Tensile Strength* tersebut^[3], Dan dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$S_t = \frac{2 \times P}{\pi \times t \times D}$$

Keterangan :

- St : IDT, kekuatan (Kpa)
- P : beban maksimum, N
- t : contoh tinggi, sebelum di uji, mm
- D : contoh diameter, mm

Penelitian Terdahulu

Affandi (2009), Salah satu produk asbuton yang sering digunakan untuk campuran beraspal panas saat ini ialah asbuton butir dengan ukuran maksimum 2,36 mm. Banyaknya asbuton butir yang digunakan dalam campuran antara 5% sampai 10% terhadap berat agregat.

Tujuan penelitian ini, ialah untuk mendapatkan sifat –sifat teknis campuran beraspal panas dengan bahan tambah asbuton butir tipe 5/20. Hasil penelitian menunjukkan, bahwa aspal dari asbuton butir tidak bisa keluar dari tempatnya, begitu juga butiran mineralnya. Hal ini mengakibatkan perlunya diadakan koreksi gradasi campuran akibat perbedaan berat jenis asbuton dan agregat yang cukup besar.^[2]

II. METODOLOGI

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal keras penetrasi 60/70. Pemeriksaan aspal dilakukan di Laboratorium Jalan dan Aspal Fakultas Teknik. Dari hasil pemeriksaan yang telah dilakukan, aspal masih memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan oleh Bina Marga berdasarkan Petunjuk Lapis Aspal Beton (*Flexible*) No.12/PT/B/1983. Rangkuman hasil pemeriksaan karakteristik aspal pertamina pen. 60/70 dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 1. Karakteristik Aspal Pertamina Penetrasi 60/70

No	Hasil Pengujian	Spec.	Hasil	Satuan
1	Penetrasi sebelum kehilangan berat	60 - 79	67,30	0,1 mm
2	Penetrasi sesudah kehilangan berat	Min. 80	84,0	%
3	Titik Lembek	48 - 58	57,5	^o C
4	Berat Jenis	Min. 1,0	1,028	gr/cc
5	Penurunan berat aspal	Maks. 0,8	0,19	% Berat

Sumber : *Laboratorium Jalan dan Aspal Fakultas Teknik Universitas Khairun.*

Dalam Karakteristik Asbuton LGA ini dapat dilihat pada Tabel 2.2. Yang hasilnya telah di uji terlebih dahulu dan memenuhi spesifikasi *Pedoman Pemanfaatan Asbuton Campuran Beraspal Panas dengan Asbuton Olahan* dengan metode SNI.

Tabel 2. Karakteristik Asbuton LGA (Lawele Granular Asphalt)

Jenis Pengujian	Metoda uji	Hasil Uji	Spec.	Satuan
Kadar Aspal	SNI 03-3640-1994	30,6	25 - 35	%
Kadar Air	SNI-06-2490-1991	4,6	Maks. 5	%

Propertis Bitumen Hasil Ekstraksi:

Penetrasi Pada 25°C, 100 g, 5 dtk	SNI 06-2456-91	68	50 - 70	0,1mm
Titik Lembek	SNI 06-2434-91	51,0	Min. 50	°C
Daktilitas Pada 25°C,	SNI 06-2432-91	> 140	Min. 100	cm
Kelarutan Dalam CCL4	AASHTO T 44-90	99,58	Min. 99	%
Titik Nyala	SNI 06-2433-91	220	Min. 200	°C
Berat Jenis	SNI 06-2432-1991	1,079	Min. 1,0	-
Penurunan Berat Asbuton (TFOT), dari asli	SNI 06-2441-1991	4,62	Maks. 5	%
Penetrasi Setelah TFOT	SNI 06-2456-91	51	Min. 40	0,1mm
Titik Lembek Setelah TFOT	SNI 06-2434-91	57,1	-	°C
Daktilitas Setelah TFOT	SNI 06-2432-91	120	Min. 50	cm
Penurunan Berat Bitumen (RTFOT), dari asli	SNI 06-2440-1991	3,29	Maks. 5	%
Ukuran Butir Asbuton, Inchi	SNI 03-1968-1990	Lolos # 3/8"	Maks. 3/8"	Inchi

Sumber : PT. Buton Asphalt Indonesia (2010).^[9]

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pemeriksaan Agregat

Agregat yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari PT. Alfa Adies sekaligus digunakan dalam Proyek Peningkatan Jalan Raya di Kota Ternate yang telah melalui pemeriksaan secara visual dan laboratorium. Dalam pemeriksaan secara visual dapat dilihat dari bentuk butiran dan tekstur permukaan agregat kasar, kasar sedang dan abu batu. Gambar agregat disajikan pada Gambar 3.1 sebagai berikut:



Gambar 2. Agregat Yang Digunakan

Untuk mengetahui karakteristik agregat kasar, kasar sedang dan abu batu yang digunakan dalam campuran, dilakukan pengujian fisik dengan hasil seperti diperlihatkan pada Tabel 3.1. Agregat yang akan digunakan harus memenuhi persyaratan yang ditentukan.

Tabel 3. Hasil Pengujian Karakteristik Agregat

No.	Jenis Pengujian	Metode Uji	Persyaratan	Hasil Uji Agregat
a	Agregat Kasar 10 - 20 mm			
1	Penyerapan %		Maks. 3%	2,950%
	a. Berat Jenis Bulk (gr/cc)			2,343%
2	b. Berat Jenis SSD (gr/cc)	SNI-03-4426-1996	Min. 2,5%	2,412%
	c. Berat Jenis Semu (gr/cc)			2,517%
3	Keausan Agregat (%)	SNI 2417 : 2008	Maks. 40%	37,45%
b	Agregat Kasar Sedang 5 - 10 mm			
1	Penyerapan %		Maks. 3%	2,700%
2	a. Berat Jenis Bulk (gr/cc)	SNI-03-4426-1996	Min. 2,5%	2,417%

	b. Berat Jenis SSD (gr/cc)			2,482%
	c. Berat Jenis Semu (gr/cc)			2,585%
c	Agregat Abu Batu 0,5 mm			
1	Penyerapan %		Maks. 3%	2,302%
	a. Berat Jenis Bulk (gr/cc)			2,386%
2	b. Berat Jenis SSD (gr/cc)	SNI-03-4426-1996	Min. 2,5%	2,440%
	c. Berat Jenis Semu (gr/cc)			2,524%

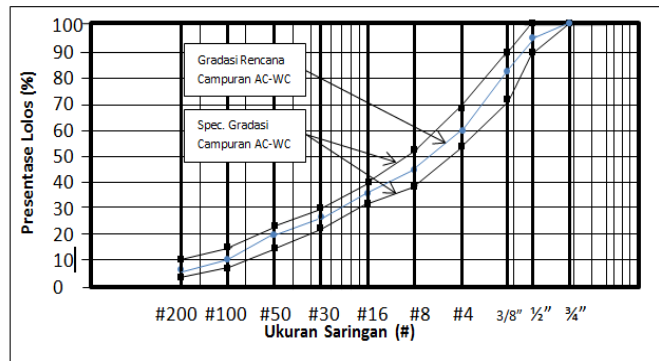
Sumber : Hasil Pengujian dan Perhitungan Di Laboratorium Jalan dan Aspal

Analisa Rancangan Campuran Laston (AC-WC)

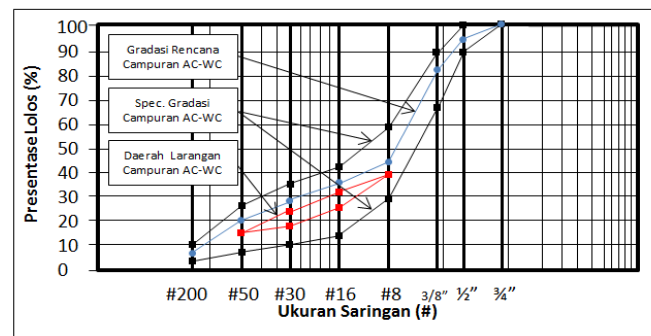
Dalam rancangan komposisi campuran *Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)* ini di bagi menjadi 2 bagian :

1. Gradasi gabungan rencana AC-WC yang menggunakan Aspal minyak pen. 60/70 dengan persyaratan *Spesifikasi Umum Bina Marga Devisi 6 2010*.
2. Gradasi gabungan rencana AC-WC yang menggunakan Aspal Minyak pen. 60/70 ditambahkan Asbuton LGA 30/25 dengan persyaratan *Pemanfaatan Asbuton Campuran Beraspal Panas dengan Asbuton Olahan 2006*.

Untuk grafik gradasi agregat gabungan untuk campuran AC-WC menggunakan aspal minyak pen. 60/70 dan penambahan Asbuton LGA 30/25 dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3 berikut ini :



Gambar 3. Grafik Rencana Gradasi Gabungan AC-WC Aspal Minyak Pen. 60/70

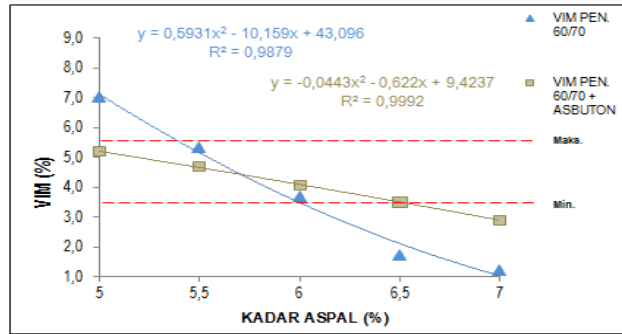


Gambar 4. Grafik Rencana Gradasi Gabungan AC-WC Aspal Minyak Pen. 60/70 Ditambahkan Asbuton LGA 30/25

Data Hasil Pengujian Marshall Test

Dari hasil pengujian *Marshall Test* diperoleh nilai stabilitas, kelenturan atau kelelahan (*flow*), volume rongga dalam campuran (*VIM*), volume rongga dalam mineral agregat (*VMA*) dan rongga terisi aspal (*VFB*), *Marshall Qoutient* campuran AC dengan variasi kadar aspal, yaitu 5,0%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7,0%.

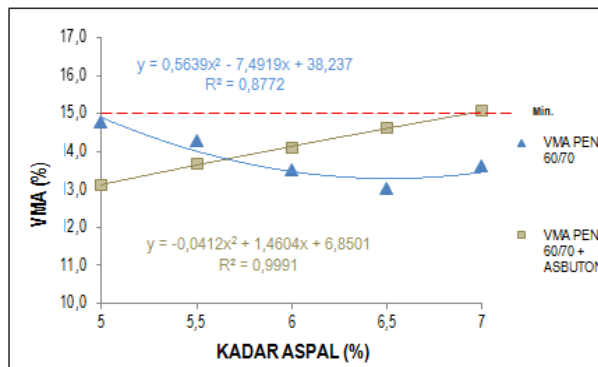
a. Hubungan Kadar Aspal dengan VIM (Voids in Mix)



Gambar 5. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VIM (Voids in Mix)

Pada Gambar 3.4 diatas tampak bahwa dalam variasi aspal minyak pen. 60/70 menghasilkan nilai *Voids In Mix* (VIM) masing-masing 7,01%, 5,33%, 3,68%, 1,69%, dan 1,22%. Sedangkan hasil penggunaan variasi Asbuton 5% menghasilkan nilai *Voids In Mix* (VIM) masing-masing 5,19%, 4,70%, 4,07%, 3,51%, dan 2,90%.

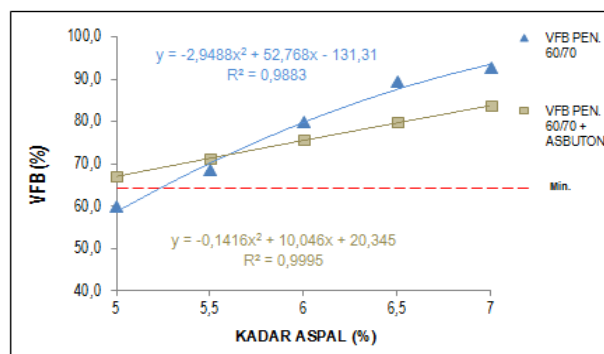
b. Hubungan Kadar Aspal dengan VMA (Voids in Mineral Aggregate)



Gambar 6. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VMA (Voids in Mineral Aggregate)

Pada Gambar 3.5 menunjukkan bahwa dalam variasi aspal minyak pen. 60/70 menghasilkan nilai *Voids in Mineral Aggregate* (VMA) masing-masing 14,77%, 14,24%, 13,75%, 13,00%, dan 13,58%. Sedangkan hasil penggunaan variasi Asbuton 5% menghasilkan nilai masing-masing 13,11%, 13,67%, 14,10%, 14,60%, dan 15,06%.

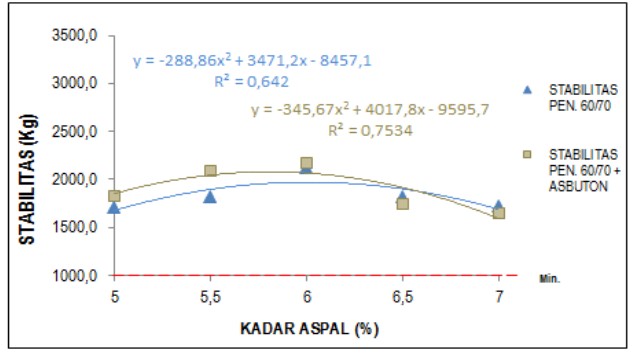
c. Hubungan Kadar Aspal dengan VFB/VFWA (Voids Filled Bitument/Voids Filled with Asphalt)



Gambar 7. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VFB (Voids Filled Bitument)

Pada Gambar 3.6 menunjukkan bahwa dalam variasi aspal minyak pen. 60/70 menghasilkan nilai *Voids Filled Bitument* (VFB) masing-masing 59,56%, 68,49%, 78,34%, 89,40%, dan 92,56%. Sedangkan hasil penggunaan variasi Asbuton 5% menghasilkan nilai masing-masing 67,12%, 71,09%, 75,69%, 79,66%, dan 83,70%.

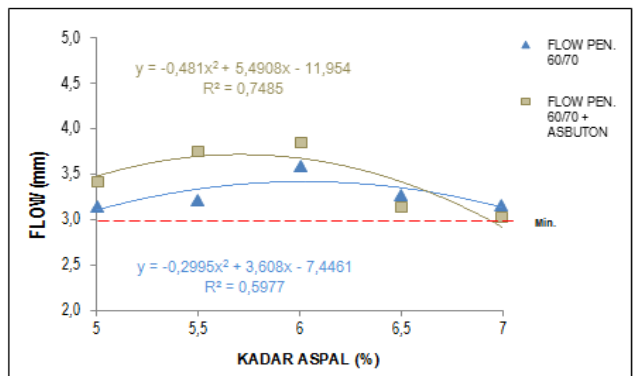
d. Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas



Gambar 8. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas

Pada Gambar 3.7 diatas tampak bahwa dalam variasi aspal minyak pen. 60/70 menghasilkan nilai stabilitas masing-masing 1699,68 kg, 1804,02 kg, 2115,98 kg, 1801,16 kg, dan 1713,39 kg. Sedangkan hasil penggunaan variasi Asbuton 5% menghasilkan nilai stabilitas masing-masing 1816,33 kg, 2081,93 kg, 2169,99 kg, 1741,97 kg, dan 1660,69 kg.

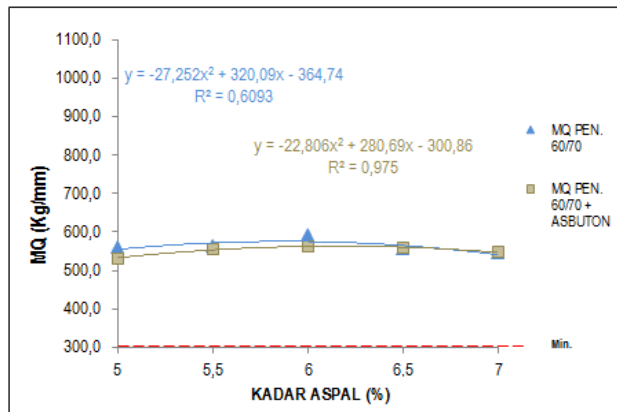
e. Hubungan Kadar Aspal dengan Flow



Gambar 9. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Flow

Pada Gambar 3.8 dalam variasi aspal minyak pen. 60/70 menghasilkan nilai flow masing-masing 3,14 mm, 3,21 mm, 3,58 mm, 3,26 mm, dan 3,15 mm. Sedangkan hasil penggunaan variasi Asbuton 5% menghasilkan nilai stabilitas masing-masing 3,42 mm, 3,75 mm, 3,85 mm, 3,13 mm dan 3,03 mm.

f. Hubungan Kadar Aspal dengan *Marshall Quotient* (MQ)



Gambar 10. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan *Marshall Quotient* (MQ)

Pada Gambar 3.9 dalam variasi aspal minyak pen. 60/70 menghasilkan nilai *Marshall Quotient* (MQ) masing-masing 556,69 kg/mm, 561,54 kg/mm, 590,65 kg/mm, 553,08 kg/mm, dan 543,58 kg/mm. Sedangkan hasil penggunaan variasi Asbuton 5% menghasilkan nilai *Marshall Quotient* (MQ) masing-masing 531,46 kg/mm, 554,79 kg/mm, 563,18 kg/mm, 557,20 kg/mm dan 547,81 kg/mm.

Pembuatan Benda Uji Pada Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Kadar aspal optimum (KAO) adalah kadar aspal yang mengalami overlap dari selang yang memenuhi semua spesifikasi dari parameter yang ditentukan dengan menggunakan Standar Bina Marga dan Pemanfaatan Asbuton, dimana ada 6 parameter yang harus dipenuhi, yaitu : Stabilitas, Kelelahan (*Flow*), *Marshall Quotient* (MQ), Rongga terisi aspal (*VFA*), Rongga dalam Campuran (*VIM*) dan Rongga dalam agregat (*VMA*).^[5]

Untuk rencana Kadar Aspal Optimum (KAO) dimana bisa dilihat pada Gambar 3.10 dan 3.11 sebagai berikut :

KADAR ASPAL %	5	5,5	6	6,5	7
VIM (%)	█	█	█	█	█
VMA (%)	█	█	█	█	█
VFB (%)	█	█	█	█	█
STABILITAS (Kg)	█	█	█	█	█
FLOW (mm)	█	█	█	█	█
HASIL BAGI MARSHALL	█	█	█	█	█

Gambar 11. Diagram Penentuan Kadar Aspal Optimum Asbuton 0%

Pada Gambar 3.10 diatas tampak bahwa penentuan kadar aspal optimum tanpa menggunakan Asbuton tidak memiliki kadar aspal optimum (KAO), karena hubungan kadar aspal dengan *Vma* (%) tidak memenuhi spesifikasi sehingga nilai hubungannya cenderung menurun. Oleh karena itu pengaruh hubungannya pada suatu material yang digunakan. Dan apabila material yang memenuhi spesifikasi akan memiliki kadar aspal optimum (KAO).

KADAR ASPAL %	5	5,5	6	6,5	7
VIM (%)	█	█	█	█	█
VMA (%)	█	█	█	█	█
VFB (%)	█	█	█	█	█
STABILITAS (Kg)	█	█	█	█	█
FLOW (mm)	█	█	█	█	█
HASIL BAGI MARSHALL	█	█	█	█	█

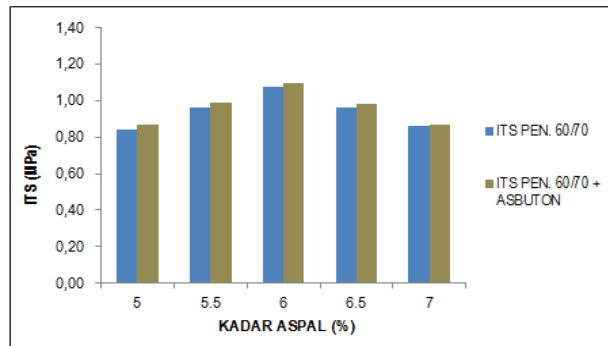
Gambar 12. Diagram Penentuan Kadar Aspal Optimum Asbuton 5%

Pada Gambar 3.11 diatas tampak bahwa penentuan kadar aspal optimum menggunakan Asbuton pun tidak memiliki kadar aspal optimum (KAO), sehingga nilai hubungannya sama dengan tidak menggunakan Asbuton. Akan tetapi pada kadar aspal 7% yang menggunakan Asbuton memenuhi spesifikasi, hanya saja nilai hubungan antara kadar aspal dengan *Vim* (%) disekitaran 6,5%. Jadi yang menggunakan Asbuton pun tidak memiliki kadar aspal optimum (KAO).

Hasil Pengujian ITS (*Indirect Tensile Strength Test*)

Pengujian kuat tarik tidak langsung (*indirect tensile strength test*) merupakan suatu metode untuk mengetahui nilai gaya tarik dari suatu campuran. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui indikasi terjadinya retak di lapangan, yaitu retak pada bagian *buttom* lapisan *wearing surface*.

Perbandingan *Indirect Tensile Streght* (ITS) antara aspal minyak tanpa Asbuton dan yang menggunakan Asbuton tersebut. Dapat dilihat pada Gambar 3.12 sebagai berikut :



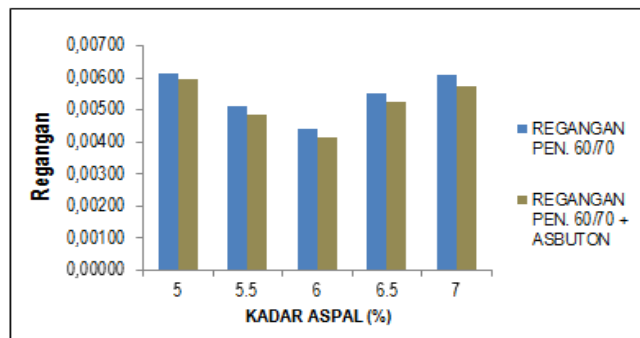
Gambar 13. Diagram Perbandingan Pengujian ITS

Pada Gambar 3.12 dalam variasi aspal minyak pen. 60/70 menghasilkan nilai *Indirect Tensile Streght* (ITS) masing-masing 0,84 MPa, 0,96 MPa, 1,07 MPa, 0,96 MPa, dan 0,86 MPa. Sedangkan hasil penggunaan variasi Asbuton 5% menghasilkan nilai stabilitas masing-masing 0,86 MPa, 0,99 MPa, 1,09 MPa, 0,98 MPa dan 0,87 MPa.

a. Hasil Perhitungan Regangan

Pengujian kuat tarik tidak langsung juga menghasilkan nilai regangan yang diambil pembacaan nilai *flow ITS*. Data yang diperlukan untuk mendapatkan nilai regangan adalah diameter benda uji dan deformasi horizontal yang dicari dengan mengalikan deformasi vertikal yang didapatkan dari pengujian dengan angka *poisson ratio* campuran.^[2]

Dapat dilihat pada gambar diagram dibawah ini, dimana aspal minyak tanpa Asbuton dan yang menggunakan Asbuton :



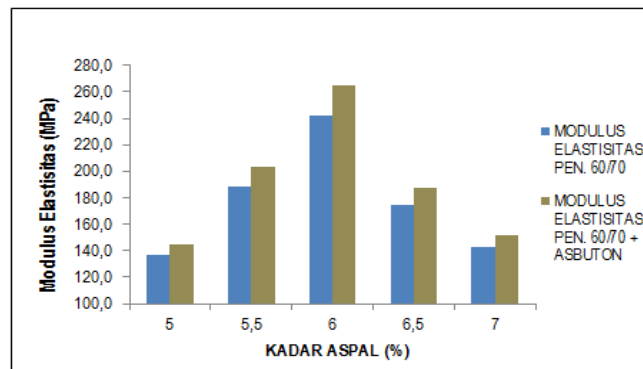
Gambar 14. Diagram Perbandingan Pengujian Regangan ITS

Pada Gambar 3.13 diatas tampak bahwa Dalam variasi aspal minyak pen. 60/70 menghasilkan nilai regangannya masing-masing 0,00615, 0,00511, 0,00442, 0,00552, dan 0,00607. Sedangkan hasil penggunaan variasi Asbuton 5% menghasilkan nilai regangannya masing-masing 0,00596, 0,00487, 0,00414, 0,00525, dan 0,00572.

b. Hasil Perhitungan Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas didapatkan dengan membagi regangan dengan tegangan, dalam penelitian ini tegangan didapatkan dari pengujian kuat tarik tidak langsung.

Dapat dilihat pada gambar diagram dibawah ini, dimana aspal minyak tanpa Asbuton dan yang menggunakan Asbuton :



Gambar 15. Diagram Perbandingan Pengujian Modulus Elastisitas ITS

Pada Gambar 3.14 tampak bahwa divariasi 6% kadar aspal yang menggunakan Asbuton sebesar 264,399 MPa, sedangkan di aspal minyak pen. 60/70 yang tidak menggunakan Asbuton dalam variasi 6% sebesar 242,446 MPa.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data terhadap pengujian yang telah dilakukan dalam karakteristik marshall nilai rata-rata pada kondisi optimum berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium dengan kadar aspal 6% yang menggunakan Asbuton LGA 30/25 adalah Stabilitas 2169,99 kg, Flow 3,85 mm, MQ 563,18 kg/mm, VIM 4,07%, VMA 14,10%, dan VFB/ VFWA 75,69%. Dan dalam karakteristik kuat tarik tidak langsung nilai rata-rata yang telah dilakukan terhadap campuran *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC) dengan menggunakan Asbuton LGA 30/25 sebagai penambahan aspal yang mempunyai nilai kuat tarik tidak langsung sebesar 1,09 MPa, regangan sebesar 0,00414, dan modulus elastisitas sebesar 264,399 MPa. Nilai regangan diambil dari pembacaan dial *flow*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat karunia dan hidayah-Nya sehingga dengan keterbatasan dan kemampuan yang ada, penulis. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam proses penulisan laporan Tugas Akhir ini hingga selesai. Terutama kepada Ayahanda dan Ibunda Tercinta “Muh. Amrin Arma dan Ny. Halmiah Abdal” yang tidak pernah leleh memberikan dorongan serta Do’a dalam setiap sujudmu sehingga selesainya Tugas Akhir ini. Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Dr. Abdul Gaus, ST.,MT dan Bapak Muhammad Darwis, ST,MT selaku pembimbing yang dengan penuh kesabaran telah memberi koreksi dan arahan sehingga menyempurnakan penyusunan Tugas Akhir ini. Rasa terima kasih penulis sampaikan khusus untuk Awang, Ikal, Memet, Radit, Wawan, Pompiz, Sivi, Gilang, Kiven dan Syamrun yang telah membantu dalam proses penelitian. Pada kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang telah berperan dalam mewujudkan penelitian ini secara langsung maupun tidak langsung khususnya pada SKMS.Sc, ISMI.Sc, 14 KERTAS.Sc dan T@ims.Sc 016.

REFERENSI

- [1] Abdul Gaus dkk, 2015. Compressive Strength of Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC) Mixture Using Buton Granular Asphalt (BGA). *Procedia Engineering*, Volume 125, pp.657-662.
- [2] Affandi, Fuqron. *Sifat Campuran Beraspal Panas Dengan Asbuton Butir*. Pusat Litbang Jalan Dan Jematan. 2009
- [3] Amaliyah, Ela Firda. *Analisa Tegangan dan Regangan Pada Perkerasan Porus dengan Skala Semi Lapangan dan Software Ansys*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Brawijaya. 2015
- [4] ASTM International, Designation D6931-12. *About Standard Test Method for Indirect Tensile (IDT) Strength Of Bituminous Mixtures*. University Teknologi Malaysia 2014.
- [5] Awaludin, Johan. *Studi Komparasi Campuran Laston AC-WC Dengan Bahan Pengikat Aspal Shell 60/70 dan Aspal Pertamina 60/70 Dengan Cara PRD (Percentage Refusal Density)*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Diponegoro. 2008
- [6] Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, *Pedoman Konstruksi Dan Bangunan No 001-03/BM/2006. Tentang Pemanfaatan Asbuton Buku 3 Campuran Beraspal Panas Dengan Asbuton Olahan*.
- [7] Dwiraharjo, Danang P. K.. *Tinjauan Kuat Tarik Tidak Langsung, Kuat Tekan Bebas, Dan Permeabilitas Campuran Dingin Aspal Porus Dengan Rapid Curing Crumb Rubber Asphalt*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret. 2010
- [8] Firdaus. *Kajian Penambahan Aspal Asbuton BGA (Buton Granular Asphalt) Dalam Campuran Panas Aspal Agregat (AC-WC) Dengan Pengujian Marshall*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Padang. 2014.
- [9] Mantong, C.P Mentari. *Pengujian Kinerja Campuran (AC-WC) Substitusi Buton Granular Asphalt Sebagai Bahan Pengikat Dengan Metode Marshall*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin. 2014.
- [10] PT. Buton Asphalt Indonesia. *Spesifikasi Karakteristik Asbuton LGA (Lawela Granular Asphalt)*. 2010
- [11] Setiawan, Arief. *Studi Penggunaan Asbuton Butir Terhadap Karakteristik Marshall Asphaltic Concrete Wearing Course Asbuton Campuran Hangat (AC-WC-ASB-H)*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako. 2010.
- [12] Sukirman, Silvia. *Beton Aspal Campuran Panas*. Granit: Jakarta. 2003.

Halaman ini sengaja dikosongkan