

**PENGGUNAAN ASPAL BUTON PADA CAMPURAN AC-WC  
( ASPHALT CONCRETE - WEARING COURSE )**

Afwan Kafabihi<sup>1</sup>, Bambang Wedyantadji<sup>2</sup>, Eding Iskak Imananto<sup>2</sup>  
<sup>123)</sup> Jurusan Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang  
Email : [Afwankafabihi@yahoo.com](mailto:Afwankafabihi@yahoo.com)<sup>1</sup>

**ABSTRACT**

*Buton asphalt is contained in rock deposits found on the island of Buton and its surroundings. Therefore, currently the government is promoting the use of Buton asphalt in order to make optimal use of existing natural resources. This study aims to determine the asphalt content contained in asbuton, to determine the optimum asphalt content in the AC-WC mixture and to find the maximum use of asbuton in the AC-WC mixture. From the results of the research, the asphalt content contained in the asbuton extracted was 20.68% in the B50 / 30 type. The optimum asphalt content in the AC-WC mixture without asbuton was 5.8%, the stability value was 982,41 and the percentage of maximum levels of asbuton use in the AC-WC mixture is in the variation of 8.4% with a stability value of 1341.33.*

*Keywords: AC-WC, Asphalt Concrete (Laston), Asbuton.*

**ABSTRAK**

Aspal buton yang terkandung dalam deposit batuan yang terdapat di pulau Buton dan sekitarnya. Oleh sebab itu saat ini pemerintah tengah menggalakkan penggunaan aspal buton agar dapat memanfaatkan sumber daya alam yang ada secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar aspal yang terkandung dalam asbuton, mengetahui nilai kadar aspal optimum pada campuran AC-WC dan mencari penggunaan maksimum pemakaian asbuton pada campuran AC-WC. Dari hasil penelitian kadar aspal yang terkandung dalam asbuton hasil ekstraksi sebesar 20,68% masuk dalam tipe B50/30. kadar aspal optimum pada campuran AC-WC tanpa asbuton sebesar 5,8% nilai stabilitas 982,41 dan persentase kadar maksimum penggunaan asbuton pada campuran AC-WC terdapat pada variasi 8,4% dengan nilai stabilitas 1341,33.

Kata kunci : AC-WC, Aspal Beton (Laston), Asbuton.

## 1. PENDAHULUAN

Selama ini pertamina dikenal sebagai pemasok utama aspal buatan di Indonesia. akan tetapi Indonesia sendiri memiliki aspal alam yang masih belum banyak digunakan, Oleh sebab itu saat ini pemerintah tengah menggalakkan penggunaan aspal buton, agar dapat memanfaatkan sumber daya alam yang ada secara optimal. Pemanfaatan sumber daya alam tersebut diharapkan dapat melengkapi kebutuhan aspal untuk pembangunan jalan raya.

Lapisan *AC-WC* merupakan lapisan yang terletak dibagian atas berdasarkan susunan perkerasan aspal dimana lapisan permukaan ini harus mampu menerima seluruh jenis beban yang bekerja dan menyebarkannya kelapisan di bawahnya berupa muatan kendaraan, gaya rem dan pukulan roda kendaraan. Keadaan iklim yang tropis serta perkembangan jumlah beban kendaraan kerap menjadi penyebab utama terjadinya deformasi serta retak pada lapisan asphalt concrete-wearing course.

Penggunaan asbuton yang juga sejalan dengan salah satu butir hasil rapat kerja Menteri Pekerjaan Umum dengan DPR RI tentang pemanfaatan Asbuton dan diperkuat dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18/PRT/M/2018. Aspal Buton (Asbuton) adalah aspal alam yang terkandung dalam deposit batuan yang terdapat di pulau Buton dan sekitarnya. Dengan jumlah deposit Asbuton yang mencapai 650 juta ton, menjadikan Indonesia sebagai Negara penghasil aspal alam terbesar di dunia. Aspal Buton tidak hanya dari satu tambang saja. Walau berbeda tambang tapi tetap berasal dari satu provinsi yaitu Sulawesi Tenggara.

Peneliti memilih aspal buton sebagai pengganti agregat dan apal pertamina pada campuran *AC-WC* dengan variasi kadar asbuton 5%,7%,9% dan 11%. Akan tetapi peneliti malakukan pengujian asbuton terlebih dahulu agar mengetahui kadar aspal yang terkandung dalam asbuton tersebut sehingga dapat mengetahui type asbuton.

### Tujuan Penelitian

Adapun maksud dan tujuan dari penelitian yang ingin dicapai adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui kadar aspal yang terkandung dalam asbuton.
2. Untuk mengetahui Kadar aspal optimum pada campuran *AC-WC* (Asphalt Concrete Wearing Course).
3. Untuk mengetahui nilai maksimum penggunaan asbuton pada campuran *AC-WC* (Asphalt Concrete Wearing. Course)

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### Lapisan Beton Aspal AC-WC (Asphalt Concrete – Wearing Course)

Laston sebagai lapisan aus dikenal dengan nama *AC-WC* (*Asphalt Concrete– Wearing Course*). Tebal nominal minimum *AC-WC* adalah 4cm. *AC-WC Multigrade*, merupakan salah satu implementasi perkembangan teknologi *hotmix* di Indonesia, dinilai sangat cocok digunakan untuk jalan raya dengan lalu lintas berat dan padat / cenderung macet, serta diutamakan untuk digunakan pada daerah tropis.

Tebal nominal minimum Laston 4 – 6 cm sesuai fungsinya laston mempunyai 3 macam campuran:

- Laston sebagai lapisan aus, dikenal dengan nama *AC-WC* (*Asphalt Concrete-Wearing Course*). Tebal minimum *AC-WC* = 4cm.
- Laston sebagai lapisan pengikat, dikenal dengan nama *AC-BC* (*Asphalt Concrete -Binder Course*). Tebal nominal minimum *AC-BC* = 5cm.
- Laston sebagai lapisan pondasi, dikenal dengan nama *AC-Base* (*Asphalt Concrete- Base*). Tebal nominal minimum *AC-Base* = 6cm.

### Gradasi Agregat

Gradasi merupakan hal yang penting dalam menentukan stabilitas perkerasan. Gradasi agregat biasanya mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang akan menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan. Gradasi agregat yang ditentukan pada Spesifikasi Umum DPU Bina Marga Prov. Jatim 2018.

Gradasi agregat dibedakan atas :

- 1) Gradasi seragam (uniform graded)
- 2) Gradasi rapat (Dense graded)
- 3) Gradasi senjang (Gap graded)

### Material Penyusun Aspal

- Agregat 10/10 Agregrat yang tertahan saringan 3/8 (9,6 mm)
- Agregat 5/10 atau disebut juga dengan batu split yang tertahan saringan No. 4 (4,75 mm).
- Agregat 0/5 terdiri dari penyaringan batu pecah dan terdiri dari bahan yang lolos saringan No.4 (4,75 mm)
- Filler adalah material yang sangat halus, minmum 75% yang lolos saringan No.200 (0,074).
- Aspal  
Aspal didefinisikan sebagai material perekat (comentitious), berwarna atau coklat tua, dengan unsur utama bitumen.

### Aspal buton

Aspal buton terdiri dari kandungan aspal dan mineral. Pada prinsipnya, bitumen mengandung tiga komponen penting yang mempengaruhi karakteristik bitumen tersebut, yaitu asphaltene, resin dan minyak. Karena aspal buton merupakan bahan alam maka kadar bitumen yang dikandungnya sangat bervariasi dari rendah sampai tinggi. Berdasarkan kadar bitumen dan kelas asbuton dapat dibedakan menurut tipenya. Berikut adalah tabel berat isi asbuton :

Tabel 1. Ketentuan Asbuton Butir Tipe B 5/20 dan Tipe B 50/30

No.	Sifat-sifat Asbuton Butir	Metode Pengujian	Tipe B 5/20	Tipe B 50/30
1.	Sifat Bentuk Asfi			
	- Ukuran butir asbuton butir			
	✓ Lolos Ayakan 3/8" (9,5 mm); %	SNI 03-4142-1996	-	100
	✓ Lolos Ayakan No. 8 (2,36 mm); %	SNI 03-4142-1996	100	-
	- Kadar bitumen asbuton; %	SNI 03-3640-1994	Min.18	Min.20
	- Kadar air; %	SNI 2490:2008	Maks.2	Maks.4
2.	Sifat Bitumen Hasil Ekstraksi (SNI 8279:2016) dan Pemulihan (SNI 4797:2015)			
	- Kelarutan dalam TCE; % berat	SNI 2438:2015	Min.99	Min. 99
	- Penetrasi aspal asbuton pada 25 °C, 100 g, 5 detik; 0,1 mm	SNI 2456:2011	2 - 15	40 - 70
	- Tiik Lembek; °C	SNI 2434:2011	-	Min. 50
	- Daktilitas pada 25°C; cm	SNI 2432:2011	-	≥ 100
	- Berat jenis	SNI 2441:2011	-	Min. 1,0
	- Penurunan Berat (dengan TPOT); LoH (Loss of Heating, %)	SNI 06-2440-1991	-	≤ 2
	- Penetrasi aspal asbuton setelah LoH pada 25 °C, 100 g, 5 detik; (% terhadap penetrasi awal)	SNI 2456:2011	-	≥ 54

### 3. Metode penelitian

Mengadakan pengamatan dan pemeriksaan terhadap campuran AC-WC (Asphalt Concrete Wearing Course) menggunakan Asbuton sebagai bahan pengganti dengan presentase sebesar 5%, 7%, 9% dan 11% terhadap KAO. Setiap variasi dibuat 3 sampel benda uji, Kemudian hasil yang diperoleh dianalisa, dievaluasi, dan ditarik kesimpulan.

#### Tempat Penelitian

Pelaksanaan penelitian bahan dan pengujian campuran AC-WC (Asphalt Concrete Wearing Course) menggunakan asbuton dilaksanakan di Laboratorium Bahan Kontruksi Institut Teknologi Nasional Malang Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Malang.

#### Persiapan Bahan

- Agregat Kasar (10-10), sedang (05-10) dan halus (0-05) diambil dari AMP PT. Sriwijaya 87, Kabupaten Malang.
- Bahan pengisi Filler adalah semen Gresik.
- Aspal yang digunakan adalah produksi Pertamina dengan penetrasi 60/70.
- Asbuton diambil dari AMP PT. Amin Jaya, Kabupaten Bangkalan, Madura.

### Pengujian Asbuton Dengan Alat Ekstraksi Tabung Refluks

Refluks atau metode ekstraksi menggunakan pendingin yang akan mengubah uap pelarut menjadi cairan, dan akan melarutkan aspal pada benda uji. Pengujian ini dimaksudkan untuk memisahkan campuran dua atau lebih bahan dengan cara menambahkan pelarut seperti TCE (*trichloroethylene*). yang dapat melarutkan salah satu bahan yang ada dalam campuran tersebut.

Adapun peralatan yang dibutuhkan :

1. oven yang dapat diatur pada temperatur  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
2. wadah untuk memanaskan contoh uji.
3. timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
4. pelat pemanas listrik, dengan pengatur kecepatan pemanasan.
5. tabung refluks gelas terdiri atas :
  - satu atau dua buah rangka logam berbentuk silinder, dilengkapi kerucut anyaman kawat.
  - Tutup tabung pendingin.
  - kertas saring Whatman No. 40.
  - kasa asbes dengan tebal  $\pm 3\text{ mm}$ .
6. Saringan.

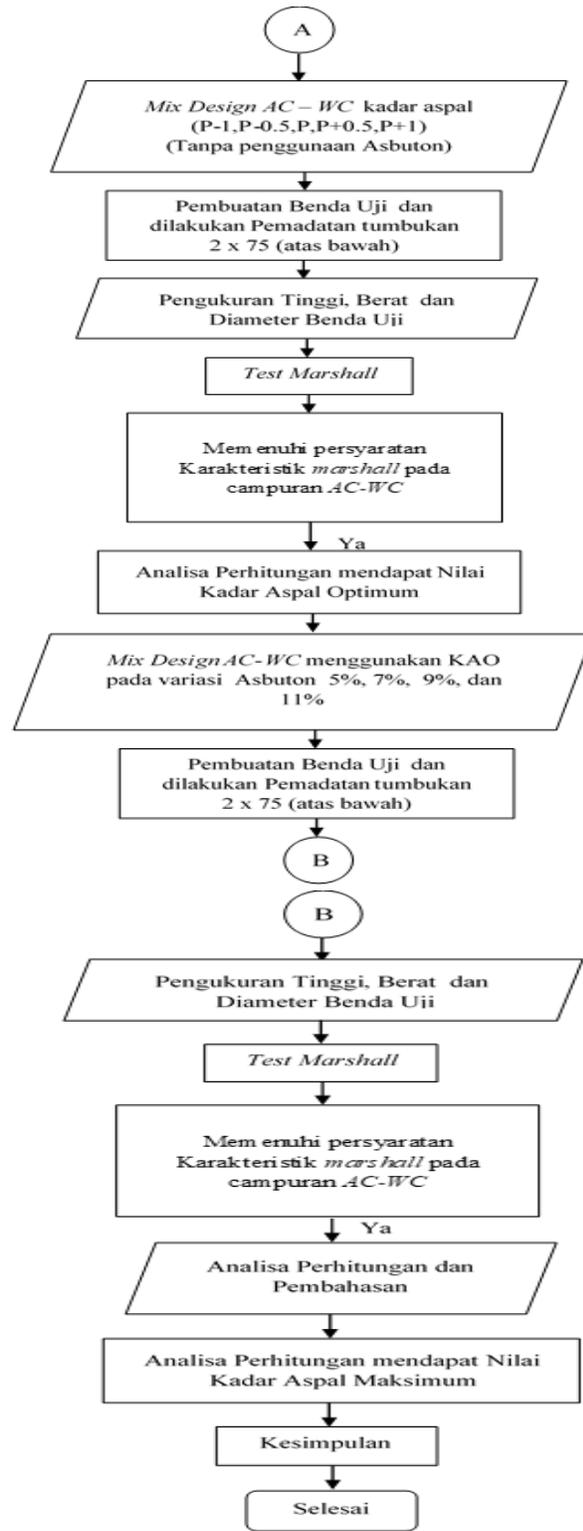
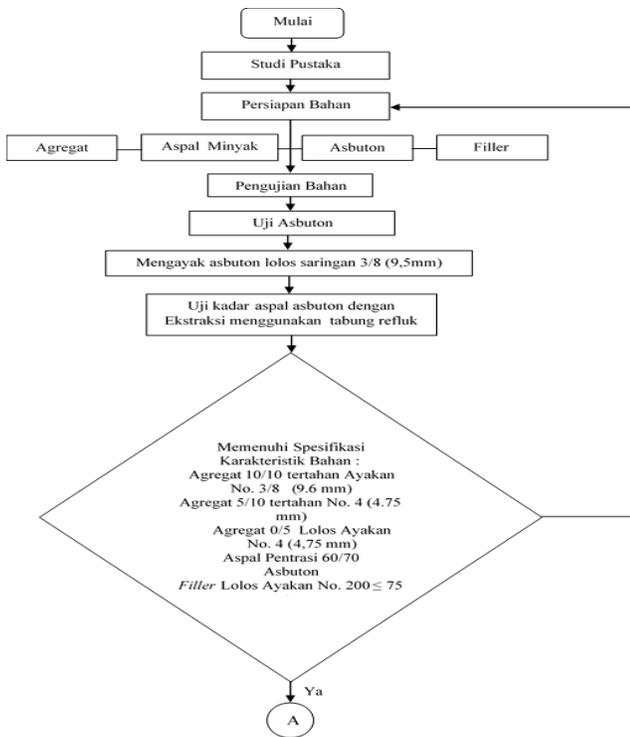
### Metode Pembuatan Benda uji dengan Asbuton Dalam Campuran Aspal

Dalam penelitian ini Asbuton yang digunakan adalah Asbuton Butir Tipe B 50/30, maka dari itu masih dibutuhkan beberapa tahap / proses sebelum pencampuran dalam campuran aspal:

1. Dilakukan pengujian asbuton dengan tabung refluks (ekstraksi). Asbuton butir dimasukan dalam rangka yang telah diberi kertas saring berbentuk kerucut masing-masing dengan berat yang sama yaitu 250 gram dengan total berat 500 gram. Dan dilakukan 2 kali pengujian ekstrasi untuk mendapatkan berat 1000 gram. Kemudian penentuan tipe asbuton dengan melihat kadar aspal yang terkandung dalam asbuton butir.
2. Setelah diketahui asbuton yang digunakan merupakan asbuton butir tipe B 50/30, kemudian di ayak lolos saringan 3/8 (9,5 mm) sesuai dengan spesifikasi Bina Marga 2018
3. Dari nilai KAO agregat batu pecah tersebut dilakukan perhitungan untuk mendapatkan presentase asbuton dalam campuran terhadap berat aspal dan agregat.
4. Mencari berat aspal setelah penambahan asbuton untuk tiap variasi.
5. Setelah itu, dicari berat total agregat dengan cara berat komposisi (total) dikurangi berat aspal.
6. Dilakukan perhitungan agar mendapatkan berat agregat batu pecah, 10/10 batu pecah, agregat 5/10 batu pecah, agregat 0/5 batu pecah, agregat 0/5 pecah dan bahan pengisi.

7. Setelah itu, menimbang agregat sesuai dengan presentase agregat campuran yang telah dihitung, kemudian benda uji akan dibuat sebanyak 3 buah pada masing- masing variasi asbuton.
8. Kemudian mencampur agregat panas dengan aspal panas tadi dan diaduk secara merata diatas kompor pemanas dengan suhu  $\square$  155°C.
9. Setelah selesai dicampur dan dipanaskan maka masukkan campuran agregat+aspal tersebut kedalam cetakan atau mold yang dibagian alasnya sudah dipasang kertas dan sudah dioleskan oli bekas. Dalam proses menuangkan campuran kedalam mold campuran dimasukkan dalam 3 lapis, masing-masing lapis ditusuk dengan spatula sebanyak 15 kali dipinggir dan 10 kali ditengah.
10. Tutup bagian atas dengan kertas yang dioleskan oli bekas
11. Kemudian melakukan pemadatan dengan alat Marshall Automatic Compactor sebanyak 75 kali tumbukan dibagian sisi atas kemudian 75 kali tumbukan pada sisi bagian bawah mold.
12. Setelah proses pemadatan selesai benda uji didiamkan terlebih dahulu  $\square$  1 menit agar suhunya turun, setelah 1 menit maka benda uji dikeluarkan dari mold atau cetakan dan diberi kode agar mempermudah mengenali benda uji. Biasanya menggunakan tipe-ex.
13. Benda uji dibersihkan dari kotoran yang menempel lalu didiamkan dalam waktu 24 jam.
14. Setelah didiamkan selama 24 jam maka dapat dilakukan pengujian Marshall.

**Diagram Alir Penelitian**



Gambar 1. Diagram alir

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengujian Agregat

Tabel 2. Hasil Pengujian Agregat

No.	Pengujian	Hasil	Spesifikasi Umum Binda Marga 2018	Keterangan
1	Berat Isi Agregat 10/20	1,48 gr/cm <sup>3</sup>		
		1,54 gr/cm <sup>3</sup>		
		1,45 gr/cm <sup>3</sup>		
2	Berat Isi Agregat 10/10	1,43 gr/cm <sup>3</sup>		
		1,48 gr/cm <sup>3</sup>		
		1,49 gr/cm <sup>3</sup>		
3	Berat Isi Agregat 5/10	1,34 gr/cm <sup>3</sup>		
		1,42 gr/cm <sup>3</sup>		
		1,43 gr/cm <sup>3</sup>		
4	Berat Isi Agregat 0/5	1,64 gr/cm <sup>3</sup>		
		1,72 gr/cm <sup>3</sup>		
		1,74 gr/cm <sup>3</sup>		
5	Angka Angularitas Kasar	2,27	0-12	Memenuhi
6	Berat Jenis Agregat 10/10	2,65	Min. 2,5	Memenuhi
	Penyerapan Agregat 10/10	2,15 %	Maks. 3%	Memenuhi
7	Berat Jenis Agregat 5/10	2,60	Min. 2,5	Memenuhi
	Penyerapan Agregat 5/10	2,65 %	Maks. 3%	Memenuhi
8	Berat Jenis Agregat 0/5	2,70	Min. 2,5	Memenuhi
	Penyerapan Agregat 0/5	2,32 %	Maks. 3%	Memenuhi
9	Flakiness Kasar	19,90 %	Maks. 25%	Memenuhi
10	Impact Value	9,39 %	Maks. 30%	Memenuhi
11	Keausan Agregat Kasar	23,72 %	Maks. 40%	Memenuhi

### Hasil Pengujian Aspal

Tabel 3. Hasil Pengujian Agregat

No.	Pengujian	Hasil	Spesifikasi Umum Bina Marga 2018
1	Penetrasi Sebelum Kehilangan Berat	69,70 10 <sup>-3</sup> mm	60 - 70
2	Penetrasi Setelah Kehilangan Berat	68,60 10 <sup>-3</sup> mm	Min. 54
3	Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal	314/319 °c	Min. 232
4	Titik Lembek Aspal dan Ter Sebelum Kehilangan Berat	54,5 °c	Min. 48
		53,5 °c	Min. 48
5	Titik Lemebk Aspal dan Ter Setelah Kehilangan Berat	53,5 °c	Min. 48
6	Berat Jenis Aspal Keras	1,06 gr/cm <sup>3</sup>	Min. 1
7	Kehilangan Berat Minyak	0,187 %	Maks. 0,8
8	Daktilitas Sebelum Kehilangan Berat	118 cm	Min. 100 cm
9	Daktilitas Setelah Kehilangan Berat	133,75 cm	Min. 100 cm

### Hasil Pengujian Asbuton

Tabel 4. Hasil pengujian asbuton

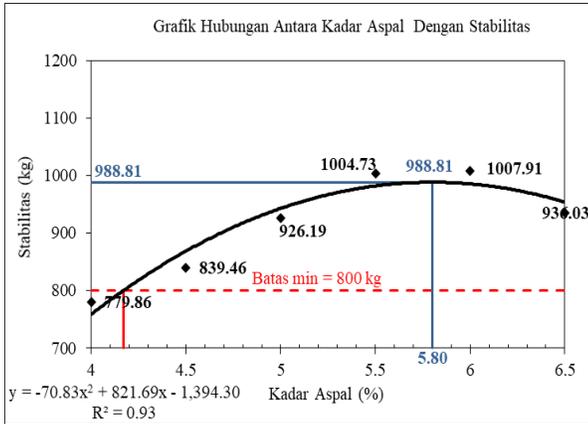
Uraian	Nilai
Berat kertas saring + sampel	1018,3 gr
Berat kertas saring	18,3 gr
<b>Berat sampel (A)</b>	<b>1000 gr</b>
Berat kertas saring + sampel	1018,3 gr
Berat kertas saring + mineral	811,5 gr
<b>Berat endapan (B)</b>	<b>793,2 gr</b>
<b>Kadar aspal =</b>	$\frac{A - B}{A} \times 100\%$
	<b>20,68 %</b>

Tabel 5. Hasil Aspal Buton Menurut Spesifikasi

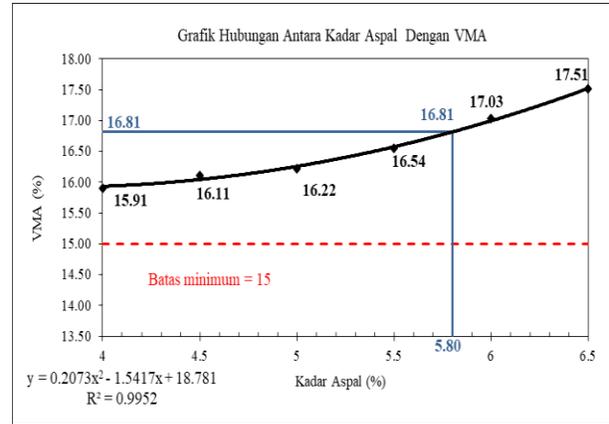
NO	Pengujian	Hasil	KPU PR Direktorat Jendral Bina Marga Spesifikasi Umum 2018 Hal. 6-76	Tipe
1.	Kadar bitumen asbuton,%	20,68 %	Min. 20	B50/30

### Pengujian Interval Kepercayaan

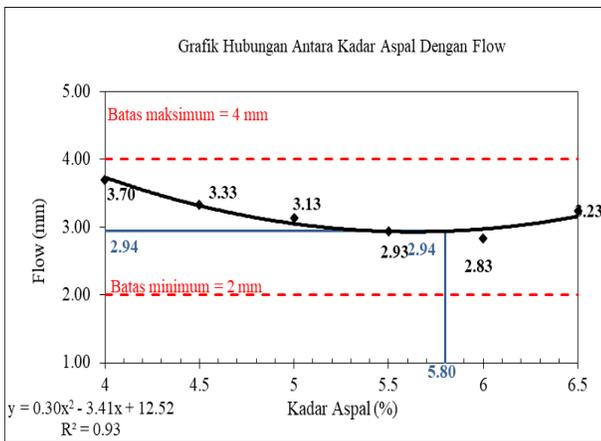
Data – data yang diperoleh dari hasil penelitian selanjutnya diuji dengan menggunakan metode Interval Kepercayaan. Dengan menggunakan Interval Kepercayaan diharapkan data – data tersebut dapat mendekati angka valid. Dalam pengujian ini interval konfiden 95%. Hal ini berarti bahwa angka toleransi kesalahan yang diijinkan hanyalah 5%, sedangkan sisanya 95% adalah data – data yang dapat dipercaya. Data – data yang tidak memenuhi syarat tersebut tidak digunakan, sehingga data – data yang memenuhi syarat yang diuji secara statistik.



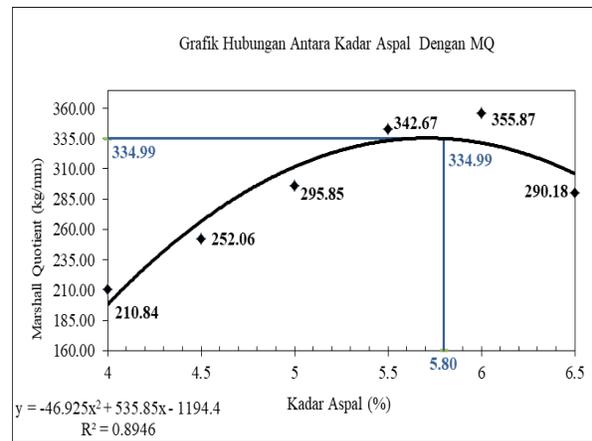
Gambar 2. Hasil setelah di interval kepercayaan stabilitas



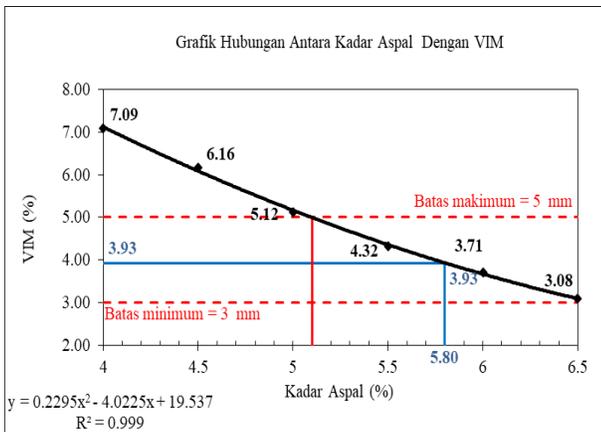
Gambar 5. Hasil setelah di interval kepercayaan VMA



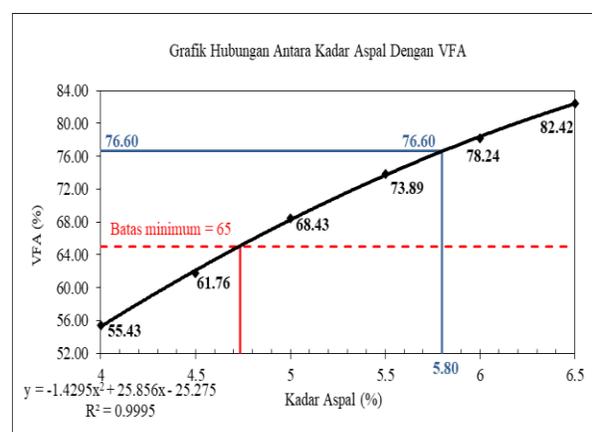
Gambar 3. Hasil setelah di interval kepercayaan Flow



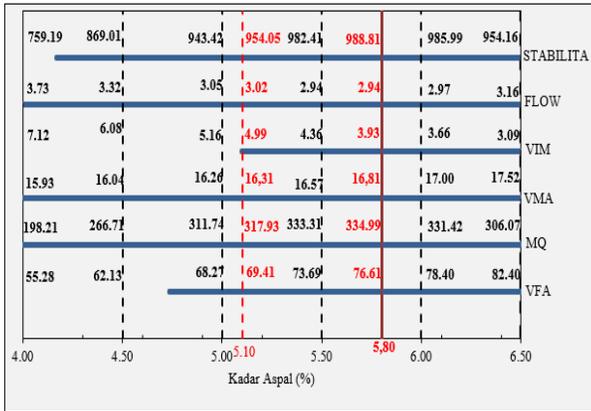
Gambar 6. Hasil setelah di interval kepercayaan MQ



Gambar 4. Hasil setelah di interval kepercayaan VIM



Gambar 7. Hasil setelah di interval kepercayaan VFA



Gambar 8. Diagram Batang Kadar Aspal Optimum

Berdasarkan hasil pengujian Marshall terhadap campuran Asphalt Concrete - Wearing Course (AC-WC) dengan variasi kadar aspal 4%, 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5% didapatkan kadar aspal optimum (KAO) 5,8%. Berdasarkan gambar 8. diagram batang kadar aspal optimum tanpa asbuton/alami tidak semua kadar memenuhi persyaratan maka untuk mencari kadar aspal optimum dapat dihitung dengan Batas minimum dan maksimum yaitu :

$$x = (5,10 + 6,5) / (2)$$

$$x = 5,8 \%$$

Titik puncak Stabilitas pada kadar aspal optimum

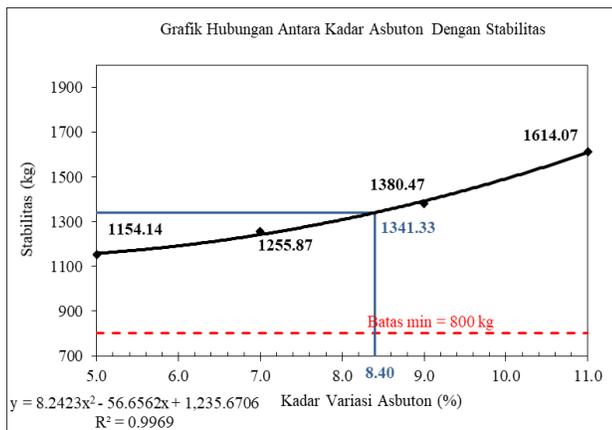
$$y = -70,83x^2 + 821,69x - 1394,30$$

$$y = -70,83 \times (5,8) + 821,69 \times (5,8) - 1394,30$$

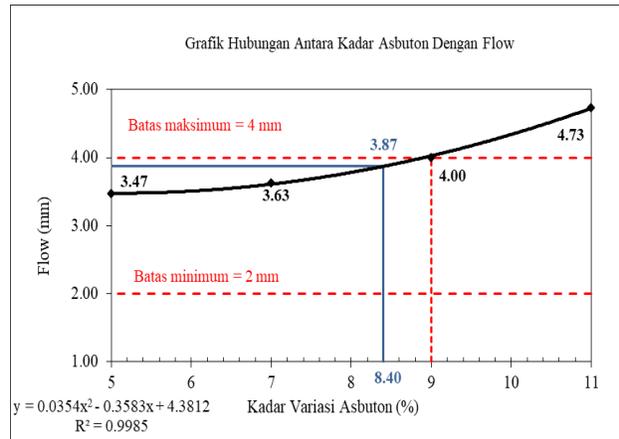
$$y = 988,81 \text{ Kg}$$

Jadi nilai titik puncak Stabilitas pada kadar aspal optimum 5,8 % adalah 988,81 Kg.

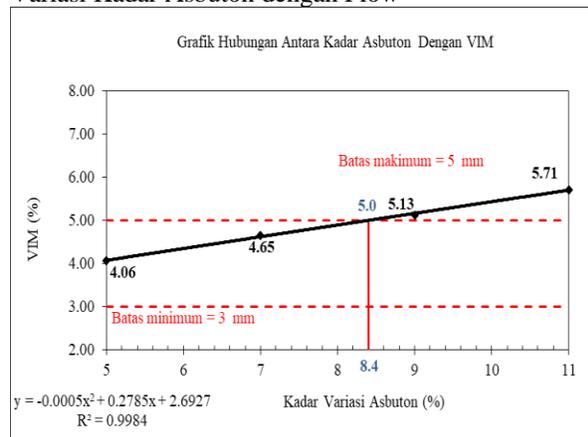
**Pengujian Interval Kepercayaan Variasi Asbuton**



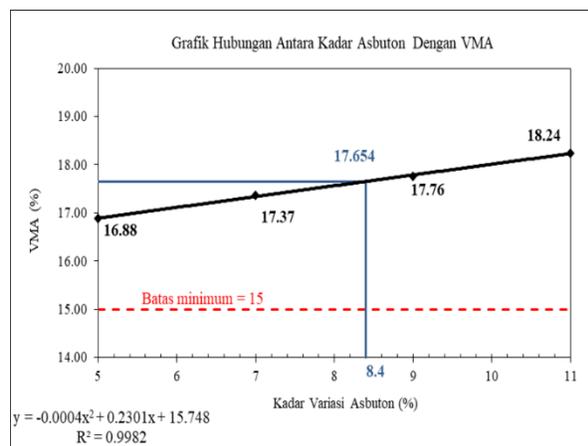
Gambar 9. Interval Kepercayaan Hubungan Antara Variasi Kadar Asbuton dengan Stabilitas



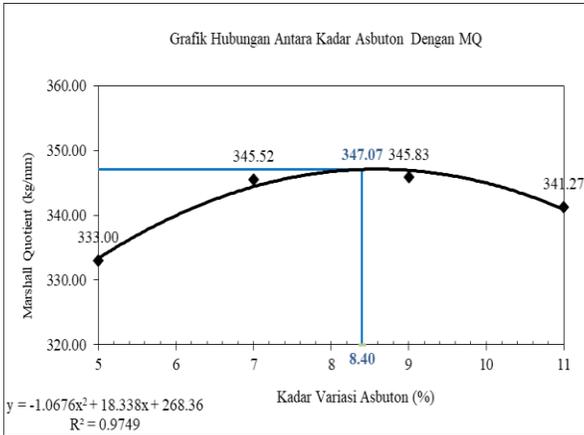
Gambar 10. Interval Kepercayaan Hubungan Antara Variasi Kadar Asbuton dengan Flow



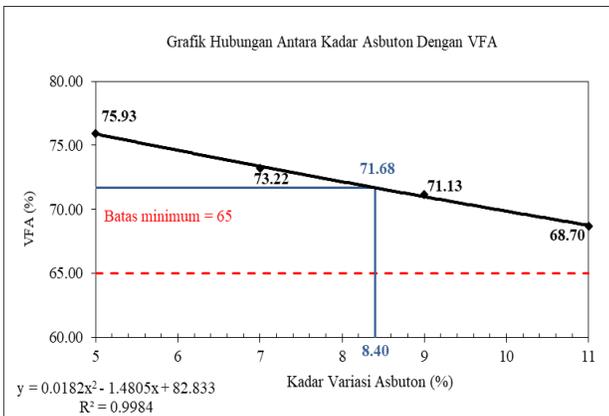
Gambar 11. Interval Kepercayaan Hubungan Antara Variasi Kadar Asbuton dengan VIM



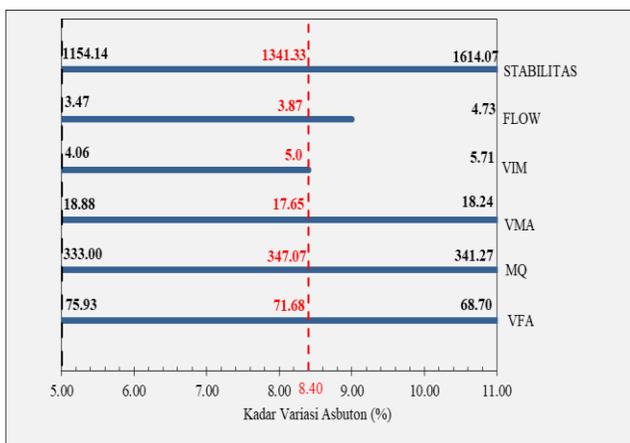
Gambar 12. Interval Kepercayaan Hubungan Antara Variasi Kadar Asbuton dengan VMA



Gambar 13. Interval Kepercayaan Hubungan Antara Variasi Kadar Asbuton dengan MQ



Gambar 14. Interval Kepercayaan Hubungan Antara Variasi Kadar Asbuton dengan VFA



Gambar 15. Diagram Batang Kadar Variasi Asbuton Maksimum

Berdasarkan hasil pengujian Marshall terhadap campuran AC-WC dengan Asbuton maka kadar variasi Maksimum Terdapat Pada Variasi 8,4% karena nilai Karakteristik VIM Telah Mencapai Batas Ketentuan Bina Marga 2018.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka didapatkan kadar aspal yang terkandung dalam asbuton hasil ekstraksi yaitu sebesar 20,68% yang dimana dalam peraturan KPUPR Direktorat Jendral Bina Marga Spesifikasi Umum 2018 masuk dalam kategori Asbuton Butir Tipe B 50/30 dimana kadar bitumen asbuton Min 20%.
2. Kadar Aspal Optimum Campuran AC-WC 5,8%

Tabel 6. Hasil KAO 5,8%

Marshall Test	KAO 5,8%
Stabilitas	988,81 Kg
Flow	2,94 mm
VIM	3,93%
VMA	16,81%
MQ	334,99 Kg/mm
VFA	76,61%

3. Maksimum pemakaian Variasi Asbuton 8,4% Pada campuran AC-WC

Tabel 7. Hasil variasi maksimumasbuton 8,4%

Marshall Test	Variasi 8,4%
Stabilitas	1341,33Kg
Flow	3,87 mm
VIM	5,00%
VMA	17,65%
MQ	347,07 Kg/mm
VFA	71,68%

### SARAN

Untuk penelitian lebih lanjut, disarankan untuk :

1. Untuk penggunaan Asbuton selanjutnya dapat menggunakan bahan agregat lainnya .
2. Untuk proses pembuatan sampel saat pencampuran seluruh komponen suhu pencampuran dan pemadatan lebih diperhatikan karena sangat berpengaruh terhadap nilai Karakteristik *Marshall*.
3. Penelitian selanjutnya pemakaian asbuton perlu diteliti lebih lanjut agar nilai stabilitas dapat mendekati KAO normal/tanpa asbuton, sehingga campuran aspal mendapatkan nilai stabilitas yang optimal

## DAFTAR PUSTAKA

- AASTHO ( The American Association of State Highway and Transportation Official )
- ASTM ( American Society for Testing and Material )
- BS 1975 ( British Standard )
- Iqbal Arsyad Arfan. 2018. Studi Eksperimental Penentuan Kadar Aspal Buton Optimum Tipe Lga 50/30 Menggunakan Agregat Batu Gamping. Makassar.
- Kementrian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Bina Marga Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Kontruksi Jalan Dan Jembatan. Jakarta.
- Melkisedek Paku Layuk. 2014. Studi kinerja campuran ac-wc menggunakan bga asbuton sebagai bahan pengikat. Makassar.
- Mentari C.P Mantong. 2014. Pengaruh Pengujian Kinerja Campuran (AC-WC) Subtitusi Buton Granular Aspal Sebagai Bahan Pengikat Dengan Metode Marshall. Makasar.
- Pemerintah Provinsi Jawa Timur Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga. 2018. Spesifikasi Umum Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur. Surabaya.
- SNI 8279: 2016 Metode uji kadar aspal campuran beraspal panas dengan cara ekstraksi menggunakan tabung refluks gelas. Jakarta.
- Sudjana, 2002. Metode Statistika. Tarsito, Bandung.
- Sugiyono, 2017. Statistik Untuk Peneitian. Alfabeta, Bandung.
- Sukirman, S. 1993. Perkerasan Lentur Jalan Raya. Nova. Bandung.
- Sukirman, S. 1999. Perkerasan Lentur Jalan Raya. Nova. Bandung.
- Sukirman, S. 2003. Beton Aspal Campuran Panas. Granit. Jakarta.
- Sukirman, S. 2007. Agregat. Granit. Jakarta.