

PENGUNAAN ASPAL BUTON PADA CAMPURAN ATB (ASPHALT TREATED BASE)

Alif Nurahmanda¹, Bambang Wedyantadji², Eding Iskak Imananto³

¹⁾ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil S-1 ITN Malang

²⁾³⁾ Dosen Program Studi Teknik Sipil S-1 ITN Malang

Email : alifnurahmanda@gmail.com

ABSTRAK

Kebutuhan akan aspal selalu meningkat seiring pertumbuhan pembangunan. Oleh karena itu perlu upaya untuk mengurangi penggunaan aspal, yaitu dengan memanfaatkan aspal alam yang berasal dari pulau buton Sulawesi Tenggara (Asbuton). Diharapkan pemanfaatan ini bisa memaksimalkan penggunaan Asbuton guna menaikkan nilai ekonomis serta daya jual di tanah air.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tipe dan kadar aspal yang terkandung dalam asbuton, persentase nilai kadar aspal optimum pada ATB (*Asphalt Treated Base*), serta persentase nilai maksimum penggunaan asbuton pada lapisan ATB (*Asphalt Treated Base*).

Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan kadar aspal yang terkandung dalam asbuton butir hasil ekstraksi sebesar 20,68% masuk dalam tipe B 50/30 sesuai dengan spesifikasi KPUPR Direktorat Jendral Bina Marga Spesifikasi Umum 2018. Untuk hasil pengujian marshall persentase nilai kadar aspal optimum pada campuran ATB (*Asphalt Treated Base*) yaitu sebesar 5,43%. Dan diperoleh hasil pengujian marshall persentase nilai maksimum penggunaan asbuton pada campuran ATB (*Asphalt Treated Base*) terdapat pada kadar variasi asbuton 7,94% yang telah mencapai persyaratan nilai maksimum pada VIM.

Kata kunci : ATB (*Asphalt Treated Base*), Lapisian Aspal Beton (*Laston*), Nilai Karakteristik, Asbuton.

ABSTRACT

The need for asphalt always increases along with the growth of development. Therefore it is necessary to reduce the use of asphalt. Therefore it is necessary to reduce the use of asphalt, namely by utilizing natural asphalt originating from Buton Island, Southeast Sulawesi (Asbuton). It is hoped that this utilization can maximize the use of Asbuton in order to increase economic value and selling power in the country.

*This study aims to determine the type and content of asphalt contained in asbuton. Percentage value of optimum asphalt content at ATB (*Asphalt Treated Base*), as well as the percentage of maximum value for the use of asbuton in the ATB (*Asphalt Treated Base*) layer*

*Based on the results of the research, it was found that the asphalt content contained in the asbuton grains extracted was 20.68%, included in type B 50/30 according to the specifications of the KPUPR Directorate General of Highways (Bina Marga) 2018 General Specifications. For marshall test results, the percentage value of the optimum asphalt content in the ATB (*Asphalt Treated Base*) mixture is 5.43%. And the results obtained from the Marshall test, the maximum percentage value of asbuton use in the ATB (*Asphalt Treated Base*) mixture is at the level of the variation of asbuton 7.94% which has reached the maximum value requirements at VIM.*

Key words : ATB (*Asphalt Treated Base*), Lapisian Aspal Beton (*Laston*), Nilai Karakteristik, Asbuton.

PENDAHULUAN

Penggunaan akan aspal sebagai salah satu penunjang kebutuhan transportasi sangat krusial dan selalu meningkat seiring pertumbuhan pembangunan. Selama ini Pertamina dikenal sebagai pemasok utama aspal 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.

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, contohnya ialah dari tambang daerah Lawele atau biasa disebut LGA (Lawele Granular Asphalt) dan tambang daerah Kabungka atau disebut BGA (Buton Granular Asphalt). Pemanfaatan asbuton diharapkan dapat mengurangi penggunaan aspal minyak dengan tidak mengurangi kualitas campuran aspal tersebut.

Saat ini sudah ada beberapa penelitian dengan Aspal Buton itu sendiri dengan tujuan untuk bisa memaksimalkan penggunaan Asbuton guna menaikkan nilai ekonomis serta daya jual di tanah air. Dengan lapisan berbeda pada penelitian terdahulu serta ingin lebih mengetahui, mempelajari dan menambah informasi tentang penelitian Aspal Buton ini sendiri, saya sebagai penulis berharap semoga bermanfaat untuk yang akan melanjutkan penelitian ini atau hanya sekedar pembaca yang ingin mengetahui tentang Aspal Buton sebagai bahan pengganti, maka dari itu saya sebagai penulis tugas akhir penelitian ini mengambil judul Penggunaan Aspal Buton Pada Campuran ATB (Asphalt Treated Base).

Tujuan Penelitian

Dibawah ini merupakan tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kadar aspal yang terkandung dalam asbuton.
2. Untuk mengetahui Kadar Aspal Optimum pada campuran ATB (Asphalt Treated Base).
3. Untuk mengetahui nilai maksimum penggunaan asbuton pada campuran ATB (Asphalt Treated Base).

TINJAUAN PUSTAKA

Lapisan Aspal Beton (Laston)

Aspal beton adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal, dengan atau tanpa bahan tambahan. Lapis ini merupakan jenis tertinggi dari perkerasan yang merupakan campuran dari bitumen dengan agregat bergradasi menerus. Laston (Lapis Aspal Beton) digunakan untuk jalan-jalan dengan lalu lintas berat, tanjakan, pertemuan jalan dan daerah-daerah lainya dimana permukaan menanggung beban roda yang berat (DPU Bina Marga Jatim, 2018). Aspal beton memiliki berbagai macam jenis antara lain :

1. Asphalt Treated Base (ATB) dengan tebal minimum 5 cm digunakan sebagai lapis pondasi atas konstruksi jalan dengan lalu lintas berat /Tinggi.
2. Wearing Course (AC) / Laston dengan tebal penggelaran minimum 4 Cm digunakan sebagai lapis permukaan jalan dengan lalu lintas berat.
3. Hot Roller Sheet (HRS) / Laston / laston 3 dengan tebal penggelaran minimum 3 s/d 4 cm digunakan sebagai lapis permukaan konstruksi jalan dengan lalu lintas sedang.
4. Fine Grade (FG) dengan tebal minimum 2,8 cm maks 3 cm biasanya digunakan untuk jalan perumahan dengan beban rendah.
5. Sand Sheet (SS) dengan tebal Maximum 2,8 cm biasanya digunakan untuk jalan perumahan dan parkir

Asphalt Treated Base (ATB)

Departemen Pekerjaan Umum (1983) disebutkan bahwa konstruksi beton aspal dapat digunakan sebagai wearing course, binder course, base course dan subbase course. Untuk beton aspal yang digunakan pada lapisan base course berdasarkan spesifikasi Bina Marga. ATB merupakan pondasi perkerasan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal dengan perbandingan tertentu. ATB mempunyai fungsi sebagai perkerasan yang meneruskan dan menyebarkan beban lalu lintas kebagian konstruksi jalan bawahnya. Lapis aspal beton pondasi atas memiliki sifat-sifat seperti open grade, kurang kedap air dan mempunyai nilai struktural.

Sebagai lapis pondasi bawah perkerasan jalan, Asphalt Treated Base (ATB) mempunyai kriteria sebagai berikut :

1. Sebagai bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban dan menyebarkan beban lapisan dibawahnya.

2. Sebagai lapisan peresapan untuk pondasi bawah.
3. Sebagai bantalan terhadap lapisan permukaan.

Tabel 1. Gradasi Agregat untuk Campuran Aspal

Ukuran Saringan		Persen Berat Lolos						
(mm)	(ASTM)	SS	STS	STK	HRS-A	HRS-B	AC	ATB
37,5	1,5"	.	.	.	.	.	.	.
25,0	1"	.	.	.	.	.	.	100
19,0	3/4"	.	.	.	100	100	100	90-100
12,7	1/2"	.	.	100	80-100	75-100	90-100	65-90
9,5	3/8"	100	100	95-100	60-85	57-80	60-85	55-80
4,75	# 4	95-100	95-100	75-100	56-80	48-75	38-55	35-60
2,36	# 8	70-95	80-95	55-90	53-78	38-70	27-40	24-45
1,18	# 16	45-80	60-85	44-80	40-70	29-60	17-30	15-34
0,600	# 30	30-65	45-74	32-70	25-60	19-47	14-24	9-25
0,300	# 50	22-50	30-62	20-60	13-48	12-35	9-18	5-17
0,150	# 100	19-34	16-40	12-50	8-30	6-25	5-12	3-12
0,075	# 200	6-18	6-18	6-12	5-10	5-9	2-8	2-9

Tabel 2. Ketentuan Sifat Campuran

Sifat Campuran		Spesifikasi						
		SS	STS	STK	HRS-A	HRS-B	AC	ATB
Kadar Aspal Efektif	Min	8,0	8,3	6,0	6,3	5,5	-	-
Kadar Penyerapan Aspal	Max	2,0	2,0	2,0	1,7	1,7	1,7	1,7
Kadar Aspal Total (% terhadap berat total)	Min	9,0	9,3	7,0	7,3	6,5	6	5,8
Kadar Rongga Udara dari campuran padat (% terhadap volume total campuran)	Min	3	3	3	4	4	3	3
Rongga diantara mineral agregat (VMA) (%)	Max	9	9	9	6	6	5	5
Rongga terisi aspal (VFA) (%)	Min	20	20	20	18	18	15	14
Stabilitas Marshall (SNI-06-2489-1991) (Kg)	Min	75	75	75	68	68	65	65
Pelelehan (Flow), mm	Min	200	200	450	450	800	800	800
Marshall Quotient (SNI-06-2489-1991) (Kg/mm)	Max	2	2	2	3	3	2	2
Stabilitas Marshall tersisa setelah perendaman selama 24 jam pada 60°C (% terhadap stabilitas semula)	Min	3	3	3	-	-	4	4
	Min	80	80	80	250	250	-	-
	Min	75	75	75	75	75	75	75

Gradasi Agregat

Gradasi adalah suatu hal yang penting untuk menentukan stabilitas perkerasan. Gradasi agregat juga dapat mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang mana dapat menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan. Gradasi agregat ini diperoleh dari hasil analisa saringan yang menggunakan 1 set saringan dan saringan yang paling kasar diletakkan diatas dimana yang paling halus terletak paling bawah. 1 set saringan dapat dimulai dari pan dan diakhiri dengan tutup. Gradasi agregat juga dapat dibedakan atas :

1. Gradasi seragam (uniform graded)
2. Gradasi rapat (Dense graded)
3. Gradasi senjang/timpang (Gap graded)

Agregat

Agregat 10/10 dan 10/20

Fraksi Agregat kasar untuk campuran ATB terdiri dari dua agregrat yaitu Agregrat 10/20

yang tertahan saringan 1/2 (12,7 mm) dan Agregrat 10/10 yang tertahan saringan 3/8 (9,5 mm). Agregrat kasar ini menjadikan perkerasan lebih stabil dan mempunyai ketahanan terhadap slip (skip resistance) yang tinggi sehingga menjamin keamanan lalu lintas. Agregrat kasar yang mempunyai bentuk butiran yang bulat memudahkan proses pemadatan tetapi rendah stabilitasnya, sedangkan yang berbentuk menyudut (angular) sulit dipadatkan tetapi mempunyai stabilitas yang tinggi

Agregat 5/10

Agregat sedang 5/10 atau disebut juga dengan batu split yang tertahan pada saringan No. 4 (4,75 mm). Material batu split jenis tersebut banyak digunakan dalam campuran proses pengaspalan jalan, dimana dimulai dari jalan yang ringan sampai kelas 1. Batu split jenis ukuran tersebut dapat dicampur dengan aspal menjadi Asphalt Mixed Plant atau bisa disebut dengan Asphalt Hot Mixed.

Agregat 0/5

Agregat halus adalah agregat dengan ukuran butir lolos dari saringan no.4 (4,75 mm). Agregat dapat meningkatkan stabilitas campuran dengan penguncian antara butiran, agregat halus juga mengisi ruang antar butir. Bahan ini dapat terdiri dari butir-butiran batu pecah atau pasir alam atau campuran dari keduanya.

Bahan Pengisi (Filler)

Filler merupakan sebuah material yang sangat halus, minimum 75% yang dapat lolos saringan No.200 (0,075). Dalam prakteknya fungsi filler untuk meningkatkan viskositas dari aspal dan mengurangi kepekaan terhadap temperatur, dan meningkatkan komposisi filler dalam campuran ini dapat juga meningkatkan stabilitas campuran akan tetapi dapat menurunkan kadar air void (rongga udara). Untuk komposisi filler dalam campuran tetap dibatasi yaitu sebesar 4-10% dari berat aspal beton, karena terlalu tinggi kadar filler dalam campuran dapat mengakibatkan campuran getas (brittle) dan mengakibatkan retak (crack) ketika menerima beban lalu lintas. Tetapi jika terlalu rendah kadar filler dapat membuat campuran terlalu lunak pada saat cuaca panas.

Aspal

Aspal adalah material utama pada konstruksi lapis permukaan lentur (flexible pavement) jalan raya, yang berfungsi sebagai bahan pengikat karena mempunyai daya lekat yang kuat, mempunyai sifat adhesif, kedap air dan mudah dikerjakan. Aspal merupakan senyawa hidrokarbon berwarna coklat gelap atau hitam pekat yang dibentuk dari unsur-unsur asphathenes, resins, dan oils. Aspal pada lapis

perkerasan yang berfungsi sebagai bahan pengikat antara agregat untuk membentuk suatu campuran yang kompak, sehingga akan memberikan kekuatan masing-masing agregat. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya (sifat termoplastis).

Aspal Buton

Asbuton merupakan bahan alam yang terjadi berjuta-juta tahun yang lalu. Sebagaimana yang dijumpai sekarang, asbuton itu terdiri atas lapisan-lapisan aspal dan butiran mineral yang sudah menyatu sekali.. Deposit aspal Buton terbesar dari teluk Sampolawa sampai dengan teluk Lawele sepanjang 75 km dengan lebar 12 km, ditambah wilayah Ereke yang termasuk wilayah kabupaten Muna. 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 penetrasinya asbuton dapat dibedakan menurut tipenya.

Tabel 3. Ketentuan Asbuton butir tipe B5/20 dan tipe B50/30

No.	Sifat-sifat Asbuton Butir	Metode Pengujian	Tipe B 5/20	Tipe B 50/30
1.	Sifat Bentuk Asli			
	- Ukuran butir asbuton butir			
	✓ Lolos Ayakan ¾" (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
	- Titik 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 TFOT); 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

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan metode uji laboratorium dengan benda uji dibuat 3 (Tiga) sampel dengan kadar aspal 4%, 4,5%, 5%, 5,5%, 6% dan menggunakan filler (semen) yang sudah ditentukan dengan tabel kombinasi. Untuk bisa mendapatkan kadar aspal yang optimum. Jika sudah mendapatkan kadar aspal yang optimum, dilakukan pengujian asbuton untuk mengetahui kadar asbuton, dan KAO digunakan sebagai variasi asbuton dengan kadar 5%, 7%, 9%, dan 11%. Benda uji variasi dibuat 4 (empat) sampel, 1 sampel dibuat (3 benda uji) total benda uji asbuton 12 benda uji. Kemudian hasil yang

diperoleh dianalisa, dievaluasi, dan ditarik kesimpulan.

Tabel 4. Jumlah Sampel Benda Uji

Penentuan Kadar aspal optimum	Jumlah benda uji
P-1	3
P-0,5	3
P	3
P+0,5	3
P+1	3
Prosentase variasi penggunaan asbuton dengan KAO	Jumlah benda uji
5%	3
7%	3
9%	3
11%	3

Tempat Penelitian

Untuk melakukan penelitian yang terdiri dari pemeriksaan mutu bahan – bahan material, komposisi campuran dan pengujian terhadap asbuton pada beton aspal (ATB), dapat dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi dan Jalan Raya , Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Bendungan Sigura-gura No.2 Malang.

Metode Pengumpulan Data

Dari penelitian ini akan dilakukan pengumpulan data dalam hasil pengujian pada agregat, aspal , campuran antara agregat dan aspal untuk perkerasan ATB (Asphalt Treated Base) dengan kadar aspal 4%, 4,5%, 5%, 5,5%, 6%. Kadar presentase asbuton 5%, 7%, 9%, dan 11% terhadap KAO. Berdasarkan spesifikasi dan persyaratan yang sudah ditentukan dan dilakukannya pengujian terhadap nilai Stabilitas, VIM, Flow, VMA, MQ, VFA, dan indeks perendaman pada seluruh benda uji dimana menggunakan alat marshall. Pengambilan data terhadap alat marshall dilaksanakan dengan mencatat berapa besarnya gaya yang bisa membuat benda uji tersebut hancur.

Persiapan Bahan

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

Pengujian Asbuton Dengan Alat Ekstraksi Tabung Refluks

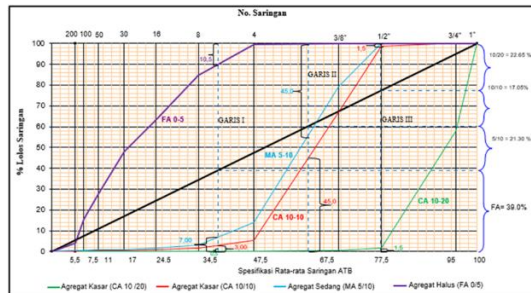
Refluks atau metode ekstraksi menggunakan pendingin yang akan mengubah uap pelarut menjadi cairan, dan akan melarutkan aspal pada benda uji. Pengujian ini dimaksudkan untuk memisahkan campuran dua atau lebih bahan dengan cara menambahkan pelarut seperti TCE (trichloroethylene). yang dapat melarutkan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

Adapun peralatan yang dibutuhkan :

1. oven yang dapat diatur pada temperatur $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$;
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.

Perencanaan Komposisi Campuran dengan Metode Grafis

gradasi untuk mengetahui berat dan prosentase agregat yang lolos pada masing-masing saringan, maka selanjutnya dihitung proporsi agregat dalam campuran dengan menggunakan metode Grafis seperti pada grafik dibawah ini.



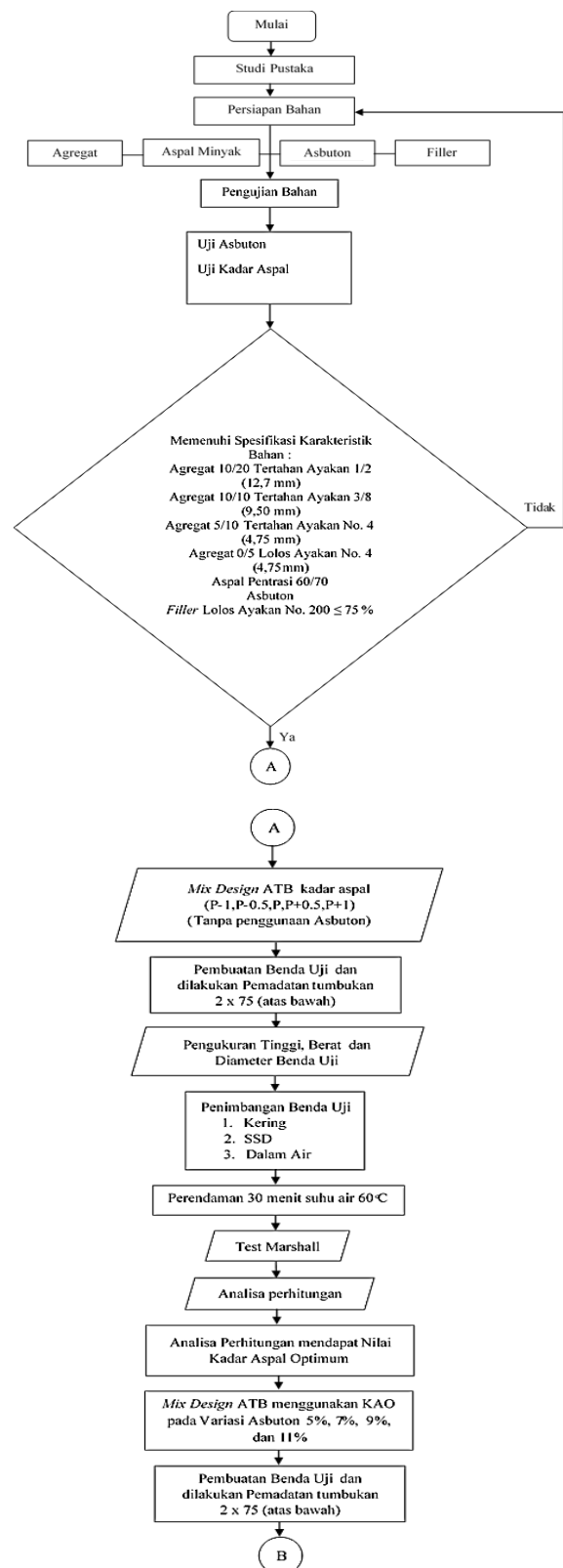
Gambar 1. Grafik Diagonal Komposisi

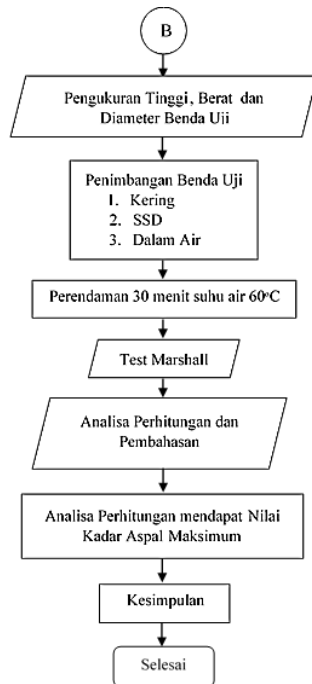
Keterangan:

- Garis 1 : FA 0/5 = MA 5/10 + CA 10/20 + CA 10/10
- Garis II : MA 5/10 = CA 10/10
- Garis III : CA 10/10 = CA 10/20

Hasil penelitian tersebut dapat dianalisa dengan menggunakan analisa varian, analisa regresi, indeks determinasi dan uji rentang dimana dapat memberikan gambaran ada atau tidaknya perbedaan antara setiap perlakuan pada benda uji.

Diagram Alir Penelitian





Gambar 2. Grafik Diagonal Komposisi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Agregat

Bisa dilihat dari hasil pengujian agregat yang dilakukan di Laboratorium diketahui bahwa agregat dari AMP Sriwijaya 87, Kendalpayak Kec. Pakisaji, Kab. Malang, Jawa Timur memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 dimana dapat digunakan untuk bahan material perkerasan jalan dan untuk campuran beraspal panas seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. Hasil Pengujian Agregat

No.	Pengujian	Hasil	Spesifikasi Umum Bina Marga 2018	Keterangan
1	Berat Isi Agregat 10/20	1,48 gr/cm ³		
		1,54 gr/cm ³		
		1,45 gr/cm ³		
2	Berat Isi Agregat 10/10	1,43 gr/cm ³		
		1,48 gr/cm ³		
		1,49 gr/cm ³		
3	Berat Isi Agregat 5/10	1,34 gr/cm ³		
		1,42 gr/cm ³		
		1,43 gr/cm ³		
4	Berat Isi Agregat 0/5	1,64 gr/cm ³		
		1,72 gr/cm ³		
		1,74 gr/cm ³		
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

Bisa dilihat dari hasil pengujian agregat di Laboratorium diketahui bahwa agregat dari AMP Sriwijaya 87, Kendalpayak Kec. Pakisaji, Kab. Malang, Jawa Timur bisa memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 dimana dapat digunakan sebagai bahan material perkerasan jalan dan untuk campuran beraspal panas seperti pada tabel berikut ini:

Tabel 5. Hasil Pengujian Aspal

No.	Pengujian	Hasil	Spesifikasi Umum Bina Marga 2018
1	Penetrasi Sebelum Kehilangan Berat	69,70 10 ⁻¹ mm	60 - 70
2	Penetrasi Setelah Kehilangan Berat	68,60 10 ⁻¹ 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
5	Titik Lembek Aspal dan Ter Setelah Kehilangan Berat	53,5 °c	Min. 48
6	Berat Jenis Aspal Keras	1,06 gr/cm ³	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

Bisa dilihat dari hasil pengujian terhadap aspal buton yang dimana sudah diuji di Laboratorium Bahan Konstruksi, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Bendungan Sigura – gura No.2 Malang, Jawa Timur. Bahwa asbuton yang di ekstraksi mengandung kadar aspal 20,68% sehingga masuk dalam jenis asbuton tipe B 50/30.

Tabel 6. Hasil Pengujian Asbuton

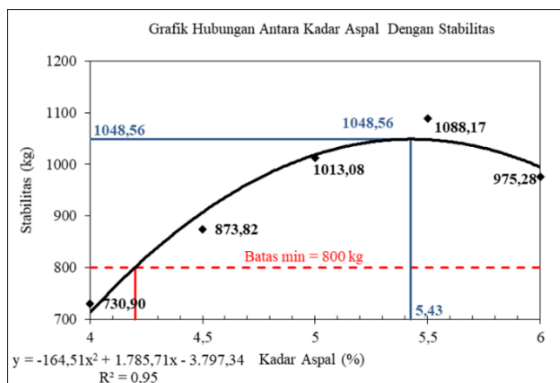
Uraian	Nilai
Berat kertas saring + sampel	1018,3 gr
Berat kertas saring	18,3 gr
Berat sampel (A)	1000 gr
Berat kertas saring + sampel	1018,3 gr
Berat kertas saring + mineral	811,5 gr
Berat endapan (B)	793,2 gr
Kadar aspal = $\frac{A-B}{A} \times 100\%$	20,68 %

Tabel 7. Hasil Aspal Buton Menurut Spesifikasi

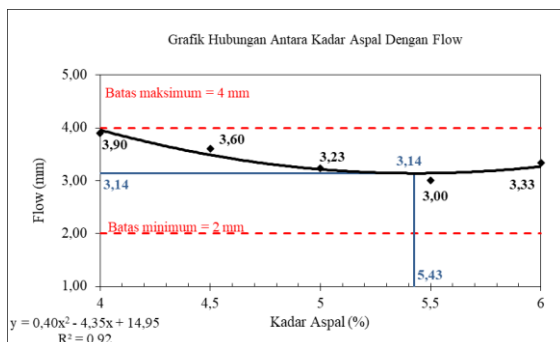
NO	Pengujian	Hasil	KPUPR Direktorat Jendral Bina Marga Spesifikasi Umum 2018 Hal. 6-76	Tipe
1.	Kadar bitumen asbuton, %	20,68 %	Min. 20	B50/30

Pengujian Interval Kepercayaan

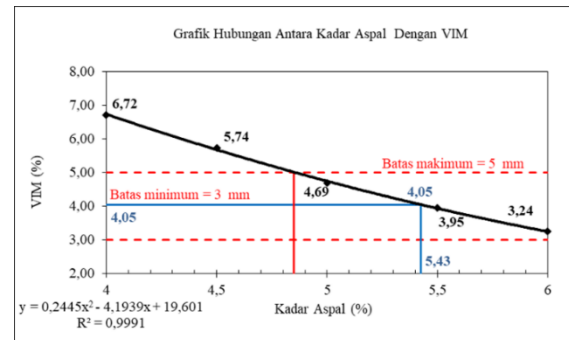
Data – data yang diperoleh dari hasil penelitian selanjutnya diuji dengan menggunakan metode Interval Kepercayaan. Dengan menggunakan Interval Kepercayaan diharapkan data – data tersebut dapat mendekati angka valid. Dalam pengujian ini interval konfiden 95%. Hal ini berarti bahwa angka toleransi kesalahan 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.



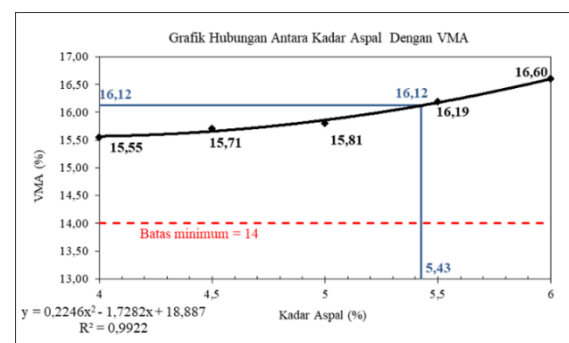
Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan Stabilitas



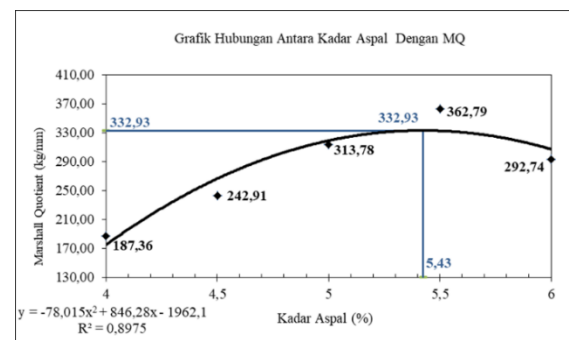
Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan Flow



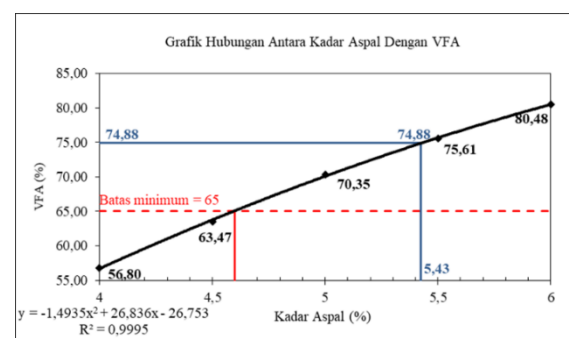
Gambar 5 : Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan VIM



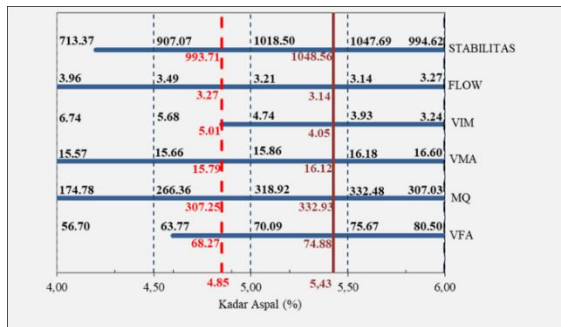
Gambar 6. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan VMA



Gambar 7. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan MQ (Marshall Quotient)



Gambar 8. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan VFA



Gambar 9. Diagram Batang Kadar Aspal Optimum

Berdasarkan hasil pengujian Marshall terhadap campuran ATB (Asphalt Treated Base) dengan variasi kadar aspal 4%, 4,5%, 5%, 5,5%, 6% didapatkan nilai Kadar Aspal Optimal (KAO) sebesar 5,43%. Berdasarkan Gambar 9. Perhitungan mencari kadar aspal optimum didasarkan pada hasil dari perhitungan parameter Marshall stabilitas dengan persamaan kuadrat Analisa regresi :

Mencari Nilai Kadar Aspal Optimum :

$$X_p = (-b)/2c$$

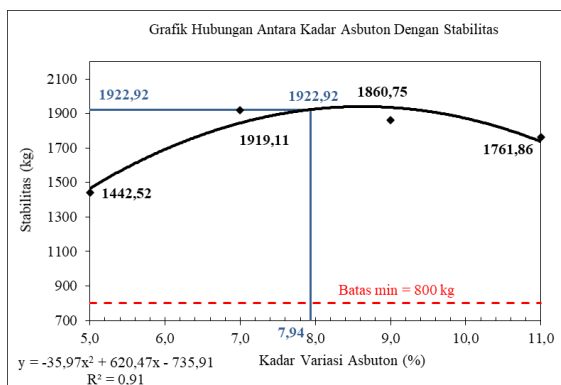
$$X_p = (-1785,71)/(2 (-164,51))=5,43$$

Maka hasil dari nilai Kadar Aspal Optimum (X_p) = 5,43 lalu disubstitusikan hasil nilai X_p kedalam nilai persamaan Y :

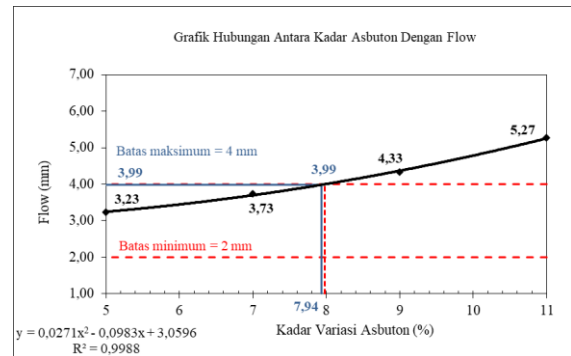
$$Y = -164,509x^2 + 1785,714x - 3797,340$$

$$= -164,509(5,43)^2 + 1785,714(5,43) - 3797,340$$

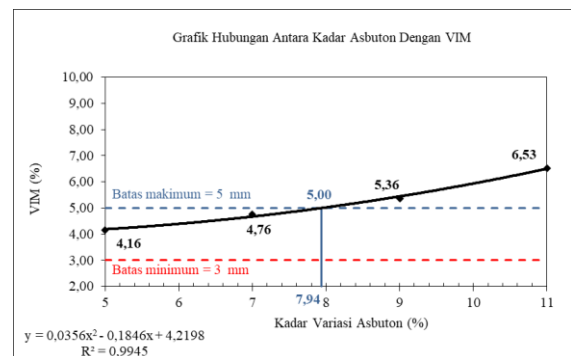
$$= 1048,56\text{kg}$$



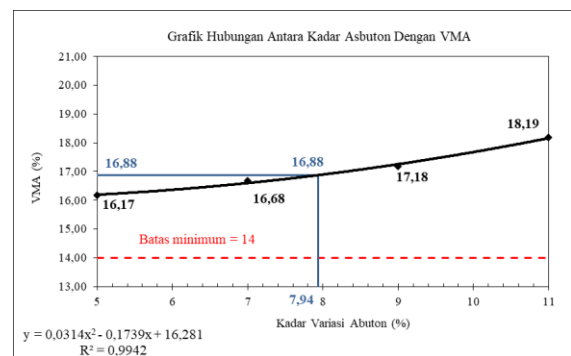
Gambar 10. Grafik Hubungan Antara Kadar Asbuton dengan Stabilitas



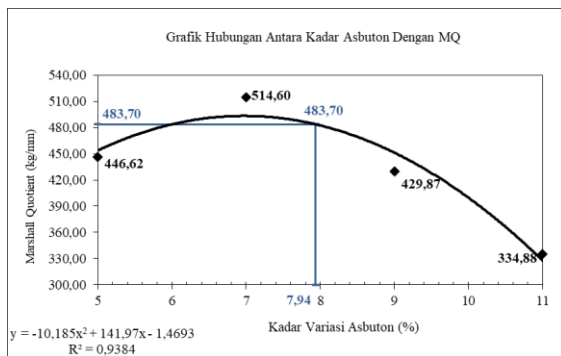
Gambar 11. Grafik Hubungan Antara Kadar Asbuton dengan Flow



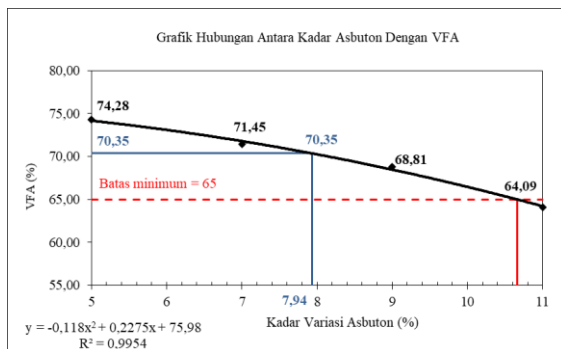
Gambar 12. Grafik Hubungan Antara Kadar Asbuton dengan VIM



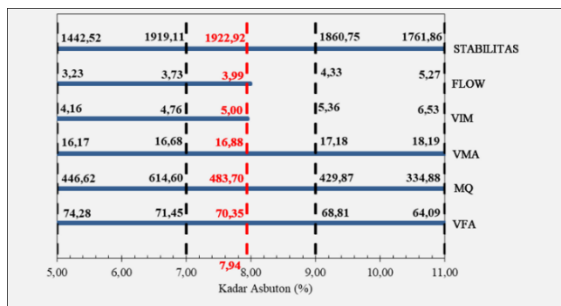
Gambar 13. Grafik Hubungan Antara Kadar Asbuton dengan VMA



Gambar 14. Grafik Hubungan Antara Kadar Asbuton dengan MQ



Gambar 15. Grafik Hubungan Antara Kadar Asbuton dengan VFA



Gambar 16. Diagram Batang Kadar Asbuton Maksimum

Tabel 8. Hasil Rekapitulasi Analisis Karakteristik Campuran Asbuton dengan Variasi Kadar Asbuton 0%, 5%, 7%, 9%, 11% dan persentase Maksimum Asbuton 7,94%

Parameter Karakteristik	Variasi Asbuton (%)						Persyaratan
	0	5	7	7,94	9	11	
Stabilitas (kg)	1048,56	1442,52	1919,11	1922,92	1860,75	1761,86	> 800
Flow (mm)	3,14	3,23	3,73	3,99	4,33	5,27	2 - 4
VIM (%)	4,05	4,16	4,76	5,00	5,36	6,53	3 - 5
VMA (%)	16,12	16,17	16,68	16,88	17,18	18,19	> 14%
VFA (%)	74,88	74,28	71,45	70,35	68,81	64,09	> 65
Marshall Quotient (kg/mm)	332,93	446,62	614,60	483,70	429,87	334,88	-

Kesimpulan :

Berdasarkan hasil pengujian Marshall terhadap campuran ATB (Asphalt Treated Base) dengan variasi kadar asbuton 5%, 7%, 9%, 11% didapatkan kadar asbuton maksimum sebesar 7,94 dikarenakan sudah melebihi persyaratan

nilai maksimum pada VIM dimana untuk persyaratan VIM yaitu 3-5 sesuai DPU Bina Marga Prov. Jatim 2018.

. Mengapa nilai stabilitas pemakaian asbuton semakin tinggi? karena pada asbuton tersebut terdapat kandungan mineral lainya seperti adanya agregat, agregat yang dominan yaitu agregat halus, agregat asbuton juga mengandung aspal yang belum keluar pada saat ekstraksi sehingga pori-pori pada agregat sudah terisi aspal dan adanya faktor penyerapan dari agregat asbuton tersebut yang mengakibatkan aspal semakin menyerap terhadap agregat dalam campuran.

Perhitungan Koefisien Korelasi

Contoh perhitungan koefisien korelasi untuk stabilitas adalah sebagai berikut:

Tabel 9. Hasil Uji Korelasi (r)

Pengujian	Hasil Korelasi	Hasil penafsiran posisi	Ketentuan	
			Besar r	Kriteria Hubungan
Stabilitas	0,547	Korelasi sedang	0	Tidak ada korelasi
Flow	0,989	Korelasi kuat / erat	0 - 0,5	Korelasi lemah
VIM	0,984	Korelasi kuat / erat	0,5 - 0,8	Korelasi sedang
VMA	0,983	Korelasi kuat / erat	0,8 - 1	Korelasi kuat/erat
MQ	-0,732	Korelasi sedang	1	Korelasi sempurna
VFA	-0,990	Korelasi kuat / erat		

Dengan demikian maka dapat diinterpretasikan bahwa terdapat korelasi sedang positif (+) antara variasi asbuton dan nilai stabilitas dimana semakin meningkat kadar variasi asbuton maka nilai stabilitas mengalami kenaikan. Begitupun dengan Flow, VIM, dan VMA masing-masing berkorelasi kuat positif (+). Dan terdapat korelasi sedang negatif (-) antara variasi asbuton dan nilai MQ dimana semakin meningkat kadar variasi asbuton maka nilai MQ mengalami penurunan begitupun VFA yang berkorelasi kuat negatif (-).

Pengujian Hipotesis

Untuk menguji hipotesis penelitian maka dilakukan uji Analisa Varian Satu Arah untuk melihat apakah ada pengaruh nilai parameter yang ditimbulkan oleh penggunaan variasi Asbuton.

Tabel 10. Analisa statistik untuk seluruh pengamatan

No.	Parameter	Fhitung	</>	Ftabel	Ho	Ha
1	Stabilitas	122,60	>	4,07	Ditolak	Diterima
2	Flow	52,942	>	4,07	Ditolak	Diterima
3	VIM	1495,423	>	4,07	Ditolak	Diterima
4	VMA	1415,057	>	4,07	Ditolak	Diterima
5	MQ	71,627	>	4,07	Ditolak	Diterima
6	VFA	1440,019	>	4,07	Ditolak	Diterima

Dari uji hipotesis untuk Stabilitas, Flow, VIM, VMA, MQ dan VFA didapatkan Fhitung > Ftabel maka H0 ditolak dan Ha diterima dan dapat dinyatakan adanya pengaruh yang signifikan dengan penambahan variasi Asbuton.

Analisa Regresi :

Dari tabel 4.57 maka didapat persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}494005,399 &= 24228,0c + 2528,0b + 276,0a \\56773,590 &= 2528,0c + 276,0b + 32,0a \\6984,239 &= 276,0b + 276,0b + 4a\end{aligned}$$

Dari ketiga persamaan didapat :

$$c = -35,968$$

$$b = 620,468$$

$$a = -735,911$$

Maka persamaannya adalah :

$$\hat{Y} = -0,01x^2 - 0,027x - 991,43$$

Mencari koefisien determinasi (R^2):

$$JK(b|a) =$$

$$\begin{aligned}&\left(b \left\{ \sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n} \right\}\right) + \left(c \left\{ \sum X^2Y - \frac{(\sum X^2)(\sum Y)}{n} \right\}\right) \\&= \left(620,468 \left\{ 56773,590 - \frac{32 \times 6984,239}{4} \right\}\right) + \\&\left(-35,968 \left\{ 494005,399 - \frac{276 \times 6984,239}{4} \right\}\right) \\&= 558221,59 - 434954,972 \\&= 123266,618\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}JK(E) &= \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n} \\&= 12330387,0 - \frac{6984,239^2}{4} \\&= 135488,212\end{aligned}$$

Indeks Determinasi :

$$\begin{aligned}R^2 &= \frac{JK(b|a)}{JK(E)} \\&= \frac{123266,618}{135488,212} \\&= 0,9098\end{aligned}$$

Sesuai dengan hasil analisis regresi secara manual, maka hubungan kadar aspal dengan stabilitas menghasilkan persamaan $y = -0,01x^2 - 0,027x - 991,43$ Dimana nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0.9098 Hal ini dapat diartikan bahwa 90,98% adalah sebuah perubahan nilai yang stabilitas dimana dipengaruhi oleh kadar Asbuton.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan tentang penggunaan Asbuton terhadap Campuran ATB (Asphalt Treated Base), maka dapat ditarik kesimpulan seperti berikut ini

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. Dari hasil pengujian marshall persentase Kadar Aspal Optimum pada campuran ATB (Asphalt Treated Base) yaitu sebesar 5,43% dengan hasil uji marshall : Stabilitas (1048,56 Kg), Flow (3,14 mm), VIM (4,05%), VMA (16,12%), VFA (74,88%), MQ (332,93 Kg/mm).
3. Dari hasil pengujian marshall persentase nilai maksimum penggunaan asbuton pada campuran ATB (Asphalt Treated Base) terdapat pada kadar variasi asbuton 7,94% yang telah mencapai persyaratan nilai maksimum pada VIM. Dengan hasil uji marshall : Stabilitas (1922,92 Kg), Flow (3,99 mm), VIM (5,00%), VMA (16,88%), VFA (70,35%), MQ (483,70 Kg/mm).

Saran

Karena keterbatasan waktu penelitian, maka untuk penelitian selanjutnya penulis dapat menyarankan hal – hal sebagai berikut:

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. Dikarenakan mendapat hasil stabilitas yang berlebih dari batas minimum. Maka peneliti selanjutnya perlu melakukan ketelitian dalam menyusun komposisi campuran. Hal ini penting dilakukan agar mungkin tidak melebihi atau kurang dari spesifikasi BINA MARGA yang telah dijadikan acuan.
4. Kesabaran sangat diperlukan saat proses pengumpulan data

DAFTAR PUSTAKA

AASHTO (The American Association of State Highway and Transportation Officials)Bina Marga Pekerjaan Umum, 2010. Spesifikasi Pengujian Test Marshall .

ASTM (American Society for Testing and Materials)

BS (British Standard. 1975)

- Iqbal Arsyad Arfan. 2018. Studi Eksperimental Penentuan Kadar Aspal Buton Optimum Tipe Lga 50/30 Menggunakan Agregat Batu Gamping. Makassar.
- Melkisedek Paku Layuk. 2014. Studi kinerja campuran ac-wc menggunakan bga asbuton sebagai bahan pengikat. Makassar.
- Mentari C.P Mantong. 2014. Pengujian Kinerja Campuran (AC-WC) Substitusi Buton Granular Aspal Sebagai Bahan Pengikat Dengan Metode Marshall. Makassar.
- 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.
- 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. Bandung.
- Chloride(Baliho) Pada Campuran (Asphalt Treated Base)Atb Ditinjau Dari Nilai Parameter Marshall Test. Malang
- Sugiyono. 2017. Statistika Untuk Penelitian. Alfabeta. Bandung