

STUDI PENGARUH PENGGUNAAN AGREGAT TOGAFO TERHADAP PARAMETER MARSHALL CAMPURAN BERASPAL BERPORI

Sabaruddin Hatta, Muhammad Fahmi

Universitas Khairun, Indonesia dan Universitas Jenderal Soedirman, Indonesia

Email: sabaruddin.new@gmail.com, fahmimuhammad103@gmail.com

Abstrak

Kota Ternate mengalami dua musim, musim hujan dan musim kemarau. Di kota Ternate masih ditemui genangan air pada lapisan permukaan jalan di beberapa ruas jalan saat musim hujan, kondisi tersebut membutuhkan solusi. Solusi atas permasalahan/alternatif untuk mengurangi dampak adanya genangan air tersebut adalah mempergunakan lapisan perkerasan berpori menggunakan agregat Togafo sebagai wujud pemanfaatan potensi lokal dipadukan dengan potensi nasional yaitu aspal buton. Guna meyakinkan pihak terkait di kota Ternate bahwa solusi alternatif pengaruh genangan air pada lapisan permukaan di musim hujan adalah campuran beraspal berpori, sebagai bagian pembentuk dari suatu lapisan perkerasan, maka dilakukan eksperimental di laboratorium. Selanjutnya dilakukan observasi untuk mengetahui karakteristik Marshall. Material yang digunakan dalam campuran beraspal berpori terlebih dahulu dilakukan uji karakteristik agregat dan material pengikat. Material pengikat yang digunakan adalah aspal penetrasi 60/70 dan asbuton. Pengujian material pengikat dilakukan dengan mengacu pada SNI 03-1737-1989 dan pengujian ini dilakukan di Laboratorium Jalan dan Aspal Fakultas Teknik Sipil Universitas Khairun. Total benda uji 30 buah dengan 3 benda uji untuk masing-masing variasi kadar aspal. Hasil penelitian diperoleh kadar aspal optimum yang memenuhi parameter Marshall mengacu kepada spesifikasi modifikasi Switzerland adalah 6,25 % dengan nilai Stabilitas 1610 kg. Jadi dapat disimpulkan bahwa peluang pemanfaatan agregat Togafo sebagai material pembentuk aspal berpori masih memerlukan perlakuan berulang sehingga diperoleh kategori memenuhi syarat secara keseluruhan.

Kata Kunci: campuran beraspal berpori; pengujian marshall; agregat togafo; parameter marshall

Abstract

The city of Ternate experiences two seasons, the rainy season and the dry season. In the city of Ternate, there are still puddles of water on the surface layer of the road on several roads during the rainy season, this condition requires a solution. The solution to the problem/alternative to reduce the impact of the inundation is to use a porous pavement layer using Togafo aggregate as a form of utilizing local potential combined with national potential, namely Buton asphalt. In order to convince related parties in Ternate city that an alternative solution to the effect of waterlogging on the surface layer in the rainy season is a porous asphalt mixture, as a constituent part of a pavement layer, experimental work was carried out in the

laboratory. Furthermore, observations were made to determine the characteristics of Marshall. The material used in the porous asphalt mixture is first tested for the characteristics of the aggregate and binder material. The binder material used is 60/70 penetration asphalt and asbuton. The testing of the binder material was carried out with reference to SNI 03-1737-1989 and this test was carried out at the Road and Asphalt Laboratory of the Faculty of Civil Engineering, Khairun University. A total of 30 specimens with 3 specimens for each variation of asphalt content. The results obtained that the optimum asphalt content that meets the Marshall parameters referring to the modified Swiss specification is 6.25% with a Stability value of 1610 kg. So it can be concluded that the opportunity to use Togafo aggregate as a porous asphalt-forming material still requires repeated treatment so that the overall category meets the requirements.

Keywords: *porous asphalt mixture; marshall testing; togafo aggregate; marshall parameters*

Pendahuluan

Indonesia yang beriklim tropis mengalami dua musim, musim hujan dan musim kemarau, Kota Ternate sebagai bagian dari Indonesia tentunya juga mengalami musim tersebut, Di kota Ternate masih ditemui genangan air pada lapisan permukaan jalan di beberapa ruas jalan saat musim hujan, kondisi tersebut membutuhkan solusi.

Solusi atas permasalahan/alternatif untuk mengurangi dampak adanya genangan air tersebut adalah mempergunakan lapisan perkerasan berpori.

Campuran perkerasan berpori menggunakan agregat kasar dengan komponen yang lebih banyak dibandingkan dengan agregat halus. Dalam penggunaannya, perkerasan beraspal berpori ini memiliki stabilitas yang lebih rendah, oleh karena itu dikehendaki adanya upaya untuk meningkatkan kinerja stabilitas perkerasan beraspal berpori tersebut. Asumsi alternatif menggunakan agregat Togafo sebagai wujud pemanfaatan potensi lokal dipadukan dengan potensi nasional yaitu aspal buton.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan untuk mengetahui sifat-sifat (karakteristik) lapis campuran beraspal berpori menggunakan agregat Togafo adalah dengan melakukan pengambilan agregat di kelurahan Togafo, selanjutnya melakukan percobaan di laboratorium jalan dan aspal fakultas teknik Universitas Khairun Ternate.

1. Lokasi Pengambilan Material

Material agregat kasar, agregat sedang dan abu batu berasal dari Togafo, dan material lainnya digunakan material yang ada di laboratorium jalan dan aspal fakultas teknik Universitas Khairun Ternate provinsi Maluku Utara.

2. Lokasi Pelaksanaan Penelitian

Lokasi penelitian akan dilaksanakan secara umum akan dilaksanakan di 2 lokasi, yaitu di lapangan (lokasi quarry material agregat Kelurahan Togafo) dan di laboratorium Jalan dan Aspal Fakultas teknik Universitas Khairun kampus Gambesi

kelurahan Gambesi kecamatan kota Ternate Selatan Provinsi Maluku Utara . Peneliti melaksanakan proses analisis, pengambilan data, dan pengolahan data pada laboratorium Jalan dan Aspal fakultas teknik Universitas Khairun, sedangkan peninjauan ke lapangan dilaksanakan untuk melihat dan memilih agregat yang tepat dan sudah digunakan oleh masyarakat sebagai elemen bangunan lainnya sebagai pembanding secara umum.

3. Tahap-Tahap Penelitian

Penelitian dilakukan menjadi 2 tahapan, yaitu penelitian di lapangan dengan upaya meninjau, memilih dan mengambil agregat kasar, sedang dan abu batu sebagai material yang akan digunakan dalam penelitian dimana material serupa juga digunakan oleh masyarakat sekitar untuk komponen bangunan, dan penelitian berikutnya dilakukan di laboratorium jalan dan aspal fakultas teknik dan menggunakan program- program tertentu seperti Excell untuk analisis data. Penelitian akan lebih banyak dilakukan pada laboratorium jalan dan aspal fakultas teknik.

Pengambilan sampel agregat mengacu pada SNI 03-6889-2002: Tata Cara Pengambilan Contoh Agregat, sehingga sampel yang diambil untuk pengujian laboratorium benar-benar representatif (contoh yang diambil dapat mewakili dari sejumlah persediaan agregat yang digunakan). *Sampling* secara umum diartikan sebagai pengambilan sampel yang mewakili populasi. Hasil yang diperoleh dari pengujian untuk suatu sampel yang relatif sedikit harus dapat mencerminkan/mewakili dari keseluruhan. Kondisi agregat di lapangan, baik dari sumber asalnya, dapat berasal dari alam atau buatan, mempunyai ukuran dan bentuk yang mungkin bervariasi, sehingga memungkinkan sifatnya juga bervariasi. Oleh karena itu perlu dilakukan pengambilan sampel baik di lapangan (contoh), maupun di laboratorium (benda uji), mengikuti SNI 13-6717-2002 : Tata Cara Penyiapan Benda Uji Dari Contoh Agregat.

Setelah sampel agregat terpenuhi maka selanjutnya dilakukan pengujian laboratorium.

4. Peubah Yang Diamati/Diukur

Beberapa variabel yang diamati, diukur, dan dianalisis adalah sebagai berikut :

- 1) Karakteristik material penyusun campuran beraspal berpori
- 2) Komposisi campuran beraspal berpori
- 3) Kadar aspal optimum
- 4) Sifat mekanik campuran beraspal berpori

5. Teknik Pengumpulan Data Dan Analisis

Pengumpulan data dilakukan satu per satu untuk setiap karakteristik. Data yang dikumpulkan sesuai hasil uji dari peubah yang diukur dilakukan menggunakan program pengolahan data Microsoft Excel untuk dibuat menjadi sebuah grafik.

Karakteristik material penyusun campuran beraspal berpori meliputi sifat-sifat agregat halus, agregat kasar, dan Asbuton butir serta karakteristik campuran

beraspal berpori. Hasil pengujian material penyusun di laboratorium berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI).

Pengujian yang dilakukan yaitu :

1. Pengujian analisa saringan,
 2. Pengujian berat jenis dan penyerapan,
 3. Pengujian keausan,
 4. Pengujian indeks kepipihan,
 5. Pengujian kadar lumpur dan lempung; selain itu dilakukan:
 - a) Pemeriksaan aspal penetrasi 60/70,
 - b) Pemeriksaan asbuton tipe LGA 30/25, dan juga diambil data berdasarkan:
 1. Perencanaan agregat gabungan,
 2. Perencanaan komposisi campuran,
- begitupula dikumpulkan data dari pengujian Marshall.

Untuk kontrol korelasi kadar aspal optimum dan karakteristik Marshall digunakan spesifikasi Modifikasi Gradasi agregat aspal berpori Switzerland dan Spesifikasi Khusus SMA dan Porous Aspal Puslitbang Jalan dan Jembatan Badan Penelitian dan Pengembangan.

Hasil dan Pembahasan

1. Karakter Fisik Agregat

Tabel 1
Hasil Pengujian Analisa Saringan

Ukuran Saringan	Persentase Lolos Saringan			
	NO	Kasar (%)	Kasar Sedang (%)	Abu batu %
½		100,00	100,00	100,00
¾		91,25	92,02	100,00
# 4		32,25	41,65	100,00
# 8		13,25	24,50	80,50
#200		0,00	0,50	35,50

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Jalan Dan Aspal Fakultas Teknik Unkhair

Tabel 2
Hasil Pengujian Keausan Dengan Mesin Los Angeles

No Saringan	Hasil Pengujian (%)	Spesifikasi	Keterangan
# ¾			
# ½	24,60	Maks. 40 %	Memenuhi
# 3/8			

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Jalan Dan Aspal Fakultas Teknik Unkhair

Tabel 3
Hasil Pengujian Indeks Kepipihan

No Saringan	Hasil Pengujian (%)	Spesifikasi	Keterangan
# ¾			
# ½	22,00	Maks. 25 %	Memenuhi
# 3/8			

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Jalan Dan Aspal Fakultas Teknik Unkhair

2. Aspal Minyak Penetrasi 60/70

Tabel 4
Hasil Pengujian Aspal Minyak Penetrasi 60/70

No.	Jenis Pengujian	Sat	Metode	Persyaratan	Hasil Uji	Keterangan
1	Penetrasi, 25°C, 100 gr	0,01 mm	SNI S-01-2003	60 – 79	67,30	Memenuhi
	Penetrasi setelah penurunan berat	% asli	SNI S-01-2003	Min. 54	50,45	Memenuhi
2	Titik Lembek	°C	SNI 2434 : 2011	(50 - 58)	57,60	Memenuhi
3	Berat jenis	gr/cc	SNI 2441 : 2011	Min. 1,0	1,037	Memenuhi
4	Penurunan Berat (dengan TFOT)	% berat	SNI 06-2440-1991	Maks. 0,8	0,27	Memenuhi

Sumber : Hasil Pengujian dan Perhitungan Di Laboratorium Jalan dan Aspal

3. Sifat Fisik Asbuton Tipe LGA 30/25

Tabel 5
Karakteristik Asbuton LGA (Lawele Granular Asphalt)

Jenis Pengujian	Metoda uji	Hasil Uji	Spec.	Satuan	Keterangan
Kadar Aspal	SNI 03-3640-1994	30,6	25 - 35	%	Memenuhi
Kadar Air	SNI-06-2490-1991	4,6	Maks. 5	%	Memenuhi
Propertis Bitumen Hasil Ekstraksi :					
Penetrasi Pada 25°C, 100 g, 5 dtk	SNI 06-2456-91	68	50 - 70	0,1mm	Memenuhi
Titik Lembek	SNI 06-2434-91	51,0	Min. 50	°C	Memenuhi
Daktilitas Pada 25°C,	SNI 06-2432-91	> 140	Min. 100	Cm	Memenuhi
Titik Nyala	SNI 06-2433-91	220	Min. 200	°C	
Berat Jenis	SNI 06-2432-1991	1,031	Min. 1,0	kg	Memenuhi
Penurunan Berat	SNI 06-2441-	4,62	Maks. 5	%	

Asbuton (TFOT), dari asli	1991			
Titik Lembek Setelah TFOT	SNI 06-2434-91	57,1	-	°C
Daktalitas 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

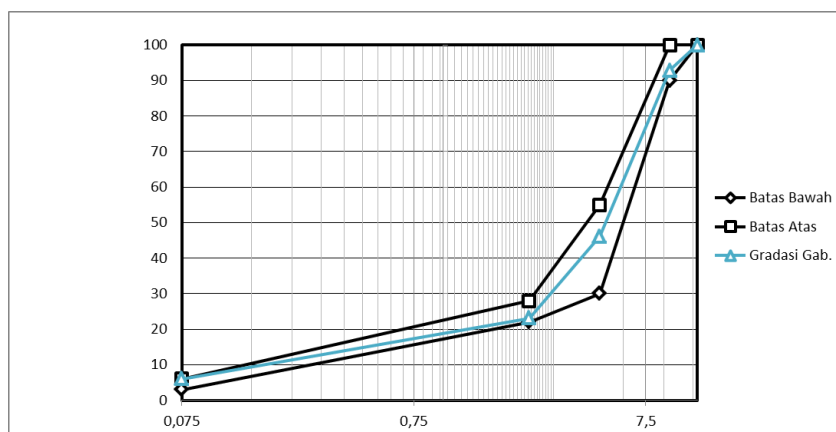
Sumber : PT. Buton Asphalt Indonesia (2010)

4. Komposisi Campuran Aspal Berpori

Tabel 6
Hasil Gradasi Gabungan Aspal Porus

No. Saringan	Porus	Spec.
½"	12,50	100
¾"	9,50	88 - 100
No.4	4,75	32 - 50
No.8	2,36	22 - 28
No.200	0,075	2 - 10

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Jalan Dan Aspal Fakultas Teknik Unkhair

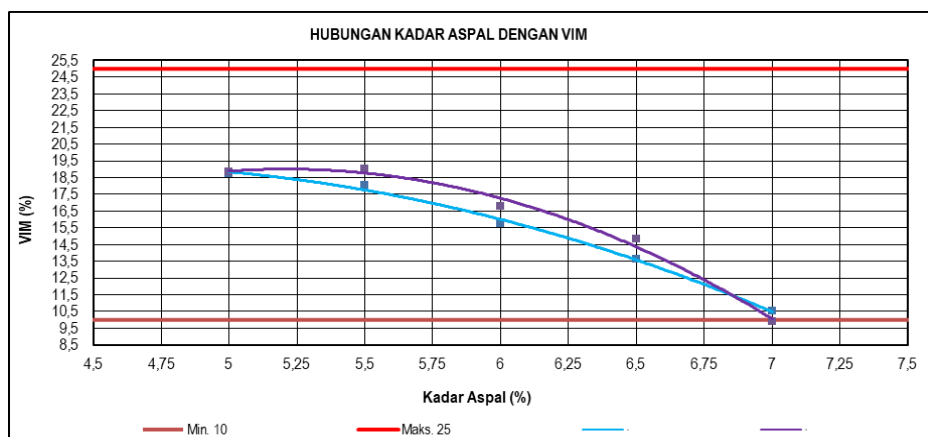


Gambar 1
Gradasi Gabungan Aspal Porus

5. Kadar Aspal Optimum Gabungan

Tabel 7
Hubungan Kadar Aspal dengan VIM

No. Sampel	Kadar Aspal %	Nilai VIM (Voids In Mix) (%)		Spec.
		Pen 60/70	Pen 60/70+Asbuton	
I	5,0	19,08	19,08	10 - 25
II	5,0	18,26	18,49	
III	5,0	18,86	19,01	
		18,74	18,86	
I	5,5	18,43	18,80	
II	5,5	18,28	19,52	
III	5,5	17,45	18,65	
		18,05	18,99	
I	6,0	16,63	17,92	
II	6,0	15,46	16,94	
III	6,0	15,15	15,39	
		15,75	16,75	
I	6,5	14,05	15,81	
II	6,5	13,58	14,94	
III	6,5	13,25	13,75	
		13,63	14,17	
I	7,0	12,12	11,22	
II	7,0	10,26	10,69	
III	7,0	9,14	7,86	
		10,51	9,92	

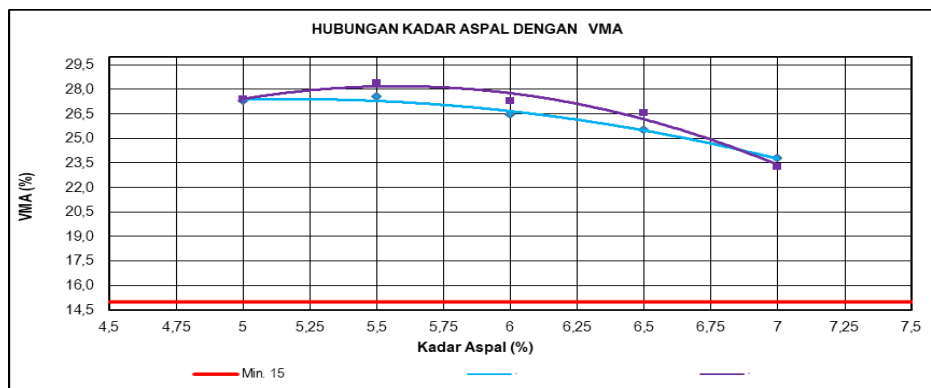


Gambar 2
Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VIM terhadap Material

Tabel 7 dan gambar 2 memperlihatkan bahwa hasil pengujian dan analisa perhitungan *VIM (Voids In Mix)* terhadap material untuk tiap-tiap kadar aspal rencana memenuhi spesifikasi. Sebagaimana diperlihatkan pada tabel 6. Untuk hubungan Kadar Aspal dengan VMA sebagai berikut:

Tabel 8
Hubungan Kadar Aspal Dengan VMA

No. Sampel	Kadar Aspal %	Nilai VMA (Voids In Mineral Agregat) terhadap Material (%)		Spec. %
		Pen 60/70	Pen 60/70 + Asbt	
I	5,0	27,57	27,57	Min. 15
II	5,0	26,84	27,04	
III	5,0	27,37	27,51	
		27,26	27,37	
I	5,5	27,89	28,22	
II	5,5	27,75	28,86	
III	5,5	27,02	28,09	
		27,56	28,39	
I	6,0	27,21	28,34	
II	6,0	26,18	27,48	
III	6,0	25,91	26,12	
		26,43	27,31	
I	6,5	25,88	27,39	
II	6,5	25,47	26,64	
III	6,5	25,19	25,62	
		15,51	26,55	
I	7,0	25,14	24,37	
II	7,0	23,56	23,92	
III	7,0	22,60	21,51	
		23,77	23,27	

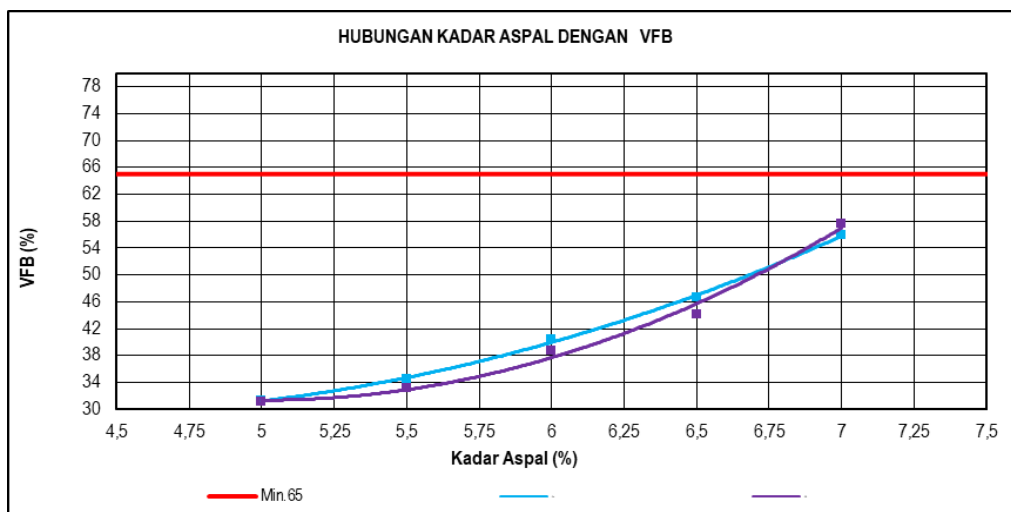


Gambar 3
Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VMA terhadap Material

Tabel 8 dan gambar 3 di atas memperlihatkan bahwa hasil pengujian dan analisa perhitungan *VMA (Voids In Mineral Agregat)* terhadap material untuk tiap-tiap kadar aspal rencana memenuhi spesifikasi. Sebagaimana diperlihatkan pada tabel 6. Sedangkan hubungan Kadar Aspal dengan VFB dapat dilihat di bawah ini:

Tabel 9
Hubungan Kadar Aspal dengan VFB

No. Sampel	Kadar Aspal %	Nilai VFB (Voids Filled Bitumen) (%)		Spec. %
		Pen 60/70	Pen 60/70 + Asbuton	
I	5,0	30,79	30,80	Min 65
II	5,0	31,95	31,63	
III	5,0	31,10	30,90	
		31,28	31,11	
I	5,5	33,92	33,37	
II	5,5	34,15	32,34	
III	5,5	35,43	33,59	
		34,50	33,10	
I	6,0	38,87	36,74	
II	6,0	40,96	38,35	
III	6,0	41,54	41,09	
		40,46	38,73	
I	6,5	45,69	42,28	
II	6,5	46,69	43,92	
III	6,5	47,38	46,32	
		46,59	44,17	
I	7,0	51,78	53,97	
II	7,0	56,44	55,31	
III	7,0	59,56	63,47	
		55,92	57,59	

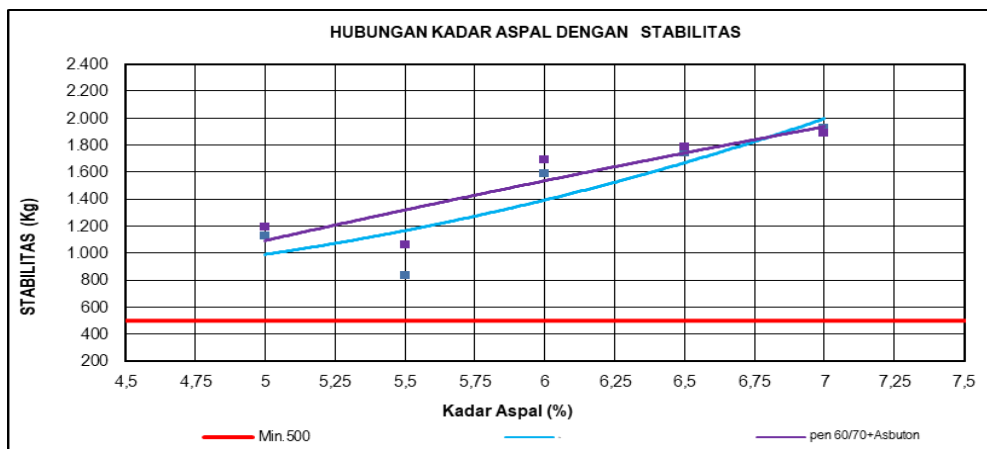


Gambar 4
Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VFB terhadap Material

Pada tabel 9 dan gambar 4 di atas menunjukkan bahwa hasil pengujian dan analisa perhitungan untuk *VFB (Voids Filled Bitumen)* terhadap material untuk tiap-tiap kadar aspal rencana memenuhi spesifikasi. diperlihatkan pada tabel 6 Adapun hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas dapat dilihat di bawah ini:

Tabel 10
Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas

No. Sampel	Kadar Aspal %	Nilai Stabilitas (kg)		Spec. kg
		Pen 60/70	Pen 60/70 + Asbuton	
I	5,0	1124,84	1180,39	Min. 500
II	5,0	1110,96	1249,83	
III	5,0	1138,73	1152,62	
		1124,84	1194,28	
I	5,5	944,31	972,09	
II	5,5	833,22	1319,26	
III	5,5	722,12	902,65	
		833,22	1064,67	
I	6,0	1708,10	1708,10	
II	6,0	1720,19	1720,19	
III	6,0	1333,15	1648,52	
		1587,15	1692,27	
I	6,5	1490,83	1490,83	
II	6,5	2164,57	2006,89	
III	6,5	1576,84	1863,54	
		1744,08	1787,09	
I	7,0	2164,57	2150,24	
II	7,0	1634,18	1648,52	
III	7,0	1978,22	1863,54	
		1925,66	1887,43	

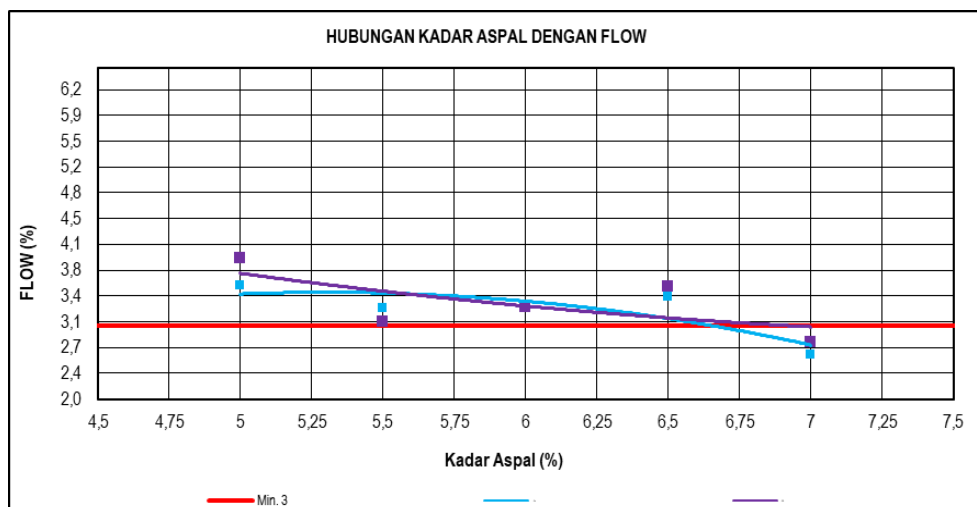


Gambar 5
Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas

Pada tabel 10 dan gambar 5 di atas dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian dan analisa perhitungan untuk *stabilitas* terhadap material untuk tiap-tiap kadar aspal memenuhi spesifikasi. diperlihatkan pada tabel 6 Adapun hubungan Kadar Aspal dengan Flow sebagai berikut:

Tabel 11
Hubungan Kadar Aspal Dengan Flow

No. Sampel	Kadar Aspal	Nilai Flow (%)		Spec %
	%	Pen 60/70	Pen 60/70+ Asbuton	
I	5,0	4,30	4,30	Min 3
II	5,0	2,90	4,00	
III	5,0	3,42	3,45	
		3,54	3,92	
I	5,5	3,20	3,50	
II	5,5	3,40	2,55	
III	5,5	3,10	3,10	
		3,23	3,05	
I	6,0	4,10	4,10	
II	6,0	3,10	3,20	
III	6,0	2,60	2,45	
		3,27	3,25	
I	6,5	4,80	4,80	
II	6,5	3,10	3,50	
III	6,5	2,25	2,30	
		3,38	3,53	
I	7,0	2,10	2,80	
II	7,0	2,50	2,30	
III	7,0	3,20	3,20	
		2,60	2,77	

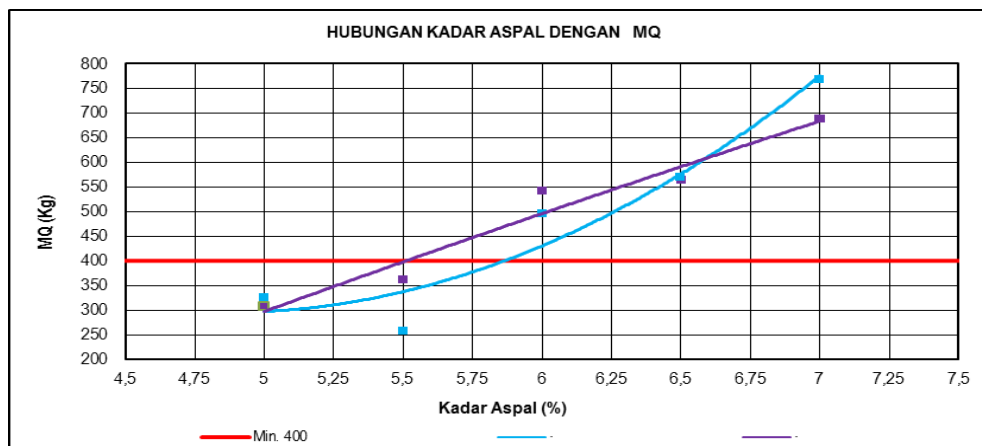


Gambar 6
Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Flow

Pada tabel 11 dan gambar 6 di atas dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian dan analisa perhitungan untuk *Flow* terhadap material untuk tiap-tiap kadar aspal memenuhi spesifikasi Selanjutnya hubungan Kadar Aspal dengan MQ sebagai berikut:

Tabel 12
Hubungan Kadar Aspal dengan MQ

No. Sampel	Kadar Aspal %	Nilai Marshall Quotient (MQ) terhadap Material (%)		Spec. %
		Pen 60/70	Pen 60/70 + Asbuton	
I	5	261,59	274,51	Min.400
II	5	383,09	312,46	
III	5	332,96	334,09	
		325,88	307,02	
I	5,5	295,10	277,74	
II	5,5	245,06	517,36	
III	5,5	232,94	291,18	
		257,70	362,09	
I	6,0	416,61	416,61	
II	6,0	554,90	537,56	
III	6,0	512,75	672,86	
		494,75	542,34	
I	6,5	310,59	310,59	
II	6,5	698,25	573,40	
III	6,5	700,82	810,23	
		569,89	564,74	
I	7	1030,75	767,94	
II	7	653,67	716,75	
III	7	618,19	582,36	
		767,54	689,02	



Gambar 7
Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan MQ

Pada tabel 13 dan gambar 7 di atas dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian dan analisa perhitungan untuk *MQ* terhadap material untuk tiap-tiap kadar aspal memenuhi spesifikasi. Selanjutnya hasil kadar aspal opyimum sebagai berikut:

Tabel 13
Analisis Penentuan Kadar Aspal Optimum

Sifat-sifat campuran	Rentang kadar aspal yang memenuhi spesifikasi (%)				
	5	5,5	6	6,5	7
Rongga dalam campuran ,VIM (10 %-25%)					
Rongga diantara agregat, VMA (min 15 %)					
Rongga terisi aspal, VFB (min 65 %)					
Stabilitas (min 500 kg)					
Flow (min 3 %)					
Marshall quotient (min 400 kg/mm)					
				6,25	
Kadar aspal optimum = 6,25 %					

6. Karakteristik Marshall

Tabel 14
Parameter Marshall

Sifat-sifat campuran	Nilai	Spec
Kadar aspal optimum (%)	6,25	5
Rongga dalam campuran ,VIM (%)	16	10 - 25
Rongga diantara agregat, VMA (%)	27,25	min 15
Rongga terisi aspal, VFB (65 %)	42	min 65
Stabilitas (min 500 kg)	1610	min 500
Flow (min 3 %)	3,25	min 3,00
Marshall quotient (min 400 kg/mm)	550	min 400

Kesimpulan

- 1) Dari hasil pengujian karakteristik agregat Togafo, aspal penetrasi 60/70 dan aspal Buton diperoleh Nilai stabilitas tertinggi sebesar 1887,43 kg pada kadar aspal 7%, sedangkan campuran aspal penetrasi 60/70 dan agregat Togafo dengan kadar aspal 7% diperoleh nilai stabilitas sebesar 1925,66 kg. Ini berarti penambahan asbuton pada aspal pen 60/70 mempengaruhi nilai stabilitas, yakni penurunan nilai stabilitas.
- 2) Berdasarkan spesifikasi modifikasi Switzerland dan modifikasi spesifikasi khusus aspal berpori puslitbang jalan dan jembatan, tentang Ketentuan Sifat – Sifat Campuran (PA - WC) nilai flow tidak memenuhi syarat nilai parameter marshall maka diperlukan kepastian kadar aspal optimum. Kadar aspal optimum yang memenuhi semua syarat nilai parameter Marshall yaitu 6,25 %.

BIBLIOGRAFI

- Gusty, S. R. I. (2018). *Kinerja Asbuton Campur Panas Hampar Dingin Sebagai Aspal Berongga*. Universitas Hasanuddin. [Google Scholar](#)
- Nariswari, Wahyu, Ariyanto, Enes, & Gunawan, Tri. (2017). Nilai Stabilitas Porous Asphalt Menggunakan Material Lokal. *Potensi: Jurnal Sipil Politeknik*, 19(1). [Google Scholar](#)
- Siang, Rista, & Makmur, Amelia. (2020). *Pengaruh Penggunaan Limbah Beton Terhadap Parameter Marshall Campuran Beraspal Berpori*. Forum Studi Transportasi antar-Perguruan Tinggi (FSTPT)-Universitas Katolik. [Google Scholar](#)
- Umum, Kementerian Pekerjaan. (2010). *Balitbang Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, 2010. Spesifikasi Khusus Campuran Beraspal Panas SMA dan Porous Aspal*. [Google Scholar](#)

Copyright holder:

Sabaruddin Hatta dan Muhammad Fahmi (2022)

First publication right:

Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

This article is licensed under:

