

ANALISIS PENGARUH PENCAMPURAN ASBUTON LGA 50/30 TERHADAP STABILITAS MARSHALL PADA CAMPURAN AC-WC

Anjelina Peni¹, Musrifah Tohir², Findia³

^{1,2,3} Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

Email : misellawotan@gmail.com

INTISARI

Asbuton LGA 50/30 merupakan hasil inovasi dalam pengembangan material konstruksi. Penggunaan asbuton sebagai alternatif aspal minyak sejalan dengan upaya keberlanjutan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh pencampuran Asbuton LGA 50/30 terhadap stabilitas *Marshall* dari campuran *Asphalt Concrete - Wearing Course* (AC - WC). Dalam penelitian ini, digunakan aspal penetrasi 60/70 dari Pertamina dan agregat kasar serta halus yang sesuai dengan spesifikasi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengujian *Marshall* untuk menentukan stabilitas, *flow*, dan parameter lainnya dari campuran aspal. Variasi presentase Asbuton LGA 50/30 yang digunakan adalah 0%, 5%, 10%, dan 15% dengan kadar aspal optimum adalah 6%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan Asbuton LGA 50/30 berpengaruh positif terhadap stabilitas *Marshall*, dimana semua variasi presentase memenuhi syarat spesifikasi yang ditetapkan. Stabilitas *Marshall* meningkat seiring dengan bertambahnya presentase Asbuton, dengan nilai durabilitas yang diperoleh yaitu 101,781%, 103,540%, 107,477% dan 109,346% yang juga memenuhi kriteria minimal yaitu 90%. Penelitian ini menyimpulkan bahwa penggunaan Asbuton LGA 50/30 dapat dipertimbangkan sebagai alternatif dalam campuran AC-WC untuk meningkatkan kualitas perkerasan jalan. Hasil uji berdasarkan spesifikasi Bina Marga 2010 revisi 3.

Kata Kunci : Asbuton LGA 50/30, Laston AC-WC, KAO, Stabilitas *Marshall*, *Flow*, Durabilitas, Aspal Penetrasi 60/70, Agregat Kasar dan Halus.

ABSTRACT

Asbuton LGA 50/30 is the result of innovation in construction material development. The use of asbuton as an alternative to oil asphalt is in line with sustainability efforts. This research aims to evaluate the effect of mixing Asbuton LGA 50/30 on the Marshall stability of Asphalt Concrete - Wearing Course (AC - WC) mixtures. In this study, 60/70 penetration asphalt from Pertamina and coarse and fine aggregates in accordance with specifications were used.

The method used in this research is Marshall testing to determine the stability, flow, and other parameters of the asphalt mixture. The percentage variations of LGA 50/30 Asbuton used were 0%, 5%, 10%, and 15% with the optimum asphalt content of 6%. The test results showed that the addition of Asbuton LGA 50/30 had a positive effect on Marshall stability, where all percentage variations met the specification requirements.

Marshall stability increased as the percentage of Asbuton increased, with the durability values obtained being 101.781%, 103.540%, 107.477% and 109.346% which also met the minimum criteria of 90%. This study concludes that the use of Asbuton LGA 50/30 can be considered as an alternative in AC-WC mixtures to improve the quality of road pavement. The test results are based on Bina Marga 2010 revision 3 specification.

Keywords : Asbuton LGA 50/30, AC-WC Laston, KAO, Marshall Stability, Flow, Durability, Penetration Asphalt 60/70, Coarse and Fine Aggregates.

PENDAHULUAN

Hingga saat ini, Pertamina dikenal sebagai pemasok utama aspal buatan di Indonesia. Namun, Indonesia memiliki aspal alam yang masih belum banyak digunakan. Oleh karena itu, pemerintah saat ini tengah menggalakkan penggunaan aspal Buton untuk memanfaatkan sumber daya alam secara optimal. Pemanfaatan sumber daya alam ini diharapkan dapat melengkapi kebutuhan aspal untuk pembangunan jalan raya.

Lapisan AC - WC merupakan lapisan teratas dalam perkerasan aspal yang harus mampu menerima seluruh jenis beban dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya. Keadaan iklim tropis dan perkembangan jumlah beban kendaraan sering menjadi penyebab terjadinya deformasi serta retak pada lapisan tersebut. Oleh karena itu, peningkatan kualitas aspal dan pengembangan teknologi perkerasan jalan yang lebih baik sangat penting dilakukan.

Tujuan Penelitian

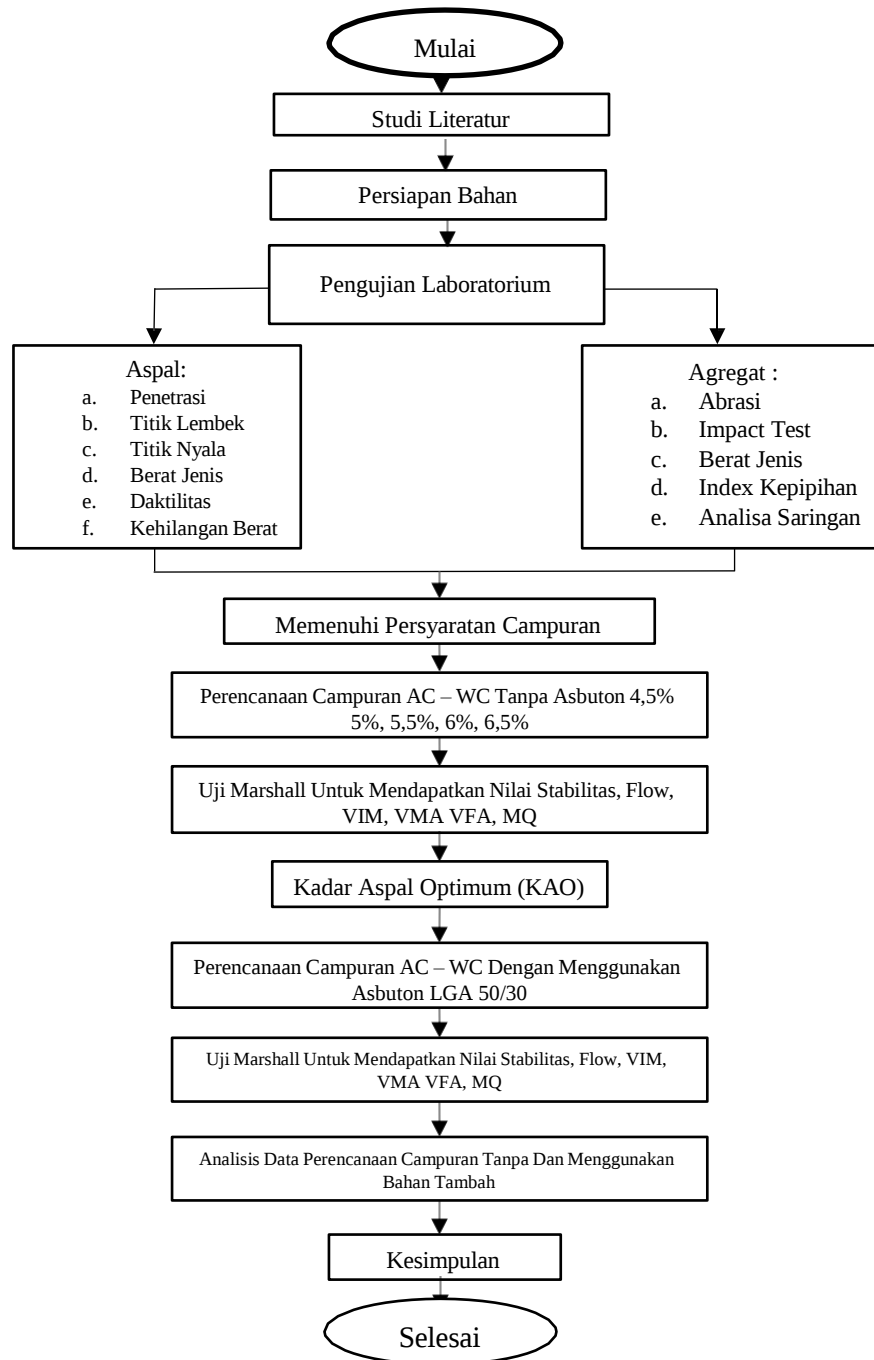
Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui Untuk mengetahui pengaruh pencampuran Asbuton LGA 50/30 terhadap stabilitas *Marshall* pada campuran AC-WC dan Untuk mengetahui ada perbedaan yang signifikan antara stabilitas *Marshall* campuran A-WC dengan pencampuran Asbuton LGA 50/30 dan tanpa pencampuran Asbuton LGA 50/30.

METODE

Pengumpulan Data

Untuk mendukung analisa pada penelitian ini, penulis menggunakan data primer yang diperoleh secara langsung dari lokasi tempat penelitian. Dari praktikum yang telah dilakukan pada bulan April tahun 2024 di laboratorium Universitas 17 Agustus 1945 didapat hasil dari sampel aspal pen 60/70 dan sampel agregat yang akan digunakan dalam campuran berupa aspal pertamina 60/70. Data ini memiliki karakteristik berupa bahan penyusun campuran panas berjenis *asphaltic concrete*.

Desain Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Teknik Analisis Data

Teknik analisa data yang di gunakan:

1. *Metode Pengujian Campuran Aspal Dengan Alat Marshall (SNI 06-2489-1991)*
2. *Metode Pengujian Penetrasi Bahan Bitumen (SNI 06-2456-1991)*
3. *Metode Pemeriksaan Berat Jenis Aspal Padat (SNI 06-2441-1991)*
4. *Metode Pengujian Kelekatan Agregat Terhadap Aspal (SNI 03-2439-1991)*
5. *Metode Pengujian Titik Lembek Aspal dan Ter (SNI 06-2434-1991)*
6. *Metode Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar Dengan Cleve Land Open Cup (SNI 06-2433-1991)*

ANALISA PEMBAHASAN

Dibawah ini menunjukkan hasil dari pengujian *Marshall* untuk mencari kadar aspal optimum (KAO) dan hasil uji *Marshall* dengan campuran Asbuton Lga 50/30. Berikut adalah tabel hasil pengujiannya.

Tabel 1. Berat Aspal dan Berat Agregat

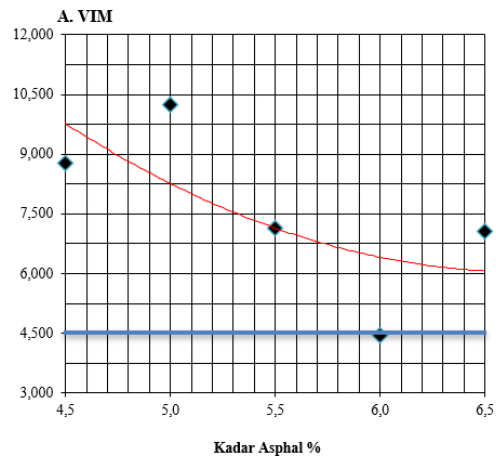
Nomor Sample		1	2	3	4	5
Berat Campuran (gr)		1200	1200	1200	1200	1200
Persen Camp Aspal		4,5%	5,0%	5,5%	6,0%	6,5%
Berat Aspal (gr)		54,00	60,00	66,00	72,00	78,00
Berat Total Agregat (gr)		1146,00	1140,00	1134,00	1128,00	1122,00
Batu CA 1/2	20	229,20	228,00	226,80	225,60	224,40
Batu MA 1/1	35	401,10	399,00	396,90	394,80	392,70
Abu batu	45	515,70	513,00	510,30	507,60	504,90

Sumber : Data diolah peneliti 2025

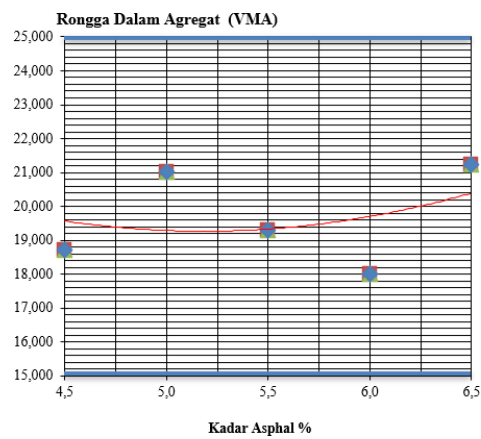
Tabel 2. Marshall Berat Aspal dan Berat Agregat

Agregat	□ (OVDRY)	□ (APP)
a. Coarse Agregat 1/2	2,679	2,728
b. Medium Agregat 1/1	2,664	2,709
c. Fine Agregat abu batu	2,625	2,660

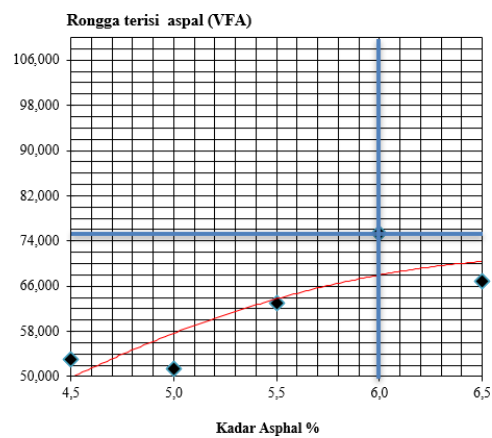
No Benda Uji	P r o p o r s i (% Berat Agregat Gabungan)				Kadar As pal	BD. Bulk Dari To tal Agregat	BD Efektip Dari To tal Agregat	BD Maks imum Campuran				Isi Benda Uji	BD Bulk	Rongga a di dalam camp.	Rongga di dalam agregat	Rongga terisi aspal (%VFB)	STABILITAS (KG)		Kelelahan P las tis (mm)	Has il Bagi Mars hall (Kn/mm) MQ	Luas Permukaan Agregat (m2/Kg)	P enyerapan As pal (% Berat Dan	Tebal Lapis an As pal Film
									Di Udara	Dalam Air	Kering Permukaan						Di Baca	Di Ses uaikan					
									E	F	G	H	I	J	K	L	L	M	N	P	Q	R	S
	a	B	c	D		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	P	Q	R	S
	CA1-2	MA 1-1	Abu Batu		% Berat To tal Camouran	Lihat Catatan 1	Lihat Catatan 2	100 100- A A -----+--	Dari Lab	Dari Lab	Dari Lab	G - F	E H	(D- <u>DI</u> <u>00</u>)	100 - (100-A) I U	(K-J)100 K	Dari Lab	Dari Lab	FLOW	M 102 x N	Lihat Gambar Lembar 1075	T(100-A) A +--- ----- B D	1000(A-R) Q(T.100-A)
1	20%	35%	45%		4,5	2.649	2.670	2.492	1145,0	670,0	1149,0	479	2.390	4.059	14,503	72,010	45	769,97	3,30	2,288			
2									1140,0	625,0	1154,0	529	2.155	13,507	22,922	41,075	43	619,58	3,70	1,642			
													2,273	8,783	18,712	53,063		694,78	3,50	1,965	5,693	0,262	7,559
3	20%	35%	45%		5,0	2.649	2.670	2.473	1136,0	633,0	1148,0	515	2.206	10,809	21,517	49,764	48	720,44	3,95	1,788			
4									1135,0	636,0	1144,0	508	2.234	9,660	20,506	52,891	47	733,65	3,09	2,328			
					RATA- RATA								2,220	10,235	21,012	51,290		727,05	3,52	2,025	5,693	0,257	8,501
5	20%	35%	45%		5,5	2.649	2.670	2.455	1130,0	630,0	1138,0	508	2.224	9,395	21,273	55,836	50	750,46	3,64	2,021			
6									1121,0	646,0	1125,0	480	2.335	4,873	17,344	71,902	52	811,70	3,29	2,419			
					RATA- RATA								2,280	7,134	17,271	72,270		781,08	3,47	2,210	5,693	0,253	9,454
7	20%	35%	45%		6,0	2.649	2.670	2.437	1107,0	649,0	1127,0	478	2.316	4,978	18,468	73,048		965,24	2,93				
8									1103,0	650,0	1121,0	471	2.342	3,914	17,556	77,706	59	981,60	3,61				
													2,329	4,446	18,012	75,318	60	973,42	3,27	3,230	5,693	0,248	10,416
					RATA- RATA																		
9	20%	35%	45%		6,5	2.649	2.670	2.420	1105,0	608,0	1111,0	503	2.297	9,209	23,072	60,088		1077,96	3,65				
10									1100,0	605,0	1116,0	478	2.301	13,000	19,415	33,041		1095,07	3,32				
													2,299	4,974	19,484	66,811	63	1086,52	3,49		5,693	0,244	11,388
					RATA- RATA												64			3,234			



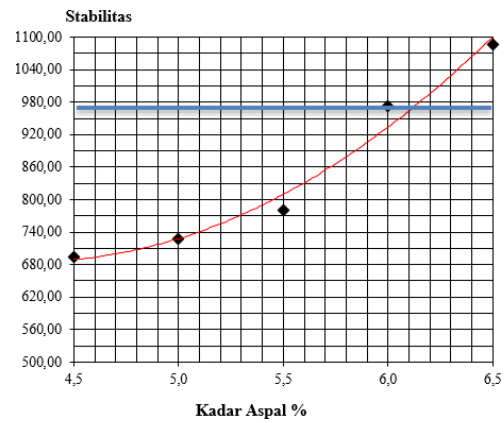
Gambar 2. Grafik VIM



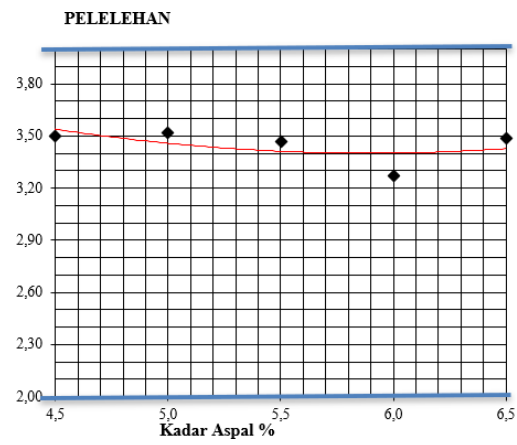
Gambar 3. Grafik VMA



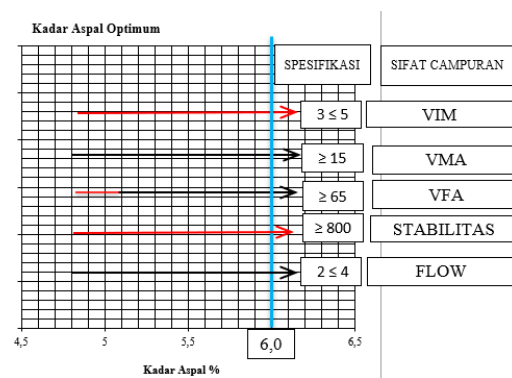
Gambar 4. Grafik VFA



Gambar 5. Grafik Stabilitas



Gambar 6. Grafik Pelelehan



Gambar 7. Grafik KAO

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan didapatkan hasil pengujian. *Marshall* untuk penentuan Kadar Aspal Optimum. Data hasil pengujian *Marshall* disajikan dalam bentuk tabel dibawah ini:

Tabel 3. Perhitungan Campuran Aspal

Berat Isi Bulk	=	1200	gram
Material	=	$1200 - (6,0\% \times 1200)$	= 1128
CA 1/2	=	20%	= 225,6 gram
MA 1/1	=	35%	= 394,8 gram
Abu Batu	=	45%	= 507,6 gram
Total	=	1128,0	gram
Berat Aspal	=	72,0	gram
Berat Seluruh	=	1200,0	gram

Sumber : Data diolah peneliti 2025

Tabel 4. Marshall Campuran Aspal 30 menit dan 24 jam

Agregat					□ (OVDRY)		□ (APP)																	
a. Coarse Agregat 1/2					2,679		2,728																	
b. Medium Agregat 1/1					2,664		2,709																	
c. Fine Agregat abu batu					2,625		2,660																	
No Benda Uji	P r o p o r s i (% Berat Agregat Gabungan)					Kadar As pal	BD. Bulk Dari To tal Agregat	BD Efektip Dari To tal Agregat	BD Maksimum Campuran				Is i Benda Uji	BD Bulk Campuran	Rongga di dalam camp. (% VIM)	Rongga di dalam agregat (% VMA)	Rongga terisi aspal (%VFB)	STABILITAS (K G)		Kelelahan P las tis (mm)	Has il Bagi Mars hall (Kn/mm) MQ	Luas Permukaan Agregat (m2/Kg)	Penyerapan As pal (% Berat Dan campuran)	Tebal Lapis an As pal Film
										Di Udara	Dalam Air	Kering P ermukaan						Di Baca	Di Ses uaikan					
	a	b	c	d						A	B	C						D	E					
	Ca 1-2	Ma 1-1	Abu Batu		% Berat To tal Campuran	Lihat Catatan 1	Lihat Catatan 2	100 100- A A - ---- +- C T	Dari Lab	Dari Lab	Dari Lab	<u> </u> G – F	<u> </u> E H	<u>(D-J)100</u> D	100 - <u>(100-A)I</u> U	<u>(K-J)100</u> K	Dari Lab	Dari Lab	FLOW	M 102 x N	Lihat Gambar 1075	T(100-A) A + ----- B 100 T D	1000(A-R) O(T.100-A)	
11	20%	35%	45%			6.00	2,649	987,01	1,280	1165,0	665,0	1167,0	502	2,321	4,858	18,299	73,450	45	960,46	3,5	2,690			
12								824,75		1160,0	660,0	1160,0	500	2,320	4,888	18,324	73,326	50	985,09	3,4	2,841			
RATA- RATA														2,320	4,873	18,311	73,388		972,77	3,4	2,764	5,693	0,283	10,353
13	20%	35%	45%			6.00	2,649		2,439	1136,0	649,0	1139,0	490	2,318	4,955	18,381	73,046	35	963,62	2,8	3,374			
14										1131,0	643,0	1131,0	488	2,318	4,985	18,408	72,918	40	947,89	2,6	3,574			
RATA- RATA														2,318	4,970	18,395	72,982		955,75	2,7	3,470	5,693	0,283	10,353
															(972,77 / 955,75) X 100%					=101,781%				

Sumber : Data diolah peneliti 2025

Durability = rata rata stabilitas 30 menit / rata rata stabilitas 24 jam
 = $(972,77 / 955,75) \times 100\%$
 = 101,781%

Data Uji *Marshall* KAO AC-WC + Asbuton LGA 50/30

Tabel 5. Perhitungan Campuran Aspal menggunakan Bahan tambah

Nomor Sample		1	2	3
Berat Campuran (gr)		1200	1200	1200
Persen Camp Aspal		6,0%	6,0%	6,0%
Berat Aspal (gr)		72,00	72,00	72,00
Berat Total Agregat (gr)		1128,00	1128,00	1128,00
Batu CA 1/2	15	169,20		
Batu CA 1/2	10		112,80	
Batu CA 1/2	5			56,40
Batu MA 1/1	35	394,80	394,80	394,80
Abu batu	45	507,60	507,60	507,60
Asbuton LGA 50/30	5,0%	56,40		
Asbuton LGA 50/30	10%		112,80	
Asbuton LGA 50/30	15%			169,20
		30 MENIT & 24 JAM	30 MENIT & 24 JAM	30 MENIT & 24 JAM

Sumber : Data diolah peneliti 2025

Tabel 6. *Marshall* campuran Aspal menggunakan Asbuton LGA 50/30

No Benda Uji	Proporsi (% Berat Agregat Gabungan)					Kadar Aspal	BD. Bulk Dari Total Agregat	BD Efektif Dari Total Agregat	BD Maksimum Campuran	Berat Sampel Uji			Isi Benda Uji	BD Bulk Campuran	VIM Air Void (%)	V.M.A (%)	VFB Void Filled (%)	STABILITAS		Kelelahan Plastis (mm)	Hasil Bagi Marshall (Kn/mm)	Luas Permukaan Agregat (m2/Kg)	Penyerapan Aspal (% Berat Dan campuran)	Tebal Lapisan Aspal Film	
										Di Udara	Dalam Air	Kering Permukaan						(KG)							
	Di Baca	Di Sesuaikan																							
	a	b	c	d	e	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	P	Q	R	S	T	
			CA	MA	Abu Batu	% Berat Total Campuran	Lihat Catatan 1	Lihat Catatan 2	100 100- A A ----- + -- C T	Dari Lab	Dari Lab	Dari Lab	G - F	E H	$\frac{(D-I)}{100}$ D	100 - (100-A) I C	$\frac{(K-J)}{100}$ K	Dari Lab	Dari Lab		M 102 x N	Lihat Gambar Lembar 1075	T(100-A) A + ----- B 100 T D	1000(A-R) O(T.100-A)	
1		15	35	45	5	6,0	2,787	2,809	2,546	1160	690,0	1163,0	473	2,452	3,663	17,925	79,563	59	1009,52	3,10	3,193				
2		15	35	45	5	6,0	2,787	2,809	2,546	1163	688,0	1166,0	478	2,433	4,424	18,574	76,179	58	992,41	2,90	3,355				
														2,443	4,044	18,249	77,841		1000,97	3,00	3,271	5,693	0,242	10,427	
3		15	35	45	5	6,0	2,787	2,809	2,546	1165	694,0	1167,0	473	2,463	3,248	17,571	81,515	57	975,30	3,00	3,187				
4		15	35	45	5	6,0	2,787	2,809	2,546	1161	689,0	1164,0	475	2,444	3,986	18,200	78,098	56	958,19	3,40	2,763				
	Asbuton Presentase 5 %														2,454	3,617	26,416	86,307		966,75	3,200	2,762	5,693	0,242	10,427
															$\frac{(1000,97/ 966,75) \times 100 \% = 103,540 \%}{}$										
5		10	35	45	10	6,0	2,940	2,963	2,664	1110	680,0	1117,0	437	2,540	4,637	19,408	76,107	58	1149,11	3,200	3,521				
6		10	35	45	10	6,0	2,940	2,963	2,664	1106	675,0	1111,0	436	2,537	4,763	19,515	75,593	57	1129,30	3,200	3,460				
														2,538	4,700	19,462	75,849		1139,20	3,200	3,490	5,693	0,225	10,457	
7		10	35	45	10	6,0	2,940	2,963	2,664	1104	679,0	1110,0	431	2,561	3,832	18,728	79,537	53	1050,05	3,100	3,321				
8		10	35	45	10	6,0	2,940	2,963	2,664	1108	682,0	1114,0	432	2,565	3,707	18,623	80,092	54	1069,86	2,900	3,617				
	Asbuton Presentase 10%														2,563	3,770	18,675	79,814		1059,95	3,000	3,464	5,693	0,225	10,457
															$\frac{(1139,20/ 1059,95) \times 100 \% = 107,477 \%}{}$										
9		5	35	45	15	6,0	3,111	3,134	2,793	1162	728,0	1165,0	437	2,659	4,792	20,256	76,341	60	1188,73	3,100	3,759				
10		5	35	45	15	6,0	3,111	3,134	2,793	1166	730,0	1169,0	439	2,656	4,900	20,346	75,917	57	1129,30	3,000	3,691				
														2,658	4,846	20,301	76,128		1159,014	3,050	3,726	5,693	0,209	10,487	
11		5	35	45	15	6,0	3,111	3,134	2,793	1174	738,0	1179,0	441	2,662	4,682	20,163	76,781	54	1069,86	3,300	3,178				
12		5	35	45	15	6,0	3,111	3,134	2,793	1181	748,0	1187,0	439	2,690	3,676	19,321	80,972	53	1050,05	3,200	3,217				
	Asbuton Presentase 15%										752,0				2,676	4,179	19,742	78,832		1059,95	3,250	3,197	5,693	0,209	10,487
															$\frac{(1159,014/ 1059,95) \times 100 \% = 109,346 \%}{}$										

Sumber : Data diolah peneliti 2025

Berdasarkan spesifikasi Bina Marga, 2010 revisi 3 tentang spesifikasi campuran Laston hasil pengujian *Marshall* dengan campuran Asbuton LGA 50/30 didapatkan hasil VIM, VMA, VFB, Stabilitas dan Durabilitas:

Tabel 7. Hasil *Marshall* dengan campuran Asbuton LGA 50/30

Sifat Campuran	Spesifikasi	Presentase Campuran Asbuton LGA 50/30								Keterangan
		0%		5%		10%		15%		
		30 menit	24 Jam	30 Menit	24 Jam	30 Menit	24 Jam	30 Menit	24 Jam	
VIM	Min 3%-5%	4,873	4,97	4,044	3,617	4,7	3,77	4,846	4,179	Memenuhi
VMA	Min 15%	18,311	18,395	18,249	26,416	19,462	18,675	20,301	19,742	Memenuhi
VFB	Min 65%	73,388	72,982	77,841	86,307	75,849	79,814	76,128	78,832	Memenuhi
Stabilitas	Min 800Kg	972,77	955,75	1000,97	966,75	1139,2	1060	1159,01	1060	Memenuhi
Durabilitas	Min 90%	101,781		103,54		107,477		109,346		Memenuhi

Sumber : Data diolah peneliti 2025

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil diatas dapat diketahui bahwa pada pengujian *Marshall* dengan campuran Asbuton LGA 50/30 berpengaruh pada peningkatan nilai stabilitas *Marshall* dan memenuhi minimal syarat spesifikasinya dengan nilai stabilitas pada presentase Asbuton 5% (perendaman 30 menit 1000,97 Kg' Perendaman 24 jam 966,75 Kg), 10% (perendaman 30 menit 1139,2 Kg' perendaman 24 jam 1060 Kg) dan 15% (perendaman 30 menit 1159,01 Kg' perendaman 24 jam 1060 Kg).
2. Berdasarkan hasil pengujian tidak terdapat perubahan yang signifikan antara nilai stabilitas *Marshall* campuran AC-WC menggunakan campuran Asbuton LGA 50/3 dan tanpa campuran Asbuton LGA 50/30 yaitu dengan nilai durabilitas pada masing-masing presentase Asbuton LGA 50/30, 5% =103,540%, 10% =107,477%=, 15% =109,346% dan pada nilai durabilitas tanpa pencampuran Asbuton LGA 50/30 yaitu 101,781%, tetapi memenuhi syarat spesifikasi dan memiliki efek pada kinerja campuran aspal.

Saran

Berdasarkan hasil yang diperoleh dalam penelitian dan kesimpulan diatas, ada beberapa saran diantaranya :

1. Penggunaan Asbuton LGA 50/30 sebagai komposisi pada campuran AC-WC dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan stabilitas *Marshall* dan kinerja campuran aspal.
2. Pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menambahkan komposisi presentase yang lebih dari penelitian Asbuton LGA 50/30 dalam campuran AC-WC untuk mencapai kinerja yang diinginkan dan sebaiknya dilakukan pengujian jenis kadar aspal LGA 50/30

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, F. (2020). Tinjauan sifat-sifat agregat untuk campuran aspal panas: Studi kasus beberapa quarry di Gorontalo. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Negeri Gorontalo*, 1(1), 1-12.
- Adnany, I., & Risdianto, Y. (2019). Penggunaan Asbuton Lawele Granular Asphalt (LGA) dan Buton Granular Asphalt (BGA) pada campuran aspal porus. *Rekayasa Teknik Sipil*, 2(1).
- ASSHTO T-48-80, (ASTM D-5-71). *Standard method of penetration of bituminous materials*.
- ASSHTO T-48-81, (ASTM D-92-52). *Standard method of flash point and burn point of bituminous materials*.
- ASSHTO T-51-81. *Standard method of test ductility of bituminous materials*.
- ASSHTO T-51-81. *Standard method of test specific gravity of hard bitumen materials*.
- ASSHTO T-53-89. *Standard method of softening point of bituminous materials*.
- Ginting, I., Marpaung, A., Hario, B., & Supriyono, S. (2017). Evaluasi gradasi agregat pada campuran AC-WC menggunakan teori fractal. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6(2), 01-11.
- Pradana, M. A., & Hartatik, N. (2024). Analisis karakteristik aspal polimer elastomer metode pengujian aspal Bina Marga. *Portal: Jurnal Teknik Sipil*, 16(1), 131-135.
- Setiowati, R., & Putra, M. F. (2023). Struktur biaya produksi aspal Buton untuk

kebutuhan infrastruktur sebagai substitusi impor. *Jurnal Teknologi dan Manajemen*, 21(1), 35-42.

SNI 03-2439-1991. *Metode Pengujian Kelekatan Agregat Terhadap Aspal*.

SNI 06-2433-1991. *Metode Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar Dengan Cleve Land Open Cup*.

SNI 06-2434-1991. *Metode Pengujian Titik Lembek Aspal*.

SNI 06-2441-1991. *Metode Pemeriksaan Berat Jenis Aspal Padat*.

SNI 06-2456-1991. *Metode Pengujian Penetrasi Bahan Bitumen*.

SNI 06-2489-1991. *Metode Pengujian Campuran Aspal dengan Alat Marshall*.

SNI-06-2441-1991. *Uji Berat Jenis*.

SNI-06-2489-1991. *Angka Korelasi Beban*.

Spesifikasi Bina Marga, (2010) revisi 3. *Sifat Campuran Laston*.

Spesifikasi Bina Marga, (2010). *Spesifikasi Aspal Keras Penetrasi 60/70*.

Spesifikasi Bina Marga, (2018) revisi 2. *Ketentuan untuk Asbuton Pra-Campur*.

Sukirman, S. (1992). *Perkerasan lentur jalan raya*. Nova.

Sukirman, S. (1999). *Perkerasan jalan lentur dan komponen-komponennya*. Nova.

Sukirman, S. (2003). *Dasar-dasar perencanaan geometrik jalan*. Bina Marga.

Sumiati, S., Mahmuda, M., & Rizki Prasetya Person, R. (2023). Sosialisasi design mix formula aspal karet alam padat (AKAP-PG76) dan Job Mix Formula di P.T. Bintang Selatan Agung. *Jurnal Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya*, 108–116.

Triyatno, D., Cahyo, Y., Ridwan, A., & Karisma, D. A. (2020). Penelitian campuran aspal beton dengan menggunakan filler ampas tahu. *Proteksi*, 2(1), 40–42.

Yao, X., Liu, L., & Zhang, H. (2024). Advancements in the modification of asphalt binders with functionalized polymers. *Construction and Building Materials*, 300, 123456.