

BAB V

PENUTUP

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil pengujian karakteristik material *Quarry* Bipolo

Tabel 5.1 Rekap hasil sifat dan karakteristik material *Quarry* Bipolo

URAIAN		pasir	abu batu	batu pecah %	batu pecah %	spec
Berat Jenis (bulk)	$\frac{B_k}{B + 500 - B_t}$	2.560	2.390	2.643	2.622	
Berat Jenis kering permukaan jenuh	$\frac{500}{B + 500 - B_t}$	2.621	2.416	2.664	2.645	
Berat Jenis (apparent)	$\frac{B_k}{B + B_k - B_t}$	2.724	2.455	2.700	2.648	
Penyerapan Air	$\frac{500 - B_k}{B_k} \times 100\%$	2.354	1.112	0.798	0.877	Max 3%

Gradasi Pemeriksaan Ukuran Saringan				GRADING AGREGAT KASAR			
				I		II	
Lolos		Tertahan		Berat (a)		Berat (b)	
76.2	(3")	63.5	(2 1/2")				
63.5	(2 1/2")	50.8	(2")				
50.8	(2")	36.1	(1 1/2")				
36.1	(1 1/2")	25.4	(1")				
25.4	(1")	19.1	(3/4")				
19.1	(3/4")	12.7	(1/2")	2500		2500	
12.7	(1/2")	9.52	(3/8")	2500		2500	
9.52	(3/8")	6.35	(1/4")				
6.35	(1/4")	4.75	(No.4)				
4.75	(No.4)	2.36	(No.8)				
Jumlah Berat				5000		5000	
Berat tertahan saringan No.12 sesudah percobaan (b)				3712.0		3709	
I.	a.	=	5000.0 gram	II.	a.	=	5000.0 gram
	b.	=	<u>3712.0 gram</u>		b.	=	<u>3709.0 gram</u>
	a - b	=	1288.0 gram		a - b	=	1291.0 gram
Keausan -I	=	$\frac{a - b}{a}$	x 100%	=	25.76		
Keausan -II	=	$\frac{a - b}{a}$	x 100%	=	25.82		
Keausan rata-rata	=	25.79		Spec : Max 30			

Sumber : Hasil pengujian di laboratorium

Dari table diatas dapat di simpulkan bahwa karakteristik material *Quarry* Bipolo memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010, yaitu analisa saringan, berat jenis, penyerapan air, dan abrasi yang disyaratkan, bahwa material tersebut bisa digunakan untuk campuran Lapis Aspal Beton (Laston AC-WC).

- 2 Hasil pengujian Marshall untuk menentukan kadar aspal optimum sebelum ditambahkan karet alam dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5.2 Rangkuman hasil pengujian pada KAO tanpa penambahan karet alam

Parameter Marshall							
Kadar aspal (%)	Benda Uji Marshall	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)	VMA (%)	VIM (%)	VFA (%)
Spesifikasi		Min 800	Min 3	Min 250	Min 15	3 - 5	Min 65
4,5	1	841,13	2,98	282,26	14,01	5,05	63,96
4,5	2	736,83	3,10	237,69	14,82	5,95	59,87
Rata-rata		788,98	3,04	259,97	14,42	5,50	61,92
5,0	1	867,97	3,10	279,99	14,70	4,66	68,26
5,0	2	787,44	3,14	250,78	14,89	4,88	67,21
Rata-rata		827,70	3,12	265,38	14,79	4,77	67,74
5,5	1	921,66	3,22	286,23	15,22	4,10	73,04
5,5	2	867,97	3,28	264,63	14,98	3,83	74,46
Rata-rata		894,82	3,25	275,43	15,10	3,96	73,75
6,0	1	876,92	3,35	261,77	15,62	3,39	78,26
6,0	2	885,87	3,39	261,32	15,64	3,43	78,10
Rata-rata		881,39	3,37	261,54	15,63	3,41	78,18
6,5	1	841,13	3,58	234,95	16,20	2,91	82,05
6,5	2	805,33	3,52	228,79	16,17	2,87	82,25
Rata-rata		823,23	3,55	231,87	16,19	2,89	82,15
7,0	1	796,39	3,72	214,08	16,84	2,48	85,27
7,0	2	702,15	3,74	187,14	17,14	2,84	83,45
Rata-rata		749,27	3,73	200,91	16,99	2,66	84,36

Sumber : Hasil pengujian di laboratorium

nilai stabilitas semakin meningkat jika kadar aspal bertambah mulai dari 4,5% sampai 5,5% dan pada titik dengan kadar aspal 6,0% sampai 7,0% stabilitas akan kembali menurun dengan semakin bertambahnya persentase kadar aspal. Hasil ini menunjukan bahwa nilai stabilitas sangat tergantung pada banyaknya kadar aspal yang digunakan. Semakin besar nilai persentase kadar aspal yang digunakan nilai stabilitas semakin besar sampai nilai maksimum, dan setelah itu nilai stabilitas akan menurun. Hasil pengujian flow atau kelelahan dalam campuran laston pada kadar aspal 4,5% sampai 7,0% nilai flow semakin meningkat dengan bertambahnya kadar aspal, dan memenuhi batas minimum nilai flow dalam spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu minimum 3 mm. 22 Nilai MQ mengalami kenaikan pada kadar aspal 4,5 sampai 5,5 dan kembali menurun

pada kadar aspal 6,0 sampai 7,0. Nilai MQ tertinggi terdapat pada kadar aspal 5,5% sebesar 275,43 Kg/mm memenuhi spesifikasi yakni minimal 250 Kg/mm. Nilai VIM pengujian rongga udara dalam campuran laston, pada kadar aspal 4,5% sampai dengan 6,0% memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 (minimum 3% dan maksimum 5%) sedangkan kadar aspal 4,5, 6,5% dan 7,0% tidak memenuhi syarat dalam spesifikasi Bina Marga 2010. Nilai VMA dilihat bahwa dari kadar aspal 4,5% sampai 7,0% mengalami kenaikan. Hal ini mengindikasikan rongga rongga diantara partikel agregat pada kadar aspal 5,5% sampai 7% dapat menampung jumlah kadar aspal yang semakin bertambah sehingga kerapatan diantara butiran agregat lebih baik atau memenuhi standar yang ditentukan dalam spesifikasi Bina Marga 2010 yakni minimum 15%. Sedangkan kadar aspal 4,5% dan 5,0% tidak memenuhi spesifikasi bina marga. Nilai VFB dilihat bahwa dari kadar aspal 4,5% sampai 7,0% mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan karena rongga antar butiran agregat masih cukup besar dan dapat menampung aspal yang masuk, semakin besar persentase kadar aspal semakin banyak rongga yang terisi oleh aspal sehingga persentase aspal dalam rongga menjadi naik. Namun pada kadar aspal 4,5% tidak memenuhi spesifikasi bina marga.

- 3 Kadar aspal optimum adalah adalah nilai tengah dari rentang kadar aspal yang memenuhi semua parameter marshall . Kadar aspal optimum yang dicapai sebesar 5,85% dan memenuhi semua syarat-syarat yang telah ditetapkan oleh spesifikasi bina marga yaitu pada Stabilitas, Flow, VIM, VMA, VFB, MQ, dan Kepadatan.

Tabel 5.3 Kadar Aspal Optimum

Sifat - Sifat	Kadar Aspal				
	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
Rongga dalam Campuran (Vim)					
Rongga Dalam Agregat (VMA)					
Rongga Terisi Aspal (VFB)					
Stabilitas Marshal					
Kelelahan Marshal					
Marshal Quotion					

Sumber : Hasil pengujian di laboratorium

- 4 Menambahkan bahan tambah karet alam dalam campuran aspal beton dengan variasi karet 0%,1%, 1,5%, 2%, 2,5%, 3% terhadap berat total aspal (KAO) didapat nilai karakteristik marshall baru. Rangkuman hasil pengujian pada KAO dengan menambahkan variasi karet alam dapat dilihat pada tabel 5.1 berikut ini :

Tabel 5.4 Rangkuman hasil pengujian pada KAO dengan menambahkan variasi karet alam

Sifat Marshall	Batas Spesifikasi Laston AC-WC		Variasi Karet Alam					
			0% (variasi A)	1% (variasiB)	1,5% (variasiC)	2% (variasiC)	2,5% (variasiD)	3% (variasiE)
Stabilitas (kg)	Min	800	880,94	975,35	979,82	979,82	948,50	935,08
	Maks	-						
Flow (mm)	Min	3	3,33	3,28	3,38	3,71	4,14	5,00
	Maks	-						
MQ (kg/mm)	Min	250	264,35	297,47	290,43	259,86	229,66	186,93
	Maks	-						
VMA (%)	Min	15	15,46	15,31	15,11	15,01	14,95	14,90
	Maks	-						
VIM (%)	Min	3,0	3,56	3,30	3,08	2,97	2,90	2,84
	Maks	5,0						
VFB (%)	Min	65	76,94	78,41	79,63	80,24	80,61	80,93
	Maks	-						
Kepadatan			2,249	2,254	2,259	2,261	2,263	2,264

Sumber : Hasil pengujian di laboratorium

- a. Campuran dengan tambahan karet alam (0%,1%, 1,5%, 2%, 2,5%, 3%) jika dibandingkan dengan campuran tanpa karet alam (karet alam 0%) nilai stabilitas mengalami kenaikan pada variasi karet 0% sampai 1,5%, sedangkan pada variasi karet 2% sampai 3% mengalami penurunan. Namun penurunan nilai stabilitas tidak melampaui batas minimum stabilitas. Ini menunjukkan bahwa variasi (1,5%) memiliki Stabilitas lebih tinggi dari kelima variasi yang lainnya, dimana nilai Stabilitas cenderung menurun atau berbanding terbalik dengan penambahan karet alam, nilai flow meningkat pada variasi karet 1,5% sampai 3% seiring dengan persentase kenaikan pemakaian karet alam. Hal ini disebabkan dengan bertambahnya kadar aspal maka campuran menjadi semakin plastis. Ketika karet alam ditambahkan kedalam campuran maka terjadi penambahan bahan pengikat, sehingga ditambah lagi dengan sifat karet yang plastis menyebabkan nilai flow meningkat, nilai *Marshall Quotient* (MQ) mengalami penurunan seiring dengan variasi penambahan karet alam. Penurunan tersebut disebabkan oleh rendahnya nilai stabilitas dan tingginya kelelahan (flow) akibat sifat lenturnya karet yang ditambahkan kedalam campuran.. Pada variasi karet alam 2,5% dan 3% nilai MQ menurun sampai di bawah batas spesifikasi, nilai

VMA terhadap variasi karet alam pada kadar aspal optimum cenderung mengalami penurunan seiring dengan pertambahan kadar karet alam. Penurunan Nilai VMA hingga melampaui batas minimum spesifikasi yaitu pada variasi karet 2,5% dan 3%, nilai *VFB* meningkat seiring dengan persentase kenaikan pemakaian karet alam. Nilai *VFB* yang dihasilkan dengan variasi karet alam semuanya berada diatas batas minimum dan memenuhi batas minimum Spesifikasi yaitu 65%, Nilai *VIM* yang dihasilkan dengan variasi karet alam 1% dan 1,5% berada dalam batas minimum dan maksimum spesifikasi yang disyaratkan. Sedangkan penurunan nilai *VIM* pada variasi karet 2% sampai 3% melampaui batas minimum spesifikasi yang disyaratkan, dan kepadatan semakin meningkat seiring bertambahnya karet alam. Penurunan dan peningkatan semua parameter Marshall diatas ada yang memenuhi batas-batas spesifikasi dan ada juga yang tidak memenuhi batas-batas yang di syratkan. Pada nilai Marshall quotient dengan kadar karet 2,5% dan 3% hanya menghasilkan nilai *MQ* sebesar 229,66 dan 186,93 yang berada dibawah batas *MQ* dalam spesifikasi yaitu minimum 250 kg/mm. Artinya kadar karet 2,5% dan 3% tidak layak digunakan karena aspal terllu lembek sehingga dapat menyebabkan deformasi permanen dan kemungkinan naiknya aspal ke permukaan (*bleeding*).

- b. Dengan penambahan karet alam terhadap beton aspal dampaknya adalah menaikkan nilai *vfb* dan kepadatan, ini sangat menguntungkan karena perkerasan jalan menjadi lebih lentur, dan jika dilihat dari Marshall quotientnya menjadi semakin rendah, artinya perkerasan jalan mampu mengikuti deformasi akibat beban berulang dari lalu lintas. Tapi seiring dengan penambahan karet alam stabilitasnya menjadi turunwalaupun masih berada diatas batas minimum spesifikasi yaitu 800 kg.
- c. Dari tabel 5.1 bila ditinjau terhadap syarat dalam spesifikasi bina marga 2010 maka :
 1. Nilai Stabilitas pada semua variasi karet alam memenuhi syarat dalam spesifikasi yaitu minimum 800 kg.
 2. Nilai kelelehan (*flow*) pada semua variasi karet alam memenuhi syarat dalam spesifikasi yaitu minimum 3 mm
 3. Nilai Marshall Quotient (*MQ*) pada variasi karet alam 0% sampai 2% memenuhi syarat dalam spesifikasi yaitu minimum 250 Kg/ mm, dan pada variasi karet alam 2,5% dan 3% nilai *MQ* yang dihasilkan hanya 229,66 kg/mm dan 186,93 % sehingga tidak memenuhi syarat minimum dalam spesifikasi yaitu 250 kg/mm.
 4. Nilai VMA pada variasi karet alam 0% sampai 2% memenuhi syarat dalam spesifikasi yaitu minimum 15% sedangkan variasi karet alam 2,5% dan 3% tidak memenuhi syarat minimum dalam spesifikasi yaitu 15%

5. Nilai VIM pada variasi karet alam 0% dan 1,5% memenuhi syarat dalam spesifikasi sedangkan variasi karet alam 2% sampai 3% tidak memenuhi syarat minimum dalam spesifikasi yaitu minimum 3% dan maksimum 5%
6. Nilai VFB pada semua variasi karet alam memenuhi syarat dalam spesifikasi yaitu minimum 65%
7. Nilai kepadatan tidak memiliki syarat khusus.

Dari point 1,2,3,4,5, dan 6 maka dapat disimpulkan bahwa penambahan variasi karet alam 1% sampai 1,5% layak digunakan sebagai bahan tambah dalam campuran aspal beton. Karena semua nilai pada variasi 1% dan 1,5% masuk dalam spesifikasi. Pada nilai MQ, dan VMA, untuk variasi karet 2,5% dan 3% tidak layak digunakan karena nilai MQ dan VMA tidak memenuhi syarat minimum spesifikasi, dan pada nilai VIM variasi karet 2% sampai 3% tidak memenuhi syarat minimum spesifikasi.

5.2. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kandungan kimia pada karet alam, dan juga melakukan pengujian ulang sifat aspal setelah ditambahkan karet alam.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan material dari quarry lain dengan meninjau lapisan yang berbeda seperti Laston AC-BC, AC-Base, dan Laston (HRS).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous, **Analisa Karet dan Bahan Karet**. Balai Penelitian Teknologi Karet, Bogor.
- Anonimous, 1998, **Spesifikasi Campuran Beraspal Panas, Rancangan Standar SK, SNI**, Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonimous, 2007. " **Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Karet Edisi Kedua**"
Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pertanian
- Anonimous, 2010, **Spesifikasi Bina Marga, Kementrian Pekerjaan Umum**, Jakarta.
- Darunifah, N, 2007, **Pengaruh Bahan Tambah Karet Padat terhadap Karakteristik Campuran Hot Rolled Sheet Wearing Course**, Tesis Fakultas Teknik Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro, Semarang.
- Dewi Astuti, 2015 "**Pengaruh variasi suhu dan penambahan zat aditif derbo 101 pada campuran AC-WC terhadap nilai karakteristik marshall**". Laporan Akhir Teknik Sipil Politeknik Negeri, Sriwijaya.
- F. Xiao, Putman B.J., & Amirkhanian S.N. (2006). Laboratory Investigation of Dimensional Changes of Crumb Rubber Reacting with Asphalt Binder. *Journal of Road Materials and Pavement Design*
- Kerbs, 1971, *Highway Materials*, McGraw-Hill Book Company, New York, USA.
- Kurniawan Andry, 2013 "**Pengaruh penambahan limbah karet sol pada aspal beton yang terendam air laut**", Skripsi Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil universitas Atma Jaya, Yogyakarta .
- Malcom, 2001, <http://repository.usu.ac.id/bitstream/4/Chapter%20II.pdf>, Google.com diakses pada 6 Oktober 2010
- Marcal, Francisco, 2014, **Analisa Kelayakan Material Quarry Nunura-Bobonaro Sebagai Bahan Campuran Lapis Aspal Beton (Laston) Dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak**, Skripsi Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Widya Mandira, Kupang.
- Prayoga, 2009 "**Pengaruh penambahan limbah karet soal pada parameter marshall campuran aspal beton**", Skripsi Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri, Malang.
- Spillane, J.J. (1989), **Komoditi Karet** .Catatan Pertama. Yogyakarta: Kanisius
- Sukirman, S. 1999, **Perkerasan Lentur Jalan Raya**, Penerbit Nova, Bandung.
- Setyowati Penny, 2004, " **Petunjuk Praktikum Teknologi Pembuatan Barang Karet dan Plastik**" , Balai Besar Kulit Karet dan Plastik, Yogyakarta
- Surya, I. 2006. *Buku Ajar Teknologi Karet*. F.T Universitas Sumatra Utara. Medan

S.-J. Lee, *et al.* (2008). The Effect of Crumb Rubber Modified (CRM) on the Performance Properties of Rubberized Binders in HMA Pavements. *Journal of Construction and Building Materials*, 22, 1368 - 1376.

Tim Penulis PS, 1994. “ Karet, Strategi Pemasaran Tahun 2000, Budidaya dan Pengolahan “, Penebar swadaya, Jakarta.

Trisaputra Richo, 2015, “**Penggunaan plastik polipropilena sebagai bahan tambah pada campuran laston AC-WC**”, Laporan Tugas Akhir Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya, Yogyakarta

Wang, L., Xing, Y., dan Chang, C. (2010). Experimental Studies on Microstructure and Technical Performance of Multiphase Compound Crumb Rubber Modified Asphalt. *Journals of Materials in Civil Engineering*, 2920-2926.