PENGARUH PENGGUNAAN MATERIAL BATU KARANG LOKAL KOTA KUPANG DENGAN PENAMBAHAN SERBUK BAN KARET SEBAGAI MATERIAL ASPAL AC-BC TERHADAP KARAKTERISTIK MARSSAL

Yosep Brandisma Lio[1], Yosimson P. Manaha[2], Annur Ma'ruf[3]

[1)]Jurusan Teknik Teknik Sipil, ITN Malang, Jalan Sigura-gura nomor 02 Malang
Email: yosepbrandisma@gmail.com

ABSTRACT

Highways are vital transportation infrastructure for connecting regions and supporting economic movement. In Kupang City, the potential for using local coral stone as an alternative aggregate for AC-BC asphalt mixtures is quite large, combined with the use of waste tire rubber powder to improve mixture performance. This research aims to determine the Marshall characteristics of the AC-BC mixture using local Kupang coral stone and the addition of tire rubber powder. The methodology follows the 2018 Bina Marga General Specifications. The results of the Marshall test for determining the Optimum Asphalt Content (KAO) were obtained at 5.56%. At this KAO, the control mixture (0% tire rubber) produced a stability of 1963.71 kg, flow of 3.27 mm, VIM 5.82%, VMA 19.10%, VFA 69.57%, and MQ 635.55 kg/mm. Variations in tire rubber powder (1%, 3%, 6%, 9%) were further analyzed to observe their impact on the mixture's durability and performance.

Keywords: Local Coral Stone, Tire Rubber Powder, AC-BC, Marshall Characteristics, KAO.

ABSTRAK

Jalan raya merupakan prasarana transportasi vital untuk menghubungkan wilayah dan mendukung pergerakan ekonomi. Di Kota Kupang, potensi penggunaan batu karang lokal sebagai alternatif agregat untuk campuran aspal AC-BC cukup besar, dikombinasikan dengan pemanfaatan limbah serbuk ban karet untuk meningkatkan kinerja campuran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik Marshall pada campuran AC-BC dengan material batu karang lokal Kupang dan penambahan serbuk ban karet. Metodologi penelitian mengikuti Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Hasil pengujian Marshall untuk penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO) diperoleh sebesar 5,56%. Pada KAO tersebut, campuran kontrol (0% serbuk ban) menghasilkan stabilitas sebesar 1963,71 kg, flow 3,27 mm, VIM 5,82%, VMA 19,10%, VFA 69,57%, dan MQ 635,55 kg/mm. Variasi penambahan serbuk ban karet (1%, 3%, 6%, 9%) dianalisis lebih lanjut untuk melihat dampaknya terhadap durabilitas dan kinerja campuran.

Kata kunci: Batu Karang Lokal, Serbuk Ban Karet, AC-BC, Karakteristik Marshall, KAO.

1. PENDAHULUAN

Infrastruktur jalan raya yang memadai merupakan kunci pertumbuhan ekonomi daerah. Di Kota Kupang, ketersediaan agregat berkualitas seringkali menjadi tantangan karena biaya pengangkutan material dari luar pulau yang mahal. Sementara itu, wilayah Kupang memiliki deposit batu karang lokal yang melimpah namun pemanfaatannya dalam konstruksi jalan aspal panas masih perlu dikaji lebih mendalam.

Selain tantangan material, pertumbuhan kendaraan bermotor juga meningkatkan jumlah limbah ban karet bekas. Ban karet memiliki sifat elastisitas yang potensial untuk memperbaiki karakteristik campuran aspal. Dengan menggabungkan material batu karang lokal dan serbuk ban karet dalam campuran AC-BC, diharapkan tercipta perkerasan jalan yang stabil, tahan lama, dan ramah lingkungan.

2. DASAR TEORI

Bahan-Bahan Material Penyusun Campururan perkerasan jalan

1. Agregat
   Agregat adalah partikel mineral yang berbentuk butiran – butiran yang merupakan salah satu penggunaan dalam kombinasi dengan berbagai macam tipe mulai dari sebagai bahan material di semen untuk membentuk beton, lapis pondasi jalan, material pengisi, dan lain – lain. Material Agregat merupakan komponen utama dari perkerasan jalan yang berfungsi untuk menahan beban beban lalu lintas, yaitu 90-95% agregat berdasarkan persentase berat, atau 75-85% agregat berdasarkan persentase volume. Dengan demikian kualitas perkerasan jalan ditentukan

juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan Sukirman,2003:1).

Agregat Kasar

Fraksi agregat kasar untuk agregat ini adalah agregat yang tertahan di atas saringan 2,36 mm (No.8), menurut saringan ASTM. Agregat kasar untuk campuran aspal harus terdiri dari batu pecah yang bersih, kuat, kering, awet, bersudut, bebas dari kotoran lempung dan material asing lainya serat mempuyai tekstur permukaan yang kasar dan tidak bulat agar dapat memberikan sifat interlocking yang baik dengan material yang lain.

Agregat Halus

Agregat halus adalah Agregat dari sumber bahan manapun, harus terdiri dari pasir atau hasil pengayakan batu pecah dan terdiri dari bahan yang lolos ayakan No.4 (4,75 mm). Fungsi utama agregat halus adalah untuk menyediakan stabilitas dan mengurangi deformasi permanen dari perkerasan melalui keadaan saling mengunci (interlocking) dan gesekan antar butiran. Untuk hal ini maka sifat eksternal yang diperlukan adalah angularity (bentuk menyudut) dan particle surface roughness (kekasaran permukaan butiran).

Gradasi Agregat

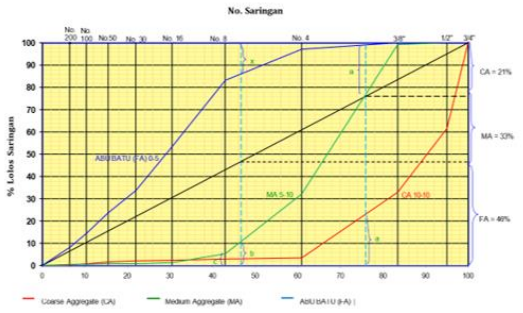
Gradasi didefinisikan secara umum adalah distribusi partikel-partikel berdasarkan ukuran agregat yang saling mengisi sehingga terjadinya suatu ikatan yang saling mengunci. Gradasi agregat diperoleh dari hasil analisa pemeriksaan dengan mempergunakan 1 set saringan. Saringan berukuran bukaan paling besar diletakkan teratas, dan yang paling halus (no.200) terbawah sebelum pan. Gradasi agregat menentukan besarnya rongga atau pori yang mungkin terjadi dalam agregat campuran. Agregat campuran yang terdiri dari agregat berukuran sama akan berongga atau berpori banyak, karena tak terdapat agregat berukuran lebih kecil yang dapat mengisi rongga yang terjadi. Sebaliknya, jika campuran agregat terdistribusi dari agregat berukuran besar sampai kecil secara merata, maka rongga atau pori yang terjadi sedikit. Hal ini disebabkan karena rongga yang terbentuk oleh susunan agregat berukuran besar, akan diisi oleh agragat berukuran lebih kecil.

Tabel 2.1 Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Aspal

Ukuran Ayakan		% Berat Yang Lolos Terhadap Total Agregat							
		Stone Matrix Asphalt (SMA)			Lataston (HRS)		Laston AC		
ASTM	(mm)	Tipis	Halus	Kasar	WC	Base	WC	BC	Base
1,5"	37,5								100
1"	25			100				100	90-100
3/4"	19		100	90-100	100	100	100	90-100	76-90
1/2"	12,5	100	90-100	50-88	90-100	90-100	90-100	75-90	60-78
3/8"	9,5	70-95	50-80	25-60	75-85	65-90	77-90	66-82	52-71
No.4	4,75	30-50	20-35	20-28			53-69	46-64	35-54
No.8	2,36	20-30	16-24	16-24	50-72	35-55	33-53	30-49	23-41
No.16	1,18	14-21					21-40	18-38	13-30
No.30	0,600	12-18			35-60	15-35	14-30	12-28	10-22
No.50	0,300	10-15					9-22	7-20	6-15
No.100	0,15						6-15	5-13	4-10
No.200	0,075	8-12	8-11	8-11	6-10	2-9	4-9	4-8	3-7

Job Mix Desain

Menurut Sukirman (2003;14), gradasi agregat merupakan salah satu sifat yang sangat menentukan kinerja perkerasan jalan. Setiap jenis perkerasan jalan mempunyai gradasi agregat tertentu yang dapat dilihat di dalam setiap spesifikasi material perkerasan jalan. Agregat campuran adalah agregat yang diperoleh dari mencampur secara proporsional fraksi agregat A, fraksi agregat B, dan fraksi agregat C. Proporsi dari masing – masing fraksi agregat dirancang secara proporsional sehingga diperoleh gradasi agregat yang diinginkan. Agregat campuran adalah hasil pencampuran dari a% fraksi CA 10-10 dengan b% fraksi MA 5-10 dan c% fraksi FA 0-5, dengan a+b+c = 100%.



Gambar 2.4 Diagram Diagonal

3. METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini secara umum merupakan pengujian laboratorium yang bertujuan untuk menguji kelayakan material Kota Kupang dengan penambahan serbuk ban sebagai agregat campuran Asphalt Concrete – Binder Course (AC-BC).

Tempat Penelitian

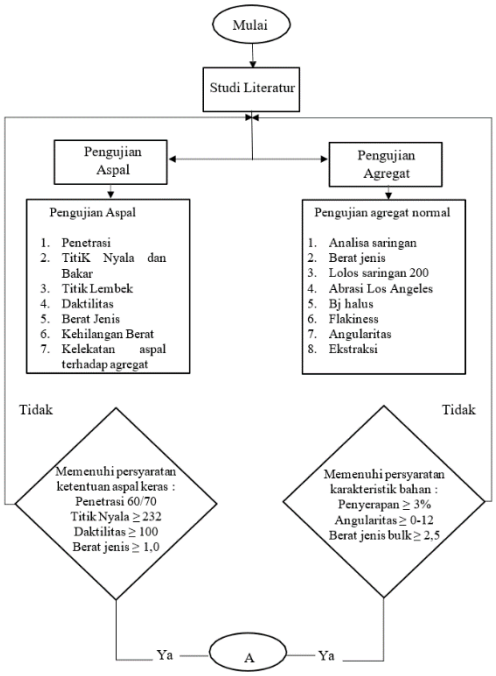
Tempat penelitian, pemeriksaan bahan dan pengujian stabilitas campuran aspal beton ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi ITN Malang Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Malang.

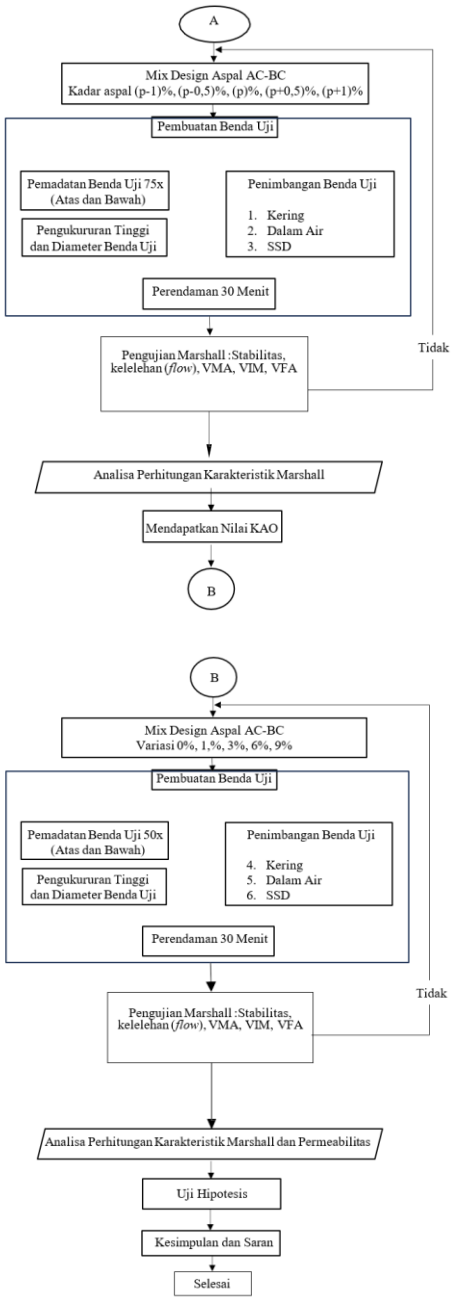
Lokasi Pengambilan Material

Pada penelitian ini lokasi yang dipilih adalah Kota Kupang yang terletak di Nusa Tenggara Timur yang menjadi tempat pengambilan material untuk di jadikan penelitian.

Diagram Alir Penelitian

Berikut disajikan urutan rangkaian proses penelitian dalam diagram alir.





Gambar 3.4 Bagan Alir Agregat, AC – WC

4. ANALISA DAN HASIL PEMBAHASAN

Pemeriksaan Mutu Bahan

Pada Penelitian ini, bahan-bahan yang digunakan berupa agregat kasar, agregat halus dan aspal pertamina. Aspal pertamina yang di dipakai adalah aspal pertamina penetrasi 60/70 yang sudah tersediah di Laboratorium Bahan Konstruksi Institut Teknologi Nasional Malang. Agregat pengganti yang di gunakan adalah agregat lokal yang di ambil dari hasil batu pecah yang di ambel langsung dari lokasi Kecamatan Alak. Kota Kupang.

Pengujian Agregat

Dari hasil pengujian agregat yang dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaa, Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Bendungan Sigura – gura No. 2 Malang, diketahui bahwa pengujian agregat yang di ambel dari Kabupaten Sumba Barat Daya telah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 untuk digunakan sebagai bahan campuran aspal AC – BC. Hasil dari pengujian agregat dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. 1 Hasil Dari Pengujian Material Agregat

No.	Pengujian	Metode Pengujian	Syarat	Hasil	Satuan	Keterangan
1	Berat Jenis Agregat 0-5	SNI 1970 : 2008	≥ 2,50	2,59	-	Memenuhi
2	Penyerapan Agregat 0-5		≤ 3	2,36	%	Memenuhi
3	Gum. Lempung & Butir Mudah Pecah	SNI 03 - 4141 - 1996	≤ 1	0,65	%	Memenuhi
4	Material lolos ayakan No. 200 (0 - 5)	SNI ASTM C117 : 2012	≤ 10	8,32	%	Memenuhi
5	Berat Jenis Agregat 5-10	SNI 1969 : 2008	≥ 2,50	2,64	-	Memenuhi
6	Berat Jenis Agregat 10-10			2,67	-	Memenuhi
7	Berat Jenis Agregat 10-20			2,61	-	Memenuhi
8	Penyerapan Agregat 5-10		≤ 3	2,45	%	Memenuhi
9	Penyerapan Agregat 10-10			1,78	%	Memenuhi
10	Penyerapan Agregat 10-20			1,43	%	Memenuhi
11	Material lolos ayakan No. 200 (5 - 10)	ASTM C117 : 2012	≤ 1	0,94	%	Memenuhi
12	Material lolos ayakan No. 200 (10 - 10)			0,50	%	Memenuhi
13	Material lolos ayakan No. 200 (10 - 20)			0,35	%	Memenuhi
14	Abrasi 100 Putaran	SNI 2417 : 2008	≤ 8	7,33	%	Memenuhi
15	Abrasi 500 Putaran		≤ 40	33,28	%	Memenuhi

Pengujian Aspal

Hasil dari pengujian aspal yang dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencaan, Institut Teknologi Nasional Malang, diketahui bahwa pengujian aspal memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 untuk digunakan sebagai bahan campuran AC – BC. Hasil pengujian aspal dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

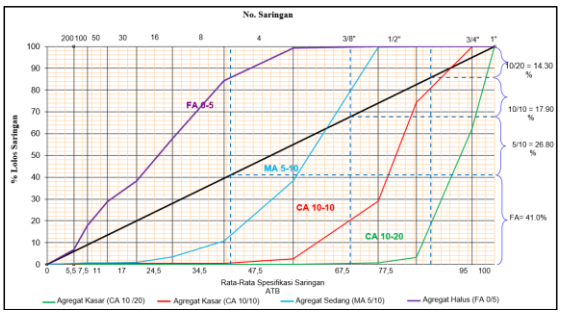
Tabel 4. 2 Hasil Dari Pengujian Material Aspal

No.	Pengujian	Syarat	Hasil	Satuan	Keterangan
1	Penetrasi Sebelum Kehilangan Minyak	60 - 70	68,50	10^{-1} Mm	Memenuhi
2	Berat Jenis Aspal Keras	≥ 1	1,01	gr/cm^2	Memenuhi
3	Daktilitas Sebelum Kehilangan Minyak	≥ 100	103,0	Cm	Memenuhi
4	Titik Nyala Aspal	≥ 232	339	°C	Memenuhi
5	Titik Bakar Aspal	-	344	°C	-
6	Titik Lembek Aspal dan Ter	≥ 48	49,50	°C	Memenuhi
7	Kehilangan Berat Minyak dan Aspal	≤ 0,8	0,182	%	Memenuhi
8	Penetrasi Setelah Kehilangan Minyak (% semula)	≥ 54	89,49	%	Memenuhi
9	Daktilitas Setelah Kehilangan Minyak	≥ 50	101	cm	Memenuhi

Perencanaan Komposisi Campuran

a) Perhitungan Persentase Agregat dengan Metode Grafis

Proses pembuatan perhitungan persentase agregat dengan metode grafis diagonal pada campuran aspal AC-BC melibatkan beberapa langkah. Ini adalah proses yang umum dilakukan untuk mengukur proporsi agregat kasar dan halus dalam campuran aspal.



Gambar 2.4 Diagram Diagonal komposisi campuran AC-BC

Perhitungan proporsi dalam campuran agregat dengan menggunakan metode grafis dilakukan dengan cara trial and eror.

Dimana :
Garis vertical 1 (Kiri):
Fraksi agregat halus (FA) = fraksi agregat sedang (MA) + fraksi agegat kasar (CA 10/10)

14,7 % (FA) = 13,9 % (MA) + 0,8 % (CA 10/10)

14,7 % = 14,7 %

Garis vertical 2 (tengah) :
Fraksi agregat sedang (MA) = fraksi agregat kasar (CA 10/10)

20 % (MA) = 20 % (CA 10/10)

20 % = 20 %

Garis vertical 3 (kanan) :
Fraksi agregat sedang (CA 10/10) = fraksi agregat kasar (CA 10/10)

19 % (CA 10/10) = 19 % (CA 10/10)

19 % = 19 %

Proporsi dari masing – masing agregat : Gradasi horizontal 1 dengan garis diagonal didapatkan : FA = 41%
Garis horizontal 2 dengan garis diagonal didapatkan : CA 10/10 = 17,9 %
Garis horizontal 2 dengan garis diagonal didapatkan : CA 10/20 = 14,30 %

Sehingga : MA = 100 % - CA (10/10)- CA (10/20) - FA (5/10)

= 100 % - 17,9 % -14,30 % - 41 %

= 26,80 %

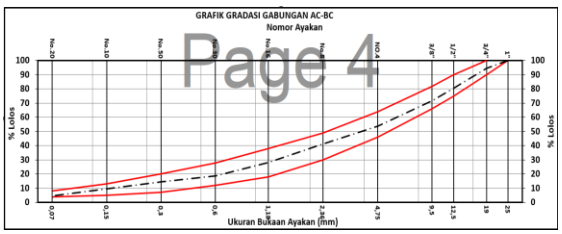
Kombinasi Campuran Presentase Agregat Spesifikasi AC – BC

b) Perhitungan Presentase Agregat Dengan Metode Analitis

Setelah dilakukan pemeriksaan analisa gradasi untuk mengetahui berat dan persentase agregat yang lolos pada masing – masing saringan, maka selanjutnya dihitung proporsi agregat dalam campuran dengan menggunakan metode analisa seperti pada grafik dan tabel komposisi agregat dapat dilihat dibawah ini:

Tabel 4. 3 Komposisi Gradasi Gabungan Campuran AC-BC

Ukuran Saringan	10/20	10/10	5/10	0/5	Filler	10/20	10/10	5/10	0/5	Filler	Hasil Gab.	Spek	Fak. Luas	Luas Perm.
	%lolos	%lolos	%lolos	%lolos	%lolos	15,02	18,76	20,19	44,52	1,50				
1" (25 mm)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	15,02	18,76	20,19	44,52	1,50	100,00	100,00		
3/4" (19 mm)	62,30	100,00	100,00	100,00	100,00	9,36	18,76	20,19	44,52	1,50	94,34	90-100		
1/2" (12,5 mm)	3,17	74,43	99,83	100,00	100,00	0,48	13,97	20,16	44,52	1,50	80,62	75-90	0,41	0,41
3/8" (9,5 mm)	0,75	28,91	99,68	100,00	100,00	0,11	5,42	20,13	44,52	1,50	71,69	66-82		
No.4 (4,75 mm)	0,00	2,52	38,23	99,29	100,00	0,00	0,47	7,72	44,21	1,50	53,90	46-64		
No.8 (2,36 mm)	0,00	0,49	10,73	84,31	100,00	0,00	0,09	2,17	37,54	1,50	41,29	30-49	0,82	0,34
No.16 (1,18 mm)	0,00	0,46	3,49	57,86	100,00	0,00	0,09	0,70	25,76	1,50	28,05	18-38	1,64	0,46
No.30 (0,6 mm)	0,00	0,45	0,85	38,25	100,00	0,00	0,08	0,17	17,03	1,50	18,79	12-28	2,87	0,54
No.50 (0,28 mm)	0,00	0,44	0,78	28,89	100,00	0,00	0,08	0,16	12,86	1,50	14,60	7-20	6,14	0,90
No.100 (0,15 mm)	0,00	0,40	0,66	17,72	100,00	0,00	0,07	0,13	7,89	1,50	9,60	5-13	12,29	1,18
No.200 (0,075 mm)	0,00	0,23	0,53	6,84	100,00	0,00	0,04	0,11	3,05	1,50	4,70	4-8	32,77	1,54
JUMLAH LUAS PERMUKAAN AGREGAT (m²/kg)														5,36



Gambar 2.5 Grafik Gradasi Gabungan Campuran AC-BC

Perhitungan komposisi gradasi gabungan campuran AC – BC

- Komposisi 10/20 (CA1)

  %CA1 $=\left(\frac{\%CA\ grafik\ diagonal \times (100-filler)}{100}\right)$

  $= \left(\frac{16\times(100-1{,}50)}{100}\right)$

  = 15,76%
- Komposisi 10/10 (CA2)

  %CA2 $=\left(\frac{\%CA\ grafik\ diagonal \times (100-filler)}{100}\right)$

  $= \left(\frac{19\times(100-1{,}50)}{100}\right)$

  = 18,72%
- Komposisi 5/10 (MA)

  %MA $=\left(\frac{\%MA\ grafik\ diagonal \times (100-filler)}{100}\right)$

  $= \left(\frac{21\times(100-1{,}50)}{100}\right)$

  = 20,69%
- Komposisi 0/5 (FA)

  %FA $=\left(\frac{\%FA\ grafik\ diagonal \times (100-filler)}{100}\right)$

  $= \left(\frac{45\times(100-1{,}50)}{100}\right)$

  = 44,33%

Komposisi Campuran Normal Untuk Variasi Kadar Aspal

Setelah proporsi dari masing – masing agregat didapatkan, maka dilanjutkan perhitungan kadar aspal rencan yang nantinya digunakan sebagai acuan dalam penentuan variasi kadar aspal. Variasi kadar aspal berdasarkan spefikasi Depkimpraswil 2002 dengan mempergunakan rumus sebagai berikut:

Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Kadar Aspal Rencana

URAIAN			NILAI	SATUAN
Proporsi Fraksi Kasar		CA	58,71	%
Proporsi Fraksi Halus		FA	36,60	%
Proporsi Bahan Pengisi		FF	4,70	%
Total			100,00	%
Nilai Konstanta		K	1,00	-
Perkiraan Kadar Aspal		Pb	5,50	%
Rumus Perkiraan Kadar Aspal (Pb): Pb = 0,035 x (CA) + 0,045 x (FA) + 0,18 x (FF) + Konstanta (lastan : 0,5~1 & latastan : 1~2)				Campuran Gmm

Jenis Material	% Proporsi Agg.	KADAR ASPAL RENCANA (%)					
		4,50 %	5,00 %	5,50 %	6,00 %	6,50 %	5,50 %
		% Proporsi Campuran					
10/20	15,02	14,35	14,27	14,20	14,12	14,04	**14,20**
10/10	18,76	17,92	17,83	17,73	17,64	17,54	**17,73**
5/10	20,19	19,28	19,18	19,08	18,98	18,88	**19,08**
0/5	44,52	42,52	42,30	42,07	41,85	41,63	**42,07**
Filler	1,50	1,43	1,43	1,42	1,41	1,40	**1,42**
Total	100,00	95,50	95,00	94,50	94,00	93,50	**94,50**
		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	**100,00**

Jenis Material	Komposisi (%)	KADAR ASPAL RENCANA (%)					
		4,50 %	5,00 %	5,50 %	6,00 %	6,50 %	5,50 %
		Berat Agregat (gr)					
10/20	15,02	172,1	171,2	170,3	169,4	168,5	**184,5**
10/10	18,76	215,0	213,9	212,8	211,7	210,5	**230,5**
5/10	20,19	231,4	230,2	229,0	227,8	226,6	**248,1**
0/5	44,52	510,2	507,6	504,9	502,2	499,5	**547,0**
Filler	1,50	17,2	17,1	17,0	16,9	16,8	**18,4**
Berat total Ag. Camp. (gr)		1146,0	1140,0	1134,0	1128,0	1122,0	**1228,5**
Berat aspal (gr)		54,0	60,0	66,0	72,0	78,0	**71,5**
Berat total campuran (gr)		1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	**1300,0**

Komposisi campuran aspal ac-bc dengan bahan tambahan serbuk ban

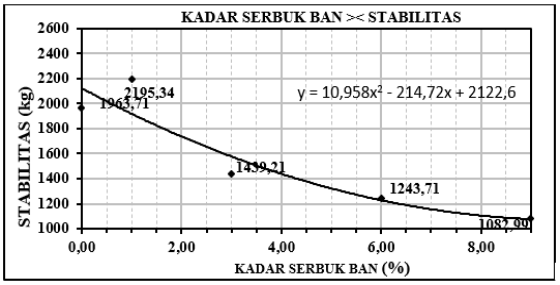
Setelah diperoleh Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 5,56%, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan komposisi campuran aspal AC-BC dengan menambahkan serbuk ban sebagai bahan tambahan. Penambahan serbuk ban ini bertujuan untuk melihat pengaruhnya terhadap sifat dan kinerja campuran aspal, seperti kekuatan, daya tahan, serta tingkat porositas. Dalam penelitian ini, serbuk ban ditambahkan dalam beberapa variasi kadar, yaitu 0% (sebagai kontrol/tanpa campuran), 1%, 3%, 6%, dan 9%. Setiap variasi akan diuji untuk mengetahui perubahan karakteristik campuran, sehingga dapat dianalisis apakah serbuk ban memberikan manfaat, misalnya meningkatkan stabilitas atau memperbaiki struktur rongga (void), dan juga untuk menentukan kadar serbuk ban yang paling optimal bagi campuran aspal AC-BC. Hasil perhitungan komposisi campuran aspal AC-BC dengan tambahan sebuk ban dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4. 5 Komposisi campuran aspal AC-BC dengan bahan tambahan serbuk ban

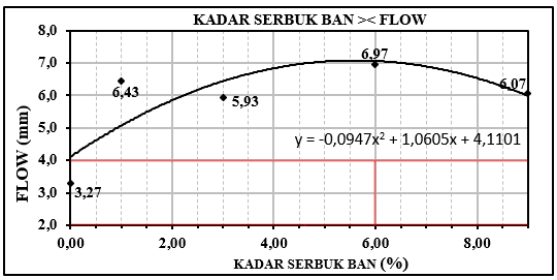
Jenis Material	% Proporsi Agg.	KADAR ASPAL OPTIMUM (%)				
		5,56 %				
		% Proporsi Campuran				
		1	2	3	4	5
10/20	15,02	14,19	14,19	14,19	14,19	14,19
10/10	18,76	17,72	17,72	17,72	17,72	17,72
5/10	20,19	19,07	19,07	19,07	19,07	19,07
0/5	44,52	42,05	42,05	42,05	42,05	42,05
Filler	1,50	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42
Total	100,00	94,44	94,44	94,44	94,44	94,44
		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Jenis Material	Komposisi (%)	KADAR ASPAL OPTIMUM (%)				
		5,56 %				
		SAMPEL SERBUK BAN				
		0	1%	3%	6%	9%
		Berat Agregat (gr)				
Limbah Ban		0	12	36	72	108
10/20	15,02	170,2	170,2	170,2	170,2	170,2
10/10	18,76	212,7	212,7	212,7	212,7	212,7
5/10	20,19	228,8	216,8	192,8	156,8	120,8
0/5	44,52	504,6	504,6	504,6	504,6	504,6
Filler	1,50	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0
Berat total Ag. Camp. (gr)		1133,3	1133,3	1133,3	1133,3	1133,3
Berat aspal (gr)		66,72	66,7	66,7	66,7	66,7
Berat total campuran (gr)		1200	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0

Hasil Pengujian Marshall Dengan Bahan Tambahan Serbuk Ban

Penentuan kadar serbuk ban yang optimum untuk campuran aspal AC-BC dilakukan dengan mengambil nilai rata-rata dari parameter Marshall, yaitu stabilitas, flow, MQ, VIM, VMA, dan VFA, berdasarkan hasil perhitungan parameter Marshall yang disajikan dalam grafik berikut :



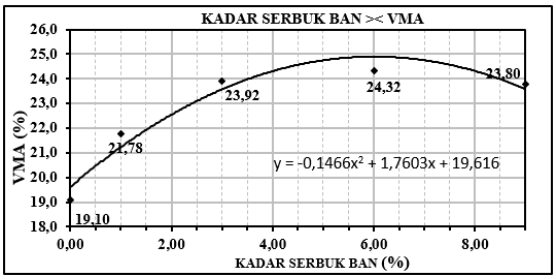
Gambar 2.6 Grafik pengaruh penambahan kadar serbuk ban terhadap stabilitas



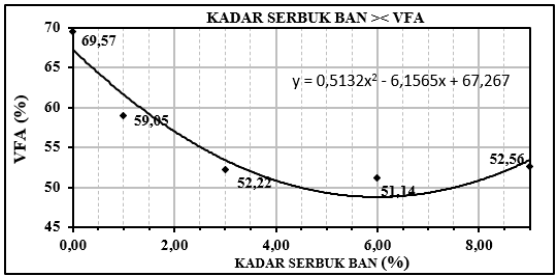
Gambar 2.7 Grafik pengaruh penambahan kadar serbuk ban terhadap flow



Gambar 2.8 Grafik pengaruh penambahan kadar serbuk ban terhadap VIM



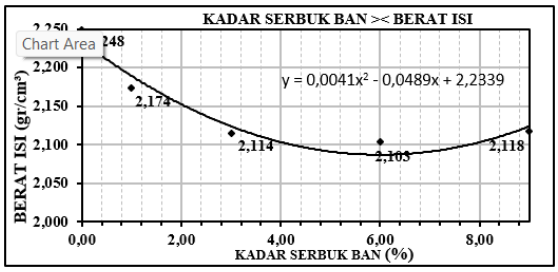
Gambar 2.9 Grafik pengaruh penambahan kadar serbuk ban terhadap VMA



Gambar 2.10 Grafik pengaruh penambahan kadar serbuk ban terhadap VFA



Gambar 2.11 Grafik pengaruh penambahan kadar serbuk ban terhadap MQ



Gambar 2.12 Grafik pengaruh penambahan kadar serbuk ban terhadap density

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pengujian tentang pengaruh penggunaan material lokal Kota Kupang yang terletak di Kecamatan Alak, Kota Kupang Provinsi Nusa Tenggara Timur sebagai agregat alam dengan penambahan serbuk ban pada hotmix AC – BC (Asphalt Concrete-Binder Course) dapat di ambel kesimpulkan sebagai berikut:

1. Penggunaan batu karang lokal Kota Kupang dengan penambahan serbuk ban karet bekas memberikan pengaruh yang signifikan terhadap karakteristik Marshall pada campuran aspal AC-BC. Penambahan variasi serbuk ban ini memengaruhi kinerja campuran, meskipun hasil pengujian menunjukkan bahwa tidak semua variasi memenuhi spesifikasi teknis yang ditetapkan secara keseluruhan (seperti nilai void in mix atau VIM yang melampaui batas pada beberapa kadar).

2. Berdasarkan pengujian untuk menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO) yang diperoleh sebesar 5,56% , nilai karakteristik Marshall yang dihasilkan (pada kadar serbuk ban 0% sebagai kontrol) adalah sebagai berikut:

Stabilitas: 1963,71 kg (syarat min. 1000 kg)

Kelelehan (Flow): 3,27 mm (syarat min. 2 – 4 mm)

VIM : 5,82% (syarat min. 3% – 5%)

VMA : 19,10% (syarat min. 14%)

VFA : 69,57% (syarat min. 65%)

MQ : 635,55 kg/mm (syarat min. 250)

Kepadatan (Density): 2,248 gr/cm³

Saran

Untuk penelitian selanjutnya penulis dapat menyarankan hal-hal sebagai berikut:

- Disarankan pada penelitian selanjutnya untuk menggunakan metode pencampuran basah (wet mix) dengan cara mencairkan serbuk ban ke dalam aspal menggunakan oven sebelum disubstitusikan ke dalam campuran agregat, guna mendapatkan hasil yang lebih homogen.
- Dalam proses pembuatan benda uji, suhu harus diperhatikan dengan lebih saksama sebelum dilakukan pemadatan. Pemadatan yang dilakukan terlalu cepat setelah pencampuran tanpa kontrol suhu yang tepat dapat menyebabkan terjadinya bleeding pada campuran.
- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan bahan tambah lain, seperti serat (fiber), untuk meningkatkan stabilitas dan ketahanan campuran aspal AC-BC yang menggunakan serbuk ban terhadap deformasi.
- Disarankan untuk melakukan pemetaan dan identifikasi lokasi-lokasi potensial lainnya di Kota Kupang yang memiliki sumber daya batu karang yang memenuhi syarat teknis untuk konstruksi jalan.
- Perlu dilakukan evaluasi mendalam terhadap karakteristik fisik dan mekanik dari berbagai variasi jenis batu karang di wilayah Kota

Kupang untuk memperluas basis data material lokal.

- Diperlukan kajian ekonomis yang mempertimbangkan biaya bahan dan pengolahan serbuk ban, serta manfaat jangka panjangnya terhadap lingkungan. Hasil kajian ini diharapkan dapat menjadi dasar rekomendasi atau panduan praktis bagi pemerintah daerah, khususnya di Kecamatan Alak, dalam mengimplementasikan material lokal untuk pembangunan jalan.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 1975 *Testing aggregates, BS 812 : Part 3 : 1975.* British Standards Institution

Anonim. 1991, Metode pengujian campuran aspal dengan alat marshall, SNI 06-2489-1991, SK SNI M-58-1990-03 metode. Badan Standardisasi Nasional

Anonim. 1996. Metode pengujian gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat, SNI 03-4141-1996. 1–6.

Anonim. 2008. Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus, SNI 1970:2008.Badan Standardisasi Nasional.

Anonim. 2008. Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar, SNI 1969:2008.Badan Standardisasi Nasional.

Anonim. 2008. Cara uji keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles, SNI 2417:2008.Badan Standardisasi Nasional.

Anonim. 2011. *Cara uji berat jenis aspal keras, SNI 2441:2011.* Badan Standardisasi Nasional.

Anonim. 2011. *Cara uji daktilitas aspal SNI 2432:2011.* Badan Standarisasi Nasional.

Anonim. 2011. *Cara uji penetrasi aspal, SNI 2432:2011.* Badan Standardisasi Nasional. Anonim. 2011. *Cara uji titik nyala dan titik bakar aspal dengan alat cleveland open cup, SNI 2433:2011.* Badan Standardisasi Nasional.

Anonim. 2012. *Metode uji bahan yang lebih halus dari saringan 75 m (No . 200) dalam agregat mineral dengan pencucian, SNI ASTM C117:2012.* Badan Standarisasi Nasional.

Anonim. 2012. *Metode uji penentuan persentase butir pecah pada agregat kasar, SNI 7619:2012.* Badan Standardisasi Nasional.

Anonim. 2017. Pemeriksaan berat isi agregat (AASHTO T-19-74) (ASTM C-29- 71). 2411151166.

Anonim. 2018. Metode pengujian kehilangan berat minyak dan aspal dengan cara A, SNI 06-2440-1991, SK SNI M-29-1990-F. 1–5.

Anonim. 2018. *Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan.* Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat, Oktober, 1036.

Anonim. 2019. *Cara uji titik lembek aspal dengan alat cincin dan bola (ring and ball), SNI 2434:2011.* Badan Standardisasi Nasional.

Alfrian, J., Alpius, & Radjawane, L. E. 2021, "*Pengujian Karakteristik Campuran AC-BC Yang Menggunakan Batu Gunung Baba, Tana Toraja*" Jurnal Teknik Sipil UKIPaulus-Makassar.

Miftahulkhair1, M., Muhlis2, M. R., Badaron3, S. F., Alifuddin4, A., & Bulgis5. 2022.

Pengaruh Penambahan *Abu Batu Karang Terhadap Durabilitas pada Campuran Aspal Beton.* Jurnal Ilmia Mahasiswa Teknik Sipil, 4(April), 128–136.

Sihombing, S., Rodji, A. P., & Akbar, J. A. 2019. *Analisis Penggunaan Serbuk Batu Karang Sebagai Filler Pada Campuran Asphalt Concrete – Wearing Course (Ac-Wc).*Seminar Nasional Teknologi Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana, Jakarta.

Sutoyo. 2020. *Perencangan Campuran Beraspal.* CV Budi Utama, Yogyakarta.

Sukirman, S, 2003. *Beton Aspal Campuran Panas.* Granit , Jakarta.

Yunus, I., & Annisa, H. 2023. *Analisis Penggunaan Pasir Pantai Terhadap Peningkatan Kuat Tarik dan Modulus Resilien Pada Campuran Lataston (Hrs - Wc).* Jurnal Teknik Sipil Universitas Lamappapoleonro (JTEKSIL).