

PENGARUH PENAMBAHAN GETAH KARET PADA CAMPURAN ASPAL TERHADAP KARAKTERISTRIK MARSHALL

Triasmara Bagus Yudistyo¹, Jamaludin², Bertarina³, Panti Wahyu Ningsih⁴
^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer-Universitas Teknokrat Indonesia

Bagusyudistyo76@gmail.com

Received: (5 April 2024)

Accepted: (18 Mei 2024)

Published : (20 Juni 2024)

Abstract

There are two types of road pavements, namely rigid pavement using concrete and asphalt pavement. Analysis of the effect of adding rubber latex to asphalt mixtures on Marshall characteristics with variations of rubber latex addition of 5% and 12%. The research parameters include testing of aggregate materials, asphalt penetration testing, softening point of asphalt, and Marshall test. The research results show that the Marshall characteristic values obtained a density value of 2.152 gr for rubber asphalt (5%) and 2.075 gr for rubber asphalt (12%). The VIM value (Void in Mix) is 13.49% for rubber asphalt (5%) and 16.60% for rubber asphalt (12%). The VMA value (Void in Aggregate) is 23.64% for rubber asphalt (5%) and 26.38% for rubber asphalt (12%). The VFA (Void Filled with Asphalt) value is (42.93%) for (5%) rubber asphalt and (37.08%) for (12%) rubber asphalt. The Stability value is 1035 kg for (5%) rubber asphalt and 663 kg for (12%) rubber asphalt. The Flow value is 4.0 mm for (5%) rubber asphalt and 4.2 mm for (12%) rubber asphalt. The MQ value is 261 for (5%) rubber asphalt and 154 for (12%) rubber asphalt.

Keywords: Asphalt, Rubber, Marshall

Abstrak

Terdapat dua jenis pekerasan pada jalan, yaitu pekerasan kaku menggunakan beton semen dan pekerasan aspal. Analisis pengaruh penambahan getah karet pada campuran aspal terhadap karakteristik *marshall* dengan variasi penambahan getah karet sebesar (5%) dan (12%). Parameter penelitian yang digunakan adalah Pengujian material agregat, pengujian penetrasi aspal, titik lembek aspal dan pengujian *marshall test*. Hasil penelitian menunjukkan nilai karakteristik *marshall* yang didapatkan nilai density (Kepadatan) sebesar 2,152 gr, pada aspal karet (5%) dan 2,075 gr, pada aspal karet (12%). Nilai VIM (Rongga Terhadap Campuran) sebesar (13,49%) ,pada aspal karet (5%) dan (16,60%), pada aspal karet (12%). Nilai VMA (Rongga Terhadap Agregat) sebesar (23,64%), pada aspal karet (5%) dan (26,38%), pada aspal karet (12%). Nilai VFA (Rongga Terisi Aspal) sebesar (42,93%), pada aspal karet (5%) dan (37,08%), pada aspal karet (12%). Nilai Stabilitas sebesar 1035 kg, pada aspal karet (5%) dan 663 kg, pada aspal karet (12%). Nilai Flow (Pelelehan) sebesar 4,0 mm, pada aspal karet (5%) dan 4,2 mm, pada aspal karet (12%). Nilai MQ Sebesar 261, pada aspal karet (5%) dan 154 pada aspal karet (12%).

Kata Kunci : Aspal, Getah karet, Marshall

To cite this article:

Triasmara Bagus Yudistyo , Jamaludin, Bertarina (2024). Pengaruh Penambahan Getah Karet Pada Campuran Aspal Terhadap Karakteristik Marshall. Jurnal SENDI. Vol.05, (01), 12 -23.

PENDAHULUAN

Jalan merupakan infrastruktur utama dalam menggerakkan roda perekonomian nasional dan daerah dalam suatu wilayah. Adanya jalan memungkinkan seluruh masyarakat mendapatkan akses pelayanan pendidikan, kesehatan dan pekerjaan secara maksimal. Terdapat dua jenis pekerasan pada jalan, yaitu pekerasan kaku menggunakan beton semen dan pekerasan aspal. Lapis aspal beton (Laston) sebagai bahan pengikat, dikenal dengan nama AC-BC (*Asphalt Concrete – Binder Course*). Lapisan ini merupakan bagian dari lapis permukaan diantara lapis pondasi atas (*Base course*) dengan lapis aus (*Wearing course*) yang bergradasi agregat gabungan rapat/menerus, umumnya digunakan untuk jalan-jalan dengan beban lalu lintas yang cukup berat

(Sukirman,S.2008). Getah karet adalah suatu cairan atau zat kental, lengket, elastis dan berwarna putih susu yang diperoleh dari pohon karet (*Hevea brasiliensis*). Getah karet memiliki sifat elastisitas yang sangat baik, sehingga dapat menjadi bahan dasar untuk pembuatan berbagai produk karet, seperti ban kendaraan, selang, sarung tangan karet, sepatu, dan banyak lagi.

TINJAUAN PUSTAKA

Aspal

Aspal adalah suatu bahan bangunan yang umum digunakan untuk konstruksi jalan. Aspal memiliki kandungan karbon 80%, 10% *hydrogen*, 6% belerang, dan 4% oksigen, nitrogen serta sejumlah renik besi, nikel dan vanadium, aspal terbuat dari campuran bitumen (asphalt cement) dan agregat (seperti pasir, kerikil, atau batu pecah) yang dicampur menjadi satu untuk membentuk lapisan permukaan yang kuat dan tahan lama.

Bahan Pengisi (*Filler*)

Menurut Spesifikasi Bina Marga 2018, bahan pengisi (*Filler*) adalah:

- a. Bahan pengisi yang ditambahkan (*filler added*) dapat berupa debu batu kapur (*limestone dust*), atau debu kapur padam atau debu kapur magnesium atau dolomit yang sesuai dengan AASHTO M303-89 (2014), atau semen atau abu terbang tipe C dan F yang sumbernya disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Bahan pengisi jenis semen hana diizinkan untuk campuran beraspal panas dengan bahan pengikat jenis aspal keras Pen 60-70.
- b. Bahan pengisi yang ditambahkan harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan bila diuji dengan pengayakan sesuai SNI ASTM C136:2012 harus mengandung bahan yang lolos ayakan No. 200 (75 micron) tidak kurang dari 75% terhadap beratnya.
- c. Bahan pengisi yang ditambahkan (*filer added*), untuk semen harus dalam rentang 1% sampai dengan 2% terhadap berat total agregat dan untuk bahan pengisi lainnya harus dalam rentang 1% sampai dengan 3% terhadap berat total agregat. Khusus untuk SMA tidak dibatasi kadarnya tetap tidak boleh menggunakan semen

Getah Karet (*Lateks*)

Getah karet adalah suatu cairan atau zat kental, lengket, elastis dan berwarna putih susu yang diperoleh dari pohon karet (*Hevea brasiliensis*). Pohon karet menghasilkan getah karet sebagai suatu bentuk pertahanan alami untuk melindungi diri dari luka atau serangan hama. Getah karet mengandung 90-95% karet murni, (2-3%) protein, (1-2%) asam lemak, (0,2%) gula, (0,5%) jenis garam Na, K, Mg, Cn, Cu, Mn dan Fe yang terkandung dalam getah karet. Getah karet juga dikenal dengan sebutan lateks karet. Pemanfaatan Getah karet di Indonesia sangat baik, sehingga dapat di olah menjadi bahan dasar pembuatan berbagai macam produk menggunakan getah karet, seperti ban kendaraan, selang, sarung tangan karet, sepatu, dan banyak lagi. Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas jalan yaitu menggunakan aspal modifikasi atau polimer. Getah karet alam digunakan karena harganya relatif murah dan perlu pemanfaatan lebih lanjut terhadap getah karet pada penelitian ini getah karet didapat dari pengepul getah karet yang berada di daerah Kali papan, Tulung Buyut. Kab. Way Kanan, penelitian ini terdapat 3 jenis sampel aspal karet dengan variasi penambahan getah karet 0%, 5%, 12%.

Agregat Kasar

Menurut SNI-03-2847-2002, agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu PT. Wahana Mitra Perdana Lampung, Kab. Way Kanan, yang mempunyai ukuran butir antara 5 mm sampai 40 mm. Menurut Tjokrodinuljo (1996), sifat agregat yang paling berpengaruh terhadap kekuatan beton adalah kekasaran permukaan dan ukuran maksimumnya. Pada agregat dengan permukaan kasar akan terjadi ikatan yang baik antara pasta semen dengan agregat tersebut. Pada agregat berukuran besar luas permukaanya menjadi lebih sempit sehingga lekatan dengan pasta semen menjadi berkurang.

Agregat Halus

Agregat halus adalah pasir alam atau mineral sebagai hasil disintegasi alami batuan ataupun pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir lebih kecil dari 3/16 inci atau 5 mm (lolos saringan no.4). Berdasarkan SNI 03-6820-2002, agregat halus adalah agregat besar butir maksimum 4,76 mm berasal dari alam atau hasil alam. Pada penelitian ini jenis agregat yang digunakan yaitu Abu batu yang di dapat

dari PT. Wahana Mitra Perdana Lampung, Kab. Way Kanan. Penggunaan abu batu sangat berguna karena mengurangi penggunaan pasir dan memanfaatkan limbah batu pecah yang digunakan sebagai bahan konstruksi.

Pengujian Aspal Dengan Alat Marshall Test

Uji *Marshall* (*Marshall Test*) bertujuan untuk menentukan ketahanan (*stability*) terhadap kelelahan plastis (*flow*), Kepadatan (*Density*) yang dialami suatu campuran aspal. Ketahanan (*stability*) adalah kemampuan suatu campuran aspal untuk menerima beban sampai terjadi kelehan plastis yang dinyatakan dalam Kilo pound.

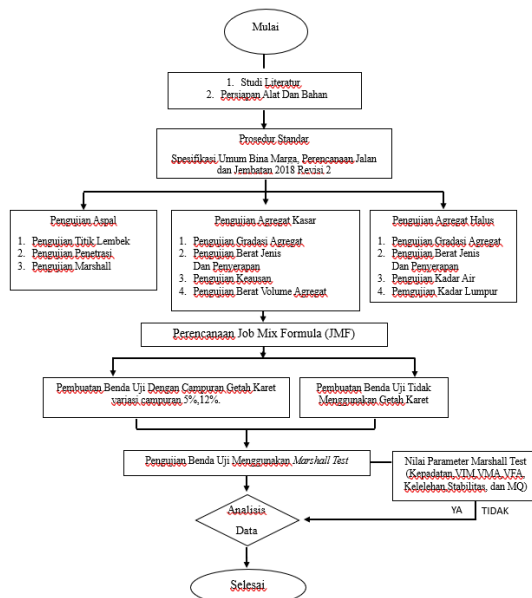
METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan secara berkala sesuai dengan tujuan penelitian seperti studi literatur, mencari referensi jurnal penelitian sebelumnya dan metode yang akan dilaksanakan pada penelitian. Selanjutnya, melakukan pemeriksaan dasar seperti ketersediaan alat pengujian di laboratorium yang bertujuan untuk mendapatkan data-data pendukung sebelum dilaksanakannya proses penelitian dan menyiapkan bahan-bahan yang dibutuhkan. Tahap selanjutnya yaitu pembuatan benda uji. Benda uji yang dibuat berjumlah 15 benda uji, dimana benda uji yang terdiri dari variasi campuran getah karet (5%) dan (12%) masing-masing dibuat 5 buah benda uji. Pada benda uji yang tidak dicampur dengan getah karet sebanyak 5 buah. Pengujian dilakukan secara bertahap, mulai dari pengujian agregat, pengujian aspal dan pengujian terhadap campuran dengan metode *Marshall*. Dari pengujian *Marshall* yang dilakukan kita mendapatkan dan memperoleh nilai karakteristik *marshall* baik yang menggunakan bahan tambah getah karet maupun yang tidak. Seperti kepadatan (*Density*), VIM (*Void In The Mix*), VMA (*Void Mineral Agregate*), VFA (*Void Filled Asfalt*), Pelelehan (*flow*), Stabilitas (*stability*), MQ (*Marshall Quotient*), dan Presentase rongga terhadap campuran (*Air Voids*).

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada Laboraturium PT. Thirta Whandira Utama, yang berlokasi di Jl. Lintas Sumatera, Kel. Suka Negri, Kec. Gunung Labuhan, Kab. Way kanan-Lampung Utara untuk pengujian marsahall dan pembuatan benda uji Aspal Karet . Pengujian Material Agregat Kasar dan Halus Abu Batu dilakukan di Laboraturium Teknik Sipil Universitas Teknokrat Indonesia.

Diagram Alir



Gambar 3. Flow Chart / Diagram Alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Sampel Material Agregat Halus

1. Pengujian Gradasi Agregat

Berikut ini adalah data hasil pengujian gradasi yang telah diuji mengacu SNI 03-1968-1990 dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Garadasi Agregat Halus (Abu Batu)

Saringan		Berat Tertahan (gr)		Komulativ Berat Tertahan (gr)		Persen Contoh Tertahan (%)		Persen Contoh Lolos (%)		Rata-Rata Lolos
No.	(mm)	1	2	1	2	1	2	1	2	(%)
1"	25,400									
3/4"	19,050									
1/2"	12,700									
3/8"	9,530	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
#4	4,750	17,0	18,0	17,0	18,0	0,68	0,71	99,32	99,29	99,30
#8	2,360	811,0	747,0	828,0	765,0	33,12	30,29	66,88	69,71	68,29
#16	1,180	659,0	664,0	1487,0	1429,0	59,48	56,58	40,52	43,42	41,97
#30	0,600	421,0	449,5	1908,0	1878,5	76,32	74,38	23,68	25,62	24,65
#50	0,300	218,0	243,0	2126,0	2121,5	85,04	84,00	14,96	16,00	15,48
#100	0,150	138,0	154,0	2264,0	2275,5	90,56	90,10	9,44	9,90	9,67
#200	0,075	69,5	87,5	2333,5	2363,0	93,34	93,57	6,66	6,43	6,55

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Halus Butir Sampel 1} &= \frac{\text{Komulatif Tertahan}}{100} \times 100\% \\
 &= \frac{635,3}{100} \times 100\% \\
 &= 19,06\%
 \end{aligned}$$

2. Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus

Berikut hasil pengujian Berat jenis dan Penyerapan Agregat Kasar Mengacu pada SNI 1970-2008

Tabel 2. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus Abu Batu	
Berat Jenis Kering	2,0940
Berat Jenis Kondisi SSD	2,9499
Berat Jenis Semu	2,6460
Presentasi Abrasi	11,4827

3. Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus

Tabel 3. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus Abu Batu	
Berat Jenis Kering	2,0940
Berat Jenis Kondisi SSD	2,9499
Berat Jenis Semu	2,6460
Presentasi Abrasi	11,4827

Agregat Kasar

1. Pengujian Gradasi Agregat

Berikut hasil analisis pengujian gradasi agregat mengacu pada SNI 03-1968-1990 dapat dilihat pada Tabel Hasil Pengujian Gradasi Agregat.

Tabel 4. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Secrinning

Saringan		Berat Tertahan (gr)		Komulativ Berat Tertahan (gr)		Persen Contoh Tertahan (%)		Persen Contoh Lolos (%)		Rata-Rata Lolos
No.	(mm)	1	2	1	2	1	2	1	2	(%)
1"	25,400									
3/4"	19,050									
1/2"	12,700	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
3/8"	9,530	20,5	34,0	20,5	34,0	0,68	1,12	99,32	98,88	99,10
#4	4,750	1896,5	2026,0	1917,0	2060,0	63,90	67,90	36,10	32,10	34,10

#8	2,360	863,5	716,5	2780,5	2776,5	92,68	91,51	7,32	8,49	7,90
#16	1,180	67,0	71,0	2847,5	2847,5	94,92	93,85	5,08	6,15	5,62
#30	0,600	12,5	23,0	2860,0	2870,5	95,33	94,61	4,67	5,39	5,03
#50	0,300	7,0	11,0	2867,0	2881,5	95,57	94,97	4,43	5,03	4,73
#100	0,150	10,5	16,5	2877,5	2898,0	95,92	95,52	4,08	4,48	4,28
#200	0,075	18,5	23,5	2896,0	2921,5	96,53	96,29	3,47	3,71	3,59

Tabel 5. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Kasar ½ inch.

Saringan		Berat Tertahan (gr)		Komulativ Berat Tertahan (gr)		Persen Contoh Tertahan (%)		Persen Contoh Lolos (%)		Rata-Rata Lolos
No.	(mm)	1	2	1	2	1	2	1	2	(%)
1"	25,40 0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
3/4"	19,05 0	0,0	0,0	0,0	101,0	0,00	1,83	100,00	98,17	99,08
1/2"	12,70 0	2950,5	3501,5	2950,5	3501,5	53,91	63,59	46,09	36,41	41,25
3/8"	9,530	1985,0	1498,5	4935,5	5000,0	90,18	90,81	9,82	9,19	9,51
#4	4,750	415,0	399,0	5350,5	5399,0	97,76	98,06	2,24	1,94	2,09
#8	2,360	18,5	20,5	5369,0	5419,5	98,10	98,43	1,90	1,57	1,74
#16	1,180	1,0	1,0	5370,0	5420,5	98,12	98,45	1,88	1,55	1,72
#30	0,600	1,5	1,0	5371,5	5421,5	98,15	98,47	1,85	1,53	1,69
#50	0,300	6,5	8,0	5378,0	5429,5	98,26	98,61	1,74	1,39	1,56
#100	0,150	17,0	17,5	5395,0	5447,0	98,57	98,93	1,43	1,07	1,25
#200	0,075	24,0	22,0	5419,0	5469,0	99,01	99,33	0,99	0,67	0,83

Tabel 6. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Kasar ¾ inch.

Saringan		Berat Tertahan (gr)		Komulativ Berat Tertahan (gr)		Persen Contoh Tertahan (%)		Persen Contoh Lolos (%)		Rata-Rata Lolos
No.	(mm)	1	2	1	2	1	2	1	2	(%)
1"	25,400	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
3/4"	19,050	4231,5	4249,5	4231,5	4249,5	56,31	56,35	43,69	43,65	43,67
1/2"	12,700	2920,5	2893,5	7152,0	7143,0	95,18	94,72	4,82	5,28	5,05
3/8"	9,530	212,5	216,0	7364,5	7359,0	98,01	97,58	1,99	2,42	2,20
#4	4,750	68,5	61,5	7433,0	7420,5	98,92	98,40	1,08	1,60	1,34
#8	2,360	6,0	15,5	7439,0	7436,0	99,00	98,60	1,00	1,40	1,20
#16	1,180	1,0	4,0	7440,0	7440,0	99,02	98,65	0,98	1,35	1,17
#30	0,600	2,0	3,0	7442,0	7443,0	99,04	98,69	0,96	1,31	1,13
#50	0,300	9,0	13,5	7451,0	7456,5	99,16	98,87	0,84	1,13	0,98
#100	0,150	15,5	22,0	7466,5	7478,5	99,37	99,16	0,63	0,84	0,73
#200	0,075	19,0	26,5	7485,5	7505,0	99,62	99,52	0,38	0,48	0,43

2. Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar

Berikut hasil pengujian Berat jenis dan Penyerapan Agregat Kasar Mengacu pada SNI 1970-2016 :

Tabel 7. Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar

Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	
Berat Jenis Kering	10,2740
Berat Jenis Kondisi SSD	10,5890
Berat Jenis Semu	15,000
Presentasi Abrasi	0,0307

a. Getah Karet (Lateks)

Pada penelitian material karet alam tidak dilakukan pengujian secara kimiawi. Getah karet yang digunakan didapat langsung dari penyadap karet, tidak adanya campuran bahan kimiawi apapun yang membuat karet dapat menggumpal dalam kurun waktu tidak lebih dari 2 jam secara alami.

b. Aspal

Pemeriksaan terhadap benda uji aspal PEN 60/70 yang diproduksi oleh PT. Rabana Aspal Indo, Kab. Way Kanan-Lampung.

1) Pengujian Titik Lembek

Pengujian titik lembek pada Aspal PEN 60/70 mengacu pada SNI 2434-2011. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 8. Hasil Pengujian Titik Lembek Aspal PEN 60/70

No	Suhu yang diamati (°C)	Waktu (detik)		Titik Lembek (°C)	
		I	II		
1	5	00.00,00	00.00,00		
2	10	01.19,37	01.16,78		
3	15	02.36,73	03.25,50		
4	20	06.47,60	06.05,00		
5	25	08.04,20	08.00,34		
6	30	10.09,13	11.34,56		
7	35	12.24,23	13.26,28		
8	40	16.07,51	16.54,03		
9	45	18.38,12	19.10,15		
10	50	22.19,75	21.05,38	22.19.75	21.05.38
11				52	53
12				52,5	

2) Pengujian Penetrasi

Berikut hasil analisis Pengujian Penetrasi Aspal mengacu pada SNI 2456-2011 dapat dilihat pada tabel 13.

Tabel 9. Hasil Pengujian Penetrasi Aspal PEN 60/70.

Pemeriksaan Penetrasi Pada Temperatur 25°C			Benda Uji No.		Penetrasi Aspal (0,1 mm)
			I	II	
Pengamatan Ke	1		58	60	
	2		63	64	
	3		65	63	
	4		60	66	
	5		61	57	
Rata-Rata			61,4	62,0	61,7

Hasil Perhitungan Job Mix Formula (JMF)

Pada pembuatan benda uji diperlukan agregat dan aspal seberat ± 1200 gram untuk dapat menghasilkan tinggi ± 8 cm dengan diameter 10 cm. Hasil Analisa kebutuhan agregat pada campuran aspal benda uji standar dan benda uji dengan campuran Getah Karet sebesar 5% dan 12%.

Tabel 10. Hasil Perhitungan Kebutuhan Agregat Untuk Pembuatan Benda Uji Standar.

No	Kadar Aspal %	Aspal (gram)	Agregat 1/2 inch (gram)	Agregat 3/4 Inch (gram)	Abu Batu (gram)	Scriming	Karet
1	5,0	60	228,0	114,0	558,6	239,4	-
2	5,5	66	226,8	113,4	555,7	238,1	
3	6,0	72	225,6	112,8	552,7	236,9	

4	6,5	78	224,4	112,2	549,8	235,6	
5	7,0	84	223,2	111,6	546,8	234,4	

Tabel 11. Hasil Perhitungan Kebutuhan Agregat Untuk Pembuatan Benda Uji Dengan Campuran Getah Karet Sebanyak 5%

No	Kadar Aspal %	Aspal (gram)	Agregat 1/2 inch (gram)	Agregat 3/4 Inch (gram)	Abu Batu (gram)	Scrinig	Karet
1	5,5	66	214,8	107,4	526,3	225,5	5%
2		66	214,8	107,4	526,3	225,5	
3		66	214,8	107,4	526,3	225,5	
4		66	214,8	107,4	526,3	225,5	
5		66	214,8	107,4	526,3	225,5	

Tabel 12. Hasil Perhitungan Kebutuhan Agregat Untuk Pembuatan Benda Uji Dengan Campuran Getah Karet Sebanyak 12%

No	Kadar Aspal %	Aspal (gram)	Agregat 1/2 inch (gram)	Agregat 3/4 Inch (gram)	Abu Batu (gram)	Scrinig	Karet
1	5,5	66	198,0	990,0	485,1	207,9	12%
2		66	198,0	990,0	485,1	207,9	
3		66	198,0	990,0	485,1	207,9	
4		66	198,0	990,0	485,1	207,9	
5		66	198,0	990,0	485,1	207,9	

Hasil Pengujian Marshall

Hasil pemeriksaan Uji *Marshall* yang dilakukan pada laboratorium PT. Thirta Wandhira Utama, Kab. Waykanan untuk mendapatkan nilai Berat Isi (*Bulk Density*), stabilitas (*Stability*), Presentase Rongga Terhadap Agregat (VMA), Rongga terhadap campuran (VIM), Rongga Terisi Aspal (VFA), Kelelehan (*Flow*). Berikut Rekapitulasi hasil pengujian campuran Aspal Normal dapat dilihat pada tabel 22

Tabel 13. Hasil Pengujian Marshall Test Pada Aspal Normal

Karakteristik	Kadar Aspal %					Spesifikasi
	5%	5,5%	6,0%	6,5%	7%	
Bulk Density (gr/cc)	2,164	2,195	2,241	2,242	2,259	-
VIM (%)	13,64	11,79	9,22	8,52	7,19	3,0-5,0
VMA (%)	22,81	22,14	20,90	21,29	21,13	14
VFA (%)	40,20	46,74	55,89	59,99	65,96	65
Stability (kg)	1225	906	1138	1322	1198	800
Flow (mm)	2,9	3,8	3,7	4,5	2,2	2-4
MQ	422	258	308	294	545	250

Hasil Pengujian *Marshall Test* Pada Aspal dengan penambahan Getah karet Sebesar 5% dan 12% diambil nilai rata-rata pada masing-masing sampel Aspal dengan penambahan getah karet dapat dilihat pada tabel 23

Tabel 14. Hasil Pengujian Marshall Pada Aspal Dengan Penambahan Getah Karet Sebesar 5% dan 12%

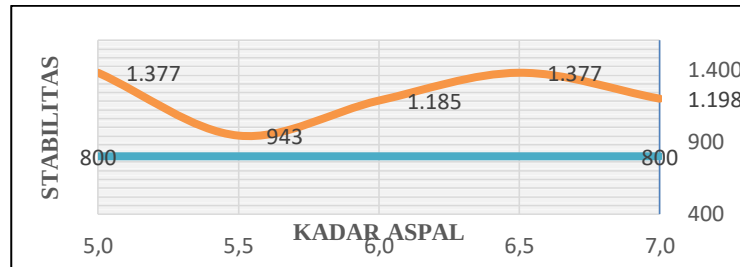
Karakteristik	Kadar Getah Karet (%)		Spesifikasi	Keterangan
	5%	12%		
Bulk Density (gr/cc)	2,152	2,075	-	
VIM (%)	13,49	16,60	3,0-5,0	Memenuhi
VMA (%)	23,64	26,38	14	Memenuhi
VFA (%)	42,93	37,08	65	Tidak Memenuhi
Stability (kg)	1035	663	800	12% Tidak Memenuhi
Flow (mm)	4,0	4,2	2-4	memenuhi
MQ	261	154	250	12% Tidak Memenuhi

Pada pengujian *Marshall* aspal PEN 60/70 dengan penambahan Getah karet sebesar 5% dan 12% mendapatkan nilai yang dapat dilihat pada tabel 4.12. Pada aspal dengan campuran getah karet sebesar 5% memenuhi syarat spesifikasi Kepadatan (*Density*), Rongga Terhadap Campuran (VIM), Rongga Terhadap Agregat (VMA),

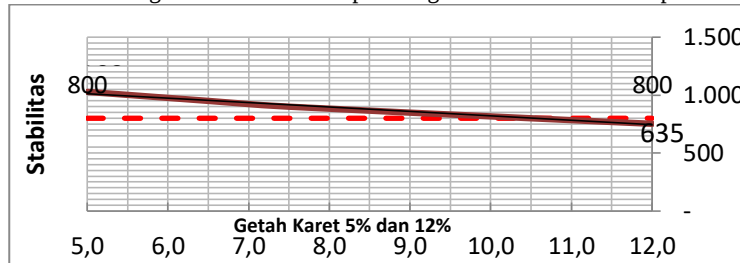
Stabilitas (Stability) dan Pelelehan (Flow). Pada aspal dengan campuran getah karet sebesar 12% memenuhi spesifikasi Kepadatan (*Density*), Rongga Terhadap Campuran (VMA) dan Pelelehan (*Flow*).

Hasil Pembahasan Penelitian

Hasil dari pembahasan pada sifat marshall pada Kepadatan (*Bulk density*), Rongga Terhadap Campuran (*Void In The Mix*), Rongga Terhadap Agregat (*Void In Minerale Agregate*), Rongga Terisi Aspal (*Void Filled With Asphalt*), Kelelehan (*Flow*) dan Stabilitas (*Stability*). Untuk campuran aspal normal dan juga untuk Aspal dengan penambahan Getah Karet sebesar 5% dan 12%.

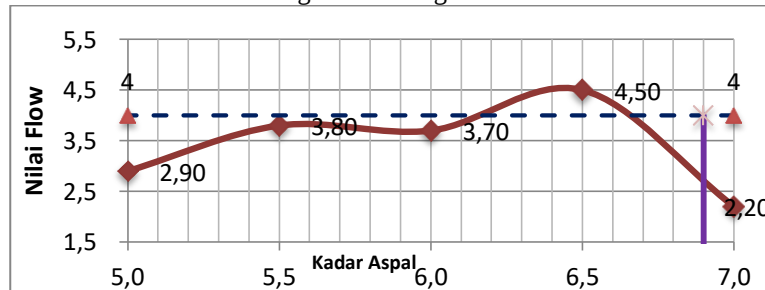


Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Stabilitas Pada Campuran Aspal Normal

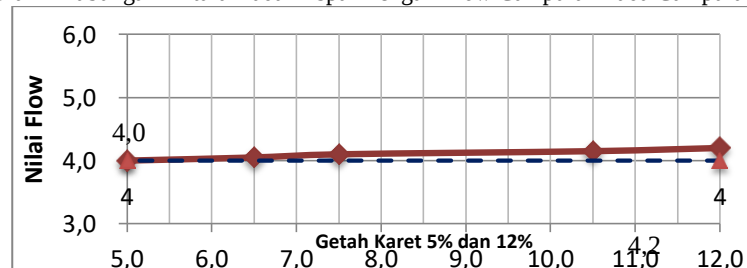


Gambar 5. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Stabilitas Campuran Pada Aspal Karet Variasi 5% dan 12%

Dari Gambar Grafik 4.13 Dapat Dilihat Nilai Kadar Aspal Dengan Stabilitas Memenuhi SNI Bina Marga 2018. Pada Gambar 4.14 Aspal Dengan Tambahan Getah Karet Yang Memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018 Hanya Getah Karet Variasi (5%), Sedangkan Aspal Dengan Tambahan Getah Karet Variasi (12%) Tidak Dapat Memenuhi Batas SNI Bina Marga 2018 Dengan Nilai Batas Stabilitas Sebesar >800 kg.

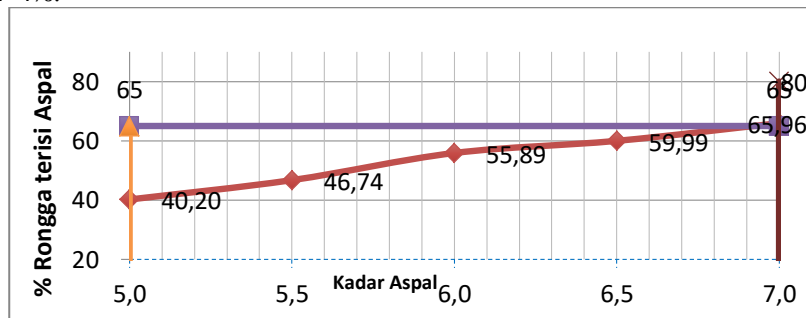


Gambar 6. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Flow Campuran Pada Campuran Aspal Normal

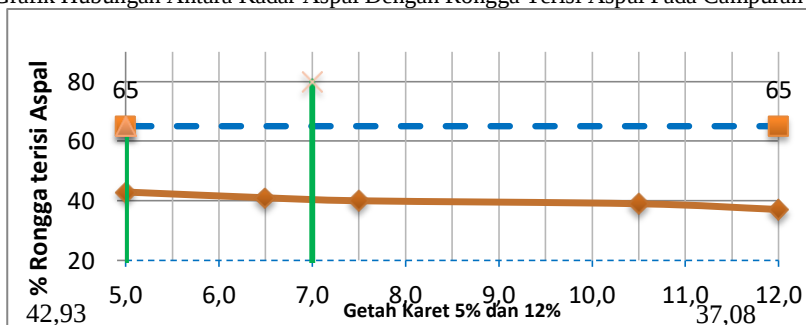


Gambar 7. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Flow Pada Aspal Dengan Penambahan Getah Karet Variasi (5%) dan (12%)

Pada Gambar 6 Dan 7 Dapat Dilihat Pada Grafik Nilai Flow Pada Aspal Campuran Normal Dan Aspal Dengan Tambahan Getah Karet (5%) Dan (12%) Memenuhi SNI Bina Marga 2018 Dengan Nilai Batas Flow Sebesar $2 > 4\%$.

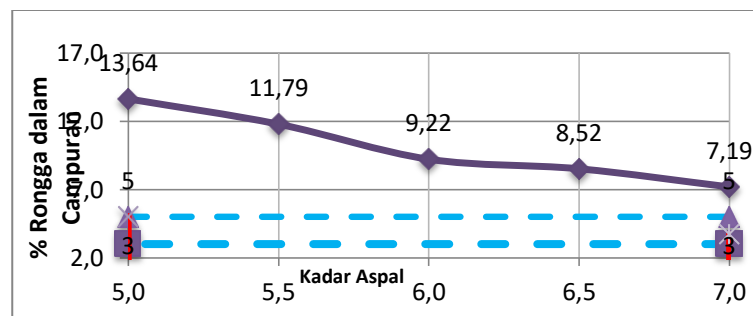


Gambar 8. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Rongga Terisi Aspal Pada Campuran Aspal Normal

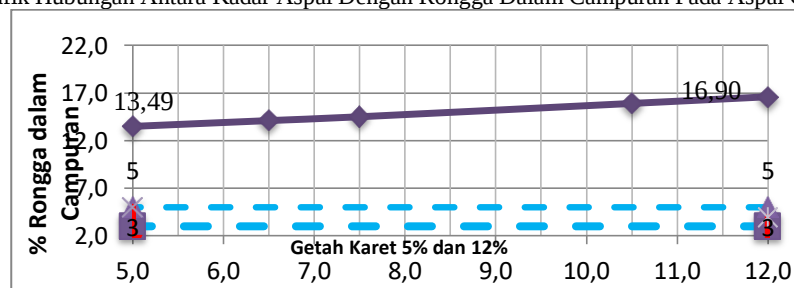


Gambar 9. grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Rongga Terisi Aspal Pada Aspal Penambahan Getah Karet Variasi (5%) dan (12%)

Pada Gambar 9 dan 10 dapat dilihat nilai pada Rongga Terisi Aspal Pada Aspal Campuran Normal Dan Aspal Dengan Penambahan Getah Karet Variasi (5%) dan (12%). Hanya Aspal Dengan Campuran Normal Dengan Nilai Kadar Aspal Variasi (7,0%) yang memenuhi batas Spesifikasi Bina Marga 2018 dengan nilai batas $> 65\%$.

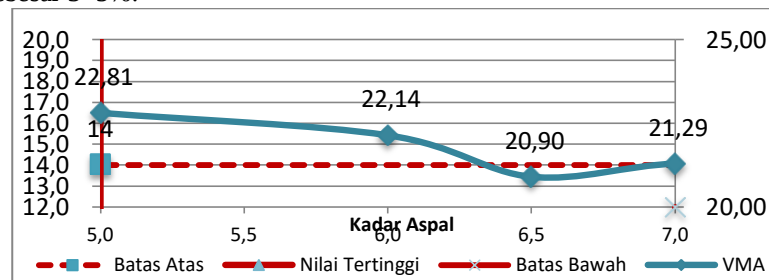


Gambar 11 Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Rongga Dalam Campuran Pada Aspal Campuran Normal

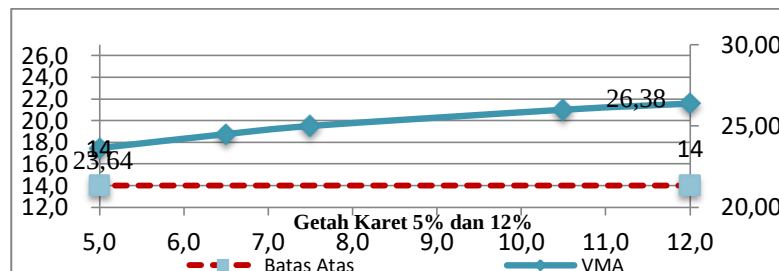


Gambar 12 Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Rongga Dalam Campuran Pada Aspal Penambahan Getah Karet Variasi (5%) dan (12%)

Pada Gambar 11 dan 12 Dapat Dilihat Nilai Rongga Dalam Campuran, Pada Aspal Campuran Normal Dan Aspal Penambahan Getah Karet Variasi (5%) dan (12%) Memenuhi Batas Sepesifikasi Bina Marga 2018 Dengan Nilai Batas Sebesar $3 > 5\%$.

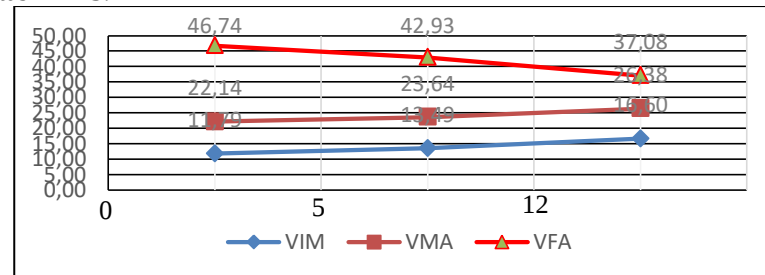


Gambar 13 Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Rongga Terisi Agregat Campuran Aspal Normal



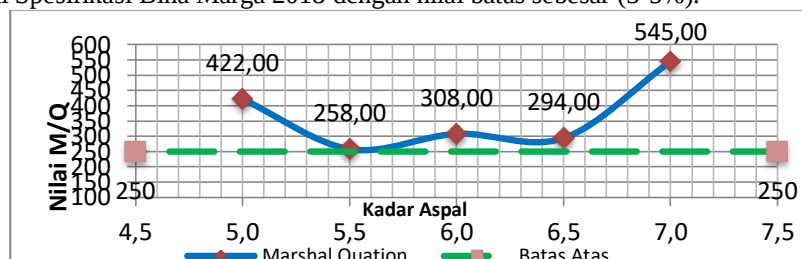
Gambar 14 Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Rongga Terisi Agregat Pada Aspal Penambahan Getah Karet Variasi 5% dan 12%

Pada Gambar 13 dan 14 Dapat dilihat nilai Rongga Terisi Aspal Pada Campuran Aspal Normal Dan Pada Aspal Penambahan Getah Karet Variasi (5%) dan (12%) Memenuhi Batas Sepesifikasi Bina Marga 2018 Dengan Nilai Batas $14 > 15$.

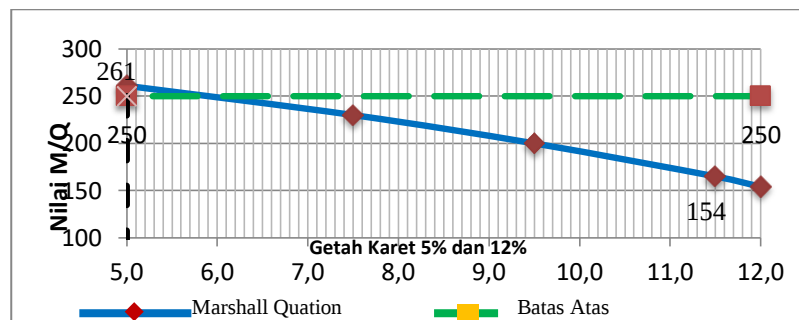


Gambar 15. Grafik Nilai VIM, VMA, VFA pada Aspal Campuran Normal Dan Aspal Penambahan Getah Karet Variasi 5% dan 12 % Kadar Aspal 5,5

Pada Gambar 15 dapat dilihat nilai VIM, VMA, VFA dengan kadar aspal (5,5 %) dan variasi benda uji Aspal Campuran Normal dan Aspal dengan penambahan Getah Karet variasi (5%) dan (12%), dimana nilai VFA pada Aspal Campuran Normal dna Aspal dengan penambahan getah karet variasi (5%) dan (12%) tidak memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018, dimana nilai batas nilai sebesar > 65 . Pada nilai VMA Aspal campuran normal dan aspal dengan penambahan getah karet variasi (5%) dan (12%) memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018, dengan nilai batas sebesar > 14 . Pada nilai VIM yang terdapat pada Gambar 4.23 nilai VIM memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018 dengan nilai batas sebesar (3-5%).



Gambar 16. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Marshall Quotient Pada Aspal Campuran Normal



Gambar 17 Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal 5,5% dengan Marshall Quotient Aspal Dengan Penambahan Getah Karet Variasi 5% dan 12%

Pada gambar 16 dapat dilihat nilai *Marshall Quotient* (MQ) pada aspal campuran normal memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018 dengan nilai batas sebesar 250 kg/mm. Adapun pada gambar 17 nilai *Marshall Quotient* (MQ) pada aspal dengan penambahan getah karet variasi (5%) dan (12%) yang dapat memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018 hanya pada aspal dengan penambahan getah karet (5%) dengan nilai 261 kg/mm Dimana nilai batas Spesifikasi Bina Marga 2018 Sebesar 250 kg/mm.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang membahas terhadap Aspal PEN 60/70 jenis AC-BC (*Asphalt Concrete– Binder Course*) yang diberikan bahan tambahan Getah Karet dengan variasi (5%) dan (12%), maka dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil pemeriksaan dan pengujian Aspal pada laboratorium PT. Thirta Whandira Utama, sifat karakteristik *Marshall* jenis AC-BC PEN 60/70 dengan menggunakan bahan tambah Getah Karet variasi (5%) dan (12%), berpengaruh baik pada *Bulk Density* (Kepadatan) *Void In The Mix* (VIM), *Void In Mineral Agregate* (VMA), *Stability* Pada Variasi (5%), dan nilai *Flow* (Pelelehan), sedangkan pada *Void Filled Asphalt* (VFA) Berpengaruh kurang baik pada Aspal penambahan Getah Karet variasi (5%) dan (12%).
 2. Nilai karakteristik *marshall* dengan menggunakan Aspal jenis AC-BC PEN 60/70 dengan penambahan Getah Karet variasi (5%) dan (12%) yang dapat memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018 dapat dilihat sebagai berikut:
 - a. Hasil dari pengujian karakteristik *marshall* didapatkan nilai *Bulk Density* (Kepadatan) pada Aspal Penambahan Getah karet variasi (5%) dan (12%) nilai *Density* terbesar hanya diperoleh pada Aspal Penambahan Getah Karet variasi (5%) dengan nilai 2,152 gr.
 - b. Hasil dari pengujian karakteristik *marshall* didapatkan nilai *Stability* (Stabilitas) pada Aspal Penambahan Getah Karet variasi (5%) dan (12%) nilai *Stability* terbesar hanya diperoleh pada Aspal Penambahan Getah Karet Variasi (5%) dengan nilai 1053 kg, dengan batas Spesifikasi 800 kg.
 - c. Hasil dari pengujian karakteristik *marshall* didapatkan nilai VIM (Rongga Dalam Campuran) Aspal Penambahan Getah Karet variasi (5%) dan (12%) yang memenuhi syarat Spesifikasi Bina Marga 2018 diperoleh kedua variasi yaitu Aspal Penambahan Getah Karet variasi (5%) sebesar 13,49 dan variasi (12%) dengan nilai tertinggi sebesar 16,60 dengan batas Spesifikasi Bina Marga 2018 sebesar 3>5%.
 - d. Hasil dari pengujian karakteristik *marshall* didapatkan nilai VMA (Rongga Dalam Agregat) Aspal Penambahan Getah Karet variasi (5%) dan (12%) memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018, dengan nilai 23,64 untuk variasi (5%) dan nilai tertinggi 26,38 untuk variasi (12%) dengan batas Spesifikasi Bina Marga 2018 sebesar (14%).
 - e. Hasil dari pengujian karakteristik *marshall* didapatkan nilai *Flow* (Pelelehan) Aspal Penambahan Getah Karet variasi (5%) dan (12%) memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018 diperoleh nilai variasi (5%) sebesar 4,0 dan variasi 12% sebesar 4,2 dengan nilai batas Spesifikasi Bina Marga 2018 sebesar 2>4 mm.
- Hasil dari pengujian nilai *Marshall Quotient* (MQ) Aspal Penambahan Getah Karet variasi (5%) dan (12%), hanya variasi (5%) sebesar 261 yang memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018 dengan batas sebesar 250.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dari awal sampai akhir, berikut saran untuk diberikan kepada peneliti selanjutnya:

1. Perlu adanya penambahan parameter pengujian agar pengujian lebih maksimal seperti pengujian daktilitas, titik bakar, berat jenis aspal.
2. Diperlukanya pemahaman terhadap pencampuran dan pengawasan saat melakukan penelitaian agar tidak terjadinya kesalahan saat pembuatan benda uji yang mengakibatkan adanya kekurangan saat penelitian berlangsung.
3. Diperlukanya pengembangan terhadap Aspal dengan penambahan Getah Karet untuk Aspal AC-BC PEN 60/70 yang dapat memperkuat aspal dan dengan bahan yang ekonomis dan mudah ditemukan.
4. Perlu adanya pengawasan terhadap penggunaan alat Laboraturium yang safety sesuai dengan K3 agar tidak terjadinya kecelakaan yang terjadi saat penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM Internasional. ASTM C33-03. "Standart Specification For Concrete Aggregate". Annual Books Of ASTM Standarts: USA.
- Bahrudin, dkk (2020). *Karakteristik Marshall dari aspal termodifikasi crepe rubber*. Teknik sipil. Fakultas Teknik: Universitas Riau.
- Badan Standart Nasional. 1991. SNI 06-2489-1991. Metode Pengujian Marshall Test Pada Benda Uji Aspal: Badan Standarisasi Nasional: Jakarta
- Badan Standart Nasional. 1996. SNI 03-4142-1996. Metode Pengujian Kadar Lumpur Pada Agregat halus. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta
- Badan Standart Nasional. 1998. SNI 03-4080-1998. Metode Pengujian berat volume agregat atau berat isi. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Badan Standart Nasional. 2002. SNI 03-6820-2002. Metode Pengujian Gradasi Agregat Halus. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Badan Standart Nasional. 2002. SNI 06-2047-2002. Spesifikasi Karet Alam. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- Badan Standart Nasional. 2008. SNI 1970:2008. Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- Badan Standart Nasional. 2008. SNI 2417:2008 Metode Pengujian Keausan Agregat Dengan Los Angeles. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- Badan Standart Nasional. 2011. SNI 1971:2011. Metode Pengujian Kadar Air Total Agregat. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- Badan Standart Nasional. 2016. SNI 1970:2016. Metode Pengujian pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- Dewi, F. I. K & Budiati, A. (2020). Pengaruh Substitusi Lateks (Getah Karet) Terhadap Kinerja Karakteristik Lapis Aspal Beton (Laston) dengan Kombinasi Filler Abu Arang Tempurung Kelapa. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Lingkungan*.6(01).
- Sitorus, T.M. (2020). *Pengaruh Penambahan Getah Karet Pada AC-BC Pen 60/70 Terhadap Karakteristik Marshall*. Skripsi Sarjana, Universitas Muhamadiyah Sumatera Utara.
- Nursandah, F. & Zaenuri, M. (2019). Penelitian Penambahan Karet Alam (Lateks) Pada Campuran Laston Ac-Wc Terhadap Karakteristik Marshall . *Jurnal CIVILLA*, 4(02).
- Ridha, R., Dkk (2021). Analisis Karakteristik Marshall Campuran Hot Rolled Sheet Wearing Course (Hrs-Wc) Menggunakan Bahan Tambah Karet Padat. *Jurnal Kacapuri*. 4(02).
- Sukirman, S. (2008). *Beton Aspal Campuran Panas*. Penerbit Yayasan Obor Indonesia, Jakarta.
- Spesifikasi Umum. (2018) Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan. Kementrian PUPR.
- Tjokrodinuljo. (1996). *Sifat agregat yang paling berpengaruh terhadap kekuatan beton adalah kekasaran permukaan dan ukuran maksimumnya*. Universitas Gajah Mada.
- Tuwanto (2011). *Analisis Perbedaan Nilai Daktilitas Dan Penetrasi Aspal 60/70 Produksi PT. Muara Perdana Dan Pertamina*. Skripsi Sarjana, Universitas Muhammadiyah Purwokerto.