

**PENGARUH PENGGUNAAN GETAH KARET
TERHADAP STABILITAS MARSHALL
PADA CAMPURAN ASPHALT CONCRETE – BASE (AC-BASE)**

***THE EFFECT OF USING RUBBER LATEX ON THE STABILITY
OF MARSHALL IN THE ASPHALT CONCRET-BASE MIXTURE
(AC-BASE)***

Pramono^{1)*}, Karminto²⁾, Sopia Ayu Lestari³⁾,

pram_smile@yahoo.com¹⁾, karminto_m@yahoo.com²⁾ sopialstri@gmail.com³⁾,

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Samarinda

^{1,2,3}Jl. Cipto Mangunkusumo Kampus Gunung Panjang, Kota Samarinda 75131, Kalimantan Timur

Korespondensi Naskah : Pramono

INTISARI

Perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Jenis aspal yang digunakan pada umumnya adalah *Asphalt Concrete* (AC). Namun perkerasan AC cukup peka terhadap retak dan pelepasan butir. Untuk mengatasi permasalahan di tersebut, perlu dilakukan peningkatan kualitas campuran aspal, salah satunya dengan memberi bahan tambah pada aspal atau bisa disebut dengan aspal modifikasi. Dalam penelitian ini dicoba mencampur antara campuran AC-Base dengan bahan tambah getah karet. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan stabilitas Marshall pada campuran *Asphalt Concrete-Base* (AC-Base) dengan penambahan getah karet. Pada penelitian ini dibuat benda uji Marshall dengan variasi getah karet 0%, 2%, 4%, dan 6% terhadap berat aspal serta kadar aspal yang direncanakan adalah 4%, 4,5%, 5%, 5,5% dan 6% yang kemudian akan diketahui kadar aspal optimum, stabilitas, flow, VIM, VMA, VFA dan MQ pada campuran AC-Base. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh penambahan getah karet menurunkan kadar aspal optimum dan meningkatkan stabilitas. Dengan stabilitas tertinggi terjadi pada penambahan getah karet sebesar 4% dengan nilai kadar aspal optimum 5,063% dan stabilitas secara grafis sebesar 3.180 kg kg dan pada kondisi aktual 3.222,70 kg. Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran AC-Base dengan penambahan getah karet memenuhi persyaratan.

Kata kunci: *Asphalt Concrete – Base*, AC-Base, Getah Karet, Marshall, Kadar Aspal Optimum.

ABSTRACT

Flexible pavement is pavement that uses asphalt as a binding agent. The type of asphalt used in general is Asphalt Concrete (AC). However, AC pavement is quite sensitive to cracking and release of grains. To overcome the above problems, it is necessary to improve the quality of the asphalt mixture, one of which is by adding ingredients to asphalt or can be called as modified asphalt. In this study a mixture of AC-Base was mixed with rubber latex added ingredients. The purpose of this study was to improve Marshall stability in Asphalt Concrete-Base (AC-Base) mixtures with the addition of rubber latex. In this study Marshall test specimens were made with variation of rubber latex 0%, 2%, 4%, and 6% to the weight of asphalt and the planned asphalt content was

4%, 4.5%, 5%, 5.5% and 6% which will then be known as optimum asphalt content, stability, flow, VIM, VMA, VFA and MQ in the AC-Base mixture. Based on the results of the study obtained the addition of rubber latex reduces the optimum asphalt levels and increases stability. With the highest stability, the addition of rubber latex was 4% with optimum bitumen content value of 5.063% and graphically stability of 3,180 kg kg and in actual conditions 3222.70 kg. the results showed that the AC-Base mixture with the addition of rubber latex fulfilled the requirements.

Keywords: Asphalt Concrete - Base, AC-Base, Rubber Gum, Marshall, Optimum Asphalt Levels.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Jenis aspal yang digunakan pada umumnya adalah *Asphalt Concrete* (AC). Namun perkerasan AC cukup peka terhadap retak dan pelepasan butir (Yamin, 2002). Kerusakan jalan di Indonesia sering sekali terjadi, bahkan kerusakan terjadi sebelum jalan tersebut mencapai umur rencana yang telah ditetapkan (Amal, 2011). Salah satu penyebab kerusakan dapat terjadi karena kurangnya stabilitas campuran sehingga lapis perkerasan tidak mampu menahan beban lalu lintas.

Untuk mengatasi permasalahan di atas, perlu dilakukan peningkatan kualitas campuran aspal, salah satunya dengan memberi bahan tambah pada aspal atau bisa disebut dengan aspal modifikasi. Aspal modifikasi adalah aspal yang dibuat dengan mencampur aspal keras dengan suatu bahan tambah. Aspal modifikasi mulai diperkenalkan di luar negeri lebih dari 15 tahun lalu, dengan maksud mencegah retak pada waktu musim dingin, mencegah deformasi plastis pada beban berat di cuaca panas. Maka bahan tambah yang diperlukan untuk menstabilkan campuran aspal modifikasi untuk mencegah deformasi plastis serta pelepasan agregat memerlukan bahan yang memiliki daya lekat yang baik.

Bahan yang biasanya digunakan untuk memodifikasi aspal adalah polimer sintetis. Polimer yang digunakan bisa polimer sintetis atau polimer alam. Polimer sintetis yang banyak digunakan sebagai bahan pemodifikasi aspal adalah SBS (*Styrene Butadiene Styrene*), namun masalah biaya dan ketersediaan bahan yang sulit sehingga dalam penelitian ini dicoba menggunakan

polimer alam yaitu getah karet yang banyak di Indonesia.

Getah karet memiliki daya pantul dan elastisitas yang baik, serta sifat fisik seperti elastisitas, kuat tarik, dan kepegasan yang tinggi pula (Ferdila, 2018). Atas dasar hal tersebut dalam penelitian ini dicoba mencampur antara campuran AC-Base dengan bahan tambah getah karet.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, penulis merumuskan suatu permasalahan, diantaranya:

- Bagaimana pengaruh penggunaan getah karet terhadap sifat-sifat Marshall yaitu nilai stabilitas, kelelahan (*flow*), *Void In Mix* (VIM), *Void Mineral Agregat* (VMA) dan *Marshall Quotient* (MQ) pada campuran *Asphalt Concrete-Base* (AC-Base)?
- Berapa kadar aspal optimum (KAO) dari variasi kadar getah karet tersebut sehingga didapatkan campuran yang memenuhi spesifikasi teknis untuk campuran Asphalt Concrete Base (AC-Base)?

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan stabilitas Marshall pada campuran Asphalt Concrete Base (AC-Base) dengan penambahan getah karet.

TINJAUAN PUSTAKA

Asphalt Concrete- Base (AC-Base)

Asphalt Concrete-Base (AC-Base) merupakan perkerasan yang terletak di bawah lapis pengikat, perkerasan ini tidak berhubungan langsung dengan cuaca, tetapi perlu memiliki stabilitas untuk menahan beban lalu lintas yang disebarkan melalui roda

kendaraan. AC-Base merupakan pondasi perkerasan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal dengan perbandingan tertentu dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas. Persyaratan yang harus dipenuhi lapisan AC-Base dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi campuran AC-Base

Sifat-sifat Campuran		Lapisan Aspal Beton AC-Base
Jumlah Tumbukan per Bidang	Min.	112
Rongga dalam Campuran (%)	Min.	3,0
	Maks.	5,0
Rongga dalam Agregat (%)	Min.	14
Rongga Terisi Aspal (%)	Min.	65
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	1800
Pelelehan (mm)	Min.	3,0
	Maks.	6,0
Marshall Quotient (kg/mm)	Min.	300

Getah Karet

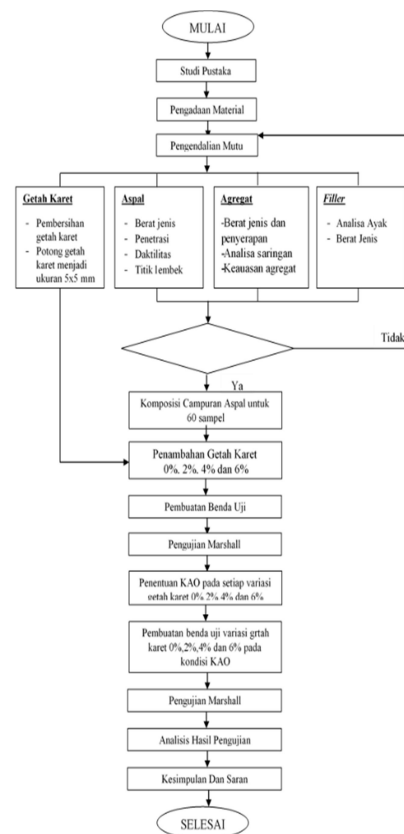
Getah karet alam dapat diperoleh dari tanaman *Hevea brasiliensis* yang menghasilkan getah berupa cairan berwarna putih ketika permukaan kulit pohonnya disadap. Getah karet merupakan emulsi kompleks yang mengandung protein, alkaloid, pati, gula, (poli) terpena, minyak, tanin, resin dan gom. Pada banyak tumbuhan karet biasanya berwarna putih, namun ada juga yang berwarna kuning, jingga, atau merah.

Getah karet memiliki beberapa keunggulan, seperti daya elastis yang baik, plastisitas yang tinggi, mudah dalam pengolahannya, harga yang ekonomis dibandingkan harga aspal, tidak mudah aus (tidak mudah habis karena gesekan) dan tidak mudah panas. Selain itu, getah karet alami juga memiliki daya tahan yang tinggi terhadap keretakan, tahan hentakan yang berulang-ulang, serta daya lengket yang tinggi terhadap berbagai bahan (Ferdila, 2018). Sehingga getah karet dapat menambah stabilitas pada perkerasan jalan. Karet alam melunak pada suhu 130°C dan mengurai pada suhu 200 °C (Al-mukarrrom, 2014).

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan penyusun yang digunakan pada penelitian ini, yaitu aspal pen 60/70, agregat kasar, agregat halus dan getah karet. Agregat kasar berupa batu pecah (split) ukuran 2/3” dan 3/8”, agregat halus berupa abu batu dan pasir Palu, sedangkan getah karet berasal dari Kecamatan Palaran, serta *filler* berupa semen PCC.

Pada penelitian ini akan direncanakan aspal beton *Asphalt Concrete – Base (AC-Base)* dengan bahan tambah getah karet variasi 0%, 2%, 4% dan 6% terhadap berat aspal serta kadar aspal yang direncanakan 4%, 4.5%, 5%, 5.5% dan 6%, yang menjadi acuan standarnya yaitu Spesifikasi Umum Perkerasan Aspal (Bina Marga 2018). Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Politeknik Negeri Samarinda. Dengan bagan alir penelitian seperti Gambar 1.



Gambar 1. Bagan alir penelitian

Secara umum tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian ini sesuai Gambar 1, dan dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. Material berupa agregat kasar, agregat halus, batu laterit, filler dan aspal yang telah disiapkan dilakukan pengujian meliputi: berat jenis dan penyerapan, analisa saringan, keausan agregat dan kekekalan agregat. Sedangkan pengujian aspal meliputi: daktilitas, titik lembek, berat jenis, dan penetrasi.
- b. Setelah didapatkan komposisi agregat yang sesuai dengan spesifikasi campuran yang akan dibuat dan kadar aspal rencana, kita dapat membuat benda uji. Dalam penelitian ini akan dibuat 60 benda uji dengan 5 variasi kadar aspal rencana yaitu: %, 4.5%, 5%, 5.5%, 6% dan 5 variasi kadar getah karet 0%, 2%, 4% dan 6%. Masing-masing kadar aspal dibuat 3 buah benda uji. Didalam pencampuran benda uji dilakukan pemanasan terhadap agregat dengan suhu $\pm 160^{\circ}\text{C}$, sedangkan kadar aspal dengan suhu $\pm 150^{\circ}\text{C}$. Campuran yang telah siap dimasukkan kedalam mold. Selanjutnyadipadatkan dengan alat hammer sebanyak 2x112 tumbukan. Suhu pemadatan yaitu $\pm 147^{\circ}\text{C}$. Kemudian diamkan beberapa saat, setelahdingin benda uji dikeluarkan dari mold.
- c. Pengujian Marshall bertujuan untuk mendapatkan stabilitas dan kelelahan(*flow*). Analisis kepadatan dan pori dari campuranpadat yang terbentuk dilakukan dengan cara menimbang benda uji. Setelah proses pembuatan benda uji, maka benda uji didiamkan ± 24 jam, kemudian ditimbang untuk memperoleh berat kering udara. Benda uji tersebut kemudian direndam untuk mencari berat dalam air dan berat SSD. Pengujian marshall dilakukan dengan alat marshall, setelahbenda uji terlebih dahulu direndam dalam airbersuhu 60°C . Dari hasil pengujian Marshallakan didapatkan nilai karakteristik marshall meliputi: stabilitas, *flow*, *Marshall Quotient* (MQ), Rongga Antara Mineral Agregat (VMA), Rongga Udara dalam campuran(VIM) dan Rongga Terisi aspal (VFA).
- d. Data nilai sifat-sifat marshall yang didapatkan kemudian dianalisa dengan kurva regresi untuk mendapatkan suatu kurva yang sesuai. Kemudian dibuat barchat untuk mendapatkan kadar aspal

- optimum (KAO) untuk masing-masing variasi dan nilai sifat-sifat Marshall pada KAO secara grafis.
- e. Setelah mendapat KAO pada variasi getah karet 0%, 2%, 4% dan 6% dibuat 3 buah benda uji tiap variasi. Dilakukan pembuatan benda uji dan pengujian Marshall seperti sebelumnya. Sehingga didapat nilai karakteristik marshall meliputi: stabilitas, *flow*, *Marshall Quotient* (MQ), Rongga Antara Mineral Agregat (VMA), Rongga Udara dalam campuran(VIM) dan Rongga Terisi aspal (VFA) pada kondisi KAO aktual.
- f. Dari keempat getah karet kemudian dibuat tabel, untuk dapat dibandingkan pada variasi getah karet berapa persen yang memenuhi persyaratan sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 tentang sifat-sifat campuran lapisan aspal beton (*AC-Base*) yang dapat dilihat pada Tabel 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium pengujian aspal didapatkan data seperti pada Tabel 2, dapat dilihat bahwa nilai berat jenis, penetrasi, titik lembek dan daktilitas memenuhi persyaratan aspal pen 60/70.

Tabel 2. Hasil Pengujian Aspal

Jenis Pengujian	Spesifikasi	Hasil
Berat Jenis	≥ 1	1,02
Penetrasi (mm)	60-70	64,5
Titik Lembek ($^{\circ}\text{C}$)	≥ 48	50,75
Daktilitas (cm)	≥ 100	115,5

Hasil pengujian sifat fisik agregat kasar, agregat halus dan filler memnuhi persyaratan dan dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Hasil Pengujian

Jenis Pengujian	Spesifikasi	Hasil
Agregat Kasar (Batu 2/3")		
Berat Jenis	Min. 2,5	2,72
Penyerapan (%)	Maks. 3%	0,464
Abrasi (%)	Maks. 40%	20,10
Agregat Kasar (Batu 3/8")		
Berat Jenis	Min. 2,5	2,70
Penyerapan (%)	Maks. 3%	0,75
Abrasi (%)	Maks. 40%	21,48
Agregat Halus (Abu Batu)		

Berat Jenis	Min. 2,5	2,62
Penyerapan (%)	Maks. 3%	1,11
Agregat Halus (Abu Batu)		
Berat Jenis	Min. 2,5	2,58
Penyerapan (%)	Maks. 3%	1,11
Filler		
Berat Jenis	Min. 1	3,018
Lolos Ayakan (%)	≥ 75%	87,80

Kadar aspal optimum (KAO) masing-masing variasi penambahan getah karet dari hasil pengujian Marshall ini diperoleh untuk variasi getah karet 0% sebesar 5,39%, untuk 2% getah karet sebesar 5,16%, untuk 4% getah karet sebesar 5,063% dan untuk 6% getah karet sebesar 5%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin bertambahnya getah karet maka KAO akan semakin menurun.

Dari hasil pengujian didapat nilai sifat-sifat Marshall pada penambahan getah karet 0%, dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil uji Marshall getah karet 0%

Uraian	Kadar Getah Karet	
	0%	
	Grafis	Aktual
KAO (%)	5,39	
Stabilitas (kg)	2110,00	2204,28
Flow (mm)	5,00	4,54
MQ (kg/mm)	425,00	485,29
VIM (%)	4,30	4,90
VMA (%)	15,80	16,30
VFA (%)	73,00	69,96

Dari pengujian Marshall penambahan getah karet 0% didapat kadar aspal optimum dari grafik gabungan sebesar 5,39% dengan stabilitas sebesar 2.110 kg. Pada keadaan kadar aspal optimum aktual diperoleh stabilitas yang lebih besar yaitu 2312,37 kg. Namun kedua nilai tersebut sudah memenuhi spesifikasi minimum 1800 kg Secara grafis diperoleh hasil kelelahan (*flow*) sebesar 5 mm, VIM sebesar 4,30%, VMA sebesar 15,80%, VFA sebesar 73% dan nilai MQ sebesar 425 kg/mm. Pada kondisi aktual nilai *flow* turun 9,2%, VIM naik 19,95%, VMA naik 3,16%, VFA turun 4,16% dan nilai MQ naik 19,77% terhadap kondisi grafis.

Dari hasil penambahan getah karet 0% akan dibandingkan dengan hasil peambaan getah karet 2%, dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil uji Marshall getah karet 2%

Uraian	Kadar Getah Karet			
	0%		2%	
	Grafis	Aktual	Grafis	Aktual
KAO (%)	5,39		5,16%	
Stabilitas (kg)	2110	2204,28	2400	2467,02
Flow (mm)	5,00	4,54	5,20	4,64
MQ (kg/mm)	425	485,29	460	531,52
VIM (%)	4,30	4,90	4,10	4,43
VMA (%)	15,80	16,30	15,20	15,40
VFA (%)	73,00	69,96	73,00	71,22

Pada penambahan getah karet 2% didapat stabilitas yang lebih tinggi dibandingkan tanpa getah karet. Stabilitas yang didapat secara grafis pada kondisi kadar aspal optimum sebesar 2.400 kg dan pada kondisi aktual sebesar 2.467,02 kg. Peningkatan ini terjadi karena getah karet memiliki daya lekat yang tinggi sehingga saat tercampur dengan aspal dapat memperkuat campuran.

Penambahan getah karet 2% dibanding getah karet 0% pada campuran aspal pada kondisi grafis akan meningkatkan nilai *flow* sebesar 4% dan MQ sebesar 4,42% serta menurunkan nilai VIM sebesar 4,65%, VMA sebesar 3,80% dan VFA tetap. Sedangkan pada kondisi aktual nilai VFA meningkat 1,80%.

Dari hasil penambahan getah karet 0% akan dibandingkan dengan hasil peambaan getah karet 4%, dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil uji Marshall getah karet 4%

Uraian	Kadar Getah Karet			
	0%		4%	
	Grafis	Aktual	Grafis	Aktual
KAO (%)	5,39		5,063%	
Stabilitas (kg)	2110	3180	3180	3222,70
Flow (mm)	5,00	5,30	5,30	4,93
MQ (kg/mm)	425	580	580	653,18
VIM (%)	4,30	4,00	4,00	4,31
VMA (%)	15,80	14,80	14,80	15,07
VFA (%)	73,00	74,00	74,00	71,42

Pada penambahan getah karet 4% menunjukkan bahwa semakin bertambahnya getah karet maka stabilitas akan meningkat

menjadi 3.180 kg dibandingkan dengan penambahan getah karet 0% dan 2%. Pada kondisi aktual stabilitas naik 1,34% terhadap kondisi grafis.

Sedangkan pada nilai kelelahan (*flow*) baik grafis maupun aktual mengalami kenaikan menjadi 5,30 mm dan 4,93 mm. Nilai VIM dan VMA mengalami penurunan baik secara grafis maupun aktual terhadap getah karet 0%. Nilai VIM turun menjadi 4% dan 4,31% serta nilai VMA menjadi 14,80% dan 15,07%. Dan nilai VFA yang diperoleh secara grafis dan aktual mengalami kenaikan sebesar 1,37% dan 2,07%. Nilai MQ naik menjadi 580 kg/mm dan pada kondisi aktual naik 12,62% terhadap kondisi grafis.

Dari hasil penambahan getah karet 0% akan dibandingkan dengan hasil penambahan getah karet 6%, dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil uji Marshall getah karet 6%

Uraian	Kadar Getah Karet			
	0%		6%	
	Grafis	Aktual	Grafis	Aktual
KAO (%)	5,39		5,00%	
Stabilitas (kg)	2110	2204,28	2810	2838,28
Flow (mm)	5,00	4,54	5,50	5,74
MQ (kg/mm)	425	485,29	530	494,58
VIM (%)	4,30	4,90	4,00	3,97
VMA (%)	15,80	16,30	15,00	14,63
VFA (%)	73,00	69,96	74,00	72,93

Stabilitas menjadi 2.810 kg pada campuran dengan getah karet 6%, pada kondisi aktual stabilitas meningkat menjadi 2.838,28 kg. Nilai *flow* naik 10% terhadap campuran aspal dengan getah karet 0% secara grafis dan naik 26,43% pada kondisi aktual. Nilai VIM mengalami penurunan pada kondisi grafis menjadi 4% dan 3,97% pada kondisi aktual. Nilai VIM 15% pada grafis dan 14,63% pada kondisi aktual, spesifikasi minimum 13% masih terpenuhi. Nilai VFA secara grafis naik menjadi 74% dan pada kondisi aktual meningkat menjadi 72,93%. Dan nilai MQ pada secara grafis dan aktual

meningkat menjadi 530 kg/mm dan 494,58 kg/mm.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa data yang telah dilakukan terhadap penambahan getah karet 0%, 2%, 4% dan 6% pada campuran *Asphalt Concrete-Base (AC-Base)* menunjukkan peningkatan stabilitas dan memenuhi sifat-sifat Marshall serta menurunnya kadar aspal. Dari keempat variasi penambahan getah karet pada penambahan getah karet 4% dengan kadar aspal optimum 5,036% terjadi peningkatan terbesar dibanding penambahan getah karet yaitu sebesar 50,71% secara grafis dan 46,20% secara aktual.

Nilai *flow* sebesar 5,30 mm, VIM sebesar 4%, VMA sebesar 14,80%, VFA sebesar 74% dan MQ sebesar 580 kg/mm secara grafis. Dan pada kondisi aktual nilai *flow* sebesar 4,93mm, VIM sebesar 4,31%, VMA sebesar 15,07%, VFA sebesar 71,42% dan MQ sebesar 654,18 kg/mm.

DAFTAR PUSTAKA

- Amal, A.S. (2011). *Pemanfaatan Getah Karet Pada Aspal AC 60/70 Terhadap Stabilitas Marshall Pada Asphalt Treated Base (ATB)*, Jurnal Media Teknik Sipil, Vol. 9, No.1, Februari 2011: 8-16.
- Al-mukarrom, M.R. (2014). *Kualitas Aspal Sintesis Dari Ban Bekas, Limbah Plastik (HDPE & PET) Dengan Menggunakan Pelarut Minyak*, Tugas Akhir, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.
- Badan Standarisasi Nasional. RSNI M 01-2003. *Metode Pengujian Campuran Beraspal dengan Alat Marshall*.
- Badan Standarisasi Nasional. SNI 1969-2016. *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar*.
- Badan Standarisasi Nasional. SNI 2417-2016, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus*.

- Badan Standarisai Nasional. SNI 2417-2008.
Metode Pengujian Abrasi dengan Mesin Los Angeles.
- Badan Standarisai Nasional. SNI 2432-2011.
Metode Uji Daktilitas Aspal.
- Badan Standarisai Nasional. SNI 2434-2011.
Cara Uji Titik Lembek Aspal dengan Alat Cincin dan Bola (ring and ball).
- Badan Standarisai Nasional. SNI 2441-2011.
Metode Pengujian Berat Jenis Aspal Keras.
- Badan Standarisai Nasional. SNI 2456-2011.
Metode Uji Penetrasi Aspal.
- Badan Standarisai Nasional SNI 3407:2008.
Metode Pengujian Sifat Kekekalan Agregat dengan Cara Perendaman menggunakan Larutan Natrium Sulfat atau Magnesium Sulfat.
- Badan Standarisai Nasional. SNI ASTM C117:2012 *Metode Uji untuk Analisa Saringan Agregat Kasar dan Agregat Halus.*
- Direktorat Jendral Bina Marga. (2018). *Spesifikasi Umum Divisi 6 Campuran Beraspal Panas.*
- Ferdilla, S, C. (2018). *Pengaruh Penambahan Bahan Alami Lateks (Getah Karet) Terhadap Karakteristik Beton Aspal Lapis Pengikat Dengan Pengujian Marshall.* Skripsi Universitas Riau Pekanbaru.
- Hendarsin, S, L. (2000). *Penuntun Praktis Perencanaan Teknik Jalan Raya,* Politeknik Negeri Bandung – Jurusan Teknik Sipil, Bandung.
- Sukirman, S. (2007). *Beton Aspal Campuran Panas,* Yayasan Obor Indonesia: Jakarta.
- Yamin, A. (2002). *Kinerja Campuran Beraspal di Indonesia, Desiminasi Spesifikasi Baru Campuran Beraspal Panas dengan Alat PRD.* Puslitbang Prasarana Transportasi Bandung.