

Pengaruh Penambahan Karet Alam (Lateks) Pada Campuran Aspal HRS-WC Dengan Abu Terbang (*Fly Ash*) Sebagai *Filler*

Iyan Irnandi Rahmawan

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Bendungan Sigura-gura No.2 Malang, Jawa Timur.

E mail: iyanirnandirahmawan@gmail.com

Abstrak- Peningkatan volume lalu lintas yang semakin pesat dapat mengakibatkan tingkat kerusakan seperti deformasi terhadap lapis permukaan jalan yang disebabkan oleh pengaruh beban lalu lintas yang berlebihan (overload), maka diperlukan kualitas perencanaan campuran perkerasan jalan yang baik. Lateks dapat meningkatkan nilai stabilitas yang tinggi, namun semakin bertambahnya kadar lateks pada campuran dapat meingkatkan nilai flow semakin tinggi, sedangkan untuk penggunaan filler fly ash setiap penambahan kadarnya menghasilkan nilai flow yang semakin rendah, oleh karena itu penelitian ini diharapkan menghasilkan campuran perkerasan HRS-WC yang lebih baik.

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi ITN Malang pada tanggal 2 April 2019 sampai 10 April 2019. Pada penelitian ini menggunakan variasi kadar aspal 7%, 7,5% , 8%, variasi kadar fly ash 4%, 5%, 6%, dan variasi kadar lateks 7%, 8%, dan 9% untuk mencari kadar campuran yang optimum, ditinjau dari nilai karakteristik Marshall.

Hasil pengujian mendapatkan kadar optimum dengan nilai kadar aspal 7,5%. Menghasilkan nilai karakteristik Marshall dengan Stabilitas 954,38 kg, Flow 4,20%, VIM 4,03%, VMA 19,08%, Marshall Quotient 229,20 kg/mm, VFA 79,90%. Hasil pengujian mendapatkan campuran optimum dengan nilai kadar aspal 7,5%, kadar fly ash 4% dan kadar lateks 9%. Menghasilkan nilai karakteristik Marshall dengan Stabilitas 1104,72 kg (Naik 15,75%), Flow 3,40% (Turun 19,05%), VIM 4,85% (Naik 20,35%), VMA 19,77% (Naik 3,62%), Marshall Quotient 317,67 kg/mm (Naik 38,6%), VFA 75,24% (Turun 5,83%). Semua hasil pengujian pada campuran optimum memenuhi persyaratan spesifikasi HRS-WC yang telah

ditetapkan oleh Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga 2018. Hasil Analisa korelasi sebesar 0,99899, hal ini menyatakan adanya hubungan yang kuat. Hasil pengujian hipotesis didapatkan adanya pengaruh variasi kadar lateks, variasi kadar fly ash, dan variasi kadar aspal pada nilai karakteristik marshall.

Kata kunci : *HRS-WC, Marshall, Fly Ash*

1. Pendahuluan

Pembangunan infrastruktur di Indonesia semakin meningkat, salah satunya yaitu perkembangan pembangunan sarana dan prasarana transportasi sebagai peranan penting dalam berbagai aspek sosial dan perekonomian. Jalan raya merupakan transportasi darat yang paling sering digunakan untuk menghubungkan suatu tempat ke tempat lainnya.

Peningkatan volume lalu lintas yang semakin pesat dapat mengakibatkan tingkat kerusakan seperti deformasi terhadap lapis permukaan jalan yang disebabkan oleh pengaruh beban lalu lintas yang berlebihan (*overload*), maka diperlukan kualitas campuran perkerasan jalan yang baik dan mempunyai daya tahan atau keawetan yang tinggi. HRS/Lataston (*Hot Rolled Sheet/Lapisan Tipis Atas Beton*) adalah lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, bahan pengisi (*filler*) dan aspal keras dengan perbandingan tertentu (Sukirman, 2003).

Lateks merupakan salah satu jenis karet alam yang memiliki sifat daya tahan yang tinggi terhadap keretakan, mempunyai daya aus yang tinggi. Meningkatkan mutu campuran aspal dengan penambahan karet alam (*Lateks*) sebagai zat aditif yang diharapkan bisa meningkatkan karakteristik dari perkerasan jalan. Selain penambahan karet alam tersebut penggunaan *filler* abu batu di ganti dengan

fly ash. *Fly ash* merupakan limbah abu terbang sisa-sisa dari pembakaran batu bara yang dialirkan dari ruang pembakaran melalui ketel berupa semburan asap. Abu terbang dari batu bara mengandung unsur *pazzolan* yang berfungsi sebagai bahan pengisi rongga, penambahan bahan tambah lateks dan penggunaan *fly ash* sebagai *filler* dengan harapan menghasilkan lapisan perkerasan HRS-WC yang lebih baik dan dapat memperpanjang umur rencana pelayanan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Agregat

Menurut Sukirman, S (1999, p. 41) agregat merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan yaitu mengandung 90-95% berdasarkan persentase berat atau 75-85% agregat berdasarkan persentase volume. Berdasarkan besar ukuran ayakan agregat dibedakan menjadi tiga macam yaitu :

- Agregat halus adalah agregat yang lolos ayakan No.8 atau 2,38 mm.
- Agregat kasar adalah agregat yang tertahan pada ayakan No. 8 atau 2,38 mm.
- Bahan pengisi/*filler* adalah bahan berbutir halus yang lolos ayakan No. 30 dimana persentase berat butir yang lolos ayakan No. 200 minimum 65%.

2.2 Bahan Pengisi (*Filler*)

Menurut Tahir, Anas (2009, p. 259) *Filler* adalah bahan pengisi yang ditambahkan harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan harus mengandung bahan yang lolos saringan No. 200 (75 micron) tidak kurang dari 75% dari yang lolos saringan No. 300 (600 micron) dan mempunyai sifat non plastis serta harus memenuhi gradasi. Berikut ini adalah Tabel 1. yang berisi tentang ketentuan mengenai bahan pengisi (*Filler*)

Tabel 1. Syarat gradasi bahan pengisi (*filler*)

Ukuran Saringan	% Lolos
No. 30 (0,59 mm)	100
No. 50 (0,279 mm)	95 – 100
No. 100 (0,149)	90 – 100
No. 200 (0,075)	65 – 100

(Sumber: Bina Marga, 1995)

2.3 Gradasi Campuran Beton Aspal

Menurut Sukirman, S (1992) gradasi agregat diperoleh dari hasil analisa ayakan dengan menggunakan satu set ayakan dimana ayakan yang paling kasar diletakkan di atas dan yang paling halus diletakkan paling bawah. Menurut Spesifikasi Umum Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur 2018, rancangan dan perbandingan campuran untuk gradasi agregat gabungan

mempunyai jarak terhadap batas-batas yang diberikan dalam Tabel 2. sebagai berikut :

Tabel 2. Gradasi Agregat Campuran Gabungan Untuk Campuran Aspal

Ukuran Saringan		Persen Berat Lolos
(mm)	(ASTM)	HRS-A
37,5	1,5"	-
25,0	1"	-
19,0	3/4"	100
12,7	1/2"	80-100
9,5	3/8"	60-85
4,75	#4	56-80
2,36	#8	53-78
1,18	#16	40-70
0,600	#30	25-60
0,300	#50	13-48
0,150	#100	8-30
0,075	#200	5-10

(Sumber Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur, 2018)

2.4 Aspal (Bahan Pengikat)

Menurut Amal, Andi S (2011, p. 9) aspal adalah material yang berwarna hitam atau coklat tua dan berfungsi sebagai bahan pengikat, pada temperature ruang terbentuk padat samapi agak padat, sebagian besar terbentuk dari unsure hidrokarbon yang disebut bitumen, sehingga seringkali aspal disebut pula *bitumenous* material. Sebagai salah satu konstruksi bahan perkerasan lentur, aspal merupakan komponen kecil, umumnya hanya berkisar 4-10% berdasarkan volume tetapi merupakan komponen yang relative mahal.

Beberapa jenis aspal yang biasa digunakan sebagai material perkerasan jalan yaitu :

- Aspal alam
Aspal alam di Indonesia ditemukan di P. Buton, Sulawesi Tenggara (Asbuton).
- Bitumen (aspal buatan)
Aspal buatan adalah bitumen yang merupakan jenis aspal hasil penyulingan minyak bumi yang mempunyai kadar parafin yang rendah dan disebut dengan *paraffin base crude oil*. Aspal buatan terdiri dari berbagai bentuk, yaitu bentuk padat, cair dan emulsi.
- Ter
Ter adalah istilah umum untuk cairan yang diperoleh dari mineral organis seperti kayu atau batu bara melalui proses pemijaran atau destilasi pada suhu tinggi tanpa zat asam.

Tabel 3. Spesifikasi Campuran Lataston (HRS-A)

Sifat Campuran		Spesifikasi
		HRS-A
Kadar Aspal Efektif	Min	6,3
Kadar Penyerapan Aspal	Max	1,7
Kadar Aspal Total (% terhadap berat total)	Min	7,3
Kadar Rongga Udara Dari Campuran Padat (% terhadap volume total campuran)	Min	4
	Max	6
Rongga Diantara Mineral Agregat (VMA) (%)	Min	18
Rongga Terisi Aspal (VFA) (%)	Min	68
Stabilitas Marshall (Kg)	Min	450
Pelelehan (Flow), mm	Min	3
	Max	-
Marshall Quotient (kg/mm)	Min	250

(Sumber Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur, 2018)

2.5 Lateks (Karet Alam)

Lateks adalah getah yang dikeluarkan oleh pohon karet merupakan larutan koloid dengan partikel karet dan bukan karet yang tersuspensi didalam suatu media yang banyak mengandung bermacam-macam zat (*substance*). Karet alam adalah hidrokarbon yang merupakan makro molekul *poliisoprene* (C₅H₈). Rantai *poliisoprene* tersebut membentuk konfigurasi "Cis" dengan susunan ruang yang teratur, sehingga rumus kimianya 1,4 CIS *poliisoprene* mempunyai sifat kenyal (elastis). Sifat kenyal tersebut berhubungan dengan viskositas atau plastisitas karet.

Lateks diperoleh dari getah beberapa jenis tumbuhan karet dengan cara melukai kulit pohon sehingga pohon akan memberikan respon yang menghasilkan lebih banyak *lateks* Pada suhu normal, karet tidak berbentuk (*amorf*). Pada suhu rendah karet akan mengkristal. Dengan meningkatnya suhu, karet akan mengembang, Penurunan suhu akan mengembalikan keadaan mengembang ini. Inilah alasan mengapa karet bersifat elastis. Karet terdiri dari senyawa kimia yang disebut hidrokarbon. Hidrokarbon dari karet alam tersusun atas rantairantai panjang yang mengandung 1000-5000 unit *isoprene*. Rantai merupakan rantai *polyisoprene* (C₅H₈), Susunan ruang demikian membuat karet mempunyai sifat kenyal. Pada setiap ikatan *isoprene* terdapat ikatan rangkap gugus metilen, gugus ini merupakan gugus reaktif yang dapat menyebabkan reaksi oksidasi sehingga dapat merusak karet (Hofman, 1989).

2.6 Abu Terbang Batu Bara (*Fly Ash*)

Menurut Tahir, Anas (2009, p. 264) Abu Terbang / *fly ash* merupakan bahan organik sisa pembakaran batu bara dan terbentuk dari perubahan bahan mineral karena proses pembakaran. Pada pembakaran batu bara dalam pembangkit tenaga listrik terbentuk dua jenis abu yakni abu terbang (*Fly Ash*) dan abu dasar (*bottom ash*). Berikut ini adalah hasil komposisi kimia abu terbang pada tabel 4.:

Tabel 4. Komposisi Kimia pada Abu Terbang

No.	Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji
1	SiO ₂	%	48,51
2	Al ₂ O ₃	%	15,3
3	Fe ₂ O ₃	%	8,68
4	CaO	%	3,76
5	Na ₂ O	%	1,71
6	K ₂ O	%	1,05
7	MgO	%	2,21
8	H ₂ O	%	18,76

(Sumber: Anas Tahir, 2009 p. 269)

2.7 Karakteristik Campuran

Menurut Sukirman (1999, p. 178) karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh campuran aspal beton campuran panas adalah :

- a. Stabilitas
Stabilitas lapisan perkerasan jalan adalah kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur ataupun bleeding.
- b. Durabilitas (keawetan/daya tahan)
Durabilitas diperlukan pada lapisan permukaan sehingga lapisan dapat mampu menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air dan perubahan suhu ataupun keausan akibat gesekan kendaraan.
- c. Fleksibilitas (kelenturan)
Fleksibilitas pada lapisan perkerasan adalah kemampuan lapisan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa menimbulkan retak dan perubahan volume.
- d. Tahanan geser (*skid resistance*)
Tahanan geser adalah kekesatan yang diberikan oleh perkerasan sehingga kendaraan tidak mengalami slip baik di waktu hujan atau basah maupun diwaktu kering. Kekesatan dinyatakan dengan koefisien gesek antar permukaan jalan dan kendaraan.
- e. Kedap air
Kedap air adalah kemampuan lapisan untuk menahan air agar tidak menembus pori-pori lapisan.
- f. Kemudahan pekerjaan (*workability*)

Yang dimaksud dengan kemudahan pelaksanaan adalah mudahnya suatu campuran untuk dihampar dan dipadatkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan yang diharapkan.

- g. Ketahanan kelelahan (*fatigue resitance*)
Ketahanan kelelahan adalah ketahanan dari lapis aspal beton dalam menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelahan yang berupa alur (ruting) dan retak.

3. Metode Penelitian

3.1 Lokasi Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini meliputi pengujian agregat, pengujian aspal, pengujian campuran agregat aspal dan pegujian agregat aspal ditambah *Lateks* yang dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi, Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Bendungan Sigura-gura No.2 Malang, Jawa Timur.

3.2 Tahap Studi

Penelitian ini dilakukan dengan mengidentifikasi permasalahan perkerasan jalan yang sering terjadi, salah satunya retaknya lapisan perkerasan jalan yang diakibatkan oleh beban kendaraan lalu lintas dan akibat faktor dari cuaca. Maka dari itu, perlu diadakannya penelitian untuk meningkatkan kualitas mutu campuran aspal. Pada tahap studi literatur, referensi didapatkan dari laporan penelitian dan jurnal-jurnal penelitian terdahulu yang pernah dilakukan dengan topik penelitian yang berkaitan.

3.3 Persiapan Penelitian

Persiapan penelitian pada pengujian bahan campuran dilakukan terhadap agregat dan aspal yang bertujuan untuk mendapatkan mutu campuran beraspal yang sesuai dan memenuhi standar campuran aspal, pengujian agregat dan aspal sebagai bahan campuran *Hot Rolled Sheet-Wearing Course*. Pengujiannya mengacu kepada standar AASHTO (*The American Association of State Higway and Transportation Officials*). BS (*British Standard*) dan ASTM (*American Society for Testing and Materials*). Pengujian tersebut meliputi tabel 5. dan tabel 6. sebagai berikut :

Tabel 5. Pengujian Benda Uji Agregat

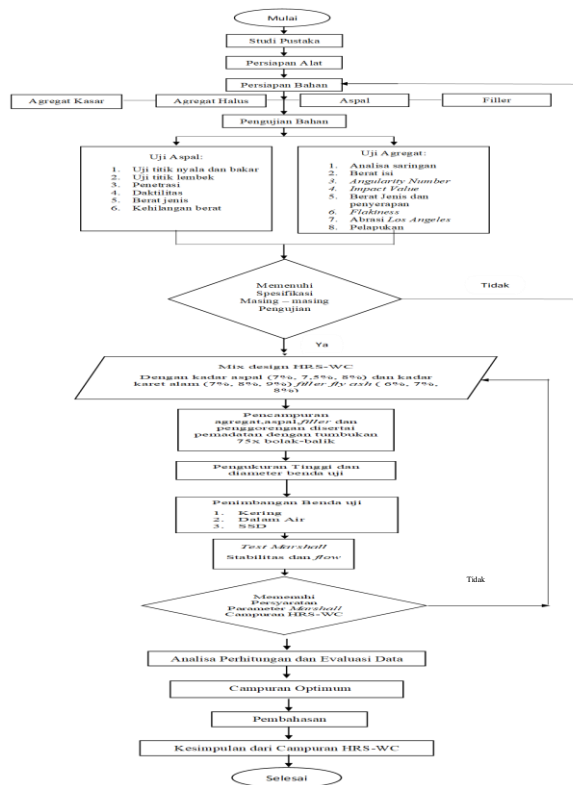
NO.	PENGUJIAN AGREGAT	STANDAR ACUAN PENGUJIAN
1	Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar	AASHTO T-27-82 ASTM C-136-46
2	Berat Isi Agregat	AASHTO T-19-80 ASTM-C-29-71
3	Angka Angularitas (<i>Anglarity Number</i>)	BS 812 : Part 1 : 1975
4	Indeks Kepipihan (<i>Flakines Index</i>)	BS 812 : Part 1 : 1975
5	Kekuatan Agregat Terhadap Tumbukan (<i>Agregat Impact Value</i>)	BS 812 : Part 3 : 1975)
6	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat halus	AASHTO T-84-81
7	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	AASHTO T-85-81
8	keausan Agregat dengan Menggunakan Alat Abrasi Los Angeles	AASHTO T-96-77 1982

Tabel 6. Pengujian Benda Uji Aspal

NO.	PENGUJIAN ASPAL	STANDAR ACUAN PENGUJIAN
1	Pemeriksaan Penetrasi Bahan-Bahan Bitumen	AASHTO T-49-80 ASTM D-5-71
2	Pemeriksaan Titik Nyala dan bakar	AASHTO T-48-81 ASTM D-92-52
3	Pemeriksaan Titik Lembek Aspal dan Ter	AASHTO T-53-89
4	Pemeriksaan Berat Jenis Bitumen Keras dan Ter	AASHTO T-226-79
5	Penurunan Berat Minyak aspal	AASHTO T-47-82
6	Daktalitas Bahan-bahan Bitumen	AASHTO T-51-81

3.4 Prosedur Penelitian

Metode penelitian disusun untuk memberikan kemudahan dalam pelaksanaan sebuah penelitian sehingga berjalan lebih tepat efektif dan efisien. Tahapan prosedur pelaksanaan ini tergambar dalam suatu bagan alir metode penelitian. Adapun langkah-langkah yang akan dilakukan dalam melaksanakan penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

3.5 Pembuatan Sampel Benda Uji

Dala suatu penelitian, populasi sampel sangat penting untuk tingkat ketelitian dalam pengujian. Untuk penelitian ini direncanakan jumlah sampel sebagai tabel 7, 8, dan 9 berikut:

Tabel 7. Jumlah Sampel pada Kadar Aspal 7%

Lateks %	Filler fly ash %			Jumlah Sampel
	4%	5%	6%	
7%	5 buah	5 buah	5 buah	15 buah
8%	5 buah	5 buah	5 buah	15 buah
9%	5 buah	5 buah	5 buah	15 buah
Total				45 buah

Tabel 8. Jumlah Sampel pada Kadar Aspal 7,5%

Lateks %	Filler fly ash %			Jumlah Sampel
	4%	5%	6%	
7%	5 buah	5 buah	5 buah	15 buah
8%	5 buah	5 buah	5 buah	15 buah
9%	5 buah	5 buah	5 buah	15 buah
Total				45 buah

Tabel 9. Jumlah Sampel pada Kadar Aspal 8%

Lateks %	Filler fly ash %			Jumlah Sampel
	4%	5%	6%	
7%	5 buah	5 buah	5 buah	15 buah
8%	5 buah	5 buah	5 buah	15 buah
9%	5 buah	5 buah	5 buah	15 buah
Total				45 buah

3.8 Pengumpulan Data

Data dikumpulkan dari hasil pengujian terhadap aspal, agregat, campuran antara aspal dan agregat untuk perkerasan *Hot Rolled Sheet – Wearing Course* (HRS-WC). Berdasarkan persyaratan dan spesifikasi yang telah ditentukan dan dilakukan pengujian terhadap nilai stabilitas, *flow*, VIM, VMA, dan *Marshall Quotient* terhadap seluruh benda uji dengan menggunakan alat *marshall*. Pengambilan data pada alat *marshall* dilakukan dengan mencatat besarnya gaya yang didapat menghancurkan benda uji tersebut. Dari pengujian *marshall*, akan didapatkan campuran yang optimum.

3.9 Teknik Penambahan Karet Alam Terhadap Campuran

Dalam penelitian ini penulis menggunakan cara kering (*dry process*), merupakan cara pencampuran dimana *lateks* dimasukkan kedalam agregat yang sudah di campurkan aspal pada suhu 140°C, dilakukan pemadatan dengan suhu 121°C.

3.10 Mencari Kadar Aspal Rencana (Tengah)

Kadar aspal total dalam campuran beton aspal adalah kadar aspal efektif yang membungkus atau menyelimuti butir-butir agregat, mengisi pori antar agregat, ditambah dengan kadar aspal yang akan terserap masuk ke dalam pori masing-masing butir agregat. Untuk rancangan campuran di laboratorium dipergunakan kadar aspal tengah/ideal. Kadar aspal tengah yaitu nilai tengah dari rentang kadar aspal dalam spesifikasi campuran. Kadar aspal tengah dapat pula ditentukan dengan mempergunakan rumus dari spesifikasi Depkimpraswil 2002 di bawah ini :

$$P_b = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (FF) + K \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

P_b : Kadar aspal rencana (tengah/ideal), persen terhadap berat campuran

CA : Agregat kasar, persen agregat tertahan saringan No. 8

FA : Agregat halus, persen agregat lolos saringan No. 8 dan tertahan saringan No. 200

FF : Persen agregat minimal 75% lolos saringan No. 200

K : Konstanta (2-3 untuk lataston)

Jika kadar aspal rencana (tengah/ideal) diperoleh adalah a%, maka benda uji dibuat untuk kadar aspal masing-masing berbeda 0,5% dimana 2 variasi kurang dari nilai kadar aspal tengah. Contoh, jika kadar aspal tengah adalah 7,5%, maka dibuat variasi campuran 7%, 7,5%, 8%.

4 Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Pengujian Agregat

Dari hasil pengujian agregat di Laboratorium Bahan Konstruksi, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Bendungan Sigura – gura No.2 Malang, Jawa Timur, diketahui bahwa agregat dari desa Danuredjo memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 untuk digunakan sebagai bahan material perkerasan jalan untuk campuran beraspal panas seperti pada tabel 10. berikut ini:

Tabel 10. Hasil Pengujian Agregat Terhadap Spesifikasi

No.	Pengujian	Hasil	Spesifikasi Umum Binda Marga 2018	Keterangan	
1	Berat Isi Agregat 10/10	1,44 gr/cm ³			
		1,45 gr/cm ³			
		1,44 gr/cm ³			
2	Berat Isi Agregat 5/10	1,41 gr/cm ³			
		1,41 gr/cm ³			
		1,42 gr/cm ³			
3	Berat Isi Agregat 0/5	1,46 gr/cm ³			
		1,49 gr/cm ³			
		1,45 gr/cm ³			
4	Angka Angularitas Agregat 10/10	5,75	0 - 12	Memenuhi	
5	Flakiness	18,96 %	Maks 25%	Memenuhi	
6	Impact Value 10/10	7,830 %	Maks. 30%	Memenuhi	
7	Berat Jenis Agregat 10/10	2,67 gr/cm ²	Min. 2,5	Memenuhi	
		Penyerapan Agregat 10/10	1,99 %	Maks. 3%	Memenuhi
		8	Berat Jenis Agregat 5/10	2,53 gr/cm ²	Min. 2,5
Penyerapan Agregat 5/10	2,56 %	Maks. 3%		Memenuhi	
9	Berat Jenis Agregat 0/5	2,60 gr/cm ²		Min. 2,5	Memenuhi
		Penyerapan Agregat 0/5	2,56 %	Maks. 3%	Memenuhi
		10	Kekekalan Agregat Halus	0,196 %	Maks. 18%
Kekekalan Agregat Kasar	0,096 %			Maks. 12%	
11	Keausan Agregat 10/10	16,22 %	Min. 30%	Memenuhi	

4.2 Hasil Pengujian Aspal

Dari hasil pengujian aspal pertamina penetrasi 60/70 yang di uji di Laboratorium Bahan Konstruksi, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Bendungan Sigura – gura No.2 Malang, Jawa Timur, dapat di lihat dalam tabel 4.15 bahwa aspal pertamina dengan penetrasi 60/70 memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 sebagai bahan pengikat yang dicampur dengan agregat sehingga menjadi campuran beraspal. Pengujian aspal yang dilakukan meliputi pengujian penetrasi aspal, titik nyala dan titik bakar aspal, titik lembek aspal, daktilitas, berat jenis dan kehilangan berat minyak dan aspal.

Tabel 11. Hasil Pengujian Aspal Keras Penetrasi 60/70 Terhadap Spesifikasi

No	Pengujian	Hasil	Spesifikasi Umum Bina Marga 2018	Keterangan
1	Penetrasi Sebelum Kehilangan Berat	69,70 10 ⁻¹ mm	60 - 70	Memenuhi
2	Penetrasi Setelah Kehilangan Berat	68,60 10 ⁻¹ mm	Min. 54	Memenuhi
3	Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal	314/319 °c	Min. 232	Memenuhi
4	Titik Lembek Aspal dan Ter Sebelum Kehilangan Berat	54,5 °c	Min. 48	Memenuhi
5	Titik Lemebk Aspal dan Ter Setelah Kehilangan Berat	53,5 °c	Min. 48	Memenuhi
6	Berat Jenis Aspal Keras	1,125 gr/cm ²	Min. 1	Memenuhi
7	Kehilangan Berat Minyak	0,187 %	Maks. 0,8	Memenuhi
8	Daktilitas Sebelum Kehilangan Berat	150 cm	Min. 100 cm	Memenuhi
9	Daktilitas Setelah Kehilangan Berat	122,5 cm	Min. 100 cm	Memenuhi

4.3 Analisa Pembahasan

4.3.1 Campuran Kadar Optimum

Menentukan campuran kadar yang optimum dengan cara mengambil nilai parameter marshall yaitu stabilitas dengan nilai yang tertinggi dan dari nilai parameter marshall seperti Flow, VIM, VMA, Marshall Quotient, dan VFA memenuhi syarat DPU Bina Marga 2018.

Tabel 12. Data Pengujian Stabilitas Campuran HRS-WC

No.	Kadar Aspal (%)	Kadar Filler (%)	Kadar Lateks (%)	Stabilitas (Kg)
1	7	4	7	905.06
2	7	4	8	929.64
3	7	4	9	970.04
4	7	5	7	905.06
5	7	5	8	968.51

6	7	5	9	962.09
---	---	---	---	--------

Tabel 12. Lanjutan

7	7	6	7	883.39
8	7	6	8	952.11
9	7	6	9	908.86
10	7.5	4	7	961.22
11	7.5	4	8	960.03
12	7.5	4	9	1104.72
13	7.5	5	7	978.30
14	7.5	5	8	1038.40
15	7.5	5	9	1086.46
16	7.5	6	7	941.23
17	7.5	6	8	977.56
18	7.5	6	9	980.18
19	8	4	7	949.70
20	8	4	8	944.41
21	8	4	9	1006.24
22	8	5	7	936.63
23	8	5	8	969.44
24	8	5	9	1034.10
25	8	6	7	927.69
26	8	6	8	960.47
27	8	6	9	972.88

Tabel 14. Perbandingan Antara Campuran HRS-WC Tanpa Lateks dan *Filler* Dengan Campuran HRS-WC Menggunakan Lateks dan *Filler*

Karakteristik Campuran	Tanpa lateks dan <i>filler fly ash</i>	Dengan Campuran optimum lateks dan <i>filler fly ash</i>	Pengaruh	Syarat HRS-WC	Keterangan
Stabilitas (kg)	954,38	1104,72	Naik (15,75%)	Min. 450	Memenuhi syarat
Flow (mm)	4,20	3,40	Turun (19,05%)	Min. 3	Memenuhi syarat
VIM (%)	4,03	4,85	Naik (20,35%)	4 – 6	Memenuhi syarat
VMA (%)	19,08	19,77	Naik (3,62%)	Min. 18	Memenuhi syarat
MQ (kg/mm)	229,20	317,67	Naik (38,6%)	Min. 250	Memenuhi syarat
VFA (%)	79,90	75,24	Turun (5,83)	Min. 68	Memenuhi syarat

4.3.3 Pengaruh Penambahan Lateks pada Campuran HRS-WC

- Stabilitas

Grafik hubungan kadar campuran lateks dengan menggunakan *filler fly ash* antara nilai stabilitas pada campuran HRS-WC (*Hot Rolled Sheet – Wearing Course*) dapat dilihat pada gambar 2. dan 3. dibawah ini:

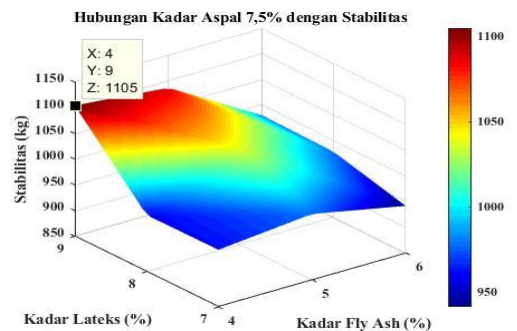
Nilai campuran optimum yang diperoleh dari stabilitas tertinggi yaitu sebesar 1104,72 kg. Pada campuran kadar aspal 7,5%, kadar fly ash 4%, dan kadar lateks 9%. Nilai parameter karakteristik *Marshall* pada campuran optimum yang telah didapatkan dapat dilihat di tabel 13 sebagai berikut:

Tabel 13. Nilai Parameter Karakteristik *Marshall* Dengan Campuran HRS-WC

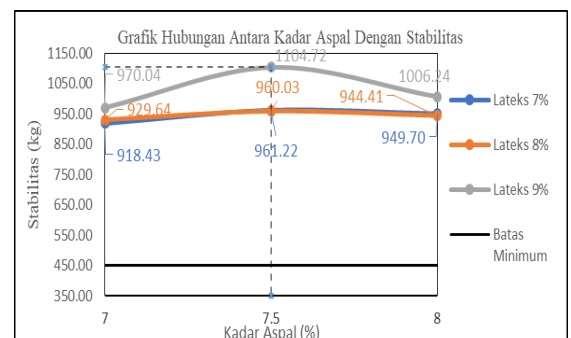
Karakteristik Marshall	Hasil Penelitian	Spesifikasi Umum Bina Marga 2018	Keterangan
Stabilitas (kg)	1104,72	Min. 450	Memenuhi
Flow (mm)	3,40	Min. 3	Memenuhi
VIM (%)	4,85	4-6	Memenuhi
VMA (%)	19,77	Min. 18	Memenuhi
MQ (kg/mm)	317,67	Min. 250	Memenuhi
VFA (%)	75,24	Min. 68	Memenuhi

4.3.2 Perbandingan Antara Campuran HRS-WC Tanpa Lateks dan *Filler* Dengan Campuran HRS-WC Menggunakan Lateks dan *Filler*

Data pada campuran HRS-WC tanpa lateks dan *filler fly ash* diambil dari data kadar optimum dan untuk penambahan kadar lateks dan *filler fly ash* digunakan pada keadaan campuran optimum. Untuk perbandingan dapat dilihat pada tabel dibawah ini :



Gambar 2. Hubungan Kadar Aspal 7,5% Dengan Stabilitas (3D)



Grafik 3. Hubungan Kadar Aspal 7,5% Dengan Stabilitas Menggunakan *Fly Ash* (2D)

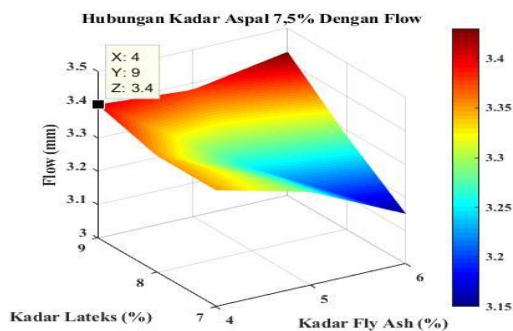
Berdasarkan hasil penelitian dari gambar 2. dan 3. terlihat bahwa penambahan lateks mengalami kenaikan sampai dengan kadar campuran lateks

optimum. Nilai stabilitas semakin meningkat sampai tercapai kadar lateks optimum yaitu 1104,72 kg.

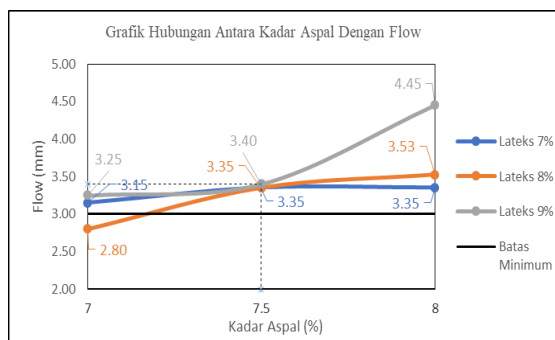
Hasil pengujian hipotesis untuk stabilitas didapatkan H_0 ditolak dan H_a diterima ($F_{hitung} = 6,913 > F_{tabel} = 3,01$), Hal ini menyatakan bahwa ada pengaruh variasi kadar campuran lateks pada nilai stabilitas. Berdasarkan analisa regresi untuk stabilitas didapatkan persamaan $y = 1,0232 + 81,241x_1 + (-41,919)x_2 + 47,683x_3$ dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,99899. Hal ini menyatakan bahwa adanya hubungan yang kuat atau erat karena nilai koefisien korelasi mendekati angka 1.

- *Flow* (Kelelahan)

Grafik hubungan kadar campuran lateks dengan menggunakan filler *fly ash* antara nilai *flow* pada campuran HRS-WC (*Hot Rolled Sheet – Wearing Course*) dapat dilihat pada gambar 4. dan 5. dibawah ini:



Gambar 4. Hubungan Kadar Aspal 7,5% Dengan *Flow* (3D Matlab)



Gambar 5. Hubungan Kadar Aspal Dengan *Flow* Menggunakan *Fly Ash* (2D Excel)

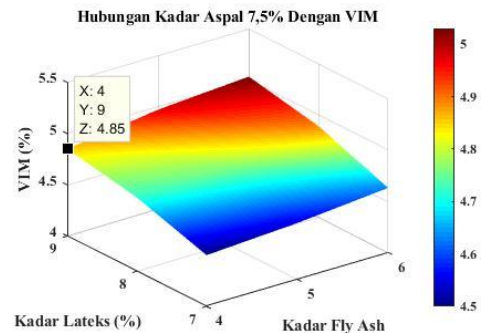
Berdasarkan hasil penelitian dari gambar 4 dan 5 terlihat bahwa setiap penambahan kadar lateks semakin tinggi nilai *flow* yang didapat. Hasil pengujian hipotesis untuk *flow* didapatkan H_0 ditolak dan H_a diterima ($F_{hitung} = 13,440 > F_{tabel} = 3,01$), Hal ini menyatakan bahwa ada pengaruh variasi kadar campuran lateks pada nilai *flow*.

Berdasarkan analisa regresi untuk *Flow* didapatkan persamaan $y = -0,00252 + 0,322499x_1 + (-0,08421)x_2 + 0,172481x_3$ dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,99831. Hal ini menyatakan bahwa

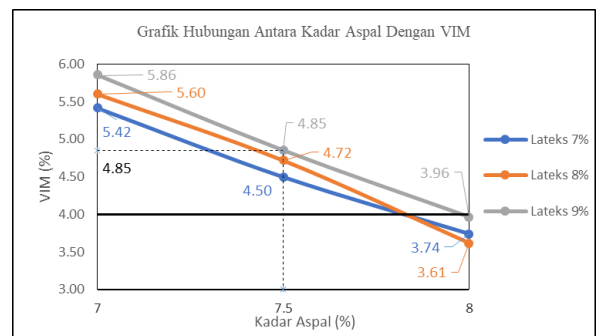
adanya hubungan yang kuat atau erat karena nilai koefisien korelasi mendekati angka 1.

- *Void In The Mix* (VIM) / Rongga Udara Dalam Campuran

Grafik hubungan kadar campuran lateks dengan menggunakan filler *fly ash* antara nilai VIM pada campuran HRS-WC (*Hot Rolled Sheet – Wearing Course*) dapat dilihat pada gambar 6 dan 7 dibawah ini:



Gambar 6 Hubungan Kadar Aspal 7,5% Dengan VIM (3D Matlab)



Gambar 7. Hubungan Kadar Aspal Dengan VIM Menggunakan *Fly Ash* (2D Excel)

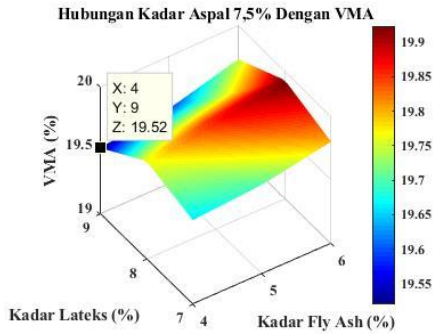
Berdasarkan hasil penelitian dari gambar 6 dan 7 terlihat bahwa setiap penambahan kadar lateks semakin tinggi nilai VIM yang didapat dan setiap penambahan kadar aspal nilai VIM semakin menurun. Hasil pengujian hipotesis untuk VIM didapatkan H_0 ditolak dan H_a diterima ($F_{hitung} = 10,655 > F_{tabel} = 3,01$), Hal ini menyatakan bahwa ada pengaruh variasi kadar campuran lateks pada nilai VIM.

Berdasarkan analisa regresi untuk VIM didapatkan persamaan $y = 0,0352 + (-0,21495)x_1 + 0,2589x_2 + 0,627491x_3$ dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,986278. Hal ini menyatakan bahwa adanya hubungan yang kuat atau erat karena nilai koefisien korelasi mendekati angka 1.

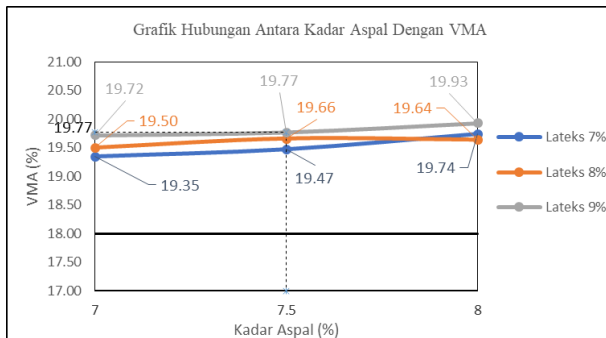
- *Void In Mineral Agregat* (VMA) / Rongga Diantara Mineral Agregat

Grafik hubungan kadar campuran lateks dengan menggunakan filler *fly ash* antara nilai VMA pada campuran HRS-WC (*Hot Rolled Sheet – Wearing*

Course) dapat dilihat pada gambar 8 dan 9 dibawah ini:



Gambar 8 Hubungan Kadar Aspal 7,5% Dengan VMA (3D Matlab)



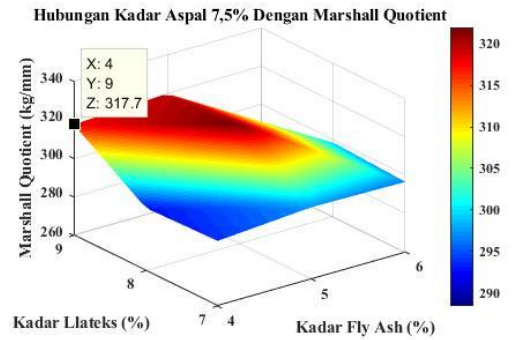
Gambar 9 Hubungan Kadar Aspal Dengan VMA Menggunakan Fly Ash (2D Excel)

Berdasarkan hasil penelitian dari gambar 8 dan 9 terlihat bahwa setiap penambahan kadar lateks semakin tinggi nilai VMA yang didapat dan setiap penambahan kadar aspal nilai VMA semakin tinggi. Hasil pengujian hipotesis untuk VMA didapatkan H_0 ditolak dan H_a diterima ($F_{hitung} = 9,055 > F_{tabel} = 3,01$), Hal ini menyatakan bahwa ada pengaruh variasi kadar campuran lateks pada nilai VMA.

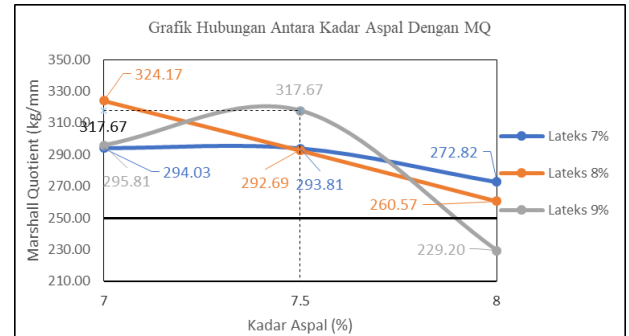
Berdasarkan analisa regresi untuk VMA didapatkan persamaan $y = 0,03421 + 1,8293 x_1 + 0,25145 x_2 + 0,5832 x_3$ dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,99925. Hal ini menyatakan bahwa adanya hubungan yang kuat atau erat karena nilai koefisien korelasi mendekati angka 1.

- **Marshall Quotient (MQ)**

Grafik hubungan kadar campuran lateks dengan menggunakan filler fly ash antara nilai MQ pada campuran HRS-WC (*Hot Rolled Sheet – Wearing Course*) dapat dilihat pada gambar 10 dan 11 dibawah ini:



Gambar 10 Hubungan Kadar Aspal 7,5% Dengan MQ (3D Matlab)



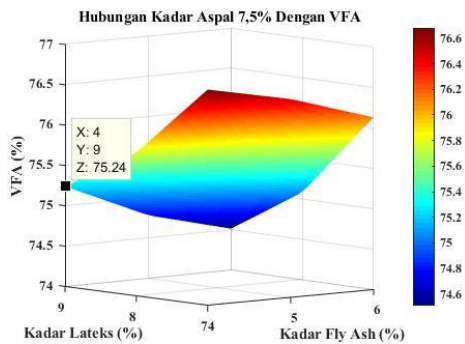
Gambar 11 Hubungan Kadar Aspal Dengan MQ Menggunakan Fly Ash (2D Excel)

Berdasarkan hasil penelitian dari gambar 10 dan 11 terlihat bahwa kadar marshall quotient optimum pada kadar aspal 7,5%, karet 8%, dan fly ash 4% dengan nilai sebesar 317,67. Hasil pengujian hipotesis untuk MQ didapatkan H_0 ditolak dan H_a diterima ($F_{hitung} = 3,864 > F_{tabel} = 3,01$), Hal ini menyatakan bahwa ada pengaruh variasi kadar campuran lateks pada nilai VMA.

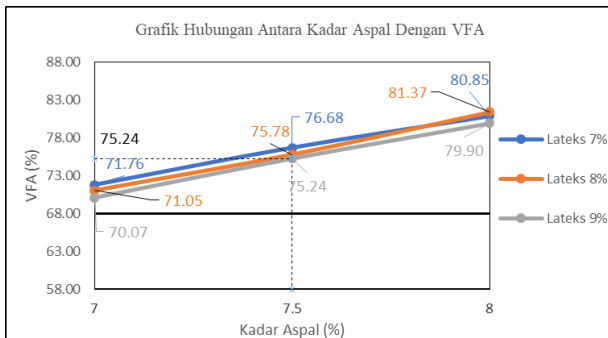
Berdasarkan analisa regresi untuk VMA didapatkan persamaan $y = 1,0564 + 23,8322 x_1 + 9,8948 x_2 + 7,2915 x_3$ dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,99496. Hal ini menyatakan bahwa adanya hubungan yang kuat atau erat karena nilai koefisien korelasi mendekati angka 1.

- **Void Filled With Asphalt (VFA) / Rongga Terisi Aspal**

Grafik hubungan kadar campuran lateks dengan menggunakan filler fly ash antara nilai VFA pada campuran HRS-WC (*Hot Rolled Sheet – Wearing Course*) dapat dilihat pada gambar 12 dan 13 dibawah ini:



Gambar 12 Hubungan Kadar Aspal 7,5% Dengan VFA (3D Matlab)



Gambar 13 Hubungan Kadar Aspal Dengan VFA Menggunakan Fly Ash (2D Excel)

Berdasarkan hasil penelitian dari gambar 12 dan 13 terlihat bahwa setiap penambahan kadar lateks maka nilai VFA yang didapat semakin menurun. Hasil pengujian hipotesis untuk VFA didapatkan H_0 ditolak dan H_a diterima ($F_{hitung} = 19,716 > F_{tabel} = 3,01$), Hal ini menyatakan bahwa ada pengaruh variasi kadar campuran lateks pada nilai VMA.

Berdasarkan analisa regresi untuk VFA didapatkan persamaan $y = 0,022485 + 10,5313 x_1 + 0,18805 x_2 + (-0,53217) x_3$ dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,999925. Hal ini menyatakan bahwa adanya hubungan yang kuat atau erat karena nilai koefisien korelasi mendekati angka 1.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

- 1) Berdasarkan hasil pengujian nilai karakteristik *marshall* dengan penambahan lateks menggunakan *filler fly ash* pada campuran HRS-WC dapat diketahui bahwa nilai stabilitas mengalami peningkatan sebesar 15,75% dari sebelum penambahan lateks. Hasil analisa korelasi sebesar 0,99899, hal ini menyatakan adanya hubungan yang kuat. Berdasarkan hasil pengujian hipotesis didapatkan adanya pengaruh variasi kadar lateks, variasi kadar *fly ash*, dan variasi kadar aspal pada nilai parameter *marshall*.

- 2) Nilai kadar campuran optimum yaitu pada kadar aspal 7,5%, kadar *fly ash* 4%, dan kadar lateks 9% dari berat keseluruhan benda uji. Dengan nilai parameter karakteristik *marshall test* sebagai berikut:
 - a) Stabilitas = 1104,72 Kg (Syarat Min. 450 Kg)
 - b) Flow = 3,40 mm (Syarat Min. 3 mm)
 - c) VIM = 4,85 % (Syarat 4 – 6 %)
 - d) VMA = 19,77 % (Syarat Min. 18 %)
 - e) MQ = 317,67 Kg/mm (Syarat Min. 250 Kg/mm)
 - f) VFA = 75,24% (Syarat Min. 68%)

Berdasarkan nilai parameter *marshall* diatas dapat dinyatakan bahwa bahan tambah lateks layak dicampurkan ke campuran HRS-WC, karena masih berada pada syarat minimum dan maksimum yang ditentukan pada Spesifikasi Umum DPU Bina Marga 2018.

5.2 Saran

- 1) Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai metode pencampuran bahan tambah lateks, dicampurkan langsung dengan aspal.
- 2) Peralatan laboratorium yang sudah terkalibrasi disiapkan sedemikian rupa sehingga layak untuk kegiatan penelitian dan mendapatkan hasil yang akurat.
- 3) Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan penambahan jumlah variasi kadar lateks.
- 4) Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan kadar aspal tengah dengan variasi (P-1)%, (P - 0,5)%, (P)%, (P+0,5)%, dan (P+1)%.
- 5) Peneliti merekomendasikan untuk penggunaan penambahan lateks dengan lapisan yang digunakan adalah campuran HRS-WC dimana campuran ini sebagai kontruksi jalan dengan lalu lintas sedang atau jalan lokal kelas III C.

6. Daftar Pustaka

- Amal A. S. 2011, *Pemanfaatan Getah Karet Pada Aspal AC 60/70 Terhadap Stabilitas Marshall Pada Ashpalt Treated Base (ATB)*. Media Teknik Sipil, Malang.
- Anonim, 2018, *Spesifikasi Umum Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur*.
- Dalimunthe W. W. 2015, *Pengaruh Penambahan Bahan Alami Lateks (Getah Karet) Terhadap Karakteristik Campuran Hot Rolled Sheet Wearing*

- Course (HRS-WC)*. Jurnal Teknik Sipil
Binus University, Jakarta.
- Jaelani A. 2017, *Studi Penelitian Pemanfaatan Lumpur Lapindo Sebagai Filler Kombinasi Abu Batu Pada Beton Aspal*. Perpustakaan ITN Malang, Malang.
- Laboratorium Struktur dan Jalan Raya, 2008, *Buku Petunjuk Praktikum Jalan Raya*. Malang : Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan : ITN Malang.
- Sasmita S. A. A. et all, 2012, *Kajian Eksperimental Campuran HRS-WC Dengan Aspal Minyak dan Penambahan Aditif Lateks Sebagai Bahan Pengikat*. Jurnal KoNTekS 6, Jakarta.
- Sukirman, S, 1999, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova, Bandung
- Sukirman, S, 2003, *Beton Aspal Campuran Panas*. Granit, Jakarta
- Puranto I G. R. et all, 2016, *Studi Karakteristik Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan Aspal Penetrasi 60/70 dengan Penambahan Lateks*. Jurnal Media Komunikasi Teknik Sipil, Bali.
- Siregar S. 2015, *Statiska untuk Perguruan Tinggi*. Kencana, Jakarta.
- Tahir A. 2009, *Karakteristik Campuran Beton Aspal (AC-WC) dengan Menggunakan Variasi Kadar Filler Abu Terbang Batu Bara*. Jurnal SMARTek, Palu.