PENGARUH PENAMBAHAN MATERIAL RAP SERTA LIMBAH PLASTIK LDPE TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL PADA CAMPURAN AC-WC

Harbudi Fajar Pratama
S1 Teknik Sipil, Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: harbudipratama@mhs.unesa.ac.id

Abstrak

Pemanfaatan limbah plastik sebagai bahan tambah pada campuran aspal diharapkan dapat meningkatkan kualitas dan memenuhi persyaratan teknis untuk digunakan sebagai bahan perkerasan jalan. Penelitian ini bertujuan untuk pengaruh penambahan material RAP serta limbah plastik LDPE terhadap karakteristik Marshall sebagai bahan campuran yang meliputi *stability, flow, Void in Mineral Aggregate* (VMA), *Void In Mix* (VIM), *Void Filled with Bittument* (VFB) dan *Marshall Quotient (MQ).* Studi ini mengacu pada spesifikasi Bina Marga 2018 dan metode Marshall untuk pengujian laboratorium. Penggunaan material RAP sebagai pengganti agregat kasar, sedang dan halus lalu penambahan dari plastik LDPE sebesar 3,6%; 3,8%; 4%; 4,2%; 4,4%. Langkah penelitian terdiri dari pengujian ekstrasi material, properties agregat dan aspal, uji analisa saringan untuk amplop gradasi campuran, dan tes Marshall. Hasil penelitian ini adalah karakteristik campuran yang ditinjau dari segi stabillitas Marshall sebesar 1920,8 Kg. Setelah didapatkan variasi optimum untuk RAP kemudian ditambahkan dengan LDPE optimum sebesar 3.8% untuk lapisan AC-WC.

Kata Kunci : *reclaimed asphalt pavement*, ldpe, *marshall, asphalt concrete – wearing course*, stabillitas.

Abstact

Utilization of plastic waste can be done by using it as added material to the Laston AC-WC asphalt mixture. This is expected to improve the quality of concrete asphalt and meet the technical requirements for use as road pavement material. This study aims to influence the addition of RAP material and LDPE plastic waste and Fly Ash fillers to the characteristics of Marshall as a mixed material which includes stability, flow, Void in Mineral Aggregate (VMA), Void In Mix (VIM), Void Filled with Bittument (VFB) and Marshall Quotient (MQ). This study refers to 2018 Bina Marga specifications and Marshall methods for laboratory testing. The use of RAP material as a substitute for coarse, medium and fine aggregates and then the addition of LDPE plastics by 3.6%; 3.8%; 4%; 4.2%; 4.4%. The research step consisted of testing material extraction, aggregate and asphalt properties, filter analysis test for mixed grading envelopes, and Marshall tests. The results of this study are mixed characteristics in terms of Marshall stability for RAP 1920.8 kg. After obtaining the optimum variation for RAP, it is added with an optimum LDPE of 3.8% for the AC-WC layer.

Keywords : reclaimed asphalt pavement, ldpe, marshall, asphalt concrete - wearing course, stability.

PENDAHULUAN

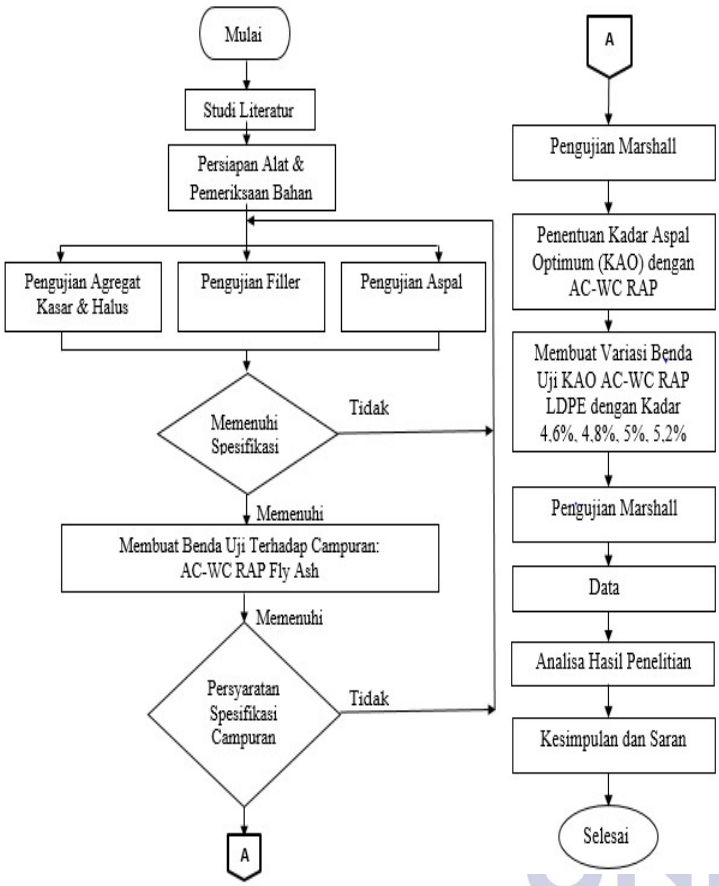
Karakteristik Marshall sebagai bahan campuran yaitu terdiri dari *stabillitas, flow, Void in Mineral Aggregate* (VMA), *Void in Mix* (VIM), *Void Filled with Bittument* (VFB) dan *Marshall Quotient* (MQ) (Sukirman, 1992). Nilai stabillitas yang tinggi dapat menunjukan kemampuan campuran dalam menahan beban kendaraan yang melintas pada perkerasan jalan. Salah satu cara untuk mencegah terjadinya kerusakan pada perkerasan jalan akibat beban muatan kendaraan adalah dengan meningkatkan kualitas dan stabilitas perkerasan tersebut (Sukirman, 2003).

Pemanfaatan limbah pada dunia pembangunan saat ini semakin mengalami kemajuan. Selain untuk mengurangi jumlah limbah yang semakin lama semakin bertambah, juga sebagai bentuk pengurangan penggunaan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui seperti pasir dan batu (Budianto,2009). Maka dari itu penelitian ini mengupayakan pemanfaatan limbah sebagai salah satu dari bahan material, yaitu pemanfaatan aspal daur ulang. Hal ini mendorong isu pengurangan eksploitasi sumber alam, mengatasi problem limbah dan menjaga keseimbangan alam (Falevi, 2012).

Penambahan LDPE diharapkan dapat menambah kekuatan dan umur rencana suatu campuran beraspal khususnya pada lapisan AC–WC. *Low Density Poly Ethylene* (LDPE) yaitu plastik tipe coklat (thermoplastic, dibuat dari minyak bumi), biasa dipakai untuk tempat makanan, plastik kemasan, dan botol yang lembek. Sifat mekanis jenis bahan LDPE ini adalah kuat, fleksibel dan permukaan agak berlemak(Harahab,2013). Hubungan dengan sifat stabilllitas pada campuran yaitu membutuhkan material yang memiliki kekuatan dalam menahan tekanan terhadap beban. LDPE mempunyai massa jenis antara 0,91-0,94 g/mL, separuhnya berupa kristalin memiliki titik leleh 115°C (Kusmarini,2012)

METODE

Penelitian ini merupakan eksperimen yang menguji lapis aspal beton *hotmix* pada AC-WC *(Asphalt Concrete - Wearing Course)* terhadap karakteristik marshall menggunakan metode marshall. Benda uji yang akan digunakan adalah aspal, agregat halus, agregrat kasar, RAP, LDPE dan *filler*. Beberapa hal yang harus dipersiapkan untuk proses penelitian terdapat pada bagan alir yang ditunjukkan dalam Gambar 1 berikut ini:



Gambar 1. *Flow Chart*

Pengujian Marshall peralatan yang digunakan terdiri dari cincin pembuktian dengan kapasitas 22,2 KN (= 5000 lbf), *flow* meter, dan palu pemadat, perendaman yang dilengkapi dengan pengatur suhu. Peralatan tersedia di Laboratorium PT. Merakindo Mix dan Laboratorium Pengujian Bahan Balai Besar Jalan Nasional VIII di Wilayah Jawa Timur yang sudah memiliki standar alat kalibrasi. Metode yang digunakan untuk pembuatan aspal beton akan mengikuti tahapan penerapan metode Marshall (SNI-06-2489-1991 atau AASTHO T 245-90. Sifat campuran aspal panas daur ulang harus memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2018.

Gambar 2. Alat Pengujian *Marshall*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah awal dalam penelitian ini adalah melakukan analisa saringan. Hasil dari analisa saringan setiap material kemudian dimasukan dalam amplop gradasi. Cara dalam menentukan proporsi campuran yaitu digunakan jarak yang sama dari kurva ke luar gradasi agregat, kemudian dilihat ke nomer saringan terdekat, sehingga diperoleh garis perpotongan kurva luar dari saringan no 1" sampai no ½" untuk agregat kasar hingga sedang dan no.3/8 sampai no 200 untuk agregat halus. Perincian akhir persentase gradasi masing-masing komponen agregat setelah dilakukan *trial and error* seperti pada Tabel 1:

Tabel 1. Gradasi Gabungan Komposisi RAP 10-15

SIEVE	Agregat Kasar + RAP (10-15)		Agregat Sedang (5-10)		Agregat Halus (0-5)		Filler Abu Batu		TOTAL	SPESIFIKASI
NO :		17%		30%		46%		7%		
1 "	100	17.0	100	30.0	100	46.0	100	7.0	100	
3/4 "	100	17.0	100	30.0	100	46.0	100	7.0	100	100
1/2 "	74.6	12.7	100	30.0	100	46.0	100	7.0	95.7	90 - 100
3/8 "	29.9	5.1	86.6	26.0	100	46.0	100	7.0	84.1	77 - 90
No: 4	2.3	0.4	32.4	9.7	100	46.0	100	7.0	63.1	53 - 69
8	0.4	0.1	7.3	2.2	70.1	32.2	100	7.0	41.5	33 - 53
16	0.2	0.0	3.1	0.9	40.0	18.4	100	7.0	26.3	21 - 40
30			1.4	0.4	18.7	8.6	100	7.0	16.0	14 - 30
50					8.2	3.8	100	7.0	10.8	9 - 22
100							99.30	6.95	7.0	6 - 15
200							99.10	6.94	6.9	4 - 9

Sumber: Pengujian peneliti di Laboratorium PT. Merakindo Mix Driyorejo Gresik

Hasil analisa saringan dan gradasi gabungan di atas diperoleh presentase agregat gradasi gabungan komposisi RAP yang mana terdiri dari, Agregat Halus 0-5 mm, Agregat Sedang 5-10 mm 28%, RAP 10-15 mm 35% dan filler 2%. Selanjutnya dilakukan perhitungan kadar aspal rencana sesuai dengan pedoman (National Asphalt Pavement Association, 1996). Berdasarkan gradasi gabungan yang sudah di analisa kemudian dimasukan kedalam rumus. Berikut ini adalah uraian perhitungan kadar aspal rencana untuk hasil dari komposisi campuran:

UNESA Universitas Negeri Surabaya

Pb = 0,035(%CA) + 0,045(%FA) + 0,18(%FF) + K

= 0,035(58,9%) + 0,045(34,2%) + 0,18(6,9%) + 1

= 5,843% = 5,8%

Dimana:

Pb = Kadar aspal rencana, 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 = Agregat lolos ayakan no. 200

K = Konstanta (nilai K sekita 0,5 sampai 1,0 untuk AC dan 2,0 – 3,0 untuk HRS).

Berdasarkan hasil perhitungan di atas diperoleh kadar aspal rencana yang akan digunakan yaitu sebesar (Pb = 5,8%). Pada penelitian ini, untuk mendapatkan nilai kadar aspal optimum (KAO) maka dibuat variasi 5 kadar aspal dengan jumlah benda uji 15 buah benda uji untuk uji test marshall, masing- masing kadar aspal diwakili oleh 3 benda uji dalam jenis tes yang akan dilakukan.

Variasi kadar aspal yang digunakan adalah (Pb – 1)%, (Pb – 0,5)%, (Pb), (Pb + 0,5)%, (Pb + 1)%. Benda uji untuk 1 variasi komposisi campuran total adalah 15 buah benda uji dikalikan dengan 3 variasi komposisi campuran sehingga total keseluruhan adalah 45 buah benda uji.

Tabel 2. Jumlah Benda Uji Kadar Aspal Rencana

Kadar Aspal (%)	Benda Uji (buah)
4,8	3
5,3	3
5,8 (Pb)	3
6,3	3
6,8	3
Jumlah	15 x 3 Variasi Komposisi = **Total 45 Benda Uji**

Agregat dengan presentase masing masing yang telah di dapat dan kadar aspal variasi kemudian dikalikan dengan berat satu mould 1200 gram. Benda uji yang sudah dipadatkan dengan alat compactor kemudia direndam dalam waterbath. Suhu rendaman yaitu 60 c selama 30 menit. Setelah benda uji memiliki suhu yang stabil kemudian dilakukan pengujian menggunakan alat Marshall. Pengujian Marshall pada campuran AC-WC dengan variasi perbandingan komposisi material RAP serta penambahan plastik LDPE.

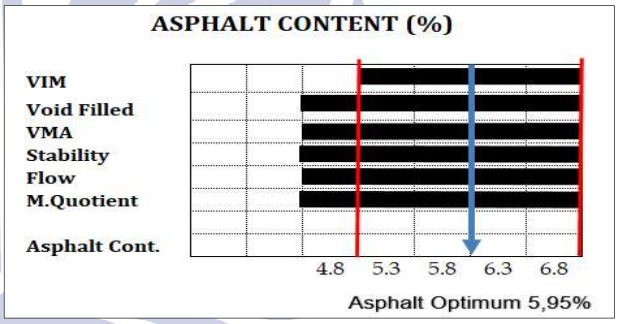
Nilai pengujian Marshall dengan variasi 5 kadar aspal yang sudah dianalisa lalu dicari Kadar Aspal Optimu (KAO). Nilai kao dapat mewakali semua hasil pengujian marshall yang masuk kedalam spesifikasi Bina Marga 2018. Hasil pengujian Marshall dapat disajikan pada tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Gradasi Gabungan Komposisi RAP 10-15

No	Pengujian	RAP					Spesifikasi
		4.8%	5.3%	5.8%	6.3%	6.8%	
1	Kepadatan	2.301	2.309	2.313	2.317	2.325	-
2	Void in the Mixed (VIM)	5.12	4.80	4.60	4.46	4.13	3-5
3	Void in Mineral Aggregate (VMA)	15.3	15.4	15.7	16.0	16.2	Min. 15
4	Void Filled with Bitumen (VFB)	66.5	68.9	70.7	72.2	74.5	Min. 65
5	Flow	2.2	2.9	3.3	3.5	2.8	2-4
6	Stabilitas	938.1	1077.7	1221.7	1287.2	1055.9	Min.800
7	Marshall Quotient	423.0	376.2	367.0	372.5	381.7	200-400

Sumber: Pengujian peneliti di Laboratorium PT. Merakindo Mix Driyorejo Gresik

Berdasarkan hasil pengujian campuran, telah diperoleh data-data untuk menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO) suatu campuran. Metode yang digunakan dalam peneitian untuk menentukan KAO adalah metode Marshall.

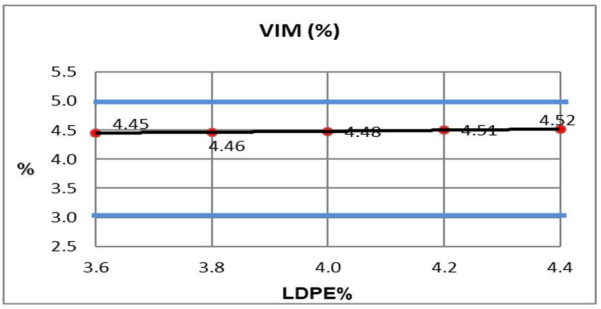


Gambar 2. Penentuan KAO AC-WC

Gambar 2 menunjukan Kadar Aspal Optimum (KAO) dari komposisi RAP sebagai penggati agregat halus yang telah di uji Marshall menghasilkan nilai yang memenuhi persyaratan yang dibatasi pada nilai 4,90% hingga 6,90% kemudian diambil kadar aspal tengah yang mewakili dan masuk kedalam spesifikasi seluruh nilai pengujian Marshall menghasilkan nilai KAO sebesar 5,95%.

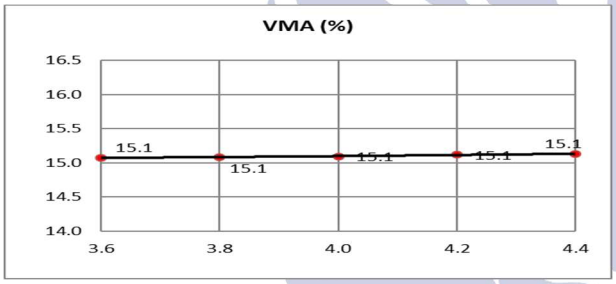
Penambahan material RAP ditinjau dari nilai pengujian Marshall yang paling optimal mendapatkan hasil RAP sebagai pengganti agregat fraksi 10-15mm. Setelah ditemukannya komposisi RAP yang terbaik selanjutnya dilakukan pengujian Marshall dengan variasi penambahan plastik LDPE sebesar 3,6%, 3,8%, 4%, 4,2% dan 4,4%. Berikut ini adalah hasil pengujian yang akan dijelaskan pada gambar 3 – gambar 7:

UNESA Universitas Negeri Surabaya



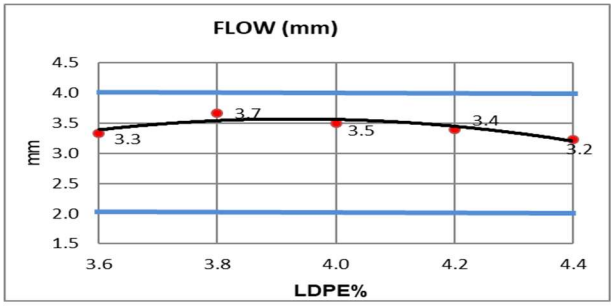
Gambar 3. Hasil VIM Campuran LDPE dengan RAP Optimum.

VIM untuk lapisan AC-WC dengan RAP terendah ada pada penambahan LDPE 3.8% dengan nilai 4.46%. Dapat disimpulkan bahwa campuran mempunyai pori udara di antara butir agregat dan aspal yang sedikit karena mendekati batas minimal dikarenakan ukuran gradasi yang lebih rapat untuk gradasi campuran AC-WC tetapi juga tetap memenuhi nilai VIM yang ada didalam persyaratan standar spesifikasi Bina Marga 2018 yaitu VIM minimal 3% dan maksimal 5%.



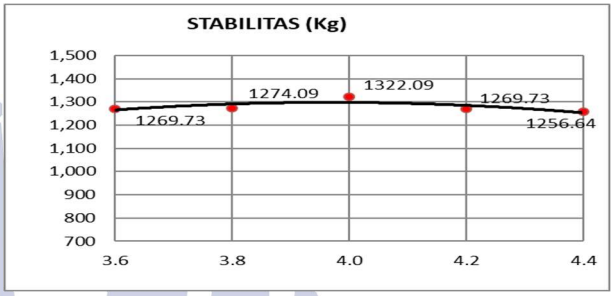
Gambar 4. Hasil VMA Campuran LDPE dengan RAP Optimum.

VMA untuk lapisan AC-WC dengan RAP terendah ada pada penambahan LDPE 3.8% sebesar 15.08%. Dapat disimpulkan bahwa lapisan aspal beton yang menunjukan campuran mempunyai pori udara di antara butir agregat yang lebih sedikit dikarenakan ukuran gradasi yang lebih rapat tetapi juga tetap memenuhi nilai VMA yang ada didalam persyaratan standar spesifikasi Bina Marga 2018 yaitu VMA minimal 14%.



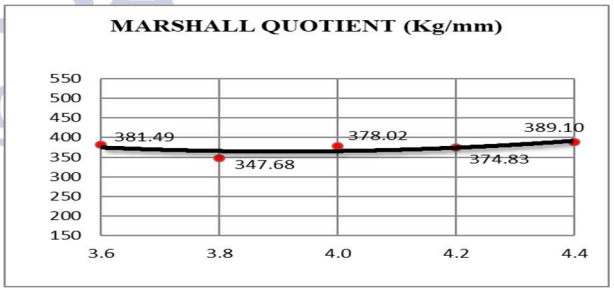
Gambar 5. Hasil Flow Campuran LDPE dengan RAP Optimum.

Hasil dari pengujian flow untuk lapisan AC-WC dengan RAP tertinggi ada pada penambahan LDPE 3.8% sebesar 3.7 mm. Semakin tinggi nilai flow menunjukan campuran bersifat plastis tetapi juga tetap elastis agar memenuhi kemampuan perkerasan jalan untuk menerima beban lalu lintas secara merata keseluruh permukaan perkerasan jalan. Lapisan aspal beton AC-WC dengan RAP dan LDPE 3.7% memenuhi dengan persyaratan standar spesifikasi Bina Marga 2018 yaitu kelelehan atau flow minimal 2 mm dan maksimal 4 mm.



Gambar 6. Hasil Stabillitas Campuran LDPE dengan RAP Optimum.

Pengujian stabilitas AC-WC dengan RAP dan penambahan LDPE 3.8% memiliki nilai stabillitas paling optimum sebesar 1374.1 Kg, sehingga lapisan aspal beton AC-WC RAP dengan penambahan LDPE 3.8% memenuhi dengan persyaratan standar spesifikasi Bina Marga 2018 yaitu nilai stabilitas minimal 800 Kg. Dapat disimpulkan bahwa lapisan aspal beton memiliki hasil stabilitas yang memenuhi kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur, dan bleeding sebanding dengan kebutuhan jalan yang melayani volume lalu lintas tinggi dan dominan terdiri dari kendaraan berat yang membutuhkan nilai stabilitas tinggi.



Gambar 7. Hasil Marshall Quotient Campuran LDP;E dengan RAP Optimum.

Nilai MQ *(Marshall Quotient)* yang menunjukkan perbandingan antara nilai stabilitas dengan nilai flow minimal 250 Kg/mm. Dapat disimpulkan bahwa lapisan aspal beton AC-WC dengan RAP terendah ada pada penambahan LDPE 3.8% adalah 347.7 Kg/mm sehingga

campuran mempunyai memiliki sifat lentur dan stabil dalam mengalirkan beban kendaran pada lapisan perkerasan karena masih dalam ketentuan standart spesifikasi Bina Marga 2018.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan analisis dan diskusi tentang pengaruh penambahan LDPE dan subtitusi agregat material RAP pada campuran AC-WC, kesimpulan berikut diperoleh: ·

1 Pengaruh penambahan material RAP dengan fraksi ukuran 10-15 mm dan LDPE sebesar 3.8% pada campuran AC-WC dapat meningkatkan nilai Stabillitas 1374,1 kg, flow 3,7 mm, VIM 4,46%, VMA 15,08% dan VFB 70,4%.
2. Karakteristik marshall pada penambahan material RAP dan LDPE menunjukan campuran mempunyai sifat lentur dan stabil dalam mengalirkan beban kendaran pada lapisan perkerasan karena masih dalam ketentuan standart spesifikasi Bina Marga 2018.

Saran

Untuk penelitian selanjutnya tidak hanya dilakukan dari segi karakteristik Marshall aspal beton saja, harus dipertimbangkan lagi dalam segi biaya dapat mengurangi kebutuhan agregat alam karena menggunakan material RAP dan LDPE.

DAFTAR PUSTAKA

AASHTO, AASHTO Interim Guide for Design of Pavement Structures 1972, AASHTO Washington DC., Chapter III Revised 1981.

Asphalt Institute, 1993 Mix design Method Of for Asphalt Concrete And Other Hot Mix Manual series No. 2 (Ms-2), March 1997 Printing.

Bina Marga. (2010). Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2010 Revisi 3. Direktorat Jenderal Bina Marga Kementrian Pekerjaan Umum. Jakarta.

Budianto, H. (2009). Menuju Jalan yang Andal, PT. Cakra Daya Sakti. Surabaya.

Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. (2002). Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas. Direktorat Jenderal Prasarana Wilayah. Jakarta.

Falevi, R. (2012). Optimalisasi Penggunaan Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) sebagai Bahan Campuran Beraspal Panas (Asphaltic Concrete) Tipe AC-Wearing Course (ACWC) Gradasi Halus dengan Menggunakan Aspal Pen 60-70 Variasi Abrasi Agregat Baru (Studi Kasus Jalan Nasional Pandaan – Malang). Tesis Pasca Sarjana. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Harahab, S. Soemitro, R.A.A, Budianto, H. (2013). "Optimalisasi Penggunaan Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) sebagai Bahan Campuran Beraspal Panas (Asphaltic Concrete) Tipe AC-Wearing Course (AC-WC) Gradasi Kasar dengan Aspal Pen 60-70 dan Aspal Modifikasi Jenis TRS 55 (Studi Kasus Jalan Nasional Pandaan-Malang dan Jalan Nasional Pilang-Probolinggo)". Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana XIII – ITS, Surabaya 15 Agustus 2013, ISBN No. 978-979-96700-6-9.

Kusmarini, E.P., Soemitro, R.A.A., Budianto, H. (2012). "Analisis Penggunaan Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) dan Aspal Pen 60 – 70 sebagai Bahan Campuran Beraspal Panas (Asphaltic Concrete) (Studi Kasus Ruas Jalan Gemekan – Jombang dan Pandaan – Malang)". Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah (ATPW) Surabaya, 11 Juli 2012, ISSN 2301-6752, Material Bahan Bangunan dan Konstruksi, hal. F-5 – F-10.

National Asphalt Pavement Association (1996). Hot Mix Asphalt Materials Mixture Design and Construction. NAPA Education Foundation. Maryland

Sukirman, S. (1992), Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Jalan, NOVA, Bandung.

Sukirman, S. (2003) Beton Aspal Campuran Panas. Jakarta: Granit.

UNESA Universitas Negeri Surabaya