



Analisis Variasi Gradasi Agregat Gabungan Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Panas Pada Lapis Aspal Beton (AC-WC)

Venli Dotulung^{#a}, Lucia G. J. Lalamentik^{#b}, Steve Ch. N. Palenewen^{#c}

^{#a}Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^avenlidotulung021@student.unsrat.ac.id, ^blucia.lalamentik@unsrat.ac.id, ^cspalenewen@unsrat.ac.id

Abstrak

Gradasi agregat merupakan salah satu parameter yang mempengaruhi kekuatan suatu lapisan perkerasan. Secara teoritis, amplop gradasi gabungan untuk lapis permukaan AC-WC memiliki rentang dan variasi yang relatif banyak. Gradasi agregat dalam campuran beraspal yang memenuhi amplop gradasi memiliki banyak variasi yang menghasilkan campuran beraspal, sehingga penentuan gradasi yang menghasilkan campuran beraspal yang paling optimum perlu dilakukan pemeriksaan dan pengujian Marshall. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja campuran aspal panas laston AC-WC melalui pengujian Marshall dengan menggunakan beberapa variasi gradasi agregat untuk mendapatkan hasil yang optimal. Analisis dilakukan terhadap 3 variasi gradasi agregat dengan menggunakan material agregat quarry ex-Lolak dan aspal pertamina pen 60/70. Masing-masing variasi menggunakan 5 variasi kadar aspal yaitu 5,0%, 5,5%, 6,0%, 6,5%, 7,0%, serta kadar aspal optimum sebesar 6,20%. Dari hasil analisis diperoleh variasi I diperoleh hasil dengan nilai karakteristik stabilitas, kelelahan, *Marshall Quotient*, dan stabilitas sisa perendaman tertinggi yaitu stabilitas sebesar 912,47 kg, kelelahan sebesar 3,34 mm, *Marshall Quotient* sebesar 273,06 kg/mm, serta stabilitas sisa perendaman sebesar 91,70%; Variasi II menghasilkan nilai VMA yang tertinggi yaitu sebesar 16,34%, sementara nilai tertinggi untuk VIM, VIM PRD, dan kepadatan dihasilkan oleh variasi III, dengan nilai masing-masing yaitu VIM sebesar 4,141%, VIM PRD sebesar 2,75% serta kepadatan sebesar 2,405 ton/m³.

Kata kunci: gradasi, AC-WC, Marshall

1. Pendahuluan.

1.1. Latar Belakang

Konstruksi jalan yang paling atas dan menerima langsung beban kendaraan adalah lapis permukaan atau *surface*. Umumnya konstruksi jalan terbuat dari campuran beraspal, dimana salah satu jenis campuran beraspal untuk lapis permukaan yaitu lapis aspal beton *asphalt concrete wearing course* (laston AC-WC).

Material pembentuk laston AC-WC terdiri dari material agregat dan aspal serta bahan tambahan lainnya. Agregat berperan penting dalam pembentukan lapis perkerasan karena merupakan komponen utama dari campuran beraspal yaitu kurang lebih 90- 95% berdasarkan persentase berat campuran atau 75%-85% berdasarkan persentase volume campuran (Sukirman, 2003), sehingga sifat-sifat agregat yang akan digunakan sebagai material lapis perkerasan perlu dilakukan pemeriksaan dengan teliti.

Sifat-sifat agregat yang menentukan kualitas lapis perkerasan adalah gradasi, kebersihan, kekerasan dan ketahanan agregat, bentuk butir, tekstur permukaan, porositas, kemampuan menyerap air, berat jenis, dan daya pelekatan dengan aspal.

Gradasi agregat merupakan salah satu parameter yang mempengaruhi kekuatan suatu lapisan perkerasan. Gradasi agregat untuk setiap konstruksi lapis perkerasan memiliki batas-batas yang disyaratkan yang diperoleh berdasarkan analisa saringan yang dinyatakan dalam persentasi lolos dan persentase tertahan untuk setiap ukuran saringan tertentu. Gradasi agregat untuk campuran beraspal laston AC-WC memiliki rentang/ batas atas dan batas bawah yang

digambarkan dalam bentuk amplop gradasi.

Gradasi agregat dalam campuran beraspal yang memenuhi amplop gradasi memiliki banyak sekali variasi yang bisa menghasilkan campuran beraspal, sehingga penentuan gradasi yang menghasilkan campuran beraspal yang paling optimum perlu dilakukan pemeriksaan dan pengujian Marshall untuk mendapatkan kinerja campuran beraspal berdasarkan sifat-sifat Marshall.

Pada umumnya para perencana atau praktisi jalan dalam merancang campuran aspal, menetapkan satu komposisi gradasi agregat yang masuk dalam batas-batas amplop gradasi yang disyaratkan. Biasanya yang menjadi dasar penentuan gradasi adalah komposisi gradasi yang mendekati batas tengah spesifikasi atau disebut sebagai gradasi ideal (Sukirman, 2003). Komposisi gradasi agregat yang ditetapkan belum tentu menghasilkan rancangan campuran optimal bila dihubungkan dengan sifat-sifat karakteristik Marshall campuran aspal panas, sehingga dalam penelitian ini dilakukan pemeriksaan dan pengujian beberapa variasi gradasi agregat campuran beraspal laston AC-WC serta menganalisis variasi gradasi agregat yang menghasilkan campuran paling optimal.

1.2. Rumusan Masalah

Dari permasalahan tersebut dapat dirumuskan masalah yang dikaji dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan material yang sama sejauh mana pengaruh variasi gradasi agregat gabungan terhadap kinerja campuran beraspal laston AC-WC yang diukur melalui sifat-sifat Marshall.

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini agar penelitian sesuai dengan topik yang dibahas, batasan-batasan masalah tersebut dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Jenis campuran aspal yang akan dilakukan penelitian yaitu lapis aspal beton (laston) AC-WC;
2. Standar dan acuan penelitian mengacu pada Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 Revisi 2, sesuai surat edaran Direktur Jenderal Bina Marga No. 16.1/SE/Db/2020, tanggal 27 Oktober 2020;
3. Sumber material agregat berasal dari *quary* ex-Lolak;
4. Aspal yang digunakan adalah jenis aspal keras ex Pertamina pen 60/70;
5. Pengujian dilaksanakan di laboratorium Balai Pelaksanaan Jalan Nasional (BPJN) Sulawesi Utara.
6. Variasi Gradasi Agregat gabungan hanya dibuat 3 variasi yaitu yang mendekati batas bawah, batas tengah, dan batas atas.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan dari latar belakang dan rumusan masalah tersebut, maka tujuan penelitian ini untuk:

1. Membuat rancangan campuran beraspal laston AC-WC terhadap 3 variasi agregat gabungan, dan melakukan pengujian terhadap karakteristik campuran terhadap masing-masing variasi agregat;
2. Menentukan variasi agregat yang optimal yaitu variasi agregat gabungan yang memenuhi semua kriteria sifat-sifat Marshall untuk campuran beraspal laston AC-WC, dengan nilai stabilitas yang paling tinggi.

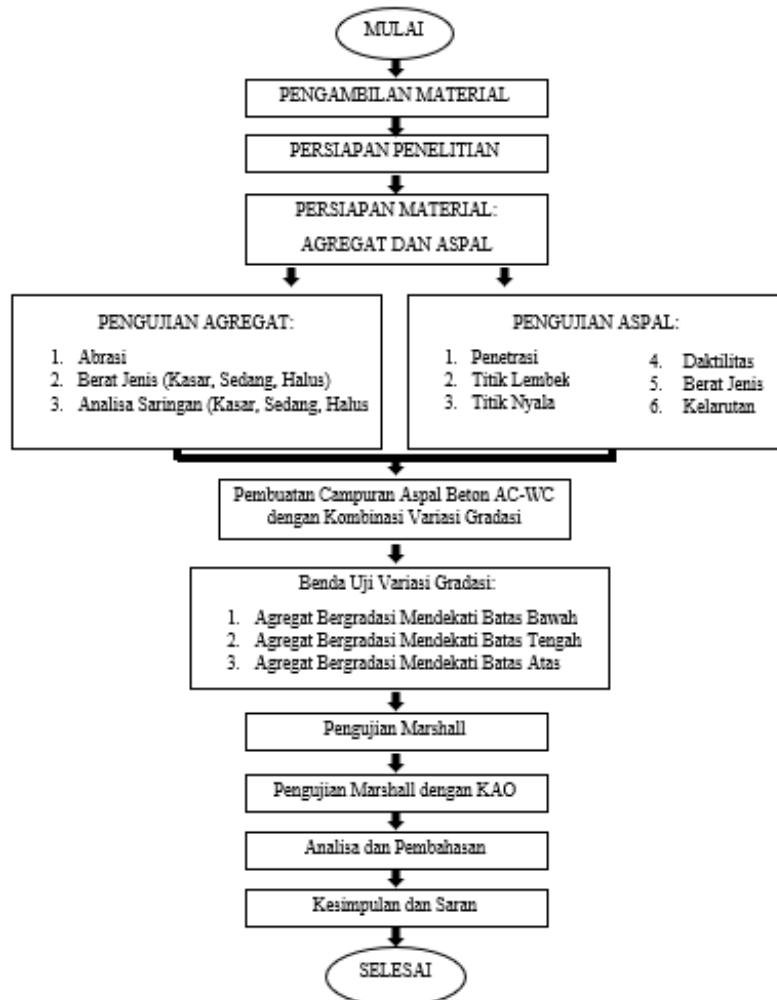
1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah dengan menggunakan material agregat yang sama dan setelah dilakukan pengujian beberapa variasi agregat gabungan untuk rancangan campuran aspal panas laston AC-WC, dapat menghasilkan kinerja laston AC-WC yang paling optimal, sehingga kualitas lapis perkerasan akan semakin baik dan dapat memberikan informasi ataupun menambah referensi kepada pihak terkait untuk melakukan penelitian lebih lanjut

berkaitan dengan macam variasi gradasi agregat pada laston AC-WC maupun lapis perkerasan yang menggunakan campuran beraspal lainnya.

2. Metode

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, dengan tahapan penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Aspal

Jenis Aspal yang dipakai dalam penelitian ini adalah aspal keras pertamina penetrasi 60/70 yang tersedia di Laboratorium Balai.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Aspal

Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Satuan
Penetrasi pada 25°C	SNI 2456:2011	67,28	60-70	0,1mm
Titik Lembek	SNI 2434:2011	48,5	46-54	°C
Berat Jenis	SNI 2441:2011	1,0453	≥ 1,0	-

3.2. Hasil Pemeriksaan Propertis Agregat

Agregat yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Desa Pinagoluman, Kecamatan Lolak, Kabupaten Bolaangmongondow, Sulawesi Utara. Hasil pemeriksaan abrasi, angularitas, nilai setara pasir dimuat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Propertis Agregat

Pengujian	Hasil Pengujian	Ketentuan Spesifikasi	Hasil akhir	Hasil Pemeriksaan dan Perhitungan
Abrasi Agregat Kasar (Keausan)	15,4 %	Max 30%	Memenuhi	Lampiran A
Angularitas (Batu Pecah 10-20)	100/97,8	100/90	Memenuhi	Lampiran B
Angularitas (Batu Pecah 5-13)	100/99,4	100/90	Memenuhi	Lampiran C
Nilai Setara Pasir (abu batu)	58,6	Min 50%	Memenuhi	Lampiran D

3.3. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat

Agregat yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Desa Pinagoluman, Kecamatan Lolak, Kabupaten Bolaangmongondow, Sulawesi Utara. Hasil pemeriksaan berat jenis bulk, berat jenis ssd, berat jenis semu, penyerapan air untuk agregat kasar dimuat pada Tabel 3. Hasil pemeriksaan berat jenis bulk, berat jenis ssd, berat jenis semu, penyerapan air untuk agregat halus dimuat pada Tabel 4.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

HASIL PERHITUNGAN	Ukuran 10-20 mm	Ukuran 5-13 mm
Berat jenis curah kering (Bulk) (Sd)	2,701	2,677
Berat jenis curah jenuh kering permukaan (Ss)	2,735	2,714
Berat jenis semu (Apparent) (Sa)	2,796	2,782
Penyerapan air (Absorption) (Sw)	1,246	1,415

Tabel 4. Hasil Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

HASIL PERHITUNGAN	Abu Batu 0-5
Berat jenis curah kering (Sd)	2,68
Berat jenis curah jenuh kering permukaan (Ss)	2,73
Berat jenis semu (Apparent) (Sa)	2,84
Penyerapan air (Absorption) (Sw)	2,10

3.4. Hasil Analisa Saringan Agregat

Pengujian gradasi agregat menggunakan analisa saringan mengacu pada SNI 03-1968-1990, dengan hasil pengujian rata-rata masing-masing fraksi yaitu batu pecah 10-20, batu pecah 5-13, serta abu batu terlihat dalam Tabel 5 sampai dengan Tabel 7.

Tabel 5. Hasil Pengujian Rata-Rata Gradasi Agregat Batu Pecah 10-20

Berat Bahan Kering = 6188.65 gram

Saringan mm Inch		Berat Tertahan	Jumlah Berat Tertahan	JUMLAH PERSEN	
				Tertahan	Lewat
25.4	(1")	-	-	-	100.00
19	(3/4")	-	-	-	100.00
12.5	(1/2")	4,191.98	4,191.98	67.74	32.26
9.5	(3/8")	1,697.84	5,889.82	95.17	4.83
4.75	#4	251.60	6,141.42	99.24	0.76
2.36	#8	2.50	6,143.92	99.28	0.72
1.18	#16	1.91	6,145.83	99.31	0.69
0.6	#30	2.34	6,148.17	99.35	0.65
0.3	#50	1.81	6,149.97	99.37	0.63
0.15	#100	3.61	6,153.58	99.43	0.57
0.075	#200	6.47	6,160.05	99.54	0.46
Pan		28.61	6,188.65	100.00	-

Tabel 6. Hasil Pengujian Rata-Rata Gradasi Agregat Batu Pecah 5-13

Berat Bahan Kering = 3164.16 gram

Saringan mm Inch		Berat Tertahan	Jumlah Berat Tertahan	JUMLAH PERSEN	
				Tertahan	Lewat
25.4	(1")	-	-	-	100.00
19	(3/4")	-	-	-	100.00
12.5	(1/2")	-	-	-	100.00
9.5	(3/8")	140.17	140.17	4.43	95.57
4.75	#4	2,737.34	2,877.51	90.94	9.06
2.36	#8	261.46	3,138.97	99.20	0.80
1.18	#16	4.72	3,143.69	99.35	0.65
0.6	#30	1.95	3,145.63	99.41	0.59
0.3	#50	0.99	3,146.62	99.45	0.55
0.15	#100	1.59	3,148.21	99.50	0.50
0.075	#200	2.05	3,150.26	99.56	0.44
Pan		13.90	3,164.16	100.00	

Tabel 7. Hasil Pengujian Rata-Rata Gradasi Agregat Abu Batu

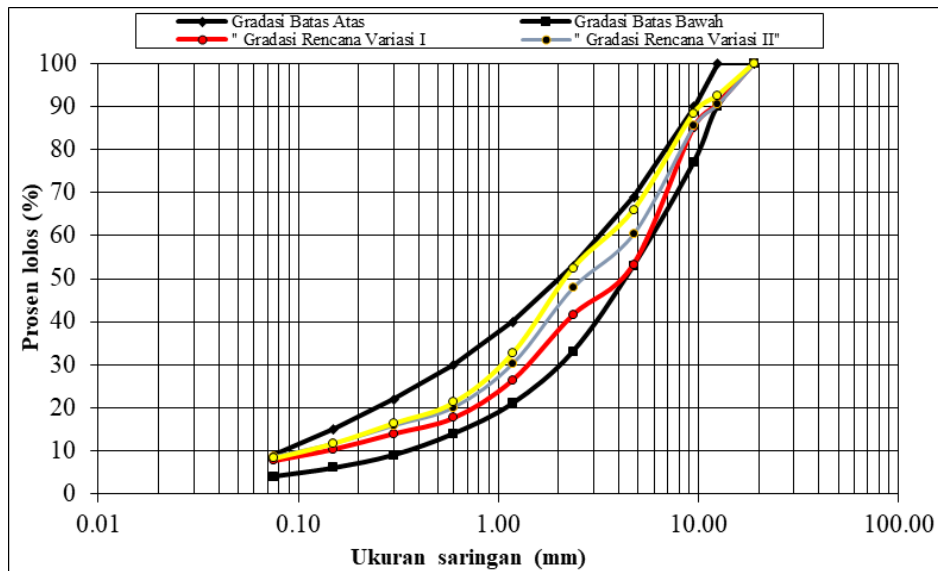
Berat Bahan Kering = 1004.39 gram

Saringan mm Inch		Berat Tertahan	Jumlah Berat Tertahan	JUMLAH PERSEN	
				Tertahan	Lewat
25.4	(1")				
19	(3/4")				100.00
12.5	(1/2")				100.00
9.5	(3/8")	-	-	-	100.00

Saringan		Berat Tertahan	Jumlah Berat Tertahan	JUMLAH PERSEN	
mm	Inch			Tertahan	Lewat
4.75	#4	19.60	19.60	1.95	98.05
2.36	#8	182.32	201.92	20.10	79.90
1.18	#16	308.89	510.81	50.86	49.14
0.6	#30	179.19	689.99	68.70	31.30
0.3	#50	75.17	765.16	76.18	23.82
0.15	#100	73.39	838.55	83.49	16.51
0.075	#200	53.80	892.34	88.84	11.16
Pan		112.05	1,004.39	100.00	

3.5. Variasi Agregat Gabungan

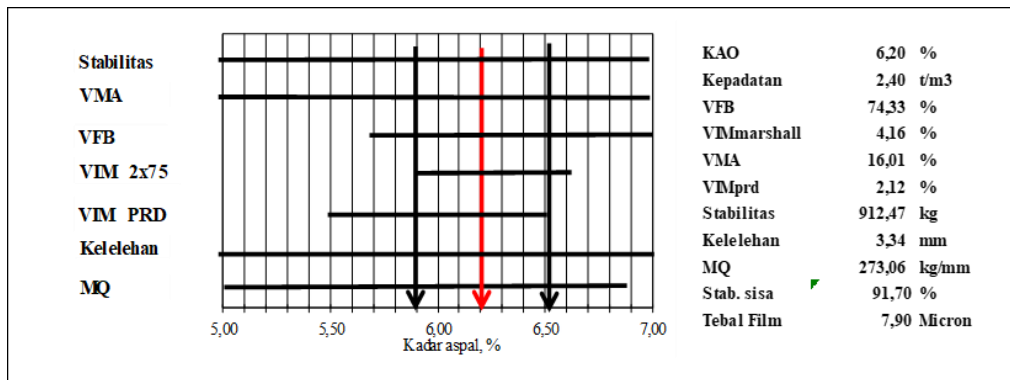
Hasil gradasi tiap fraksi digabung membentuk campuran agregat dengan komposisi tertentu setiap fraksi. Amplop gradasi gabungan tiap variasi diperlihatkan dalam grafik pada Gambar 2.



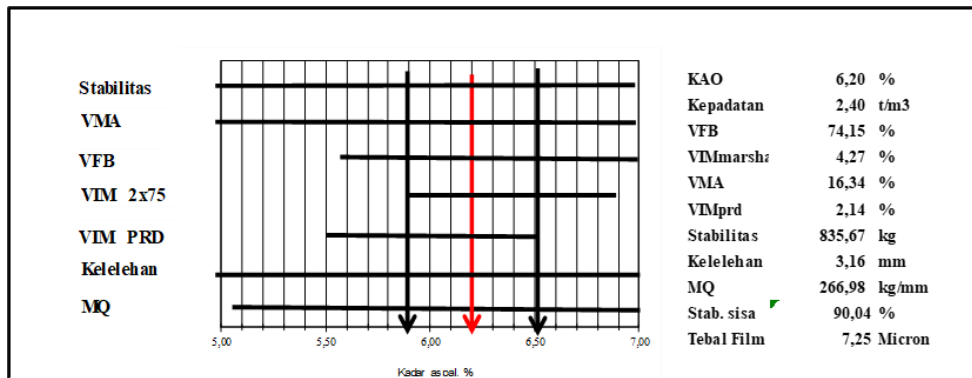
Gambar 2. Grafik Amplop Gradasi Gabungan Semua Variasi

3.6. Hasil Kadar Aspal Optimum

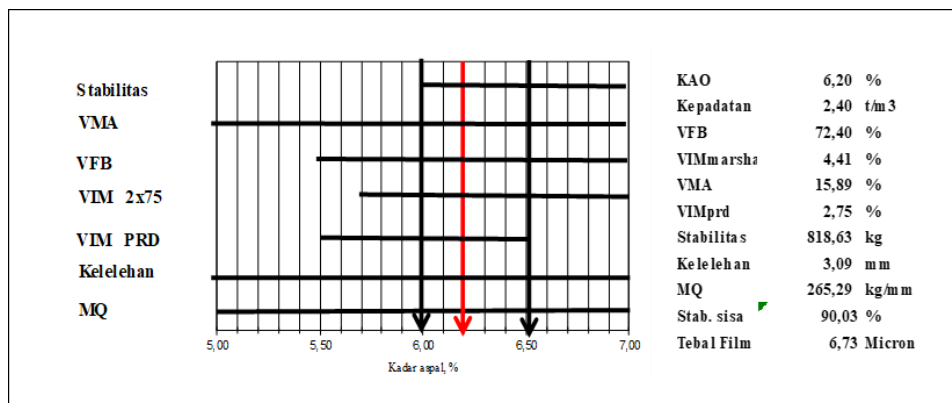
Penentuan kadar aspal optimum dalam penelitian ini didapat dengan menggunakan metode *barchart*. Penentuan kadar aspal optimum masing-masing variasi agregat seperti terlihat pada Gambar 3 sampai Gambar 5.



Gambar 3. Barchart Penentuan Kadar Aspal Optimum Variasi I



Gambar 4. Barchart Penentuan Kadar Aspal Optimum Variasi II



Gambar 5. Barchart Penentuan Kadar Aspal Optimum Variasi III

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pemeriksaan dan pengujian campuran beraspal laston AC-WC yang dilakukan di laboratorium dengan sumber material agregat dari quarry Lolak dengan apal keras Pertamina Pen 60/70 yang secara konsisten menggunakan 5 variasi kadar aspal yaitu 5,0%, 5,5%, 6,0%, 6,5%, 7,0% pada setiap variasi gradasi agregat, maka didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Variasi gradasi agregat campuran beraspal laston AC-WC yang terdiri dari variasi I merupakan komposisi gradasi yang relatif mendekati batas bawah amplop gradasi, variasi II yang mendekati batas tengah, serta variasi III yang mendekati batas atas. Adapun kinerja campuran beraspal laston AC-WC yang diperoleh dari sifat-sifat Marshall pada semua variasi gradasi agregat yaitu:
 - a. Variasi I menghasilkan kadar aspal optimum pada rentang kadar aspal 5,9% sampai dengan 6,5% dengan masing-masing kriteria sifat Marshall yang memenuhi syarat yaitu VIM berada pada rentang kadar aspal 5,9% sampai dengan 6,6%; VIM PRD pada kadar aspal 5,5% sampai dengan 6,5%; VMA pada semua kadar aspal; VFB pada kadar aspal 5,8% sampai dengan 7,0%; kelelahan pada semua kadar aspal; serta MQ pada kadar aspal 5,5% sampai dengan 6,8%;
 - b. Variasi II menghasilkan kadar aspal optimum pada rentang kadar aspal 5,9% sampai dengan 6,5% dengan masing-masing kriteria sifat Marshall yang memenuhi syarat yaitu VIM berada pada rentang kadar aspal 5,9% sampai dengan 6,8%; VIM PRD pada kadar aspal 5,5% sampai dengan 6,5%; VMA pada semua kadar aspal; VFB pada kadar aspal 5,6% sampai dengan 7,0%; kelelahan pada semua kadar aspal; serta MQ pada kadar aspal 5,1% sampai dengan 7,0%;
 - c. Variasi III menghasilkan kadar aspal optimum pada rentang kadar aspal 6,0% sampai dengan 6,5% dengan masing-masing kriteria sifat Marshall yang memenuhi syarat yaitu VIM berada pada rentang kadar aspal 5,7% sampai dengan 7,0%; VIM PRD pada kadar aspal 5,5% sampai dengan 6,5%; VMA pada semua kadar aspal; VFB

- pada kadar aspal 5,5% sampai dengan 7,0%; kelelahan pada semua kadar aspal; serta MQ pada kadar aspal 5,0% sampai dengan 7,0%;
2. Hasil analisis sifat-sifat Marshall terhadap 3 variasi gradasi agregat dengan menggunakan kadar aspal optimum (KAO) 6,2% dan variasi gradasi yang paling optimal sebagai berikut:
 - a. Pada variasi I diperoleh hasil dengan nilai karakteristik stabilitas, kelelahan, *Marshall Quotient*, dan stabilitas sisa perendaman tertinggi yaitu stabilitas sebesar 912,47 Kg, kelelahan sebesar 3,34mm, *Marshall Quotient* sebesar 273,06 kg/mm, serta stabilitas sisa perendaman sebesar 91,7 %;
 - b. Pada variasi II nilai tertinggi hanya pada VMA yaitu sebesar 16,34%;
 - c. Pada Variasi III nilai tertinggi adalah VIM, VIM PRD, dan kepadatan dengan nilai masing-masing yaitu VIM sebesar 4,141%, VIM PRD sebesar 2,75% serta kepadatan sebesar 2,405 Ton/m³;
 - d. Variasi gradasi agregat campuran beraspal laston AC-WC yang paling optimal dengan menggunakan KAO 6,2% dimana semua sifat-sifat campuran beraspal lewat parameter Marshall memenuhi syarat, dan memiliki nilai stabilitas paling tinggi. Variasi yang paling optimal berada pada variasi I dengan nilai stabilitas yaitu sebesar 912,47 kg. Perbandingan nilai stabilitas variasi I lebih tinggi sebesar 9,19% dibandingkan dengan nilai stabilitas variasi II, sementara dibandingkan dengan variasi III, nilai stabilitas variasi I lebih tinggi sebesar 11,46%.

Referensi

- AASHTO, 1993, "AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993", AASHTO, Washington, D.C.
- Abidin, Zainal, Bunyamin Bunyamin, Kurniasarir F. D. 2021. *Uji Marshall Pada Campuran AC-WC Dengan Substitusi Filler*. Serambi Engineering Vol.VI No.1 Januari 2021, Universitas Iskandar Muda, Banda Aceh.
- Algaztmasgala. 2012. *Pengujian Aspal dengan Metode Marshall*.
- Deasy. M Parhastuti. LABORATORIUM UJI BAHAN : *Job 10. Analsia Marshall*.
- Direktorat Jendral Bina Marga. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. *Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (REVISI II)*. Nomor 16.1/SE/Db/2020.
- Fatmawati, Leily. 2013. *Karakteristik Marshall Dalam Aspal Campuran Panas AC-WC Terhadap Variasi Temperatur Perendaman*. Wahana Teknik Sipil. *Jurnal Pengembangan Teknik Sipil. Vol 18, No 2 (2013)*. Politeknik Negeri Semarang. Semarang.
- Fatmawati, Leily. 2013. *Kinerja Aspal Pertamina Pen 60/70 Dan Aspal Bna Blend 75/25 Pada Campuran Aspal Panas AC-WC*. Wahana Teknik Sipil. *Jurnal Pengembangan Teknik Sipil. Vol 18, No 1 (2013)*. Politeknik Negeri Semarang.
- Besouw, Gabrielia Venisia. 2019 "Pengaruh Modulus Kehalusan Agregat Terhadap Penentuan Kadar Aspal Pada Campuran Jenis AC-WC". *Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.4 April 2019 (481-490) ISSN: 2337-6732*. Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Indira, Alvin Marpaung, Bagus Hario Setiadji *, Supriyono *) Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50275, *JURNAL KARYA TEKNIK SIPIL, Volume 6, Nomor 2, Tahun 2017*.
- Kamil. Danusa. 2011. *Aspal*.
- Lailah, Nur. Rancangan Campuran Metode Marshall.
- Ndale, Ferry. 2011. *Peraturan dan Spesifikasi Betin Aspal*. 08 Desember 2015.
- Rahmawati, Anita. 2015. *Pengaruh Penggunaan Plastik Polyethylene (Pe) dan High Density Polyethylene (HDPE) Pada Campuran Lataston-Wc Terhadap Karakteristik Marshall*. Vol 18, No 2 (2015).
- Shinigai, Gynanjar. 2013. *Analisis Kadar Aspal Optimum Laston Pada Lapis Aus*.
- Sukirman, Silvia. 1993. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova, Bandung.
- Sukirman, Silvia. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova : Bandung.
- Sukirman, Silvia. 2003. *Beton Aspal Csmpanan Panas*. Granit : Jakarta.
- Sukirman, Silvia. 2012. *Beton Aspal Campuran Panas*. Yayasan Obor : Jakarta.
- Tahir, A. (2009). "Karakteristik Campuran Beton Aspal (Ac-Wc) Dengan Menggunakan Variasi Kadar Filler Abu Terbang Batu Bara". *Jurnal SMARTek, Vol.7, No.4, Nopember 2009: 256-278*.
- Tatan Rustadi, ST., MT. Perekayasa Ahli Muda, Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan Balai Bahan Jalan.
- Utari, Hani. 2012. *Performance Of Mixed Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) Using Old Asphalt Using Polyester Resin Materials*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram. 19 Januari

2019.

Yusuf, Nurdiana. 2021. *Pengaruh Penambahan Limbah Plastik High Density Polyethylene (HDPE) Sebagai Bahan Campuran Lapis Aspal AC – WC dengan Metode Marshall Test (SNI Bina Marga Tahun 2010)*. Skripsi thesis, Universitas Pancasakti Tegal.