

JURNAL TEKNIK SIPIL
MACCA

**Analisa Sensitivitas Kepadatan Terhadap Karakteristik Marshall
Campuran AC-WC Menggunakan Aspal Retona
Blend E-55 dan AC 60/70**

M Asri Agung¹, Asma Massara², Muhammad Husni Maricar³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia
Jl. Urip Sumoharjo Km 05 Panaikang, Kec. Panakkukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231
¹asriagung986@gmail.com; ²asmamassara02@gmail.com; ³husnimaricar@umi.ac.id

ABSTRAK

Lapisan *Asphalt Concrete Wearing Course* (AC-WC) memiliki fungsi memikul beban kendaraan dan pengaruh cuaca yang paling besar dan paling rentan dengan kerusakan. Proses pemadatan pada campuran aspal sangat berpengaruh pada kekuatan campuran aspal. Penelitian ini dilakukan terhadap Laston (Lapisan Aspal Beton) AC-WC dengan menggunakan pengujian Marshall Test. Tujuan penelitian ini untuk menganalisa sensitivitas pemadatan campuran AC-WC menggunakan Aspal Retona Blend E-55 dan AC 60/70 dengan variasi tumbukan yang berbeda. Pemanfaatan aspal Retona dapat meningkatkan stabilitas campuran AC-WC. Campuran yang menggunakan aspal Retona memiliki nilai stabilitas yang lebih tinggi dengan nilai 929,898 Kg dibandingkan campuran yang menggunakan AC 60/70 dengan nilai 906,177 Kg. Selanjutnya, untuk Sensitivitas pemadatan campuran AC-WC terhadap karakteristik marshall didapatkan hasil bahwa variasi pemadatan paling sensitif terhadap nilai *Marshall Quotient*. Nilai *Marshall Quotient* untuk AC 60/70 pada tumbukan 55x = 177,49 kg/mm dan pada tumbukan 65x = 256,30 kg/mm, nilai MQ mengalami kenaikan sebesar 78,81 kg/mm atau 44%. Sedangkan untuk aspal Retona Blend E-55 pada tumbukan 55x = 183,78 kg/mm dan pada tumbukan 65x = 278,98 kg/mm, nilai MQ mengalami kenaikan sebesar 95,20 kg/mm atau 52%.

Kata Kunci: AC-WC, Marshall Test, Retona Blend E55, AC 60/70

ABSTRACT

The AC-WC layer has the function of carrying the largest vehicle loads and weather influences and is most susceptible to damage. The compaction process in the asphalt mixture greatly affects the strength of the asphalt mixture. This research was conducted on AC-WC Laston (Asphalt Concrete Layer) using the Marshall Test. The purpose of this research is to analyze the compaction sensitivity of Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) mixtures using Retona Blend E-55 and AC 60/70 asphalt with different impact variations. Utilization of Retona asphalt in asphalt concrete mixtures increases the stability of the specimens. The test specimen using Retona asphalt has a higher stability value with a value of 929.898 Kg compared to the stability of the test specimen using AC 60/70 with a value of 906.177 Kg. Furthermore, for the Compaction Sensitivity of the AC-WC mixture to the Marshall characteristics, it was found that the compaction variation was most sensitive to the Marshall Quotient value. The Marshall Quotient value for AC 60/70 at 55x impact = 177.49 kg/mm and at 65x impact = 256.30 kg/mm, the MQ value increased by 78.81 kg/mm or 44%. As for Retona Blend E-55 asphalt at 55x impact = 183.78 kg/mm and at 65x impact = 278.98 kg/mm, the MQ value increased by 95.20 kg/mm or 52%.

Keywords: AC-WC, Marshall Test, Retona Blend E-55, AC 60/70

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Peningkatan kualitas material sebagai komponen campuran aspal dapat membantu meningkatkan kinerja struktur perkerasan jalan (Alifuddin, 2018). Mengingat bahwa lapisan atas aspal terkena dampak lalu lintas secara langsung, Maka campuran aspal harus cukup kokoh, stabil, dan mampu menahan beban lalu lintas tanpa retak. Jumlah tumbukan pada proses pencampuran aspal memiliki dampak yang signifikan terhadap sifat-sifat lapisan aspal. Menurut (Antonius et al., 2016), Metode Marshall digunakan untuk membuat campuran aspal panas dalam perkerasan lentur.

Karena Indonesia memiliki tingkat keretakan dini yang tinggi, jumlah pori-pori pada perkerasan AC-WC dan penggunaan aspal sangat penting untuk menjaga daya tahan perkerasan. Oleh karena itu, diperlukan opsi lebih lanjut yang dapat meningkatkan kualitas perkerasan AC-WC (Sumiati, 2013). Oleh karena itu, pemilihan aspal Retona blend E-55 merupakan salah satu alternatif yang dapat mengurangi kerusakan jalan yang terjadi (Syaifuddin, 2013). Retona adalah produk aspal alami yang diekstrak dari Pulau Buton. Aspal Buton dimanfaatkan untuk mengatasi kelemahan yang ada pada aspal minyak.

Dengan menggunakan aspal Retona Blend E-55 dan aspal penetrasi 60/70 sebagai bahan pengikat, tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menganalisa sensitivitas kepadatan terhadap sifat Marshall pada campuran AC-WC.

1.1 Rumusan Masalah

Berdasarkan beberapa permasalahan yang telah diidentifikasi, maka akan dirumuskan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik *Marshall* campuran AC-WC yang

menggunakan bahan pengikat Aspal Retona Blend E-55 dan AC 60/70 ?

2. Bagaimana sensitivitas pemadatan campuran AC-WC yang menggunakan Aspal Retona Blend E-55 dan AC 60/70 dilihat dari parameter karakteristik *Marshall* ?

1.2 Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk melakukan pengujian sensitivitas pemadatan terhadap karakteristik *Marshall* campuran AC-WC dengan menggunakan Aspal Retona Blend E-55 dan AC 60/70. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menganalisa karakteristik *Marshall* campuran AC-WC yang menggunakan Aspal Retona Blend E-55 dan AC 60/70 sebagai bahan pengikat.
2. Menganalisa sensitivitas pemadatan campuran AC-WC dengan menggunakan Aspal Retona Blend E-55 dan AC 60/70 dilihat dari parameter karakteristik *Marshall*.

2. Metode Penelitian

2.1. Gambaran Umum

Sensitivitas kepadatan campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) terhadap fitur Marshall dipastikan dengan pendekatan eksperimental di laboratorium dengan menggunakan aspal Retona Blend E-55 dan AC 60/70 dengan berbagai tingkat tumbukan. Dua x 55, dua x 65, dua x 75, dua x 85, dan dua x 95 tumbukan digunakan dalam investigasi ini.

2.2. Waktu dan Lokasi Penelitian

Laboratorium Bahan Perkerasan Jalan, Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia, Program Studi Teknik Sipil, Jl Urip Sumoharjo Makassar (Sulawesi Selatan) merupakan tempat di laksanakannya penelitian ini.

2.3. Bahan dan Alat Penelitian

2.3.1 Bahan Penelitian

Dalam penelitian ini, aspal dan agregat adalah bahan yang digunakan. Aspal adalah bahan termoplastik yang

berbentuk padat sampai hampir padat (Sukirman, 2003).

1. Agregat yang disimpan di screen No. 4 (4,75 mm) selama operasi stone crusher dikenal sebagai agregat kasar, dan berasal dari agregat Bili-Bili di Kabupaten Gowa.
2. Agregat halus, yang terdiri dari pasir dari pecahan batu yang lolos dari saringan No. 4 dan diekstraksi dari agregat Bili-Bili di Kabupaten Gowa.

3. Aspal Retona Blend E-55 dari PT Olah Bumi Mandiri.
4. Produk yang diproduksi PT Pertamina (Persero) dengan jenis AC 60/70.

2.3.2 Alat Penelitian

Pengujian Marshall Test yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan di dalam Laboratorium Bahan Perkerasan Jalan, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia.



Gambar 1 Alat Marshall Test

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pemeriksaan Agregat dan Aspal

Informasi yang diperoleh dari analisis kualitas aspal dan agregat sesuai dengan

kriteria Bina Marga 2018, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1 Hasil pemeriksaan agregat kasar dan agregat halus

Pemeriksaan	Spesifikasi		Hasil Pengujian		
	Maks	Min	Agregat 1-2	Agregat 0,5-1	Agregat Halus
Berat Jenis (Bulk)	2,9	2,4	2,61	2,49	2,58
Berat Jenis (SSD)	2,9	2,4	2,67	2,56	2,70
Berat Jenis Semu (Apparent)	2,9	2,4	2,77	2,68	2,51
Water Absorption	3%	-	2,20	2,88	2,89
Sand Equivalent (%)	-	60	-	-	79,74
Berat Isi Gembur (gr/cm ³)	1,9	1,4	1,43	1,42	1,52
Berat Isi Padat (gr/cm ³)	1,9	1,4	1,45	1,43	1,68
Soundness Test #3/8" (%)	12	-	10,26	10,26	-
Soundness Test #50 (%)	10	-	-	-	7,15
Kelekatan Agregat terhadap Aspal	-	95%	96%	96%	-

Tabel 2 Hasil pemeriksaan aspal

Pengujian	AC 60/70		Retona Blend E55	
	Hasil Pengujian	Spesifikasi	Hasil Pengujian	Spesifikasi
Penetrasi 25°C (0,1 mm)	61	60 – 70	53	50 – 60
Titik Lembek (°C)	52	≥49	57	≥50
Daktilitas pada 25°C (cm)	146	≥100	164	≥100

Pengujian	AC 60/70		Retona Blend E55	
	Hasil Pengujian	Spesifikasi	Hasil Pengujian	Spesifikasi
Titik Bakar (°C)	275	≥232	315	≥232
Titik Nyala (°C)	270	≥232	312	≥232
Berat Jenis	1,030	≥1,0	1,173	≥1,0

3.2 Hasil Pengujian Marshall dan Penentuan KAO

Setelah proses pengujian Marshall dengan AC 60/70 & Aspal Retona Blend E55, hitung nilai karakteristik Marshall (VIM, VMA, VFA, Kepadatan, Flow,

dan Rongga dalam Campuran). Kemudian, gunakan variasi kadar aspal (4,5, 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5%) untuk menentukan nilai Marshall Quotient (MQ).

Tabel 3 Rekapitulasi pengujian *Marshall* untuk penentuan KAO AC 60/70

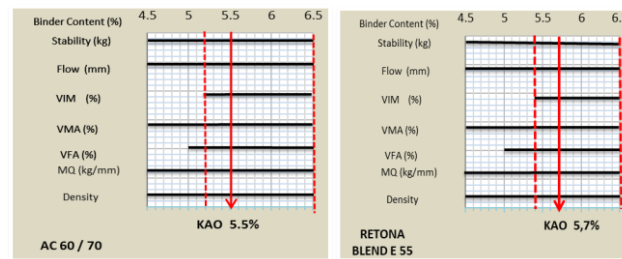
Sifat-Sifat Campuran	Hasil Pengujian					Spesifikasi
Kadar Aspal (%)	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	
Stabilitas; kg	837.99	876.60	907.50	892.05	807.09	800-1800 kg
Flow; mm	3.27	3.00	2.90	3.10	3.13	2-4 mm
VIM (%)	6.543	5.487	4.378	3.784	3.470	3-5%
VMA (%)	15.583	15.656	15.692	16.186	16.919	≥ 15%
VFA (%)	58.158	65.016	72.109	76.646	79.500	≥ 65%
Density	2.249	2.259	2.270	2.269	2.261	≥ 2.2 kg/mm ³
MQ; kg/mm	256.82	292.38	313.29	288.04	258.01	Min. 250 kg/mm

Tabel 4 Rekapitulasi pengujian *Marshall* untuk penentuan KAO aspal Retona Blend E-55

Sifat-Sifat Campuran	Hasil Pengujian					Spesifikasi
Kadar Aspal (%)	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	
Stabilitas; kg	826,40	888,19	922,94	934,53	872,74	800-1800 kg
Flow; mm	3.17	2.83	2.69	2.63	2.71	2-4 mm
VIM (%)	6.590	5.631	4.845	4.168	3.629	3-5%
VMA (%)	15.626	15.785	16.104	16.520	17.056	≥ 15%
VFA (%)	57.860	64.652	69.927	74.862	78.830	≥ 65%
Density	2,251	2,262	2,273	2,269	2,265	≥ 2.2 kg/mm ³
MQ; kg/mm	261,38	313,48	342,66	355,37	321,70	Min. 250 kg/mm

Berdasarkan Tabel 3 dan 4, nilai tipikal Marshall untuk kadar aspal yang berkisar antara % hingga 6,5% memenuhi persyaratan. Dengan KAO 5,5% untuk aspal AC 60/70 dan KAO 5,7% untuk aspal Retona Blend E-55, Gambar 1 dan 2 menunjukkan bahwa komposisi

campuran AC-WC memenuhi persyaratan karakteristik Marshall. Gambar 2 di bawah ini menunjukkan nilai KAO untuk jenis aspal AC 60/70 & Retona Blend E-55:



Gambar 2 Penentuan nilai KAO AC 60/70 dan aspal Retona Blend E-55

3.3 Hasil Pengujian Marshall dengan Variasi Pemadatan

Menggunakan Retona Blend E55 dan AC 60/70, lakukan pengujian Marshall pertama untuk menentukan kadar aspal yang ideal. Selanjutnya, gunakan variasi pemadatan untuk menentukan nilai karakteristik Marshall, yang meliputi kepadatan, stabilitas, flow, rongga dalam campuran (VIM), rongga dalam agregat

mineral (VMA), rongga yang terisi aspal (VFA), dan hasil bagi Marshall (MQ). Dengan menggunakan kadar aspal terbaik yang ditemukan, varian pemadatan berikut ini digunakan: 55 x 2, 65 x 2, 75 x 2, 85 x 2, dan 95 x 2 tumbukan. Temuan pengujian untuk varian pemadatan dirangkum di bawah ini, dan tabel 5 dan 6 menunjukkannya.

Tabel 5 Rekapitulasi pengujian *Marshall* dengan variasi pemadatan AC 60/70

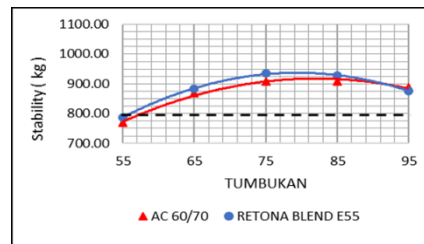
Sifat-Sifat Campuran	Hasil Pengujian					Spesifikasi
Variasi Pemadatan	55 x	65 x	75 x	85 x	95 x	
Stabilitas; kg	768.48	868.88	907.50	907.50	888.19	800-1800 kg
Flow; mm	4.33	3.39	2.90	2.49	2.57	2-4 mm
VIM (%)	6.402	4.736	4.378	3.756	2.940	3-5%
VMA (%)	17.477	16.008	15.692	15.143	14.424	≥ 15%
VFA (%)	63.378	70.426	72.109	75.201	79.664	≥ 65%
Density	2.222	2.262	2.270	2.285	2.304	≥ 2.2 kg/mm ³
MQ; kg/mm	177.49	256.30	313.29	364.47	346.56	Min. 250 kg/mm

Tabel 6 Rekapitulasi pengujian *Marshall* dengan variasi pemadatan aspal Retona Blend E-55

Sifat-Sifat Campuran	Hasil Pengujian					Spesifikasi
Variasi Pemadatan	55 x	65 x	75 x	85 x	95 x	
Stabilitas; kg	787.78	884.33	934.53	926.81	876.60	800-1800 kg
Flow; mm	4.29	3.17	2.63	2.31	2.37	2-4 mm
VIM (%)	6.637	4.815	4.555	4.009	3.721	3-5%
VMA (%)	18.080	16.482	16.254	15.774	15.522	≥ 15%
VFA (%)	63.304	70.816	72.063	74.590	76.040	≥ 65%
Density	2.211	2.254	2.260	2.273	2.280	≥ 2.2 kg/mm ³
MQ; kg/mm	183.78	278.98	355.37	409.70	372.13	Min. 250 kg/mm

3.3.1 Hubungan Variasi Pemadatan terhadap Stabilitas

Spesifikasi $800 \geq 1800$ kg

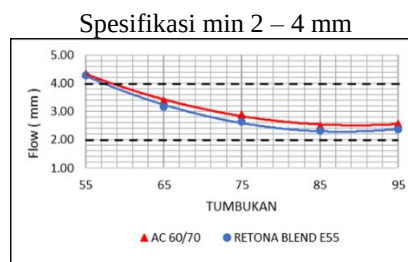


Gambar 3 Grafik variasi pemadatan terhadap nilai stabilitas

Hubungan antara variasi pemadatan AC 60/70 dan Retona Blend E55 terhadap stabilitas digambarkan pada Gambar 3. Berdasarkan nilai stabilitas campuran, variasi pemadatan dengan tumbukan 55x tidak cukup untuk mencapai stabilitas Marshall yang mensyaratkan spesifikasi minimum 800 kg. Hingga mencapai pemadatan yang ideal, nilai stabilitas akan meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah tumbukan. Namun, stabilitas akan menurun ketika jumlah tumbukan melebihi ambang batas ideal. Pemadatan yang berlebihan akan mengakibatkan agregat kasar dalam campuran mengalami degradasi (menjadi butiran yang lebih halus), sehingga permukaan agregat yang tertutup aspal melebar dan lapisan aspal menipis. Hal

ini akan mengakibatkan kecilnya ikatan antara agregat dan aspal dan akhirnya memungkinkan air masuk ke permukaan agregat dengan mudah. (Asma Massara, 2023).

3.3.2 Pengaruh Variasi Pemadatan terhadap Flow



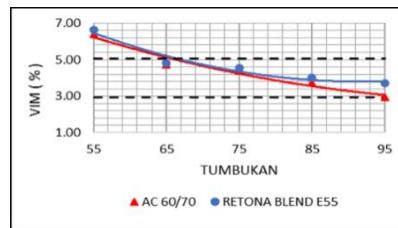
Gambar 4 Grafik variasi pemadatan terhadap nilai Flow

Gambar 4 mengilustrasikan bagaimana laju aliran menurun hingga 85 tabrakan sebelum meningkat sekali lagi pada 95 tabrakan. Rongga-rongga pada aspal akan terisi dengan lebih banyak tumbukan. Hasilnya, campuran agregat dan aspal memiliki nilai keruntuhan yang rendah dan sambungan yang kuat. Dibandingkan dengan AC 60/70, nilai

flow untuk kombinasi AC-WC yang menggunakan aspal Retona Blend E55 seringkali lebih rendah. Campuran dengan nilai flow yang rendah secara alami akan lebih kaku dan lebih rentan terhadap keretakan dini.

3.3.3 Pengaruh Zeolit Alam terhadap Void in Mixture (VIM)

Spesifikasi min 3 – 5 %

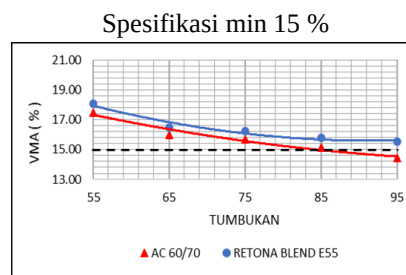


Gambar 5 Grafik variasi pemadatan terhadap nilai VIM

Gambar 5 mengilustrasikan bahwa nilai VIM AC 60/70 dengan tumbukan 55x & 95x tidak memenuhi kriteria 3%-5%. Tumbukan memenuhi spesifikasi pada 65x, 75x, dan 85x, sedangkan tumbukan memenuhi spesifikasi pada Retona Blend E55 pada 65x, 75x, 85x, dan 95x. Ruang dalam campuran semakin sempit seiring dengan bertambahnya jumlah benturan. Ketika jumlah tumbukan meningkat, nilai VIM cenderung turun. Campuran AC 60/70 yang memenuhi persyaratan, yaitu tumbukan 65x hingga 85x dengan nilai 4,74%, 4,38%, dan 3,76%,

digunakan pada campuran AC-WC. Sedangkan aspal Retona Blend E55 memenuhi persyaratan, memiliki nilai VIM 4,82%, 4,56%, 4,01%, 3,72%, dengan rentang tumbukan 65 hingga 95 kali. Campuran aspal Retona blend E-55 cenderung lebih tinggi dari AC 60/70, berdasarkan data di atas. Hal ini disebabkan karena ketika jumlah tumbukan meningkat, aspal mengisi lubang-lubang udara di dalam campuran, sehingga mengurangi luas permukaannya.

3.3.4 Pengaruh Variasi Pemadatan terhadap Void in Mineral Aggregates (VMA)

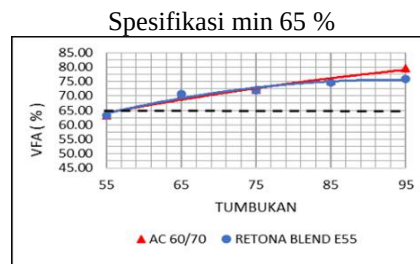


Gambar 6 Grafik variasi pemadatan terhadap nilai VMA

Gambar 6 mengilustrasikan bahwa semua variasi pemadatan campuran secara kolektif memenuhi nilai VMA, yaitu minimal 15%, sesuai dengan standar Bina Marga. Tetapi pada tumbukan 95x untuk aspal AC 60/70 tidak memenuhi spesifikasi sedangkan Retona Blend E55 semua jumlah tumbukan memenuhi spesifikasi. Semakin besar jumlah tumbukan maka semakin menurun nilai VMA nya, diakibatkan rongga di antara agregat semakin kecil. Nilai VMA yang kecil

menyebabkan campuran tidak memiliki cukup rongga untuk aspal menyelimuti agregat (VFA) sehingga nilai VMA haruslah cukup menampung kadar aspal agar menciptakan campuran dengan tingkat ketahanan campuran yang baik. Hasil penelitian menunjukkan nilai VMA untuk Aspal Retona Blend E55 cenderung lebih tinggi di bandingkan AC 60/70. Dalam hal ini seiring bertambahnya tumbukan maka semakin kecil rongga antar agregat.

3.3.5 Pengaruh Variasi Pemadatan terhadap Void Filled with Asphalt (VFA)

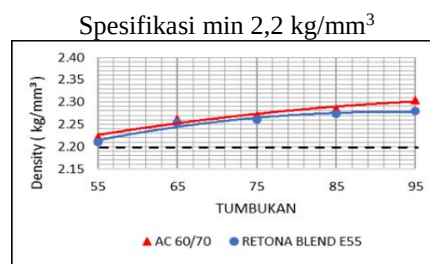


Gambar 7 Grafik variasi pemadatan terhadap nilai VFA

Berdasarkan gambar 7 menunjukkan bahwa tumbukan 65x sampai 95x memenuhi spesifikasi sedangkan tumbukan 55x tidak memenuhi spesifikasi untuk aspal AC 60/70 dan aspal Retona Blend E55. Nilai VFA mengalami kenaikan hingga tumbukan 95x. Semakin tinggi pemadatan dalam campuran maka akan semakin tinggi pula nilai VFA dalam campuran. Hal ini disebabkan oleh besarnya pemadatan akan mempengaruhi aspal yang mengisi rongga agregat, sehingga bukan hanya rongga pada agregat yang akan terisi oleh aspal melainkan rongga yang terdapat diantara butiran agregat (VIM) yang juga

akan terisi oleh aspal. Pada tumbukan 55x persentase VFA tidak memenuhi spesifikasi artinya tumbukan yang digunakan kurang sehingga volume rongga yang terisi aspal menjadi kurang. Untuk campuran AC-WC menggunakan AC 60/70 cenderung lebih efektif dikarenakan terjadinya perubahan nilai rongga yang terisi oleh aspal dibandingkan dengan Aspal Retona Blend E55 dilihat nilai dari setiap kadar variasi tumbukannya (Sriharyani & Tholib, 2018). Nilai VFA tertinggi pada tumbukan 95x untuk AC 60/70 yaitu 79,66% sedangkan Aspal Retona Blend E55 yaitu 76,04%.

3.3.6 Pengaruh Variasi Pemadatan terhadap *Density*

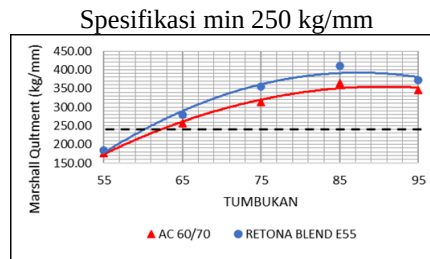


Gambar 8 Grafik variasi pemadatan terhadap nilai *Density*

Berdasarkan gambar 8 bahwa nilai *density* atau kepadatan AC 60/70 pada tumbukan 55x mengalami kenaikan nilai *density* sampai tumbukan 95x. Sedangkan pada Aspal Retona Blend E55 pada tumbukan 55x mengalami kenaikan nilai *density* sampai tumbukan 85x kemudian nilai *density*nya tetap sama hingga tumbukan 95x. Pada AC 60/70 dan aspal Retona Blend E55 menghasilkan nilai

density campuran yang telah memenuhi spesifikasi. Nilai *Density* untuk campuran AC-WC menggunakan Aspal Retona Blend E55 mempunyai nilai *density* lebih kecil dibandingkan Aspal AC 60/70. Faktor ini terjadi karena sifat Aspal Retona Blend E55 lebih keras yang menyebabkan pencampuran Aspal Retona Blend E 55 yang lebih sukar.

3.3.7 Pengaruh Variasi Pemadatan terhadap Marshall Quotient



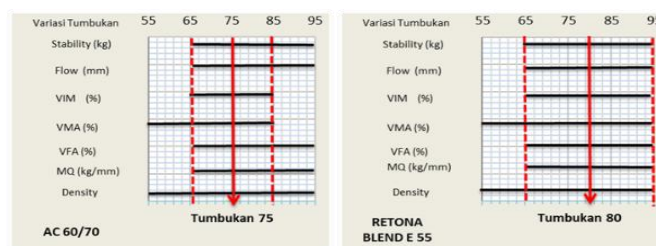
Gambar 9 Grafik variasi pemadatan terhadap nilai *Marshall Quotient*

Berdasarkan gambar 9 menunjukkan bahwa variasi pemadatan mulai dari tumbukan 65x sampai tumbukan 95x untuk aspal Retona Blend E55 dan AC 60/70 telah memenuhi spesifikasi sedangkan untuk tumbukan 55x tidak memenuhi spesifikasi. Pada tumbukan 55x sampai tumbukan 85x terjadi kenaikan nilai, tetapi turun kembali pada tumbukan 95x. Pada campuran AC 60/70 nilai *Marshall Quotient* tertinggi berada pada tumbukan 85x dengan nilai 364,47 Kg/mm begitu pun pada Aspal Retona Blend E55 nilai *Marshall Quotient* tertinggi berada pada tumbukan 85x dengan nilai 409,70 Kg/Mm. Pada tumbukan 55x sampai tumbukan 85x terjadi kenaikan nilai, tetapi turun kembali pada tumbukan 95. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa stabilitas akan menurun

seiring dengan meningkatnya jumlah tabrakan yang melebihi nilai maksimum stabilitas, dan peleburan juga akan meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah tabrakan.. Penurunan Nilai stabilitas juga di sebabkan oleh bubuk aspal yang ada pada campuran keluar ke permukaan karena pemadatan yang lebih.

3.3.8 Penentuan Variasi Pemadatan Optimum terhadap Karakteristik Campuran AC-WC

Marshall Quotient, kepadatan, stabilitas, flow, (VIM), (VMA), VFA, dan variasi pemadatan yang optimal dalam kombinasi AC-WC semuanya bergantung pada faktor-faktor ini. Gambar 10 menunjukkan penentuan variasi pemadatan yang ideal.



Gambar 10 Grafik Penentuan Variasi Pemadatan Optimum campuran AC-WC menggunakan AC 60/70 dan aspal Retona Blend E-55

Berdasarkan gambar 10 mengenai penentuan nilai Variasi Pemadatan Optimum dengan menggunakan metode barchart, Pada AC 60/70 mulai dari nilai minimum yang didapatkan yaitu 65x tumbukan dan nilai maksimum yang didapatkan yaitu 85x tumbukan sedangkan pada Aspal Retona Blend E55 nilai minimum yang didapatkan yaitu 65x tumbukan dan nilai maksimum yang

didapatkan yaitu 95x tumbukan. Sehingga karakteristik yang memenuhi spesifikasi pada AC 60/70 mulai 65x tumbukan sampai 85x tumbukan, sedangkan aspal Retona Blend E55 mulai 65x tumbukan sampai 95x tumbukan. Sehingga didapatkan Variasi Pemadatan Optimum (VPO) pada AC 60/70 sebesar 75x tumbukan dan pada Aspal Retona Blend E55 sebesar 80x tumbukan.

3.4 Pembahasan Sensitivitas Pemadatan terhadap Karakteristik Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC – WC)

Berdasarkan hasil pengujian variasi pemadatan campuran AC-WC terhadap Karakteristik Marshall menggunakan AC 60/70 dan Aspal Retona Blend E55, Menunjukkan bahwa semakin bertambahnya jumlah tumbukan maka nilai *Density* nya mengalami kenaikan yang berarti campuran semakin padat dan rongga yang ada pada campuran mengecil karena aspal yang mengisi rongga tersebut. Hal ini menyebabkan nilai VIM nya menurun dan Nilai VFA nya naik. Campuran yang padat dapat menahan beban lalu lintas dengan baik maka dari itu nilai *Stability* nya mengalami kenaikan akan tetapi saat

sudah mencapai titik puncak nilai *Stability* nya kembali turun, Hal ini di karenakan stabilitas akan menurun dengan kenaikan jumlah tumbukan yang telah melampaui nilai maksimum stabilitas, disamping itu kelelahan akan semakin tinggi dengan meningkatnya jumlah tumbukan. Penurunan nilai stabilitas juga disebabkan oleh bubuk aspal yang ada pada campuran keluar ke permukaan karena pemadatan yang lebih. Setelah melakukan pengujian variasi pemadatan, Untuk mengetahui tingkat sensitif campuran dapat di lakukan dengan cara menghitung presentasi kenaikan dan penurunan yang terjadi akibat variasi pemadatan. Berikut hasil rekapitulasi sensitivitas karakteristik marshall akibat variasi pemadatan dapat di lihat pada tabel 7 & 8:

Tabel 7 Rekapitulasi Pembahasan Sensitivitas Karakteristik Marshall Akibat Variasi Pemadatan untuk AC 60/70

Karakteristik <i>Marshall</i>		Jumlah Tumbukan				
		55 x	65 x	75 x	85 x	95 x
Stabilitas; Kg	Nilai	768,48	868,88	907,50	907,50	888,19
	%Kenaikan/Penurunan		13 %	4 %	0 %	2%
Flow; mm	Nilai	4,33	3,39	2,90	2,49	2,56
	% Kenaikan / Penurunan		22 %	14 %	14 %	3 %
VIM; %	Nilai	6,40	4,74	4,38	3,76	2,94
	% Kenaikan / Penurunan		26 %	8 %	14 %	22 %
VMA; %	Nilai	17,48	16,01	15,69	15,14	14,42
	% Kenaikan / Penurunan		8 %	2 %	3 %	5 %
VFA; %	Nilai	63,38	70,43	72,11	75,20	79,66
	% Kenaikan / Penurunan		7,05 %	1,68 %	3,09 %	4,46%
Density; kg/mm ³	Nilai	2,22	2,26	2,27	2,28	2,30
	% Kenaikan / Penurunan		1,8 %	0,4 %	0,7 %	0,8%
Marshall Quotient; kg/mm	Nilai	177,49	256,30	313,29	364,47	346,56
	% Kenaikan / Penurunan		44 %	22 %	16 %	5%

Tabel 8 Rekapitulasi Pembahasan Sensitivitas Karakteristik Marshall Akibat Variasi Pemadatan untuk Aspal Retona Blend E-55

Karakteristik <i>Marshall</i>		Jumlah Tumbukan				
		55 x	65 x	75 x	85 x	95 x
Stabilitas; Kg	Nilai	787,78	884,33	934,53	926,81	876,60
	%Kenaikan/Penurunan		12 %	6 %	1 %	5 %
Flow; mm	Nilai	4,29	3,17	2,63	2,26	2,36
	% Kenaikan / Penurunan		26 %	17 %	14 %	4 %
VIM; %	Nilai	6,64	4,82	4,56	4,01	3,72
	% Kenaikan / Penurunan		27 %	5 %	12 %	7 %
VMA; %	Nilai	18,08	16,48	16,25	15,77	15,52
	% Kenaikan / Penurunan		9 %	1 %	3 %	2 %
VFA; %	Nilai	63,30	70,82	72,06	74,59	76,04
	% Kenaikan / Penurunan		7,51 %	1,25 %	2,53 %	1,45 %

Density; kg/mm³	Nilai	2,21	2,25	2,26	2,27	2,28
	% Kenaikan / Penurunan		2 %	0,3 %	0,6 %	0,3 %
Marshall Quotient; kg/mm	Nilai	183,78	278,98	353,37	409,70	372,13
	% Kenaikan / Penurunan		52 %	27 %	15 %	9 %

Berdasarkan tabel 7 & 8 maka sensitivitas pemadatan terhadap sifat-sifat *Marshall* dijelaskan sebagai berikut:

1. Sensitivitas Pemadatan Terhadap Stabilitas.
Hasil penelitian menunjukkan nilai stabilitas pada tumbukan 55x untuk AC 60/70 = 764,48 kg dan untuk aspal Retona Blend E55 = 787,78 kg, saat di tambah tumbukan 10x nilai stabilitasnya mengalami kenaikan sebesar 100,40 kg atau naik sebesar 13% untuk AC 60/70. Sedangkan untuk aspal Retona Blend E55 mengalami kenaikan nilai stabilitas sebesar 96,55 kg atau sebesar 12%.
2. Sensitivitas Pemadatan Terhadap *Flow*.
Hasil penelitian menunjukkan nilai *flow* pada tumbukan 55x untuk AC 60/70 = 4,33 mm dan untuk aspal Retona Blend E55 = 4,29 mm, saat di tambah tumbukan 10x nilai *flow* nya menurun sebesar 0,94 mm atau turun sebesar 22 % untuk AC 60/70. Sedangkan untuk Aspal Retona Blend E55 menurun sebesar 1,12 atau turun sebesar 26 %.
3. Sensitivitas Pemadatan Terhadap VIM (*Void In Mix*).
Hasil penelitian menunjukkan nilai VIM pada tumbukan 55x untuk AC 60/70 = 6,40 % dan untuk aspal Retona Blend E55 = 6,64 %, saat di tambah tumbukan 10x nilai VIM nya menurun sebesar 26% untuk AC 60/70. Sedangkan untuk Aspal Retona Blend E55 menurun sebesar 27%.
4. Sensitivitas Pemadatan Terhadap VFA (*Void Filled With Asphalt*).
Hasil penelitian menunjukkan nilai VFA pada tumbukan 55x untuk AC 60/70 = 63,38 % dan untuk aspal Retona Blend E55 = 63,30 %, saat di tambah tumbukan 10x nilai VFA

nya mengalami kenaikan nilai VFA sebesar 7,05% untuk AC 60/70. Sedangkan untuk Aspal Retona Blend E55 menurun sebesar 7,51 %.

5. Sensitivitas Pemadatan Terhadap VMA (*Void In Mineral Aggrregate*).
Hasil penelitian menunjukkan nilai VMA pada tumbukan 55x untuk AC 60/70 = 17,48 % dan untuk aspal Retona Blend E55 = 18,08 %, saat di tambah tumbukan 10x nilai VMA nya menurun sebesar 8 % untuk AC 60/70. Sedangkan untuk Aspal Retona Blend E55 menurun sebesar 9 %.
6. Sensitivitas Pemadatan Terhadap Kerapatan (*Density*).
Hasil penelitian menunjukkan nilai *Density* pada tumbukan 55x untuk AC 60/70 = 2,22 kg/mm³ dan untuk aspal Retona Blend E55 = 2,21 kg/mm³, saat di tambah tumbukan 10x nilai *Density* nya mengalami kenaikan sebesar 0,04 kg/mm³ atau naik sebesar 1,8 % untuk AC 60/70. Sedangkan untuk aspal Retona Blend E55 mengalami kenaikan nilai *Density* sebesar 0,04 kg/mm³ atau sebesar 2 %.
7. Sensitivitas Pemadatan Terhadap *Marshall Queotient*.
Hasil penelitian menunjukkan nilai *Marshall Queotient* pada tumbukan 55x untuk AC 60/70 = 177,49 kg/mm dan untuk aspal Retona Blend E55 = 183,78 kg/mm, saat di tambah tumbukan 10x nilai *Marshall Queotient* nya mengalami kenaikan sebesar 78,81 kg/mm atau naik sebesar 44 % untuk AC 60/70. Sedangkan untuk aspal Retona Blend E55 mengalami kenaikan nilai *Marshall Queotient* sebesar 95,20 kg/mm atau sebesar 52 %.

4. Penutup

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian "Analisis sensitivitas kepadatan untuk sifat marshall campuran AC-WC menggunakan aspal Retona Blend E55 & AC 60/70." adalah sebagai berikut:

1. Sifat Marshall dari kombinasi AC-WC dengan bahan pengikat AC 60/70 dan Retona Blend E-55. Benda uji lebih stabil ketika aspal Retona digunakan dalam campuran aspal beton. Dengan nilai 929,898 kg, benda uji yang terbuat dari aspal Retona memiliki nilai stabilitas yang lebih besar dibandingkan benda uji yang terbuat dari AC 60/70 yang memiliki nilai 906,177 kg. Selain itu, tidak ada variasi yang cukup besar pada nilai Flow, VIM, VMA, VFA, MQ, & Density, yang mengindikasikan bahwa karakteristik tersebut hampir sama.
2. Sensitivitas pemadatan campuran AC-WC menggunakan Aspal Retona Blend E-55 dan AC 60/70 dilihat dari parameter karakteristik Marshall, didapatkan hasil bahwa variasi pemadatan paling sensitif terhadap nilai *Marshall Quotient*. Nilai *Marshall Quotient* untuk AC 60/70 pada tumbukan 55x = 177,49 kg/mm dan pada tumbukan 65x = 256,30 kg/mm, nilai MQ mengalami kenaikan sebesar 78,81 kg/mm atau 44 %. Sedangkan untuk aspal Retona Blend E-55 pada tumbukan 55x = 183,78 kg/mm dan pada tumbukan 65x = 278,98 kg/mm, Nilai MQ mengalami kenaikan sebesar 95,20 kg/mm atau 52%. Dan untuk nilai Stabilitas, Flow, VIM, VMA, VFA, dan Density mengalami kenaikan atau penurunan yang tidak terlalu sensitif.

4.2 Saran

Studi perlu dilanjutkan dengan berbagai pengujian dan penelitian yang belum dilakukan pada studi ini antara lain:

- 1) Pengujian deformasi pada sensitivitas pemadatan.

- 2) Melanjutkan dengan mencari nilai modulus elastisitas.

Di perlukan lebih lanjut lagi dalam pendalaman pengujian.

Daftar Pustaka

- Alifuddin, A. (2018). "Pengaruh Penggunaan Serat Ijuk Pada Campuran Beton Aspal Dengan Metode Kepadatan Mutlak Terhadap Peningkatan Tegangan Tarik." 9–10.
- Antonius, S., Priyo, P., & Dwi, H. (2016). Variasi Jumlah Tumbukan Terhadap Uji Karakteristik Marshall Untuk Campuran Laston (AC-BC). *JRSDD*, 4.
- Muhammad, L., Said, L. B., & Massara, A. (n.d.). Kajian Penambahan Bahan Anti Stripping Wet Fix-Pada Campuran Split Mastic Asphalt Be Terhadap Jumlah Tumbukan. *Asma Massara INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 3, 8870–8885.
- Sriharyani, L., & Tholib, A. (2018). PERUBAHAN PARAMETER MARSHALL AKIBAT PERBEDAAN JUMLAH TUMBUKAN PADA ASPHALT CONCRETE-BINDER COARSE (AC-BC) GRADASI KASAR (Vol. 8, Issue 1).
- Sukirman, S. (2003). Beton Aspal Campuran Panas. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*.
- Sumiati, A. H. (2013). KERUSAKAN DINI LAPISAN PERKERASAN ASPAL BETON AC-BC. *Jurnal Teknik Sipil*, 9.
- Syaifuddin (2013). *Analisa Parameter Marshall Aspal Beton AC-WC dengan Menggunakan Campuran Retona Blend 55 dan Aspal Pen 60/70*.