

Pengaruh Variasi Jumlah Tumbukan pada Perkerasan HRS-WC dengan Metode Marshall Test

Andreas¹, Sainuddin^{1*}, Nurmiati Zamad¹, Dahlia Patah¹, Sutriani¹, Astuti Indah Amalia²

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Barat, Jalan Prof. Dr. H. Baharuddin Lopa, SH, Majene, 9412, Indonesia

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sawerigading, Jalan Kande No.127, Bontoala, Makassar, 90156, Indonesia

*e-mail: sainuddin@unsulbar.ac.id

(Received: 23 Okt 2023; Reviewed: 13 Nov 2023; Accepted: 15 Mei 2024)

Abstract

Effect of Variation in Number of Collisions On HRS-WC Pavement Using Marshall Test. Roads are one of the transportation infrastructures that are really needed for daily life, so during their service period it is hoped that the condition of the road will be durable according to its intended lifespan. One of the influences that makes an asphalt mixture good is the compaction carried out during implementation. The compaction assessment is expected to determine the density and strength of the asphalt layer through the marshall limit to obtain the ideal strength value for the asphalt mixture, so it is important to know the ideal number of collisions during implementation. . The results of tests on the effect of variations in the number of collisions on marshall characteristics that have been carried out produce values that meet the specifications set by SNI Bina Marga 2018 revision 2, including tests that obtained a stability value of 2086.99kg, a flow value of 3.55 mm, a VIM value of 5.84%, the VMA value is 18.69%, the VFB value is 68.73%, and the MQ value is 587.89 kg/mm, so that an optimum collision of 60 collisions is obtained. Thus it can be stated that it meets the HRS-WC specifications.

Keywords: Collision Variation, HRS-WC, Marshall Test.

Abstrak

Jalan merupakan salah satu prasarana transportasi yang sangat dibutuhkan untuk kehidupan sehari-hari, sehingga dalam masa pelayanannya sangat diharapkan kondisi jalan tersebut memiliki keawetan sesuai umur rencananya. Salah satu pengaruh yang membuat campuran aspal menjadi baik adalah pemadatan yang dilakukan pada saat pelaksanaan, penilaian pemadatan diharapkan dapat menentukan kepadatan dan kekuatan lapisan aspal melalui batas *marshall* untuk mendapatkan nilai kekuatan yang ideal pada campuran aspal, sehingga penting mengetahui jumlah tumbukan yang ideal pada saat pelaksanaan. Hasil pengujian pengaruh variasi jumlah tumbukan terhadap karakteristik *marshall* yang telah dilakukan menghasilkan nilai yang memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan oleh SNI Bina Marga 2018 revisi 2 meliputi pengujian didapatkan nilai stabilitas sebesar 2086,99kg, nilai flow 3,55 mm, nilai VIM 5,84%, nilai VMA 18,69%, nilai VFB 68,73%, dan nilai MQ 587,89 kg/mm, sehingga didapatkan tumbukan optimum 60 tumbukan. Dengan demikian dapat dinyatakan memenuhi spesifikasi HRS-WC.

Kata Kunci: Variasi Tumbukan, HRS-WC, Marshall Test.

Pendahuluan

Perkerasan jalan merupakan campuran antara agregat dan bahan pengikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Agregat yang dipakai adalah batu pecah atau batu belah serta bahan pengikatnya adalah aspal, semen ataupun tanah liat (Palelu, 2022). Beban lalu lintas yang semakin meningkat akibat peningkatan jumlah volume lalu mengakibatkan kekuatan struktur perkerasan jalan menurun sehingga perlu dilakukan perencanaan struktur yang baik dan mempunyai daya tahan atau keawetan yang tinggi.

Pemadatan adalah proses yang mana partikel-partikel solid didapatkan secara mekanis sehingga volume rongga di dalam campuran mendapatkan konfigurasi agregat optimum untuk mencapai kepadatan yang di targetkan dan metode *Marshall* adalah metode yang digunakan untuk menguji parameter yang diperlukan. Pemadatan sangat mempengaruhi kekuatan campuran aspal terutama nilai stabilitas dan kadar plastis atau elastisnya suatu campuran, kedua parameter tersebut berpengaruh besar terhadap kekuatan dan keawetan suatu campuran aspal.

Hot Rolled Sheet (HRS-WC) merupakan bagian dari Lataston (Lapisan Tipis Aspal Beton) yang merupakan campuran aspal yang memiliki gradasi semi senjang yang di mana campuran ini biasanya digunakan dalam pembuatan aspal yang bersinggungan langsung dengan kendaraan. Di Indonesia Perencanaan metode *Marshall* tersebut menetapkan untuk kondisi lalu lintas berat pemadatan benda uji sebanyak 75x2 tumbukan. Dalam penelitian ini dilakukan pemadatan benda uji dengan variasi tumbukan 50x2, 55x2, 60x2, 65x2, 70x2 hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh terhadap karakteristik campuran aspal dan mencari jumlah tumbukan optimum pada campuran HRS-WC.

Metode

Lataston HRS-WC merupakan lapisan aus perkerasan jalan yang menggunakan gradasi semi senjang yang menggunakan sedikit agregat berukuran sedang (2,3 mm – 10 mm), dan terdiri dari material pasir, filler dan aspal. Ketentuan sifat – sifat yang dimiliki campuran laston modifikasi HRS-WC berdasarkan spesifikasi umum bina marga tahun 2018 divisi 6.

Tabel 1. Spesifikasi campuran laston modifikasi HRS-WC

Sifat – sifat Campuran	Lataston HRS-WC	
Jumlah tumbukan per bidang	50	
Rongga dalam campuran (%)	Min	4,0
	Maks	6,0
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min	18
Rongga terisi aspal (%)	Min	68
Stabilitas Marshall	Min	600
Pelelehan	Min	2
	Maks	4
Stabilitas Marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C	Min	90
Marshall Quoetient (kg/mm)	Min	250

Dalam pemilihan agregat yang akan digunakan pada suatu pekerjaan harus sedemikian rupa agar campuran beraspal yang proporsinya dibuat sesuai dengan rumus dan ketentuan dapat memenuhi spesifikasi umum Bina Marga Tahun 2018 div. 6. ASTM (*American Standard Testing and Material*) mendefinisikan agregat sebagai suatu bahan yang terdiri dari material padat, berupa massa berukuran besar ataupun berupa fragmen. Agregat merupakan komponen utama dalam struktur perkerasan jalan, yaitu 90%-95% agregat berdasarkan persentase berat atau 75%-85% agregat berdasarkan persentase volume. Dengan demikian kualitas perkerasan jalan ditentukan dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain. Agregat mencakup antara lain batu bulat, batu pecah, abu batu dan pasir. Agregat mempunyai peranan yang sangat penting dalam prasarana transportasi, khususnya dalam hal ini pada perkerasan jalan, daya dukung perkerasan jalan ditentukan sebagian besar oleh karakteristik agregat yang digunakan.

Setelah melakukan pemeriksaan material perlu diketahui juga proporsi agregat gabungan untuk membuat campuran aspal. Proporsi agregat gabungan merupakan penggabungan agregat atau pencampuran agregat kasar, medium dan agregat halus (abu batu) dan *filler* (semen) sehingga menjadi campuran homogen dan mempunyai susunan butiran sesuai dengan spesifikasi. Penggabungan agregat pada penelitian ini dilakukan dengan metode *trial and eror*.

Selanjutnya membuat benda uji untuk menentukan nilai KAO Untuk mencari kadar aspal terbaik dari hasil proporsi campuran yang dibuat dengan cara menghitung nilai kadar aspal rencana (PB) agar menghasilkan campuran aspal panas yang memenuhi persyaratan. Berdasarkan nilai kadar aspal maka dibuatlah benda uji dengan variasi kadar aspal dua di atas nilai PB dan dua di bawah nilai PB (5,3%, 5,8%, 6,3%, 6,8%, 7,3%), di mana masing-masing nilai kadar aspal dibuat tiga benda uji. Agar mendapatkan kadar aspal optimum yang diinginkan, campuran aspal harus memenuhi beberapa syarat karakteristik *marshall* berupa VMA, VIM, VFA, Stabilitas, *Flow* dan *Marshall Quotient* yang memenuhi syarat campuran aspal panas untuk lapisan Aus HRS-WC dan didapatkan nilai KAO yaitu 7.2 %.

Tabel 2. Hasil komposisi agregat campuran

No. Saringan		Spesifikasi Agregat						
Inch	mm	Agregat Halus	Agregat Kasar 1/2	Agregat Kasar 3/4	Filler	Gradasi	MIN	MAX
3/4		100,00	100,00	100,00	100	100,0	100	100
1/2"	12,7	100,00	100,00	100,00	100,00	100,0	90	100
3/8"	9,52	100,00	99,78	41,77	100,00	83,6	75	85
No. 8	4,75	100,00	1,55	40,96	100,00	55,9	50	70
No. 30	2,36	74,22	0,29	28,10	100,00	41,1	35	60
No 200	0,075	17,86	0,00	0,00	99,76	9,5	6	10

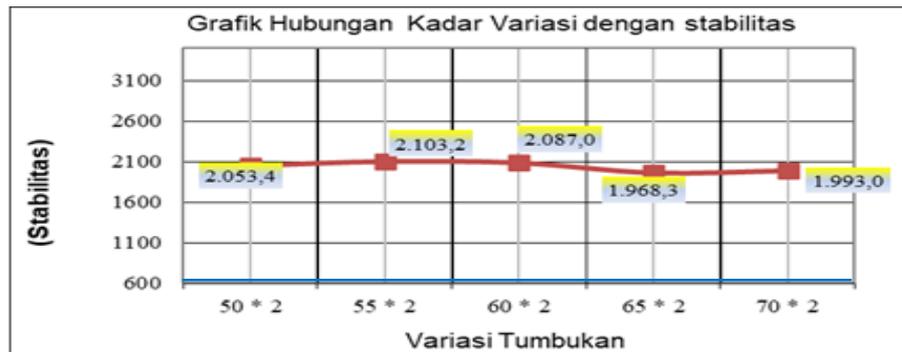
Tabel 3. Hasil pengujian *marshall* campuran penentuan kadar aspal optimum

Variasi Kadar Aspal	VMA (%)	VIM (%)	VFA (%)	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	MQ	Status
						(Kg/mm)	
5,3 %	20,45	10,40	49,24	4195,21	6,13	684,00	Tidak memenuhi
5,8 %	20,97	10,18	51,47	4427,23	5,77	767,73	Tidak memenuhi
6,3 %	19,91	8,14	59,23	3856,71	4,07	948,37	Tidak memenuhi
6,8 %	19,42	6,74	65,30	3798,55	3,93	965,73	Tidak memenuhi
7,3 %	19,31	5,76	70,17	3553,17	3,90	911,07	Memenuhi
Spesifikasi	Min. 18	Min. 4-6	Min. 68	Min. 600	Min 2-4	Min. 250	

Hasil

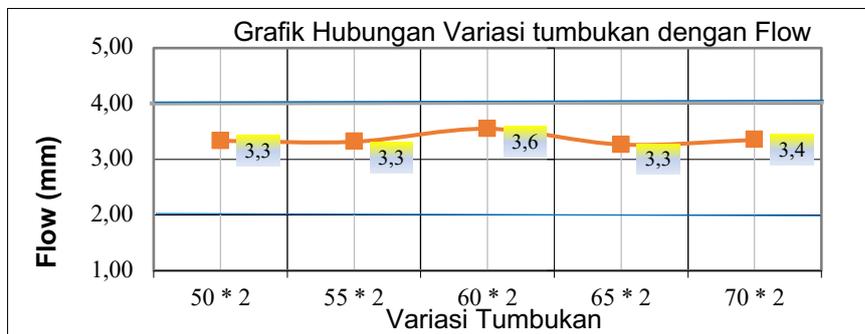
Pengujian *Marshall Test* dilakukan Setelah semua benda uji dibuat berdasarkan jumlah yang telah ditentukan dengan nilai KAO 7,2 % untuk memperoleh hasil yang diinginkan dengan alat *Marshall Test*. Hasil uji akan menunjukkan karakteristik *marshall* dan karakteristik akan dipengaruhi oleh sifat-sifat campuran yaitu, kepadatan, rongga antara agregat (VMA), rongga terisi aspal (VFA), rongga dalam campuran (VIM), rongga dalam campuran pada kepadatan mutlak, stabilitas, kelelahan serta *Marshall Quotient* (MQ).

Setelah didapatkan nilai KAO selanjutnya dibuatlah benda uji sesuai dengan komposisi material dengan nilai KAO 7,2% sebanyak 15 sampel lalu dilakukan pengujian *Marshall test* masing masing 3 buah benda uji untuk variasi tumbukan 50x2, 55x2, 60x2, 65x2, 70x2. Stabilitas adalah kekuatan campuran beton aspal dalam menahan deformasi akibat beban yang ada di atasnya. Stabilitas yang terlalu tinggi dapat membuat aspal beton mudah retak, namun stabilitas yang rendah akan mengakibatkan perkerasan menjadi Rutting. Adapun spesifikasi untuk stabilitas yaitu minimal 600 kg. Berdasarkan Gambar 1, nilai stabilitas masih sesuai spesifikasi yang diisyaratkan meskipun dapat dilihat terjadi penurunan nilai stabilitas seiring bertambahnya jumlah tumbukan. Untuk nilai stabilitas tertinggi berada pada tumbukan ke 55x2, dan berturut-turut mengalami penurunan di penambahan jumlah tumbukan 60x2, 65x2 dan 70x2.



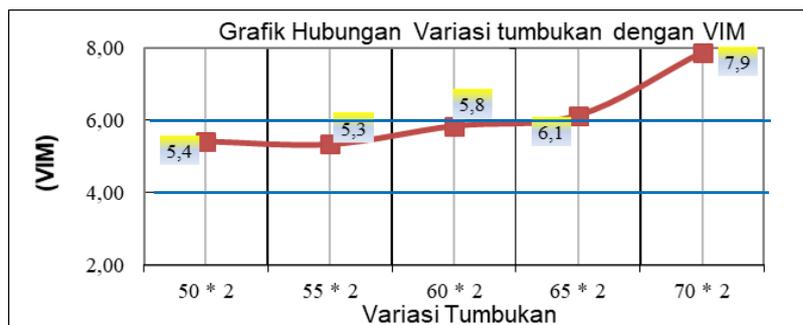
Gambar 1. Pengaruh variasi tumbukan terhadap stabilitas

Flow atau kelelahan merupakan besarnya perubahan bentuk plastis suatu benda uji campuran beraspal yang terjadi akibat suatu beban hingga batas keruntuhan dinyatakan dalam satuan panjang. Mengacu kepada spesifikasi umum Bina Marga 2018 Div. 6 yaitu nilai minimum *flow* adalah 2 mm dan nilai maksimum 4 mm. Berdasarkan Gambar 2, dapat dilihat nilai grafik telah memenuhi spesifikasi masih sesuai dengan spesifikasi yang diisyaratkan meskipun terjadi penurunan nilai *Flow* seiring bertambahnya jumlah tumbukan. Untuk nilai *Flow* tertinggi berada pada tumbukan ke 60x2.



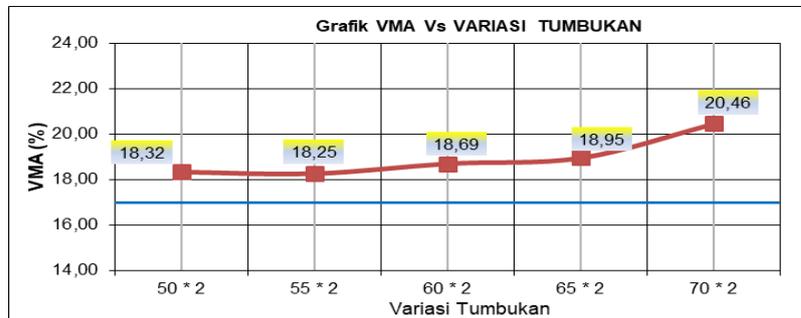
Gambar 2. Pengaruh variasi jumlah tumbukan terhadap *flow*

Void in mix (VIM) adalah volume rongga yang masih tersisa setelah campuran beton aspal dipadatkan. VIM ini dibutuhkan untuk sebagai tempat bergesernya butir – butir agregat akibat pemadatan tambahan yang terjadi oleh repetisi beban lalu lintas atau sebagai tempat jika aspal meleleh menjadi lunak akibat meningkatnya suhu udara. Berdasarkan Gambar 3, dapat dilihat nilai grafik bahwa variasi tumbukan 50x2, 55x2, 60x2, 65x2, 70x2 mengalami kenaikan seiring bertambahnya jumlah tumbukan sehingga dapat disimpulkan semakin banyak jumlah tumbukan yang digunakan maka nilai VIM akan naik. Namun pada tumbukan 65x2 dan 70x2 nilai VIM terlalu tinggi dan melawati ambang batas yang diisyaratkan oleh spesifikasi.



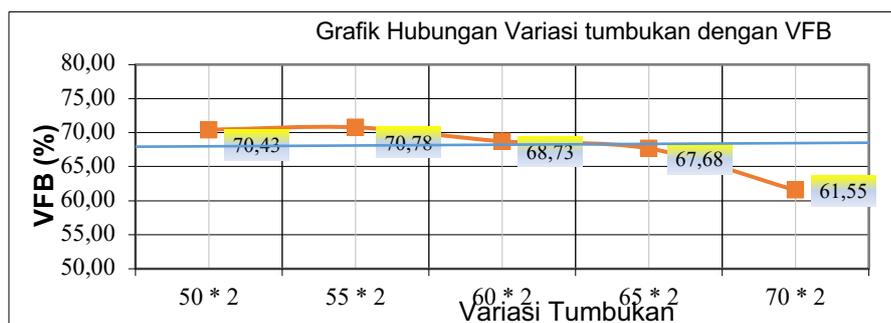
Gambar 3. Pengaruh variasi tumbukan terhadap VIM

Void in minerale agregat (VMA) adalah volume rongga didalam beton aspal padat jika seluruh selimut aspal ditiadakan. VMA akan meningkat jika selimut aspal lebih tebal, atau agregat yang digunakan bergradasi terbuka. Berdasarkan Gambar 4, dapat dilihat nilai grafik menunjukkan nilai VMA telah memenuhi syarat spesifikasi, diketahui dari tumbukan 50x2 hingga 70x2 nilai VMA berturut turut mengalami kenaikan sehingga dapat disimpulkan Semakin banyak rongga dalam agregat maka semakin banyak aspal yang diserap oleh agregat dan sebaliknya semakin sedikit rongga dalam agregat semakin sedikit pula aspal yang diserap oleh agregat.



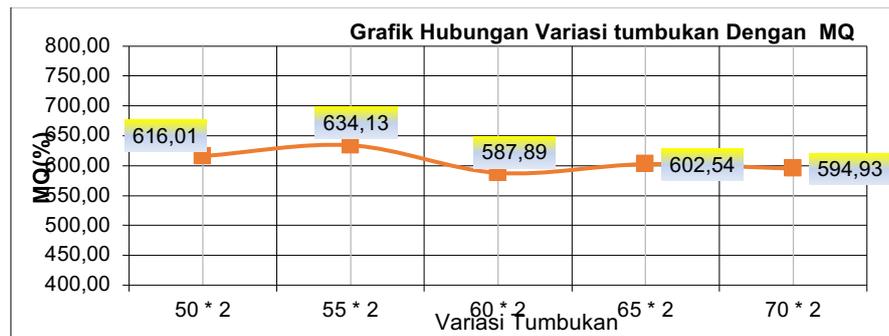
Gambar 4. Pengaruh variasi tumbukan terhadap VMA

Void filled with bitumen (VFB) merupakan volume rongga antara agregat dari beton aspal padat yang terisi oleh aspal, biasa disebut juga dengan volume film atau selimut aspal. Besarnya nilai VFB menentukan tingkat keawetan suatu campuran. Selimut aspal yang tebal akan membungkus agregat secara homogen, sehingga beton aspal akan lebih kedap air. Sebaliknya semakin tipis selimut aspal mengakibatkan beton aspal semakin mudah *bleeding* (naiknya aspal ke permukaan jalan) yang mengakibatkan jalan semakin licin. Berdasarkan Gambar 5, dapat dilihat nilai grafik menunjukkan bahwa dari tumbukan 2x50, 2x55, 2x60, 2x65, 2x70 nilai VFB berturut-turut mengalami penurunan. Sehingga dapat disimpulkan semakin besar variasi jumlah tumbukan nilai VFB akan semakin menurun. Namun pada tumbukan 65x2 dan 70x2 nilai VFB terlalu rendah dan tidak memenuhi ambang batas yang diisyaratkan oleh spesifikasi



Gambar 5. Pengaruh variasi tumbukan terhadap VFB

Marshall Quotion (MQ) merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan kelelehan (*flow*). Semakin besar nilai MQ maka campuran akan bersifat kaku namun sebaliknya semakin kecil nilai MQ maka lapisan akan bersikap lentur/plastis. Dari grafik di bawah menunjukkan bahwa nilai MQ yang memenuhi spesifikasi, sehingga dapat di simpulkan bahwa nilai MQ tergantung dari nilai yang dihasilkan oleh uji stabilitas dan *flow*.



Gambar 6. Pengaruh variasi tumbukan terhadap VFB

Pembahasan

Tabel 4. Matriks hasil pengujian *marshall*

Variasi Jumlah Tumbukan	VMA (%)	VIM (%)	VFB (%)	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	MQ	Keterangan
						(Kg/mm)	
2x50	18,32	5,42	70,43	2053,38	3,33	616,01	Memenuhi
2x55	18,25	5,34	70,78	2103,19	3,33	634,13	Memenuhi
2x60	18,69	5,84	68,73	2086,99	3,55	587,89	Memenuhi
2x65	18,95	6,14	67,68	1968,29	3,27	602,54	Tidak memenuhi
2x70	20,46	7,89	61,55	1993,01	3,35	594,93	Tidak memenuhi
Spesifikasi	Min. 18	Min. 4-6	Min. 68	Min. 600	Min 2-4	Min. 250	

Nilai Hasil Pengujian *Marshall test* HRS-WC yaitu VMA (rongga dalam agregat), VIM (rongga dalam campuran), VFB (rongga terisi aspal), Stabilitas, *Flow* (kelelahan) dan MQ (*Marshall Quotient*). Nilai stabilitas pada pengujian campuran dengan semua variasi tumbukan memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 revisi 2 yaitu min 600 kg, pada variasi tumbukan 50x2 hingga 60x2 dimana semakin tinggi jumlah tumbukannya semakin besar nilai stabilitasnya, namun pada tumbukan 65x2 dan 70x2 nilai stabilitas mengalami penurunan. Nilai *Flow* pada pengujian campuran dengan semua variasi tumbukan memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 revisi 2 yaitu min 2 mm dan max 4 mm. Nilai VIM pada variasi tumbukan 50x2 hingga tumbukan 60x2 memenuhi syarat spesifikasi Bina Marga 2018 revisi 2 yaitu min 4% dan Max 6%, namun pada tumbukan 65x2 dan 70x2 tidak memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 revisi 2, dan kenaikan nilai VIM berbanding lurus dengan jumlah tumbukan sehinggah dapat disimpulkan semakin banyak jumlah tumbukan maka nilai VIM akan semakin tinggi. Nilai VMA pada ke lima jenis variasi tumbukan memenuhi spesifikasi yang diisyaratkan yaitu min 18% dan terlihat pada pengujian nilai VMA mengalami kenaikan pada setiap penambahan jumlah tumbukan. Nilai VFB pada variasi tumbukan 50x2 hingga 60x2 memenuhi syarat spesifikasi Bina Marga 2018 revisi 2 yaitu min 68%, namun pada tumbukan 65x2, dan 70x2 tidak memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 revisi 2 karna nilainya dibawah dari nilai minimum yang diisyaratkan spesifikasi, dalam pengujian VFB dapat dikatakan berbanding terbalik dengan jumlah tumbukan sehinggah hal ini dapat disimpulkan semakin banyak jumlah tumbukan maka nilai VFB akan semakin rendah. Nilai MQ untuk variasi tumbukan 2x50 hingga 2x70 memenuhi spesifikasi dimana nilai MQ dimana nilai tertinggi MQ berada pada tumbukan 2x70. Sehingga dapat disimpulkan untuk nilai tumbukan maksimal untuk campuran HRS-WC yaitu 2 x60 untuk memenuhi spesifikasi masing-masing pengujian *marshall test*.

Kesimpulan

Berdasarkan pengujian *Marshall test* pada campuran perkerasan HRS-WC parameter yang sangat berpengaruh terhadap variasi tumbukan yaitu nilai stabilitas, semakin banyak tumbukannya semakin tinggi nilai stabilitasnya namun pada saat tumbukan optimum maka nilai stabilitas akan mengalami penurunan. Hal ini terjadi dikarenakan ketika jumlah tumbukan optimum akan membuat campuran aspal akan menjadi mudah retak. Nilai stabilitas yang tinggi akan membuat campuran mampu menahan beban lalu lintas yang tinggi. Adapun parameter *Marshall test* lainnya perlu diperhatikan agar campuran yang dibuat sesuai dengan spesifikasi bina marga 2018 Div. 6, dan pada tumbukan 65x2 dan 70x2 pada parameter VIM dan VFB tidak memenuhi spesifikasi bina marga 2018 Div. 6 sehingga pada tumbukan 65x2 dan 70x2 tidak dapat digunakan pada pelaksanaan pekerjaan jalan.

Referensi

- Akhmad. (2021). *Pengaruh Variasi Jumlah Tumbukan Pada Perkerasan Hrs-Wc Dengan Penambahan Karet Alam (Lateks)*. Institut Teknologi Nasional Malang 1-87.
- Bachtiar, (2013). *Pemanfaatan Limbah Ampas Tebuk Sebagai Pengganti Filler Untuk Campuran Hot Rolled Sheet – Wearing Course*. Undip.Ac.Id.
- Direktorat Jendral Bina Marga. (1983). *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) Untuk Jalan Raya*. Jakarta
- Heny. (2020). *Karakteristik Marshall Pada Campuran Hrs-Wc Dengan Penambahan Arang Kayu Tumbuk Sebagai Bahan Pengisi (Filler)*. Teknika Universitas Palangka Raya. Vol. 6. No. 1. 2022.
- Ismail. (2022). *Pengaruh Variasi Jumlah Tumbukan Pada Campuran Aspal Terhadap Nilai Karakteristik Marshall*. Universitas Muhammadiyah Mataram.
- Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2. (2018). Jakarta.
- Sukirman. (2010). *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan*. Bandung: Nova.
- Wahyu. (2017). *Pengaruh Variasi Suhu Pematatan Terhadap Campuran Hot Rolled Sheet-Base (Hrs-Base)*. Universitas Hasanuddin. Vol. 4 No. 5. 2017.
- Yuni. (2018). *Studi Komparasi Pemanfaatan Batu Pecah Tangan Dan Stone Crusher Terhadap Sifat Marshal Dan Workability Pada Campuran Hrs Base*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.