



**Analisis Pengaruh Variasi Jumlah Tumbukan Pada Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) Beraspal Buton Terhadap Nilai Karakteristik Marshall**

Ayu Saraswati<sup>1\*</sup>, Andi Makkawaru<sup>2</sup>, Sri Jayani Syafitri<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara

\*Corresponding Author. [ayusaraswati30@gmail.com](mailto:ayusaraswati30@gmail.com)

**ARTICLE INFO**

**Keywords:**

AC-WC, Marshall, impact variation, optimum asphalt Content, road compaction.

**How to cite:**

Sri Jayani Syafitri., Hujianto., Ayu Saraswati. (2026). Analisis Pengaruh Variasi Jumlah Tumbukan Pada Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) Beraspal Buton Terhadap Nilai Karakteristik Marshall



**ABSTRACT**

The quality of roads in Indonesia is greatly influenced by the type of asphalt and the way it is compacted. One of the important things in the Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) mixture is the frequency of impact during compaction, which has a direct effect on Marshall characteristics such as stability and flow. This study aims to assess the impact of variations in the number of impacts (2×25, 2×35, 2×50, 2×75, and 2×85) on Marshall parameters and determine the optimum asphalt content (OAC). The main issue is how much influence impact the impact variation has on the Marshall parameters and the KAO value. The results showed that the variation in the frequency of the collision affected all Marshall parameters. The best conditions were found at 2×75 impacts, which increased the density, stability, and Marshall Quotient values, while VIM and VMA decreased, and the flow remained within limits. This suggests that the amount of impact during compaction is critical to the quality of the mixture. The optimum asphalt content was recorded between 6.00%-6.50% with small variations (±0.50%). A collision frequency of 2×75 is recommended as an ideal condition as it provides a balance between Marshall parameters and the need for optimal asphalt grades.

**1. Pendahuluan**

Pemerintah menjalankan pembangunan dengan tujuan menciptakan masyarakat yang adil, sejahtera, dan makmur (Subiyantoro & Zaki, 2024). Proses pembangunan harus mampu memicu perubahan serta pertumbuhan di wilayah yang berkontribusi pada kemajuan dan peningkatan kesejahteraan bagi warga Indonesia (Hado et al., 2024).

Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC), yaitu lapisan aus yang terletak pada bagian teratas perkerasan dan bersentuhan langsung dengan kendaraan yang melintas di atasnya (Alpius, 2023). Karakteristik dari campuran ini umumnya dievaluasi menggunakan metode Marshall, yang mengukur beberapa parameter penting seperti stabilitas, nilai flow, kadar rongga dalam campuran (Void in Mix/VIM), rongga dalam agregat mineral (Void in Mineral Aggregate/VMA), serta persentase rongga yang terisi aspal (Void Filled with Bitumen/VFB) (Ramadhan et al., 2024). Salah satu aspek yang memengaruhi nilai-nilai tersebut adalah jumlah

tumbukan atau pukulan dalam proses pemadatan saat pembuatan benda uji (Rahardeans et al., 2021).

Kemudian variasi dalam jumlah tumbukan ini dapat menghasilkan tingkat kepadatan yang berbeda, yang pada gilirannya akan berdampak terhadap kinerja lapisan perkerasan dalam jangka waktu tertentu (Bausano et al., 2022). Dilapangan, proses pemadatan umumnya menggunakan jumlah tumbukan yang sudah ditetapkan secara baku, tanpa adanya penyesuaian atau optimasi lebih lanjut untuk meningkatkan sifat mekanis campuran (Lubis et al., 2022). Oleh sebab itu, penting dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui bagaimana variasi jumlah tumbukan memengaruhi karakteristik campuran AC–WC. Dengan memahami hubungan tersebut secara lebih rinci, dapat diperoleh rancangan campuran yang lebih optimal, mutu perkerasan yang lebih baik, serta daya tahan jalan yang lebih lama. Tujuan penelitian ini adalah Mengetahui pengaruh nilai karakteristik *Marshall* (stabilitas, *flow*, VIM, VMA, dan VFA) pada campuran *Asphalt Concrete Wearing Course* (AC-WC) terhadap variasi jumlah tumbukan dan besaran nilai kadar aspal optimum (KAO) campuran *Asphalt Concrete Wearing Course* (AC-WC) terhadap variasi tumbukan.

## 2. Tinjauan Pustaka

### a) Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah kombinasi dari agregat dan bahan pengikat yang dirancang untuk menanggung lalu lintas kendaraan. Agregat yang digunakan termasuk batu pecah, batu belah, batu kali (Sk. Abd. Razak et al., 2023). Sementara itu, bahan pengikatnya meliputi aspal, semen, dan tanah liat. Lapisan permukaan, yang merupakan lapisan teratas dari perkerasan lentur, bertugas langsung menahan beban kendaraan. Dengan kata lain, ini adalah lapisan yang pertama kali menerima tekanan dari kendaraan (Gusti et al., 2023).

Aspal *Concrete Wearing Coarse* (AC-WC) merupakan lapis perkerasan yang terletak paling atas berfungsi sebagai lapisan aus. Bahan pengisi berfungsi sangat penting untuk memodifikasi gradasi agregat halus dalam campuran beraspal sehingga kepadatan semakin meningkat, aspal lebih efisien dan dapat memperpanjang usia dari jalan itu sendiri (Siahaya et al., 2023).

1. Konstruksi perkerasan lentur (*Flexible Pavement*)
2. Konstruksi perkerasan kaku (*Rigit Pavement*)

**Tabel 1.** Perbedaan antara perkerasan lentur dan perkerasan kaku

No	Tujuan	Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
1	Bahan Pengikat	Aspal	Semen
2	Repitisi Bahan	Timbul rutting (lendutan pada jalur roda)	Timbul retak-retak pada permukaan
3	Penurunan Tanah Dasar	Jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar)	Bersifat sebagai balok diatas perletakan
4	Perubahan Temperatur	Modulus kekakuan berubah, Timbul tegangan dalam yang kecil	Modulus kekakuan tidak berubah, Timbul tegangan dalam yang besar

Sumber: (Zulfikar et al., 2022)

### b) Lapisan Aspal Beton

Lapisan aspal beton pada konstruksi jalan adalah campuran aspal keras dan agregat yang memiliki gradasi yang terus-menerus, diaduk, ditabur, dan dipadatkan dalam kondisi panas pada

suhu yang ditentukan. Material agregatnya terdiri dari campuran agregat kasar, agregat halus, dan filler dengan distribusi yang baik yang dicampur dengan aspal bergrade penetrasi. Kekuatan utamanya berasal dari kunci antar agregat dan juga sebagian kecil dari mortar pasir, filler, dan aspal (Suryanto, 2022).

Menurut Diansari (2016), pemeriksaan kinerja campuran aspal beton dapat dilakukan dengan menggunakan alat pengujian Marshall. Metode Marshall awalnya ditemukan oleh Bruce Marshall dan kemudian dikembangkan oleh U.S. Corps of Engineers.

Menurut (Lao, 2022) lapis aspal beton terdiri dari 3 macam campuran, antara lain:

1. *Asphalt Concrete -Wearing Course* ( AC – WC), dengan tebal minimum 4 cm.
2. *Asphalt Concrete- Binder Course* (AC – BC) Lapisan ini memiliki tebal nominal minimum 6 cm.
3. *Asphalt Concrete – Base* (AC – Base) Lapisan ini memiliki tebal nominal minimum 7,5 cm

**c) Buton Granular Aspal (Aspal Buton Butir)**

Buton *Granural* Aspal merupakan produk olahan asbuton yang berperan dalam campuran untuk meningkatkan keoptimalan dan kekakuan, dengan batas fleksibilitas yang mampu mengurangi kerusakan akibat beban lalu lintas dan meminimalkan kerusakan di luar rencana karena kandungan bahan aromatik dan resin yang tinggi. Keuntungan utama Buton *Granural* Aspal adalah ketahanannya terhadap perubahan suhu karena memiliki titik leleh yang lebih tinggi daripada aspal bitumen (Iqbal et al., 2023).

Sifat Buton *Granural* Aspal Produk aspal alam siap pakai dengan kualitas sangat tinggi yang telah diolah agar aspal dapat mencapai permukaan butiran. Butiran aspal buton mengandung 25% aspal dan berbentuk butiran halus, Aspal buton *Granural* salah satu jenis aspal, yang memiliki berbagai keunggulan dibandingkan aspal minyak bekas yang ada saat ini, dan harganya terus meningkat di pasar internasional seiring dengan naiknya harga minyak dunia.. Analisis Indeks Stabilitas Sisa (ISS) adalah metode pengujian perendaman yang digunakan untuk mengevaluasi durabilitas campuran aspal (Yasir et al., 2023).

**d) Bahan campuran aspal panas**

Tentang syarat Lapisan *Asphalt Concrete -Wearing Course* (AC-WC) memiliki batasan tertentu untuk distribusi ukuran agregat yang digunakan dalam campuran, yang diatur dalam spesifikasi Bina Marga. Batas atas dan batas bawah untuk masing-masing ukuran saringan menentukan seberapa banyak agregat dari setiap ukuran yang diperbolehkan dalam campuran. Spesifikasi ini penting untuk memastikan bahwa campuran aspal yang dihasilkan memiliki kualitas dan kekuatan yang diinginkan.

**Tabel 2.** Gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal

Ukuran Ayakan		% Berat Yang Lolos Terhadap Total Agregat
ASTM	(mm)	Laston AC WC
3/4"	19	100
1/2"	12,5	90 – 100
3/8"	9,5	77 – 90
No. 4	4,75	53 – 69
No. 8	2,36	33 – 53
No. 16	1,18	21 – 40
No. 30	0,600	14 – 30

No. 50	0,300	9 – 22
No. 100	0,150	6 – 15
No. 200	0,075	4 – 9

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 revisi 2

**e) Sifat – Sifat Dasar Yang Diperlukan dari Bahan Campuran Beraspal**

Untuk lebih memahami posisi dari model tersebut, secara teknis dan skematis, campuran aspal beton yang telah dipadatkan dapat diilustrasikan dan disajikan pada gambar berikut. Nilai stabilitas, berat volume, kadar aspal, kelelahan plastis (flow), VIM, VMA, penyerapan aspal, ketebalan lapisan aspal (film aspal), kadar aspal efektif, serta hasil bagi Marshall (koefisien Marshall) dapat ditemukan dalam Spesifikasi bina marga 2018 revisi 2.

**Tabel 3.** Spesifikasi Parameter *Marshall*

No	Parameter <i>Marshall</i>	Spesifikasi Bina Marga 2018
1.	Stabilitas (Kg)	> 800
2.	Density (gr/cm <sup>3</sup> )	> 2
3.	Flow (mm)	> 3
4.	VIM (%)	3 – 5
5.	VMA (%)	>15
6.	VFB (%)	>60
7.	MQ (Kn/mm)	>200

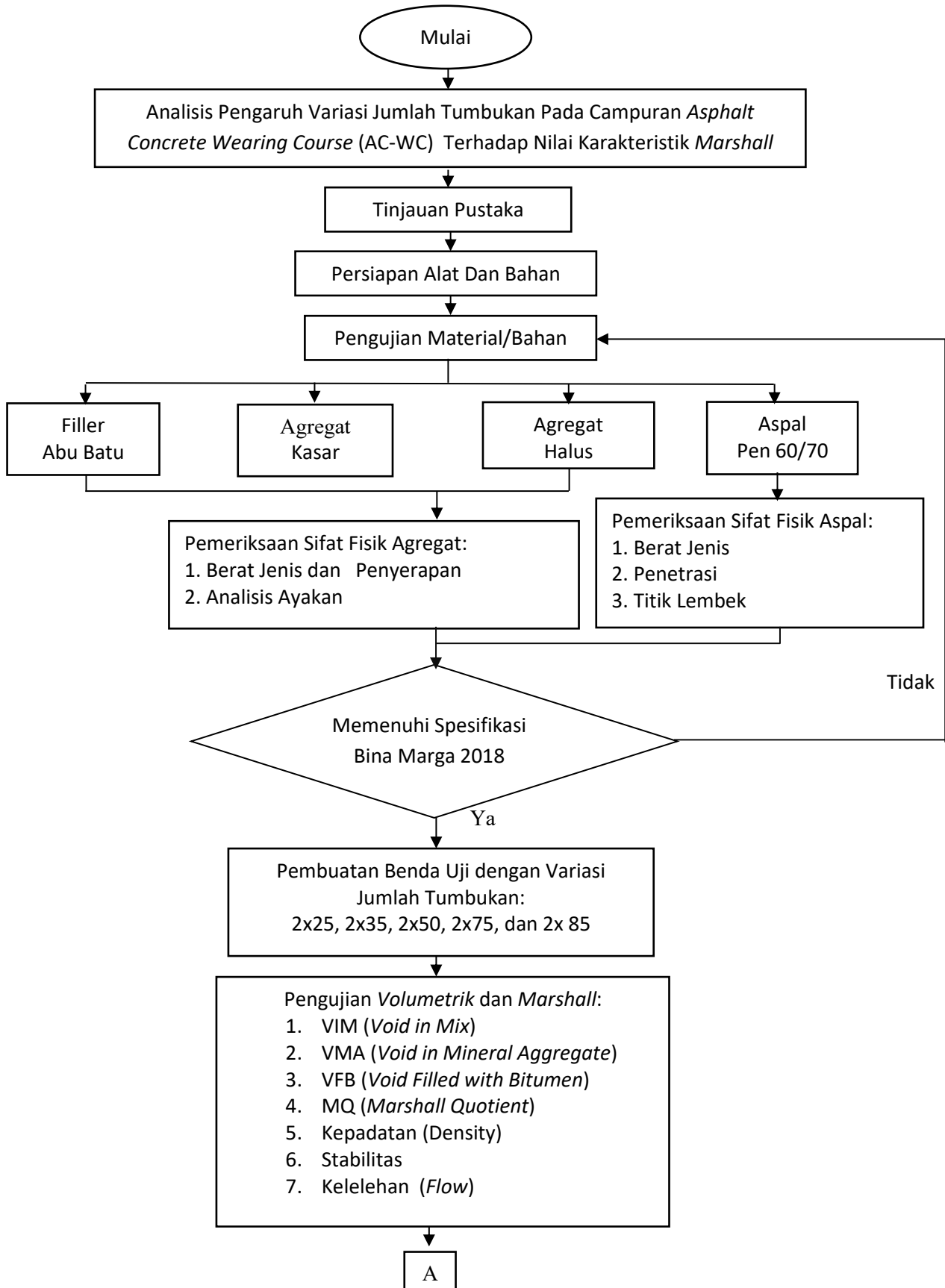
Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 revisi 2

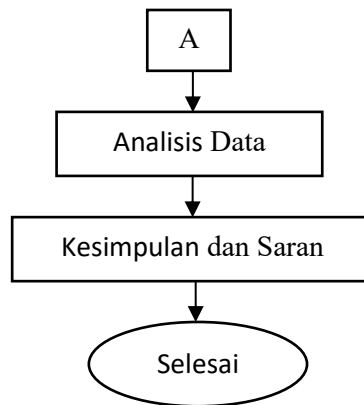
**3. Metode penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 13 Juli 2025 hingga 25 Agustus 2025 di UPTD Laboratorium Kontruksi yang berlokasi di Jalan Mayjen. S. Parman No. 1A, Watu-Watu, Kendari, Sulawesi Tenggara. Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis berdasarkan uji laboratorium dengan pendekatan deskriptif, yaitu dengan mengumpulkan data yang terkait dengan permasalahan yang diteliti. Data yang dikumpulkan kemudian disusun secara sistematis. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4 berikut:

**Tabel 4.** Variabel Penelitian

NO	Unsur Yang Di Tinjau	Indikator	Parameter
1.	Pengaruh variasi jumlah tumbukan pada campuran <i>asphalt concrete wearing course</i> (AC- WC)	Nilai karakteristik <i>marshall</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jumlah tumbukan: 2x25, 2x35, 2x50, 2x75, dan 2x 85.</li> <li>Parameter <i>marshall</i>: VIM, VMA, VFB, MQ, <i>Density</i>, Stabilitas, <i>Flow</i>.</li> </ul>
2.	Jumlah tumbukan yang menghasilkan	Jumlah tumbukan yang menghasilkan nilai terbaik	Stabilitas maksimum, <i>flow optimum</i> , nilai MQ tertinggi, dan kepadatan terbaik.





Gambar 1. Diagram alur penelitian

#### 4. Hasil dan Pembahasan

##### a) Menentukan kadar aspal perkiraan

Sebelum melakukan pembuatan sampel, terlebih dahulu perlu ditentukan kadar aspal rencana pada campuran. Untuk memperkirakan kadar aspal tersebut, dapat digunakan persamaan berikut.

$$P_b = 0.035 (\%CA) + 0.045 (\%FA) + 0.18 (\%FF) + K$$

$$CA : 100 - 63.3 = 36.7\%$$

$$FA : 63.3 - 5.1 = 58.2\%$$

$$FF : 5.1\%$$

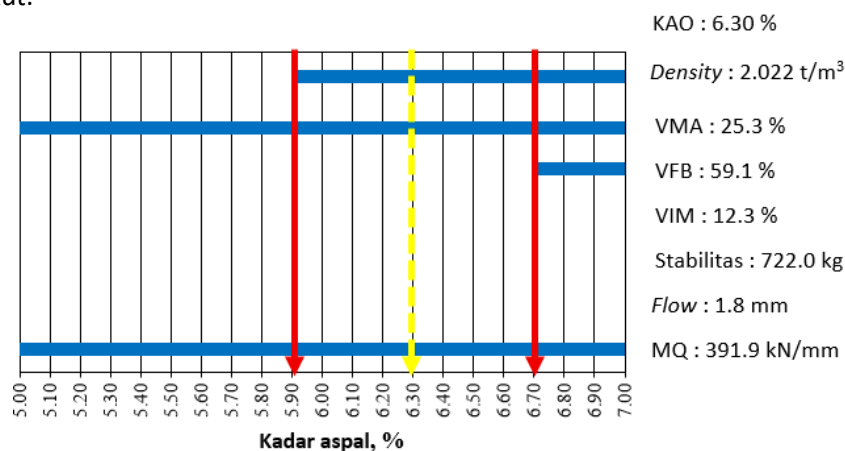
$$P_b = 0.035 (36.7) + 0.045 (58.2) + 0.18 (5.1) + K$$

$$= 5.821\% \text{ dibulatkan } 6\%.$$

Dengan memasukkan angka ke dalam rumus, didapat estimasi kadar aspal sebesar 5,821%, yang dibulatkan menjadi 6%. Nilai ini digunakan untuk menentukan kadar aspal dalam membuat sampel uji *Marshall*. Penentuan ini penting untuk menemukan kadar aspal yang tepat (KAO).

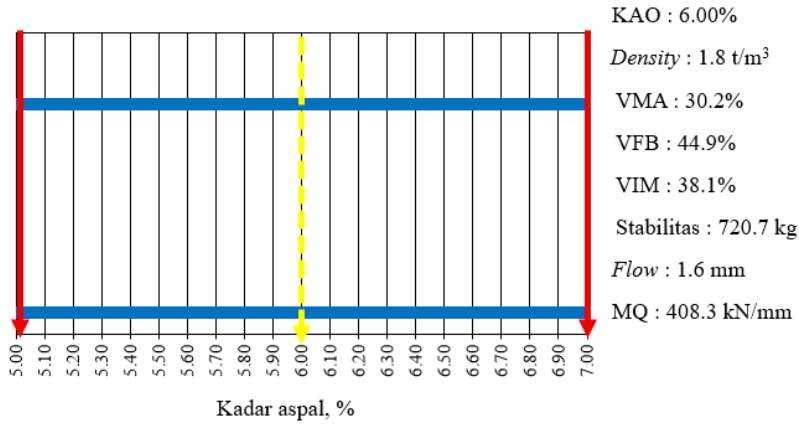
##### b) Menentukan kadar aspal optimum (KAO)

Berdasarkan variasi tumbukan (2x25, 2x35, 2x50, 2x75, dan 2x85) yang diuji dengan menggunakan metode *marshall test* dilaboratorium dapat dilihat pada gambar grafik secara visual berikut.



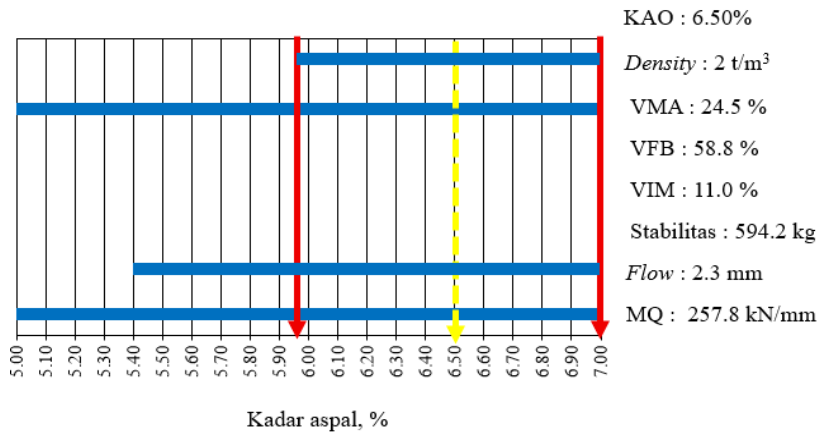
Gambar 2. Penentuan kadar aspal optimum tumbukan 2x25

Berdasarkan hasil analisis kadar aspal optimum dengan variasi 2x25 tumbukan diperoleh sebesar 6.30%.



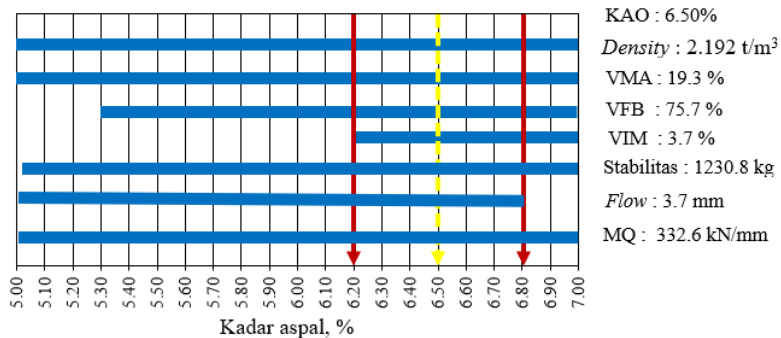
**Gambar 3.** Penentuan kadar aspal optimum tumbukan 2x35

Berdasarkan hasil analisis kadar aspal optimum dengan variasi 2x35 tumbukan diperoleh sebesar 6.00%.



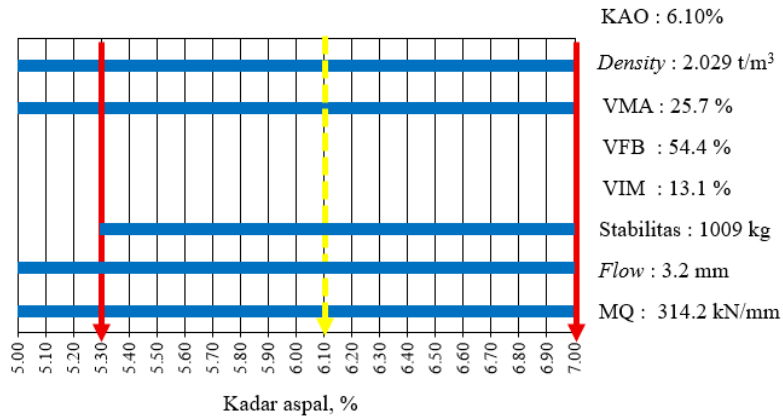
**Gambar 4.** Penentuan kadar aspal optimum tumbukan 2x50

Berdasarkan hasil analisis kadar aspal optimum dengan variasi 2x35 tumbukan diperoleh sebesar 6.50%.



**Gambar 5.** Penentuan kadar aspal optimum tumbukan 2x75

Berdasarkan hasil analisis kadar aspal optimum dengan variasi 2x75 tumbukan diperoleh sebesar 6.50%.



**Gambar 6.** Penentuan kadar aspal optimum tumbukan 2x85

Berdasarkan hasil analisis kadar aspal optimum dengan variasi 2x85 tumbukan diperoleh sebesar 6.10%.

**Tabel 5.** Rekapitulasi hasil nilai pengujian variasi tumbukan

No	Parameter	Hasil Pengujian Variasi Tumbukan					Spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi 2
		2x25	2x35	2x50	2x75	2x85	
1	Density (g/cm <sup>3</sup> )	2.022	2	2	2.192	2.029	> 2
2	VIM (%)	12.3	43.5	11	3.7	13.1	3 - 5
3	VMA (%)	25.3	29.8	24.5	19.3	25.7	> 15
4	VFB (%)	54.5	39.8	53.7	75.7	49.1	> 65
5	Stabilitas (Kg)	722	720.7	594.2	1231	1009	> 800
6	Flow (mm)	1.8	1.7	2.3	3.7	3.2	2 - 4
7	MQ (kN/mm)	391.9	413.6	257.8	332.6	314.2	> 200

Berdasarkan tabel 5, hasil pengujian variasi tumbukan dapat disimpulkan bahwa, spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi 2 yang memenuhi variasi tumbukan terbaik yaitu 2x75, dapat dilihat pada tabel diatas.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan serta analisis dapat di sesimpulan sebagai berikut:

- Variasi jumlah tumbukan berpengaruh nyata terhadap karakteristik *Marshall* pada campuran AC-WC. Pada 2x75 tumbukan diperoleh kinerja terbaik, ditunjukkan oleh meningkatnya kepadatan, menurunnya VIM dan VMA, serta meningkatnya VFB, stabilitas, dan MQ dengan *flow* tetap dalam batas spesifikasi. Hal ini membuktikan bahwa jumlah tumbukan saat pemadatan sangat menentukan kualitas campuran, baik dari segi kekuatan, ketahanan, maupun fleksibilitas, sehingga pengaturan jumlah tumbukan menjadi faktor kunci untuk menghasilkan campuran aspal yang memenuhi standar dan berperforma optimal.
- Nilai kadar aspal optimum (KAO) terhadap variasi tumbukan: Rekapitulasi KAO menunjukkan nilai berkisar 6.00% - 6.50%, dengan perbedaan antar variasi tumbukan relatif kecil ( $\pm 0.50\%$ ). Nilai KAO terendah diperoleh pada 2x35 tumbukan (6.00%), sedangkan nilai tertinggi pada 2x50 dan 2x75 tumbukan (6.50%). Hal ini membuktikan bahwa variasi jumlah tumbukan memang berpengaruh terhadap kebutuhan kadar aspal optimum, tetapi pengaruhnya tidak signifikan karena seluruh hasil masih berada dalam rentang spesifikasi Bina Marga (4.5%-7%).

## Referensi

- Alpius, E. (2023). Pengaruh Serat Ijuk Pada Campuran AC–WC Dengan Menggunakan Batu Gunung Bulu Tajongi. *Paulus Civil Engineering Journal*, 5(2), 343–351. <https://doi.org/10.52722/pcej.v5i2.644>
- Bausano, J., Blankenship, P. B., & Rowe, G. M. (2022). Impact of Improved Density on Pavement Design Response for Low-Volume Roads/Non-Primary Routes. *Transportation Research Record*, 2676, 94–103. <https://doi.org/10.1177/03611981221083310>
- Gusti, I., Srikandi, A. S., Sangadji, S., & Purwana, Y. M. (2023). Behavior Analysis of Highway Rigid Pavement on Clay Soil with Beam on Elastic Foundation Approach. *International Journal of Membrane Science and Technology*. <https://doi.org/10.15379/ijmst.v10i3.3371>
- Hado et al. (2024). Sosialisasi Pedoman Pelaksanaan Hasil Penelitian Terkait Aspal Buton Di Kabupaten Buton. *Sosialisasi Pedoman Pelaksanaan Hasil Penelitian Terkait Aspal Buton Di Kabupaten Buton*, 2(1), 1–11.
- Iqbal, wan muhammad et al. (2023). Pemanfaatan Buton Granular Asphalt Tipe B 5/20 Pada Campuran Aspal Beton Terhadap Nilai Keausan (Cantabro Test). *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 12(1), 14–20. <https://doi.org/10.22225/pd.12.1.5638.14-20>
- Lao, V. C. (2022). Perbandingan Metode Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur pada Jalan Batas Provinsi. *Rekayasa Sipil*, 16(3), 191–197. <https://doi.org/10.21776/ub.rekayasipil.2022.016.03.6>
- Lubis, A. K. et al. (2022). Pengaruh Variasi Jumlah Lintasan Pematatan Terhadap Kepadatan Perkerasan Asphalt Concrete Binder Course. *Jurnal Talenta Sipil*, 5(1), 85. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v5i1.100>
- Ramadhan, L. I., Pristyawati, T., & Devi, R. H. (2024). Pengaruh Penambahan Asbuton LGA 50/30 pada Campuran AC-WC dengan Inovasi Limbah Styrofoam. *Jurnal Talenta Sipil*, 7(2), 892. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v7i2.648>
- Rahardeans, A. et al. (2021). Pengaruh Variasi Jumlah Tumbukan Pada Campuran Aspal HRS-WC dengan Penambahan Karet Alam (Lateks). *E-Journal GELAGAR*, 3(1), 87–96.
- Siahaya, V. T. C. et al. (2023). Campuran Aspal Concrete Wearing Course (AC-WC) Dengan Menggunakan Limbah Abu Batu Bara Pada Lapisan Permukaan. *Proceedings of Life and Applied Sciences*, 3(September).
- Suryanto, N. (2022). Evaluasi Properti Marshall Terhadap Mutu Aspal Beton Lapangan Pada Runway Bandara Yokyakarta Internasional Airport. *Evaluasi Properti Marshall Terhadap Mutu Aspal Beton Lapangan Pada Runway Bandara Yokyakarta Internasional Airport*, IV(1), 59–72.
- Sk. Abd. Razak, Sk. M., Yahya, N., Mohd Zahid, M. Z. A., Bulkini, A., Adiyanto, M. I., Harith, N. S. H., Rizalman, A. N., & Mohamad, M. E. (2023). Improving sustainability of road construction by partial replacement of natural aggregates in subbase layer with crushed brick and reclaimed asphalt pavement. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1135(1), 012050. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1135/1/012050>
- Subiyantoro, H., & Zaki, Z. E. (2024). Efforts To Increase Economic Growth By Reducing The Poverty Rate of West Sumatra Province. *Jurnal Indonesia Sosial Sains*. <https://doi.org/10.59141/jiss.v5i1.932>

Yasir, M. et al. (2023). Kajian Nilai Keawetan Reclaimed Asphalt Pavement Dengan Pemanfaatan Buton Granular Asphalt Pada Lapis Perkerasan Ac-Wc. *Jurnal Karya Ilmiah Multidisiplin (JURKIM)*, 3(2), 115–124. <https://doi.org/10.31849/jurkim.v3i2.13892>

Zulfikar et al. (2022). Modified Asphalt Mix Performance With The Addition Of Human Hair Waste. *Sultra Civil Engineering Journal*, 3(2), 116–123. <https://doi.org/10.54297/sciej.v3i2.367>

<https://binamarga.pu.go.id/uploads/files/987/spesifikasi-umum-bina-marga-2018-untuk-pekerjaan-konstruksi-jalan-dan-jembatan-revisi-2.pdf>