

# Pengaruh Variasi Jumlah Tumbukan Menggunakan Aspal Emulsi Tipe CRS Dan Aspal Minyak Penetrasi 60/70 Pada Campuran Aspal Concrete – Wearing Course (AC-WC) Dengan Perendaman Berulang

**Herman, Tamrin Mallawangeng, Nur Hadijah Yunianti**

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa

E-mail: [hman12533@gmail.com](mailto:hman12533@gmail.com)

## Artikel info

### Artikel history:

Diterima: 05-01-2025

Direvisi: 02-05-2025

Disetujui: 30-09-2025

**Abstract.** *The purpose of the study was to determine the nature and characteristics of the effect of variations in the number of collisions on the asphalt concrete mixture with repeated immersion and determine the amount by using emulsified asphalt of CRS type and 60/70 penetration oil asphalt. The independent variable in this study is the variation of the number of collisions in the compaction of asphalt concrete as much as 2x65, 2x75, and 2x85, with Optimum Asphalt Content of 7%. The test method refers to the General Specifications of Highways 2018. The type of mixture used is (Asphalt Concrete - Wearing Coarse). The performance was measured by testing Density, Stability, Flow, marshall Quotient, voids in mixture (VIM), voids filled with asphalt (VFB), and voids in aggregate (VMA). The asphalt content used was 7%, then repeated immersion was carried out with variations of 3 days, 7 days, and 14 days of immersion. The results of the study show that variations in the number of collisions can affect the stability value where the higher the collision variation, the value of density, stability, marshall quotient, and the value of VFB increases with the addition of the number of collisions. While using asphalt oil and asphalt emulsion with repeated immersion variations, it can be seen that the value of density, stability, Marshall quotient, and VFB value decreased with each immersion variation. The values of flow, VIM, and VMA increased with each repeated immersion variation. this applies to any variation in the number of collisions.*

**Abstrak.** Tujuan penelitian untuk mengetahui sifat dan karakteristik pengaruh variasi jumlah tumbukan pada campuran aspal beton dengan perendaman berulang dan menentukan jumlah dengan menggunakan aspal emulsi tipe CRS dan aspal minyak penetrasi 60/70. Variabel bebas pada penelitian ini adalah variasi jumlah tumbukan pada pemadatan pembuatan beton aspal sebanyak 2x65, 2x75, dan 2x85, dengan Kadar Aspal Optimum 7%. Metode pengujiannya mengacu pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Jenis campuran yang digunakan adalah Laston lapis aus (Asphalt Concrete - Wearing Coarse). Kinerja tersebut diukur melalui pengujian Kepadatan, Stabilitas, Flow, marshall Quotient, rongga dalam campuran (VIM), rongga terisi aspal (VFB), dan rongga dalam agregat (VMA). Adapun kadar aspal yang digunakan yaitu 7%, kemudian dilakukan perendaman berulang dengan variasi perendaman 3 hari, 7 hari, dan 14 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi jumlah tumbukan dapat mempengaruhi Nilai stabilitas dimana semakin tinggi variasi tumbukan, nilai kepadatan, stabilitas, marshall quotient, dan nilai VFB meningkat seiring dengan penambahan jumlah tumbukan. Sedangkan menggunakan aspal minyak dan aspal emulsi dengan variasi perendaman berulang, dapat dilihat pada nilai kepadatan, stabilitas, Marshall quotient, dan nilai VFB mengalami penurunan pada setiap variasi perendaman. Nilai flow, VIM, dan VMA mengalami peningkatan pada setiap variasi perendaman berulang. hal ini berlaku pada setiap variasi jumlah tumbukan.

### Keywords:

Aspal Emulsi Tipe CRS,

Aspal Minyak,

AC WC

### Corresponden author:

Email: [hman12533@gmail.com](mailto:hman12533@gmail.com)



artikel dengan akses terbuka dibawah lisensi CC BY -4.0

## 1. PENDAHULUAN

Dalam beberapa dekade terakhir, pembangunan infrastruktur jalan di Indonesia menunjukkan peningkatan yang signifikan, dengan estimasi panjang jalan baru yang dibangun mencapai  $\pm 71.000$  km per periode pembangunan lima tahunan (Pelita). Tingginya kebutuhan tersebut menuntut metode pelaksanaan konstruksi yang efisien dan cepat. Salah satu alternatif yang mendukung efisiensi pelaksanaan adalah penggunaan aspal emulsi. Aspal emulsi memiliki sejumlah keunggulan, salah satunya adalah tidak memerlukan penggunaan pelarut berbasis minyak bumi (petroleum solvent), sehingga dapat mengurangi risiko pencemaran lingkungan dan emisi volatil (Setiadji & Sutrisno, 2021). Selain itu, karena viskositasnya yang lebih rendah dibandingkan aspal cair (cut-back), aspal emulsi memungkinkan penerapan dengan peralatan yang lebih sederhana, menjadikannya solusi ideal bagi

daerah yang tidak memiliki akses ke Asphalt Mixing Plant (AMP) (Putra et al., 2020).

Salah satu inovasi yang mendapat perhatian dalam bidang konstruksi jalan adalah penggunaan aspal emulsi. Aspal emulsi merupakan campuran antara aspal dan air dengan penambahan emulsifier, sehingga bentuknya menjadi cair dan lebih mudah diaplikasikan. Keunggulan utama dari aspal emulsi adalah tidak memerlukan bahan pelarut (solvent) seperti halnya pada aspal cair (cut-back), sehingga mampu mengurangi ketergantungan terhadap petroleum solvent yang bersifat volatil dan mencemari lingkungan (Wahyudi, 2020).

Dalam penerapannya, aspal emulsi memiliki sejumlah keunggulan yang menjadikannya solusi efisien dalam pekerjaan perkerasan, terutama di daerah-daerah yang belum memiliki fasilitas Asphalt Mixing Plant (AMP). Pertama, sifat cair dari aspal emulsi memungkinkan proses pencampuran dan penyebaran yang lebih mudah, dengan peralatan yang relatif sederhana. Hal ini sangat cocok diterapkan pada proyek-proyek skala menengah ke bawah di daerah terpencil atau pedesaan. Kedua, penggunaan aspal emulsi juga mendukung prinsip pembangunan berkelanjutan karena menghasilkan emisi yang lebih rendah dibandingkan aspal konvensional. Aspal emulsi dapat diaplikasikan pada suhu yang lebih rendah, sehingga konsumsi energi menjadi lebih hemat dan risiko penguapan zat berbahaya lebih kecil (Feng et al., 2022). Ketiga, produk ini telah banyak diproduksi secara lokal oleh berbagai perusahaan baik swasta maupun BUMN, sehingga ketersediaannya tidak menjadi kendala besar. Namun demikian, produksi dalam negeri juga menghadirkan tantangan tersendiri dalam hal pengendalian mutu dan keseragaman standar pengujian.

Kendati memiliki banyak keunggulan, aspal emulsi yang beredar di pasar domestik menunjukkan variasi mutu yang cukup signifikan. Ketidakteraturan standar pengujian di laboratorium juga menyebabkan ketidakkonsistenan hasil pengujian terhadap produk-produk aspal emulsi yang diuji. Sebagai contoh, beberapa laboratorium di Indonesia masih menggunakan metode uji yang berbeda-beda, baik dari segi parameter pengujian, instrumen, maupun prosedur interpretasi hasil. Akibatnya, validitas mutu aspal emulsi sering kali dipertanyakan dalam konteks penerapan lapangan (Wahyudi, 2020).

Dalam upaya peningkatan kualitas, sangat diperlukan adanya kajian sistematis yang mencakup penilaian parameter fisis, kimia, dan mekanis dari aspal emulsi. Kajian ini akan sangat penting dalam mendukung penyusunan standar mutu nasional yang adaptif terhadap kebutuhan lokal. Penerapan sistem mutu nasional yang konsisten akan mendukung integrasi antara produsen, kontraktor, dan lembaga penguji dalam rantai konstruksi jalan yang lebih efisien dan transparan.

Di sisi lain, keberlanjutan infrastruktur jalan sangat dipengaruhi oleh kondisi lapis perkerasan yang sering mengalami kerusakan dini. Beberapa jenis kerusakan yang umum terjadi di Indonesia meliputi retak buaya, deformasi, stripping, hingga lubang (potholes). Kerusakan ini umumnya terjadi sebelum jalan mencapai umur rencana desain, yang seharusnya antara 10 hingga 20 tahun tergantung kelas jalan dan volume lalu lintas (Simanjuntak & Rahmad, 2020).

Suhu pemadatan dan jumlah tumbukan yang digunakan dalam proses penggilasan memegang peranan penting terhadap kerapatan dan kekuatan struktur perkerasan. Pemadatan yang tidak optimal akan mengakibatkan porositas tinggi sehingga mempermudah penetrasi air dan udara ke dalam lapisan, yang pada akhirnya mempercepat proses kerusakan (Putra et al., 2021). Evaluasi terhadap tingkat pemadatan diperlukan untuk memastikan bahwa lapis perkerasan telah mencapai tingkat kerapatan yang sesuai dengan spesifikasi teknis. Dalam konteks penggunaan aspal emulsi, pengaruh suhu dan kelembapan lingkungan terhadap waktu pecah (breaking time) dan waktu curing perlu diperhitungkan dalam merencanakan jumlah tumbukan yang efektif. Jumlah tumbukan yang tepat akan memastikan aspal emulsi menyelimuti agregat secara menyeluruh, memperkuat ikatan antar partikel, dan meningkatkan ketahanan terhadap deformasi serta pelepasan butiran. Beberapa studi menunjukkan bahwa parameter pemadatan yang optimal dapat memperpanjang umur perkerasan hingga 30% lebih lama dibandingkan pemadatan yang tidak sesuai standar (Siregar et al., 2020).

Perendaman merupakan salah satu metode penting dalam pengujian untuk menilai ketahanan campuran beraspal terhadap pengaruh air, terutama dalam konteks pemanfaatan aspal emulsi. Aspal emulsi yang berbasis air memerlukan proses breaking dan curing yang optimal agar mampu membentuk ikatan yang kuat antara aspal dan agregat. Apabila proses curing belum tuntas saat dilakukan perendaman, potensi terjadinya kerusakan ikatan antarmaterial menjadi sangat tinggi, sehingga dapat menurunkan daya tahan campuran terhadap beban lalu lintas maupun kondisi lingkungan. Campuran aspal emulsi yang tidak melalui proses curing secara memadai menunjukkan penurunan kuat tekan lebih dari 25% setelah mengalami perendaman selama 24 jam. Hal ini terjadi karena belum terbentuknya film aspal yang sempurna, sehingga air mudah masuk ke pori-pori dan menyebabkan pelepasan adhesi antara aspal dan agregat. Lebih jauh lagi, suhu air perendaman juga memengaruhi tingkat kerusakan; pada suhu tinggi (sekitar 60°C), kecepatan penetrasi air meningkat dan memperparah fenomena stripping yang berdampak langsung pada penurunan stabilitas Marshall serta ketahanan struktural perkerasan (Putra et al., 2021).

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh variasi jumlah tumbukan terhadap kinerja campuran aspal beton lapis aus (AC-WC) menggunakan dua jenis pengikat, yaitu aspal emulsi tipe CRS dan aspal minyak penetrasi 60/70, pada kondisi perendaman berulang. Penelitian ini difokuskan pada bagaimana perbedaan jumlah tumbukan dapat memengaruhi ketahanan mekanis campuran terhadap efek perendaman yang terjadi berulang kali, baik dari segi daya ikat, stabilitas, maupun keawetan struktur. Dengan

memahami karakteristik kinerja kedua jenis aspal di bawah kondisi perendaman yang berulang, diharapkan dapat dirumuskan rekomendasi teknis yang lebih tepat dalam penerapan campuran AC-WC yang tahan air dan mendukung keberlanjutan infrastruktur jalan, khususnya di wilayah tropis yang memiliki curah hujan tinggi.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian tugas akhir ini dilaksanakan di Laboratorium Universitas Bosowa Makassar, Jurusan Sipil, Fakultas Teknik dengan menggunakan sistem pencampuran aspal panas dan aspal dingin, aspal yang digunakan sebagai pengikat adalah aspal beton dengan campuran aspal minyak penetrasi 60/70 dan campuran aspal emulsi tips crs 1, serta pencampuran agregat, aspal dan filler menggunakan metode kering yaitu agregat dan filler dicampur terlebih dahulu sebelum dicampur dengan aspal. Sedangkan metode pengujiannya mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) dan AASHTO yang telah disahkan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Aspal Minyak

**Tabel 1.** Hasil Uji Marshall KAO Aspal Minyak dengan perendaman berulang.

NO	PEMERIKSAAN	KAO 7%	VARIASI JUMLAH TUMBUKAN									SPESIFIKASI 2018
			65			75			85			
			3	7	14	3	7	14	3	7	14	
1	Kepadatan	2,40	2,39	2,38	2,38	2,40	2,39	2,38	2,40	2,39	2,38	-
2	Stabilitas (Kg)	1599,27	1570,26	1523,77	1482,45	1590,92	1546,12	1508,28	1647,74	1580,59	1539,27	Min 800
3	Flow (mm)	2,97	3,27	4,10	4,97	3,00	3,98	4,73	2,80	3,67	4,20	2 - 4
4	VIM (%)	4,52	4,81	5,11	5,42	4,61	4,87	5,21	4,42	4,73	5,13	3 - 5
5	VMA (%)	18,81	19,05	19,31	19,57	18,88	19,10	19,39	18,72	18,99	19,32	Min 15
6	VFB (%)	75,97	74,77	73,54	72,46	75,91	74,53	73,16	76,39	75,07	73,47	Min 65
7	MQ (Kg/mm)	540,02	495,85	381,15	305,14	537,32	390,47	324,49	604,49	441,98	369,69	Min 250

Sumber : Analisa Data

Berdasarkan tabel 1, diperoleh bahwa hasil pengujian karakteristik campuran aspal yang menggunakan aspal minyak menunjukkan adanya pengaruh signifikan dari variasi jumlah tumbukan terhadap parameter kinerja. Peningkatan jumlah tumbukan berbanding lurus dengan kenaikan nilai kepadatan, stabilitas Marshall, Marshall Quotient, dan Void Filled with Bitumen (VFB), yang mengindikasikan peningkatan kepadatan struktural dan daya dukung campuran. Sebaliknya, parameter flow, Void in Mineral Aggregate (VMA), dan Void in Mix (VIM) cenderung mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya jumlah tumbukan, yang mencerminkan penurunan porositas dan deformasi plastis campuran.

Pada sisi lain, hasil uji dengan variasi perendaman berulang menunjukkan tren yang berlawanan. Nilai kepadatan, stabilitas, Marshall Quotient, dan VFB mengalami penurunan progresif seiring dengan bertambahnya siklus perendaman, menunjukkan degradasi kekuatan mekanis dan penurunan kemampuan ikatan antara aspal dan agregat akibat penetrasi air. Sementara itu, parameter flow, VIM, dan VMA menunjukkan kecenderungan meningkat pada setiap siklus perendaman, yang dapat diasosiasikan dengan meningkatnya kadar air dalam campuran serta pelepasan ikatan pada struktur internal. Pola perubahan karakteristik ini konsisten di seluruh variasi jumlah tumbukan yang diuji.

### 3.2. Aspal Emulsi

**Tabel 2.** Hasil Uji Marshall KAO Aspal Emulsi dengan perendaman berulang, kemudian di rendam selama 30 menit pada suhu 60°C.

NO	PEMERIKSAAN	KAO 7%	VARIASI JUMLAH TUMBUKAN									SPESIFIKASI 2018
			65			75			85			
			3	7	14	3	7	14	3	7	14	
1	Kepadatan	2,40	2,40	2,38	2,37	2,40	2,39	2,38	2,41	2,40	2,39	-
2	Stabilitas (Kg)	1002,07	971,08	919,43	867,78	996,91	954,00	903,93	1017,57	986,58	934,93	Min 800
3	Flow (mm)	3,37	3,60	4,40	5,27	3,53	4,20	4,77	3,27	3,93	4,40	2 - 4
4	VIM (%)	4,46	4,60	5,06	5,54	4,51	4,87	5,12	3,91	4,53	4,87	3 - 5
5	VMA (%)	18,76	18,87	19,26	19,67	18,80	19,10	19,32	18,28	18,82	19,10	Min 15
6	VFB (%)	76,21	75,62	73,77	71,88	76,00	74,51	73,50	78,66	75,91	74,54	Min 65
7	MQ (Kg/mm)	300,02	271,22	213,19	168,35	286,83	230,43	193,27	321,16	254,24	215,88	Min 250

Sumber : Analisa Data

Dari Tabel 2 di atas menunjukkan bahwa semakin tinggi variasi tumbukan terhadap Aspal Emulsi, maka nilai kepadatan, stabilitas, marshall quotient, dan nilai VFB meningkat seiring dengan penambahan jumlah tumbukan. sedangkan nilai flow, VIM, dan VMA mengalami penurunan pada setiap jumlah tumbukan. Pada variasi perendaman berulang, dapat dilihat pada nilai kepadatan, stabilitas, Marshall quotient, dan nilai VFB mengalami penurunan pada setiap variasi perendaman. Sedangkan nilai flow, VIM, dan VMA mengalami peningkatan pada setiap variasi perendaman berulang. hal ini berlaku pada setiap variasi jumlah tumbukan

### 3.3. Hubungan KAO Dengan Nilai IKS

**Tabel 3.** Hubungan KAO Aspal Minyak Dengan Persentase Nilai IKS Aspal Beton AC– WC

KAO	Waktu Perendaman Suhu 60°C		IKS	Spek. %
	30 Menit	24 Jam		
	1614,2	1599,7	100,93	90

Sumber : Analisa Data

**Tabel 4.** Hubungan KAO Aspal Minyak Dengan Persentase Nilai IKS Aspal Beton AC– WC

KAO	Waktu Perendaman Suhu 60°C		IKS	Spek. %
	30 Menit	24 Jam		
	1007,24	1002,07	100,52	90

Sumber : Analisa Data

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Pengujian karakteristik campuran aspal LASTON AC-WC dengan menggunakan aspal minyak dan aspal emulsi melalui metode Marshall menunjukkan bahwa variasi jumlah tumbukan memberikan pengaruh signifikan terhadap kinerja mekanis campuran. Hasil analisis menunjukkan bahwa peningkatan jumlah tumbukan secara langsung berkontribusi terhadap kenaikan nilai kepadatan, stabilitas Marshall, Marshall Quotient, serta Void Filled with Bitumen (VFB). Fenomena ini mengindikasikan bahwa energi pemadatan yang lebih besar mampu meningkatkan densitas internal campuran dan memperkuat ikatan antara agregat dan aspal, sehingga menghasilkan struktur perkerasan yang lebih stabil dan tahan terhadap beban lalu lintas. Di sisi lain, nilai flow, Void in Mix (VIM), dan Void in Mineral Aggregate (VMA) menunjukkan penurunan seiring dengan bertambahnya jumlah tumbukan, yang menandakan bahwa rongga udara dalam campuran semakin berkurang akibat meningkatnya kepadatan campuran.

Sementara itu, hasil pengujian Marshall pada campuran yang sama dengan variasi perendaman berulang mengungkapkan penurunan performa pada sejumlah parameter utama. Nilai kepadatan, stabilitas, Marshall Quotient, dan VFB mengalami penurunan pada setiap siklus perendaman. Penurunan ini menunjukkan bahwa keberadaan air dalam durasi yang berulang dapat mengganggu adhesi antara aspal dan agregat, serta mempercepat proses degradasi struktural. Sebaliknya, nilai flow, VIM, dan VMA mengalami peningkatan pada setiap variasi perendaman, yang dapat dikaitkan dengan masuknya air ke dalam rongga campuran dan pelepasan ikatan aspal-agregat. Pola ini konsisten terjadi pada semua tingkat jumlah tumbukan, baik pada campuran dengan aspal minyak maupun aspal emulsi, menunjukkan bahwa ketahanan terhadap perendaman menjadi faktor krusial dalam menentukan umur layanan lapis perkerasan aspal.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Setiadji, B., & Sutrisno, H. (2021). Efektivitas Aspal Emulsi terhadap Efisiensi Pembangunan Jalan. *Jurnal Infrastruktur dan Transportasi*, 12(1), 34–42. <https://doi.org/10.24843/JIT.2021.v12.i01.p05>
- Putra, A. M., Syarifuddin, R., & Dwi, R. (2020). Kajian Penggunaan Aspal Emulsi sebagai Alternatif Material Perkerasan Jalan di Wilayah Minim Infrastruktur AMP. *Jurnal Teknologi Konstruksi*, 8(2), 55-64. <https://doi.org/10.14710/jtk.v8i2.2020>
- Wahyudi, A. (2020). Studi kualitas aspal emulsi produksi dalam negeri di Indonesia. *Jurnal Bina Teknik Sipil*, 20(1), 12–19.
- Feng, H., Zhang, Y., Li, X., & Wang, Z. (2022). Environmental and performance benefits of asphalt emulsions in road construction: A review. *Journal of Cleaner Production*, 341, 130819. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130819>
- Simanjuntak, R., & Rahmad, A. (2020). Analisis kerusakan perkerasan lentur pada jalan nasional: Studi kasus ruas jalan di Sumatera Utara. *Jurnal Transportasi*, 20(2), 145–156.
- Putra, A. H., Kurniawan, D., & Setiawan, H. (2021). Pengaruh waktu curing terhadap kuat tekan campuran aspal emulsi pada kondisi perendaman. *Jurnal Infrastruktur dan Konstruksi*, 10(2), 112-120.
- Wang, D., Yao, H., Yue, J., Hu, S., Liu, J., Xu, M., & Chen, S. (2021). Compaction characteristics of cold recycled mixtures with asphalt emulsion and their influencing factors. *Frontiers in Materials*, 8, 575802. <https://doi.org/10.3389/fmats.2021.575802>
- Flores, G., Gallego, J., Miranda, L., & Marcobal, J. R. (2021). Influence of the compaction method in the volumetric design of cold recycled mixtures with emulsion. *Materials*, 14(5), 1309. <https://doi.org/10.3390/ma14051309>
- Liu, Z., Li, J., Zhang, Y., & Chen, S. (2025). Effect of Marshall compaction on internal structure and mechanical performance of steel slag asphalt concrete. *Journal of Cleaner Production*, 442, 141093. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.141093>
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2018. Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat : Jakarta.
- SNI 4798:2011, Spesifikasi Aspal Emulsi
- SNI 03-1737-1989, Tata cara pelaksanaan lapis tipis beton aspal untuk jalan raya
- SNI 06-2489-199, Metode Pengujian Campuran Aspal Dengan Alat Marshall
- Undang-Undang No.38 tahun 2004 tentang Jalan