

PENGARUH LAMA PERENDAMAN BENDA UJI AC-WC TERHADAP NILAI STABILITAS DAN NILAI KELELEHAN (*FLOW*) DENGAN BERDASARKAN SPESIFIKASI BINA MARGA 2018

Weimintoro¹, Risqita Novika Ambar Sari², Okky Hendra Hermawan³, Teguh Haris Santosa⁴

¹*Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasakti Tegal, weimintoro@upstegal.ac.id*

²*Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasakti Tegal*

³*Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasakti Tegal*

⁴*Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasakti Tegal*

Diterima: 12-07-2021 | Disetujui: 02-08-2021

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu perendaman terhadap dampak positif atau dampak negatif untuk perkerasan jalan. Dengan mencari nilai stabilitas dan nilai kelelahan (*flow*) dengan menggunakan alat marshall compression machine dan dengan berdasarkan Spesifikasi Bina Marga 2018. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yaitu dengan pengujian campuran beraspal panas (*Hot Mix*) dengan metode Marshall. Penelitian ini terdiri dari 3 Varian dan masing-masing varian menggunakan waktu perendaman antara lain, 30 menit, 24 jam dan 48 jam. Dan setiap waktu dibuat masing-masing 3 sample benda uji. Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium PT.Nisajana Hasna Rizqy. Slawi. Tahapan dimulai dari pembuatan benda uji campuran beton aspal dan pengujian stabilitas dan *flow*. Hasil uji kinerja karakteristik Marshall didapat waktu perendaman 30 menit dan hasil rata stabilitas Marshall 1.516,5 kg, nilai rata *Flow* (kelelahan) 2,93 mm. Waktu perendaman 24 jam dan hasil rata stabilitas Marshall 1.413,1 kg, nilai rata *Flow* (kelelahan) 3,33 mm. waktu perendaman 48 jam dan hasil rata stabilitas Marshall 977,1 kg, nilai rata *Flow* (kelelahan) 3,76 mm. Kesimpulan semakin lama waktu perendaman maka stabilitas akan semakin menurun, dan juga semakin lama waktu perendamannya maka akan semakin meningkat nilai *flow*-nya. Pengaruh stabilitas dan *flow* pada perkerasan jalan, bisa diibaratkan saat musim hujan perkerasan jalan terendam oleh air, yang mempengaruhi kinerja perkerasan aspal khususnya masalah ketahanan, keawetan dan kemampuan menerima beban.

Kata kunci: Aspal, agregat, waktu perendaman, stabilitas, kelelahan

XE "keyword 1: "XE "keyword 2: "

1. PENDAHULUAN

Jalan adalah salah satu bagian dari sarana transportasi darat, tidak bisa dipungkiri fungsinya sangat vital dalam menjangkau peningkatan kemajuan ekonomi di suatu Negara itu sendiri. Penyempurnaan kualitas pembangunan jalan bertujuan agar mendapatkan hasil kualitas yang diharapkan dan dapat menghemat biaya produksi. (M.Nurjana, 2020)

Balapulang merupakan suatu daerah yang berada Kabupaten Tegal tepatnya berada dikaki gunung tak heran daerah tersebut mempunyai sumber daya alam yang melimpah salah satunya batuan andesit. Batuan andesit tersusun dari mineral yang sangat halus (*fin-grained*). Ciri khas batuan beku memiliki warna abu-abu dan lebih ringan namun dalam kondisi cuaca tertentu warna batu berwarna coklat sehingga dalam indenfikasi perlu pemeriksaan lebih detail. Batuan gunung balapulang adalah material batuan yang berasal dari penambangan dibukit yang meskipun memiliki tingkat kekerasan yang rendah namun banyak yg menggunakan karna batu gunung mempunyai keunggulan harga yang murah dan stok yang berlimpah. (M.Nurjana, 2020).

Seiring dengan laju pertumbuhan penduduk di suatu daerah, maka jalan raya sebagai bagian prasarana transportasi mempunyai peran penting dalam menunjang aktivitas masyarakat. Pentingnya peranan jalan tersebut disebabkan jalan merupakan salah satu penggerak roda perekonomian di berbagai sektor pembangunan daerah yang dibangun dan dipergunakan untuk kepentingan masyarakat luas. Oleh karena itu, sesuai dengan perkembangan teknologi sarana transportasi, maka dibutuhkan prasarana jalan yang memadai diantaranya adalah jenis konstruksi jalan, baik geometrik maupun struktur perkerasannya. Jalan yang aman, nyaman, kuat, awet serta ekonomis akan mempermudah manusia dalam proses pergerakannya. (Haris, 2019).

Berdasarkan permasalahan tersebut di atas penulis melakukan penelitian untuk proyek akhir mengenai pengaruh lama perendaman benda uji AC-WC terhadap nilai stabilitas dan nilai kelelahan (flow) dengan berdasarkan Spesifikasi Bina Marga 2018. Penulis melakukan penelitian ini karena melihat kondisi jalan di Indonesia, khususnya di daerah Kabupaten Tegal, tepatnya di Gapura Selamat Datang Kabupaten Tegal, maka penulis akan melakukan penelitian ini karena untuk melihat apakah pengaruh waktu perendaman akan dapat memberikan dampak positif atau dampak negatif untuk perkerasan jalan. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Pancasakti Tegal dan Laboratorium Aspal PT. Nisajana Hasna Rizqy Slawi.

2. LANDASAN TEORI

Perkerasan jalan menggunakan beton aspal masih menjadi pilihan dalam pembangunan dan revitalisasi di beberapa ruas jalan yang ada di Indonesia. Jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal, dengan atau tanpa bahan tambahan yang dimana 90-95% bahan utamanya adalah agregat. Oleh karena itu daya dukung lapisan perkerasan beton sangat ditentukan oleh sifat-sifat butir agregat seperti gradasi agregat, kebersihan agregat dan tingkat ketahanan agregat. (weimintoro1, novandwianggoro2, 2021)

Perkerasan jalan raya adalah campuran antara agregat dan bahan pengikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Agregat yang dipakai adalah batu pecah atau batu belah atau batu kali ataupun bahan lainnya. Bahan ikat yang dipakai adalah aspal, semen ataupun tanah liat.

Bahan penyusun konstruksi perkerasan lentur terdiri dari agregat dan bahan pengikat berupa aspal. Variasi dalam waktu perendaman aspal mempunyai standar yang sesuai dengan standar spesifikasi bina marga tahun 2018. Bahan-bahan material penyusun konstruksi perkerasan juga sangat berpengaruh pada kekuatan dalam menompang beban lalu-lintas permukaan pada perkerasan haruslah rata tetapi harus mempunyai kekasatan atau tahanan genlincir dipermukaan perkerasan.

Penggunaan berbagai macam aspal untuk bahan pengikat sebenarnya telah dipraktekan sejak dahulu. Beberapa jenis aspal sebagai berikut : aspal minyak (petroleum asphalt), aspal buton, aspal emulsi, aspal cair, aspal keras atau panas. Aspal yang biasa digunakan di Indonesia adalah aspal dengan nilai penetrasi 60/70 dan aspal penetrasi 80/100, dan hasil dari pemakaian aspal tersebut adalah menunjukkan bahwa aspal semen dengan penetrasi rendah digunakan di daerah beruaca panas atau lalu lintas dengan volume tinggi, sedangkan aspal semen dengan penetrasi tinggi digunakan untuk daerah beruaca dingin atau lalu lintas dengan volume rendah.

Salah satu contoh dari hasil penelitian (Haris, 2019) tentang "*Analisis Pengujian Stabilitas dan Durabilitas Campuran Aspal dengan Tes Perendaman*" adalah hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan agregat sungai (debu batu dan kapur padam) sebagai filler yang ada di Kabupaten Tolitoli Provinsi Sulawesi Tengah terhadap pengaruh stabilitas dan durabilitas pada campuran aspal panas AC-WC gradasi halus dengan menggunakan aspal Pertamina penetrasi 60/70.

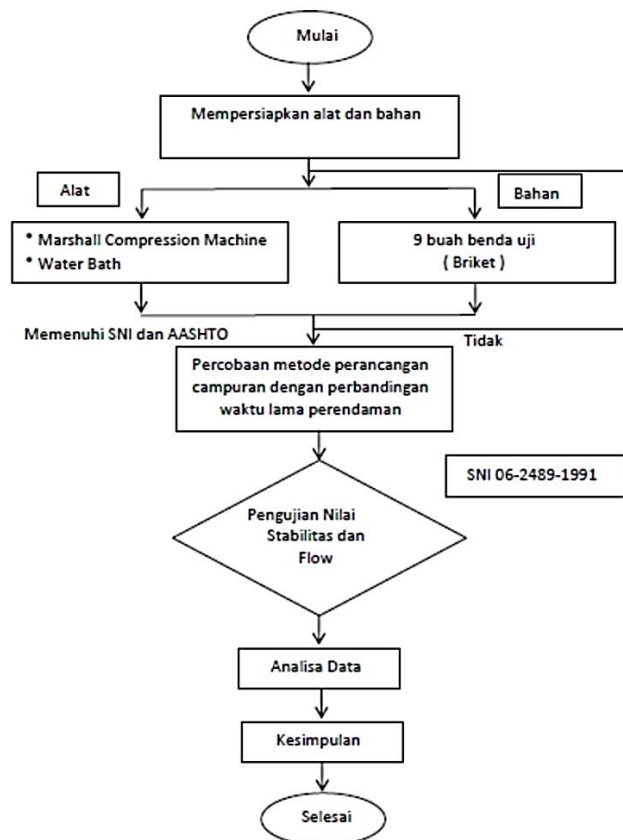
Putrawirawan et al., 2018 melakukan penelitian tentang "*Alternatif Penambahan batu laterit sebagai bahan substitusi agregat kasar pada perkerasan asphalt concrete-binder (AC-BC)*" yang menunjukkan hasil penelitian berupa Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan batu laterit sebagai bahan substitusi pada agregat kasar akan mempengaruhi karakteristik campuran beton aspal dan Dari hasil penelitian didapatkan hasil yang baik adalah pada penambahan batu laterit 25% dengan nilai Stabilitas = 1479 kg, Flow = 3.91 mm, Marshall Quotion = 385.58 kg/mm, VIM = 4.58 % dan VMA = 18.63 %.

3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Pada prosesnya akan dilakukan pemeriksaan baik bahan maupun campuran yang mengacu pada Spesifikasi Bina Marga 2018.

- a. Bahan pembentuk

- 1) Agregat yang meliputi, abu batu, batu split ½”, batu split ¾” yang bersumber dari Balapulang Kab. Tegal;
 - 2) Aspal pertamina pen. 60-70 dari PT. Pertamina
- b. Variabel penelitian
- 1) Variabel Terikat, variabel terikat dalam penelitian ini adalah jenis beton aspal laston lapis aus (AC-WC);
 - 2) Variabel bebas dalam penelitian ini adalah AC-WC dengan komposisi yang sama tetapi waktu perendaman yang berbeda. Dengan masing-masing waktu perendaman 30 menit, 24 jam dan 26 jam.
- c. Metode pengumpulan data
- Metode yang dilakukan dalam teknik pengumpulan data yaitu antara lain :
- 1) Observasi
 Penulis mengumpulkan data secara langsung pada obyek penelitian di ruang Laboratorium Teknik Sipil dan Laboratorium PT. Nisajana Hasna Rizqy Slawi.
 - 2) Interview
 Merupakan pengumpulan data dengan melakukan wawancara dan tanya jawab secara langsung dengan dosen serta orang yang ahli dalam bidang yang berhubungan dengan penelitian ini.
 - 3) Studi pustaka
 Pada studi pustaka ini meliputi mencari dan mempelajari bahan pustaka yang berkaitan dengan segala permasalahan mengenai Pengaruh Lama Perendaman Benda Uji AC-WC Terhadap Nilai Stabilitas dan Nilai Kelelehan (Flow) dengan Berdasarkan Spesifikasi Bina Marga 2018, ini yang diperoleh dari berbagai sumber antara lain : buku, publikasi-publikasi ilmiah, jurnal.
 - 4) Eksperimen
 Eksperimen adalah suatu kegiatan percobaan yang berusaha mencari pengaruh variabel tertentu terhadap variabel lainnya dalam kondisi terkontrol secara ketat.
- d. Diagram alir penelitian



Gambar.1 Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian

- 1) Pengumpulan Data
 - a) Pengujian abrasi

Hasil pengujian abrasi terhadap agregat kasar, agregat halus dan *filler* dapat dilihat pada Tabel 1 berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

Tabel 1. Hasil Pengujian Abrasi

No.	Jenis Pemeriksaan	Satuan	Persyaratan		Hasil		
			Min	Maks	Abu Batu	Batu 1/2 "	Batu 3/4 "
1	Abrasi	%	-	40	-	31,8	-

- b) Pengujian Marshall

- **Kepadatan**

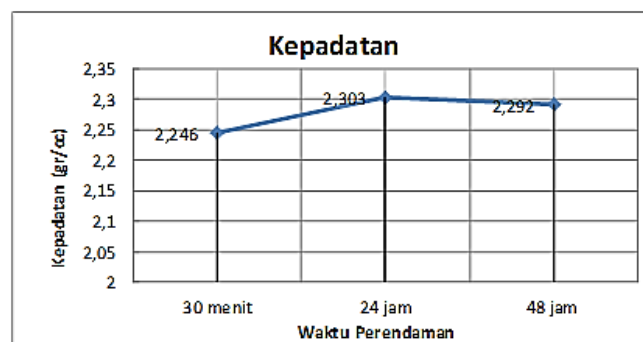
Kepadatan merupakan merupakan tingkat kerapatan campuran setelah dipadatkan. Agregat, kadar aspal, berat jenis agregat merupakan faktor mempengaruhi tingkat kepadatan, kualitas penyusunnya dan proses pemadatan yang meliputi suhu dan jumlah tumbukannya. Campuran yang mempunyai nilai kepadatan akan mampu menahan beban yang lebih besar jika dibandingkan dengan campuran yang memiliki kepadatan rendah. Berikut ini adalah tabel hasil pengujian dan gambar hubungan kepadatan (*density*) dengan waktu perendaman.

Tabel 2. Hasil pengujian kepadatan (*density*)

Notasi	Benda Uji	Waktu Perendaman	Nilai kepadatan (gr/cc)
I	1	30 menit	2,192
	2	30 menit	2,248
	3	30 menit	2,297
	Rata-rata		2,246
II	1	24 Jam	2,296
	2	24 Jam	2,296
	3	24 Jam	2,318
	Rata-rata		2,303
III	1	48 jam	2,275
	2	48 jam	2,307
	3	48 jam	2,293
	Rata-rata		2,292

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

Sedangkan hubungan antara kepadatan dengan waktu perendaman dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Grafik Hubungan Density dan Waktu Perendaman

Berdasarkan Gambar 2 di atas, menunjukan pada waktu perendaman 30 menit yaitu dengan rerata nilai 2,246 gr/cc. pada waktu perendaman 24 jam yaitu dengan rerata nilai 2,303 gr/cc Dan pada waktu perendaman 48 jam yaitu dengan rerata nilai 2,292 gr/cc.

Kepadatan tertinggi berada pada waktu perendaman 24 jam, dan kepadatan terendah berada pada waktu perendaman 30 menit

- **Voids In Mix (VIM)**

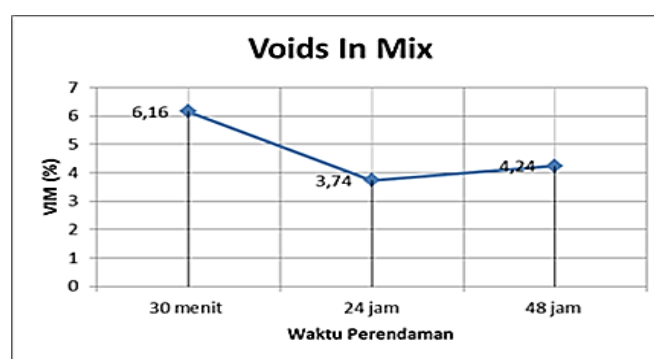
VIM (*Void In Mix*) adalah banyaknya rongga yang ada didalam campuran yang dinyatakan dalam prosentase. Rongga udara yang terdapat didalam komposisi campuran diperlukan untuk tersedianya ruang gerak untuk unsur-unsur campuran sesuai dengan sifat elastisnya. Karena itu nilai VIM sangat menentukan karakteristik campuran. Jika nilai VIM (*Void In Mix*) yang terlampau tinggi berkurangnya keawetan dari lapis keras karena rongga yang terlalu besar akan memudahkan masuknya air dan udara kedalam lapis perkerasan. Udara akan mengoksidasi aspal sehingga selimut aspal menjadi tipis dan kohesi aspal menjadi berkurang. Jika hal ini terjadi maka akan menyebabkan terjadi lepasnya butiran (*raveling*), sedangkan air akan melarutkan bagian aspal yang tidak teroksidasi sehingga pengurangan jumlah aspal akan lebih cepat. Nilai VIM yang terlampau rendah akan menyebabkan mudah terjadinya *bleeding* pada lapis keras.

Tabel 3. Hasil Pengujian Voids In Mix (VIM)

Notasi	Benda Uji	Waktu Perendaman	Nilai VIM (%)
I	1	30 menit	8,41
	2	30 menit	6,04
	3	30 menit	4,03
	Rata-rata		6,16
II	1	24 Jam	4,04
	2	24 Jam	4,06
	3	24 Jam	3,12
	Rata-rata		3,74
III	1	48 jam	4,93
	2	48 jam	3,6
	3	48 jam	4,18
	Rata-rata		4,24

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

Sedangkan hubungan antara *voids in mix* dengan waktu perendaman dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Grafik Hubungan VIM dan Waktu Perendaman

Berdasarkan Gambar 3 di atas, menunjukan pada waktu perendaman 30 menit yaitu dengan rerata nilai 6,16%. Pada waktu perendaman 24 jam yaitu dengan rerata nilai 3,74%. Dan pada waktu perendaman 48 jam yaitu dengan rerata nilai 4,24%. Pada setiap penambahan waktu perendaman nilai *VIM* mengalami penurunan pada waktu perendaman 30 menit dan 24 jam.

- **VMA (Void In Mineral Aggregate)**

VMA (*Void In Mineral Aggregate*) adalah rongga udara yang ada diantara mineral agregat di dalam campuran beraspal panas yang sudah didapatkan termasuk ruang yang terisi aspal. VMA dinyatakan dalam prosentase

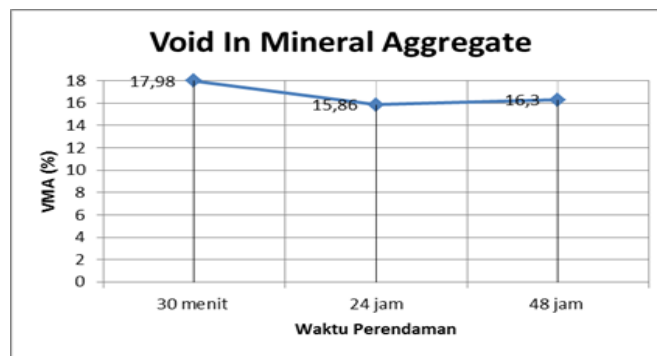
dari campuran beraspal panas. VMA digunakan sebagai ruang untuk menampung aspal dan volume rongga udara yang diperlukan dalam campuran beraspal panas, besarnya nilai VMA dipengaruhi oleh kadar aspal, gradasi bahan susun, jumlah tumbukan dan temperatur pemadatan. Hubungan antara VMA dengan waktu perendaman dapat dilihat pada tabel dan gambar di bawah ini.

Tabel 4. Hasil Pengujian VMA (Void In Mineral Aggregate)

Notasi	Benda Uji	Waktu Perendaman	Nilai VMA
			(%)
I	1	30 menit	19,94
	2	30 menit	17,88
	3	30 menit	16,12
	Rata-rata		
II	1	24 Jam	16,12
	2	24 Jam	16,14
	3	24 Jam	15,32
	Rata-rata		
III	1	48 jam	16,90
	2	48 jam	15,74
	3	48 jam	16,25
	Rata-rata		

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

Sedangkan hubungan antara *void in mineral aggregate* dengan waktu perendaman dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Grafik Hubungan VMA dan Waktu Perendaman

Berdasarkan Gambar 4 di atas, menunjukan pada waktu perendaman 30 menit yaitu dengan rerata nilai 17,98%. Pada waktu perendaman 24 jam yaitu dengan rerata nilai 15,86%. Dan pada waktu perendaman 48 jam yaitu dengan rerata nilai 16,30%. Pada setiap penambahan waktu perendaman nilai VMA mengalami penurunan pada waktu perendaman 30 menit dan 24 jam.

- **Void Filled Bitumen**

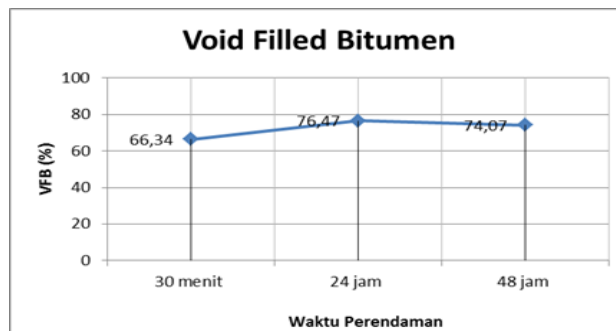
VFB (*Void Filled Bitumen*), menyatakan prosentase rongga udara Yang terisi aspal pada campuran yang telah mengalami pemadatan. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi nilai VFB antara lain : energi, suhu pemadatan, jenis dan kadar aspal, serta gradasi agregatnya. Nilai VFB yang semakin besar bertanda semakin banyaknya rongga udara yang terisi aspal sehingga dapat mempengaruhi kedekatan komposisi campuran terhadap air dan udara akan semakin tinggi. Nilai VFB yang terlampaui tinggi akan menyebabkan lapis perkerasan mudah mengalami *bleeding* atau naiknya aspal kepermukaan. Nilai VFB (*Void Filled Bitumen*) yang terlalu kecil akan menyebabkan kedekatan campuran terhadap air berkurang karena sedikit rongga yang terisi aspal.

Tabel 5 Hasil Pengujian Void Filled Bitumen

Notasi	Benda Uji	Waktu Perendaman	Nilai VFB (%)
I	1	30 menit	58
	2	30 menit	66
	3	30 menit	75
		Rata-rata	66,34
II	1	24 Jam	74,95
	2	24 Jam	74,86
	3	24 Jam	79,61
		Rata-rata	76,47
III	1	48 jam	70,83
	2	48 jam	77,11
	3	48 jam	74,28
		Rata-rata	74,07

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

Sedangkan hubungan antara *void filled bitumen* dengan waktu perendaman dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Grafik Hubungan VFB dan Waktu Perendaman

Berdasarkan Gambar Grafik 5 di atas, menunjukan pada waktu perendaman 30 menit yaitu dengan rerata nilai 66,34%. Pada waktu perendaman 24 jam yaitu dengan rerata nilai 76,47%. Dan pada waktu perendaman 48 jam yaitu dengan rerata nilai 74,07%. Nilai VFB tertinggi terjadi pada waktu perendaman 24 jam, dan nilai VFB terendah terjadi pada waktu perendaman 30 menit.

- **Stabilitas**

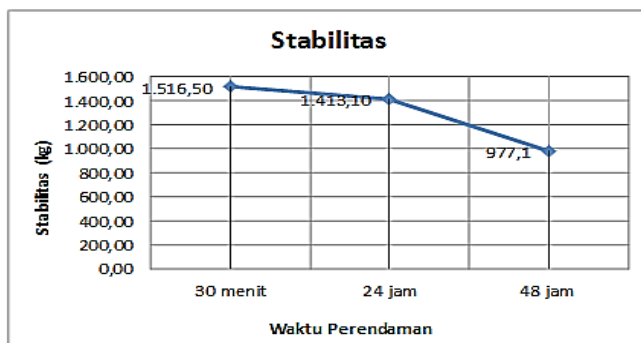
Stabilitas campuran dalam pengujian marshall ditunjukkan dengan pembacaan nilai stabilitas yang dikoreksi dengan angka tebal benda uji . Stabilitas adalah ketahanan lapis perkerasan untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas yang bekerja di atasnya, tanpa mengalami perubahan bentuk seperti gelombang dan alur. Nilai stabilitas dipengaruhi oleh gesekan antar butiran agregat (*internal friction*) dengan penguncian antar butir agregat (*interlocking*) dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal (kohesi)

Tabel 6. Hasil Pengujian Stabilitas Marshall.

Notasi	Benda Uji	Waktu Perendaman	Nilai Stabilitas (%)
I	1	30 menit	1499,3
	2	30 menit	1602,7
	3	30 menit	1447,6
		Rata-rata	1516,5
II	1	24 Jam	1357,4
	2	24 Jam	1344,2
	3	24 Jam	1757,8
		Rata-rata	1413,1
III	1	48 jam	687,6
	2	48 jam	1085,7
	3	48 jam	1158,1
		Rata-rata	977,1

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

Sedangkan hubungan antara stabilitas dengan waktu perendaman dapat dilihat pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Grafik Hubungan Stabilitas dan Waktu Perendaman

Berdasarkan Gambar 6. di atas, menunjukan pada waktu perendaman 30 menit yaitu dengan rerata nilai 1.516,5 kg. Pada waktu perendaman 24 jam yaitu dengan rerata nilai 1.413.1 kg. Dan pada waktu perendaman 48 jam yaitu dengan rerata nilai 977,1 kg. Pada setiap penambahan waktu perendaman nilai *Stabilitas* mengalami penurunan.

- **Flow**

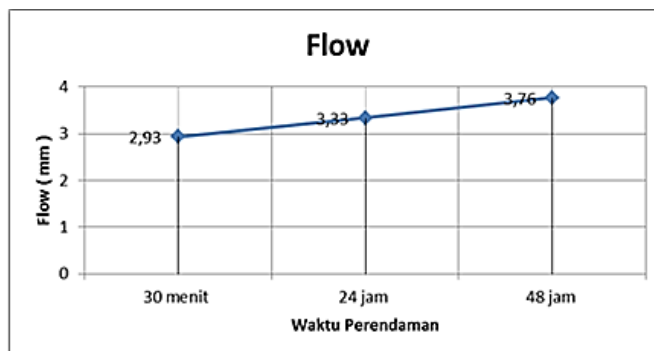
Nilai *flow* dipengaruhi antara lain oleh gradasi agregat dan kadar aspal. *Flow* atau kelelahan menunjukkan besarnya penurunan atau deformasi yang terjadi pada lapis keras akibat menahan beban yang diterimanya.

Tabel 7. Hasil Pengujian Flow Marshall.

Notasi	Benda Uji	Waktu Perendaman	Nilai <i>Flow</i> (%)
I	1	30 menit	3,00
	2	30 menit	3,00
	3	30 menit	2,80
	Rata-rata		2,93
II	1	24 Jam	3,30
	2	24 Jam	3,50
	3	24 Jam	3,20
	Rata-rata		3,33
III	1	48 jam	3,60
	2	48 jam	4,00
	3	48 jam	3,70
	Rata-rata		3,76

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

Sedangkan hubungan antara *void ini mineral aggregate* dengan waktu perendaman dapat dilihat pada Gambar 7 berikut.



Gambar 7. Grafik Hubungan Flow dan Waktu Perendaman

Berdasarkan Gambar 7 di atas, menunjukan pada waktu perendaman 30 menit yaitu dengan rerata nilai 2,93 mm. Pada waktu perendaman 24 jam yaitu dengan rerata nilai 3,33 mm. Dan pada waktu perendaman 48 jam yaitu dengan rerata nilai 3,76 mm. Pada setiap penambahan waktu perendaman nilai *Flow* mengalami peningkatan.

- **Marshall Quotient (MQ)**

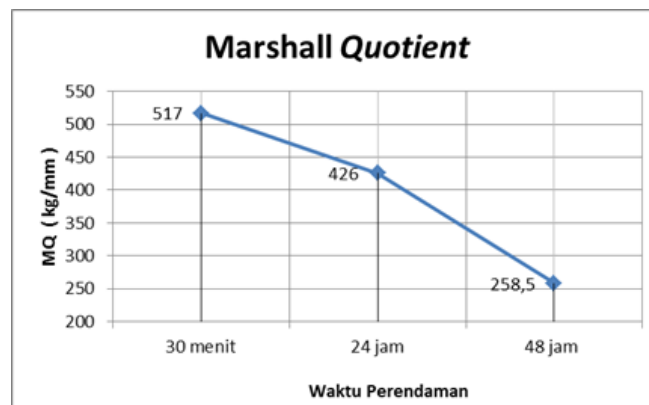
Nilai *Marshall Quotient* (MQ) yaitu dari hasil bagi antara stabilitas dengan kelelahan (*flow*) merupakan pendekatan terhadap tingkat kekakuan dan fleksibilitas komposisi campuran. Semakin besar nilai *Marshall Quotient* (MQ) bertanda komposisi campuran semakin kaku dan sebaliknya semakin kecil *Marshall Quotient* (MQ) maka perkerasannya semakin lentur. Hasil pengujian marshall quotient ditunjukkan pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8 Hasil Pengujian Marshall Quotient (MQ)

Notasi	Benda Uji	Waktu Perendaman	Nilai MQ (%)
I	1	30 menit	499,8
	2	30 menit	534,2
	3	30 menit	517,0
	Rata-rata		517,0
II	1	24 Jam	344,7
	2	24 Jam	384,1
	3	24 Jam	549,3
	Rata-rata		426,0
III	1	48 jam	191,0
	2	48 jam	271,4
	3	48 jam	313,0
	Rata-rata		258,5

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

Sedangkan hubungan antara *marshall quotient* dengan waktu perendaman dapat dilihat pada Gambar 8 berikut.



Gambar 8. Grafik Hubungan MQ dan Waktu Perendaman

Berdasarkan Gambar 8 di atas, menunjukan pada waktu perendaman 30 menit yaitu dengan rerata nilai 517,0 kg/mm. Pada waktu perendaman 24 jam yaitu dengan rerata nilai 426,0 kg/mm. Dan pada waktu perendaman 48 jam yaitu dengan rerata nilai 258,5 kg/mm. Pada setiap penambahan waktu perendaman nilai *MQ* mengalami penurunan.

Pembahasan Penelitian

1) Pengujian Abrasi

Dari analisis data pengujian abrasi dengan menggunakan mesin Los Angeles diperoleh data sebesar 31,8%. Menurut Spesifikasi Bina Marga 2018, bahwa nilai uji abrasi disyaratkan maksimal 40%. Jadi pengujian abrasi ini memenuhi syarat Spesifikasi Bina Marga 2018.

2) Pengujian Marshall

Dalam pengujian marshall ini terdapat beberapa pengujian, diantaranya pengujian kepadatan (density), VIM (*Voids In Mix*), VMA (*Void In Mineral Aggregate*), VFB (*Void Filled Bitumen*), Stabilitas, Kelelahan (*Flow*), dan Hasil Bagi Marshall (*MQ*).

a) **Kepadatan (*Density*)**

Dari analisis data pengujian kepadatan diperoleh data pada waktu perendaman 30 menit yaitu dengan rerata nilai 2,246 gr/cc. pada waktu perendaman 24 jam yaitu dengan rerata nilai 2,303 gr/cc Dan pada waktu perendaman 48 jam yaitu dengan rerata nilai 2,292 gr/cc.

Campuran yang mempunyai nilai kepadatan akan mampu menahan beban yang lebih besar jika dibandingkan dengan campuran yang memiliki kepadatan rendah.

b) **VIM (*Voids In Mix*)**

Dari analisis data pengujian VIM (*Voids In Mix*) diperoleh data pada waktu perendaman 30 menit yaitu dengan rerata nilai 6,16%. Pada waktu perendaman 24 jam yaitu dengan rerata nilai 3,74%. Dan pada waktu perendaman 48 jam yaitu dengan rerata nilai 4,24%.

Berdasarkan persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 tentang ketentuan sifat-sifat campuran Laston nilai VIM (*Void In Mix*) yang memenuhi persyaratan yaitu sebesar 3,5%-5,5%. Nilai VIM (*Void In Mix*) yang memenuhi persyaratan yaitu pada waktu perendaman 24 jam dan 48 jam dengan rerata sebesar 3,74% dan 4,24%.

Jadi nilai VIM (*Voids In Mix*) yang terlampaui tinggi menyebabkan berkurangnya keawetan dari lapis keras karena rongga yang terlalu besar akan memudahkan masuknya air dan udara kedalam lapis perkerasan, sedangkan nilai VIM yang terlampaui rendah akan menyebabkan kekakuan lapis keras akan mengalami retak dan pecah (*cracking*) apabila menerima beban lalu lintas karena tidak cukup lentur untuk menerima *deformasi* yang terjadi.

c) **VMA (*Void In Mineral Aggregate*)**

Dari analisis data pengujian VMA (*Voids In Mineral Aggregate*) diperoleh data pada waktu perendaman 30 menit yaitu dengan rerata nilai 17,98%. Pada waktu perendaman 24 jam yaitu dengan rerata nilai 15,86%. Dan pada waktu perendaman 48 jam yaitu dengan rerata nilai 16,30%.

Besarnya nilai VMA (*Voids In Mineral Aggregate*) dipengaruhi oleh kadar aspal, gradasi bahan susun, jumlah tumbukan dan temperatur pemadatan. Ditinjau dari Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 tentang ketentuan sifat-sifat campuran Laston nilai VMA (*Void In Mineral Aggregate*) minimal sebesar >13%, jadi semua nilai VMA (*Void In Mineral Aggregate*) memenuhi persyaratan.

d) **VFB (*Void Filled Bitumen*)**

Dari analisis data pengujian VFB (*Void Filled Bitumen*) diperoleh data pada waktu perendaman 30 menit yaitu dengan rerata nilai 66,34%. Pada waktu perendaman 24 jam yaitu dengan rerata nilai 76,47%. Dan pada waktu perendaman 48 jam yaitu dengan rerata nilai 74,07%.

Dari persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 tentang ketentuan sifat-sifat campuran laston nilai VFB (*Void Filled Bitumen*) harus > 65%.

Jadi nilai VFB yang terlampaui tinggi akan menyebabkan lapis perkerasan mudah mengalami *bleeding* atau naiknya aspal kepermukaan. Nilai VFB yang terlalu kecil akan menyebabkan kekedapan campuran terhadap air berkurang karena sedikit rongga yang terisi aspal.

e) **Stabilitas**

Dari analisis data pengujian Stabilitas diperoleh data pada waktu perendaman 30 menit yaitu dengan rerata nilai 1.516,5 kg. Pada waktu perendaman 24 jam yaitu dengan rerata nilai 1.413,1 kg. Dan pada waktu perendaman 48 jam yaitu dengan rerata nilai 977,1 kg. Pada setiap penambahan waktu perendaman nilai *Stabilitas* mengalami penurunan.

Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 tentang ketentuan sifat-sifat campuran laston nilai stabilitas minimum untuk lalu lintas berat yaitu 800 kg, sehingga semua waktu perendaman yang digunakan dalam penelitian Proyek Akhir ini memenuhi persyaratan

Jadi stabilitas menahan lapis perkerasan untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas yang bekerja di atasnya, tanpa mengalami perubahan bentuk seperti gelombang dan alur. Semakin lama waktu perendaman maka nilai stabilitas akan semakin turun.

f) **Kelelahan (*Flow*)**

Dari analisis data pengujian Kelelahan (*Flow*) diperoleh data pada waktu perendaman 30 menit yaitu dengan rerata nilai 2,93 mm. Pada waktu perendaman 24 jam yaitu dengan rerata nilai 3,33 mm. Dan pada waktu perendaman 48 jam yaitu dengan rerata nilai 3,76 mm.

Sedangkan jika ditinjau dari Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 tentang ketentuan sifat-sifat campuran Laston nilai *flow* harus 2-4 mm. Sehingga semua waktu perendaman memenuhi persyaratan. Jadi nilai *flow*, semakin lama waktu perendaman maka nilai *flow* akan semakin meningkat.

g) Hasil Bagi Marshall (MQ)

Dari analisis data pengujian Hasil Bagi Marshall (MQ) diperoleh data pada waktu perendaman 30 menit yaitu dengan rerata nilai 517,0 kg/mm. Pada waktu perendaman 24 jam yaitu dengan rerata nilai 426,0 kg/mm. Dan pada waktu perendaman 48 jam yaitu dengan rerata nilai 258,5 kg/mm. Secara keseluruhan campuran beton aspal menggunakan agregat memenuhi syarat MQ berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 yaitu > 250 kg/mm. Jadi semakin besar nilai *Marshall Quotient* (MQ) bertanda komposisi campuran semakin kaku dan sebaliknya.

Tabel 9. Rekapitulasi Hasil Pengujian Marshall

Notasi	Benda Uji	Waktu Perendaman	Stabilitas (Kg)	Nilai MQ (%)
I	1	30 menit	1499,3	3,00
	2	30 menit	1602,7	3,00
	3	30 menit	1447,6	2,80
		Rata-rata	1516,5	2,93
II	1	24 Jam	1137,4	3,30
	2	24 Jam	1344,2	3,50
	3	24 Jam	1757,8	3,20
		Rata-rata	1413,1	3,33
III	1	48 jam	687,6	3,60
	2	48 jam	1085,7	4,00
	3	48 jam	1158,1	3,70
		Rata-rata	977,1	3,76

5. KESIMPULAN

- Berdasarkan rumusan masalah bahwa pengujian marshall yang didapat adalah nilai stabilitas dan nilai kelelahan (*flow*), bahwa semakin lama waktu perendaman maka nilai stabilitas akan mengalami penurunan, begitu juga sebaliknya jika semakin lama waktu perendaman maka nilai kelelahan (*flow*) akan semakin meningkat. Jadi lamanya waktu perendaman dapat mempengaruhi nilai stabilitas dan nilai kelelahan (*flow*).

Pengaruh stabilitas dan *flow* pada perkerasan jalan, bisa diibaratkan saat musim hujan perkerasan jalan terendam oleh air, yang mempengaruhi kinerja perkerasan aspal khususnya masalah ketahanan, keawetan dan kemampuan menerima beban.

- Nilai stabilitas dan nilai kelelahan (*flow*) berdasarkan pengujian marshall didapatkan data yaitu :

a) Nilai Stabilitas :

- Waktu perendaman 30 menit didapatkan rerata nilai 1.516,5 kg.
- Waktu perendaman 24 jam didapatkan rerata nilai 1.413,1 kg.
- Waktu perendaman 48 jam didapatkan rerata nilai 997,1 kg.

b) Nilai Kelelahan (Flow) :

- Waktu perendaman 30 menit didapatkan rerata nilai 2,93 mm
- Waktu perendaman 24 jam didapatkan rerata nilai 3,33 mm
- Waktu perendaman 48 jam didapatkan rerata nilai 3,76 mm

Berdasarkan Spesifikasi Bina Marga 2018, bahwa semua nilai stabilitas dan nilai kelelahan (*flow*) memenuhi persyaratan tersebut.

6. DAFTAR PUSTAKA

Asrol, A., M. Saleh, S., & Isya, M. (2018). Karakteristik Campuran Aspal Beton Ac-Wc Dengan Substitusi Buton Rock Asphalt Terhadap Rendaman Air Berlumpur. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil Dan Perencanaan*, 1(3), 39–45. <https://doi.org/10.24815/jarsp.v1i3.11760>

Haris, H. (2019). Analisis Pengujian Stabilitas dan Durabilitas Campuran Aspal dengan Tes Perendaman. *Jurnal Linears*, 2(1), 33–47. <https://doi.org/10.26618/j-linears.v2i1.3026>

Hermawan, O. H. (2018). Pengaruh Perawatan Terhadap Kuat Tekan Beton. 16(1), 1–7.

- Ichsan, M. 2019. (n.d.). *Penentuan Persentase Komposisi Dari Fraksi Agregat Untuk Gradasi Campuran AC-WC (Asphalt Concrete-Wearing Course) Dengan Aplikasi Microsoft Excel*. 1–84.
- Isradias Mirajhusnita¹, Teguh Haris Santosa², Royan Hidayat³, 2020. (2019). *Pemanfaatan Limbah B3 Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Agregat Halus Dalam Pembuatan Beton, Universitas Pancasakti Tegal*
- M.Nurjana, 2020. (2020). *Optimasi Kadar Aspal Pertamina Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton (Ac-Bc) Menggunakan Variasi Agregat Baru Gunung (Balapulang, Universitas Pancasakti Tegal, Tegal. 21(1), 1–9.*
- Pangemanan, V. C., Kaseke, O. H., & Manoppo, M. R. E. (2015). Beraspal Panas Terhadap Stabilitas Dan Kelelahan (Flow). *Sipil Statik*, 3(2), 85–90.
- Putrawirawan, A., Pranoto, Y., Palondongan, M. I., Samarinda, P. N., & Marshall, K. (2018). P-39 Alternatif Penambahan Batu Laterit sebagai Bahan Substitusi Agregat Kasar Pada Perkerasan asphalt Concrete – Binder Course (Ac-Bc) the Addition Alternative of Laterit As Materials Substitution course Agregate To Pavement asphalt Concrete - Binder. *SNITT Politeknik Negeri Balikpapan*.
- Sukirman, S. (2017). Beton Aspal Campuran Panas. Jakarta: Granit, 2003. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala*, 6(3), 271–282.
- Sukirman, Silvia. (1999). Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1992. *Perkerasan Jalan Lentur*, 1–129.
- Weimintoro, Novan Dwi Anggoro, R. A. (2021). *Pengaruh Komposisi Agregat Terhadap Karakteristik Beton Aspal (AC-WC) Dengan Menggunakan Batuan Lokal Sungai Gung Di Desa Danawarih Kecamatan Balapulang Kabupaten Tegal*. 7(1), 15–26.
- Winayati, F. Iubis. (2018). Analisis Karakteristik Marshall Campuran Ac-Bc. *Siklus, Jurnal Teknik Sipil*, 4(1), 51–58.