

SKRIPSI

PENGARUH KEKUATAN ASPAL AC-WC TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL DENGAN PENAMBAHAN MINYAK SOLAR

Diajukan untuk memenuhi Sebagian persyaratan mencapai derajat S1 pada
Program Studi Teknik sipil Fakultas Teknik Universitas Sulawesi Barat



Disusun Oleh :

**YUNUS UPA'
D0118350**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULAWESI BARAT
MAJENE
2023**

ASBTRAK

PENGARUH KEKUATAN ASPAL AC-WC TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL DENGAN PENAMBAHAN MINYAK SOLAR

YUNUS UPA'

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Barat

Yunusupa99@gmail.com

Campuran aspal beton (*AC-WC*) adalah salah satu lapisan permukaan pada konstruksi perkerasan lentur jalan raya. Komposisinya terdiri atas : aspal, batu split, pasir dan abu batu. Split agregat mempunyai peranan yang sangat penting dalam campuran lapis aspal beton (*AC*) dalam menentukan daya dukung pada campuran. Aspal berfungsi sebagai bahan pengikat untuk menyatukan fraksi-fraksi agregat, namun diharapkan memisahkan rongga udara sesuai yang diajarkan spesifikasi. Penelitian ini menggunakan minyak solar sebagai bahan tambah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik marshall pada campuran aspal dengan menggunakan bahan tambah minyak solar. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui apakah dengan penambahan variasi minyak solar masi memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018.

Bahan minyak bumi yang terkandung pada campuran beton aspal *AC-WC* dapat berpengaruh terhadap stabilitas campuran, seperti minyak solar. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh kadar solar yang terkandung pada campuran laston terhadap lapis permukaan jalan. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka didapatkan nilai Kadar Aspal Optimum yang digunakan yaitu 6,32% pengaruh penambahan Minyak Solar. Variasi campuran MS0%, MS1% dan MS2% dari hasil Nilai Stabilitas, Flow, VIM, VMA, VFB, dan MQ telah memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018 devisi6.

Kata kunci : *Aspal beton, AC-WC, Minyak solar, Marshall, Bina marga*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Transportasi merupakan salah satu pendukung dalam pengembangan Negara Indonesia. Penyediaan saran dan prasarana transportasi darat dalam hal ini adalah jalan raya yang sangat dibutuhkan untuk menunjang kemajuan suatu bangsa. Jalan memegang peran penting dalam kehidupan, oleh karena itu pembangunan dan pemeliharannya harus benar-benar diperhatikan, pada kenyataannya banyak ditemui jalan -jalan yang kurang memenuhi syarat atau kualitas aspal yang rendah, sehingga mudah rusak karena kurang mampu menahan beban, cuaca, dan lain-lain.

Keawetan suatu perkerasan jalan berhubungan dengan ketahanan permukaan perkerasan yang dapat dipengaruhi oleh beban lalu lintas, perubahan cuaca, material konstruksi, serta ketidaksengajaan akibat tumpahan produk minyak bumi khususnya bensin, solar, dan oli yang diangkut oleh kendaraan yang mengangkutnya ataupun tumpahan dari kendaraan – kendaraan yang menggunakan bahan bakar bensin dan solar yang melalui jalan tersebut yang akan menyebabkan terjadinya kerusakan – kerusakan dini pada permukaan jalan aspal, sehingga dapat mengurangi umur rencana dan masa pelayanan jalan. Berdasarkan hal tersebut peneliti ingin mengetahui pengaruh bahan minyak bumi solar terhadap karakteristik marshall (Hady & Muqhnita Yusputri, n.d., 2022).

Minyak bumi semacam solar, oli ataupun bensin apabila bercampur ke kombinasi aspal dalam kondisi tertentu dapat berdampak hilang kelekatan agregat terhadap aspal yang bisa mengakibatkan terbentuknya proses agregat yang melepaskan diri dari aspal. Hal ini bisa menurunkan kinerja perkerasan lentur serta berkurangnya nilai durabilitas. Inovasi untuk menaikkan tingginya kualitas campuran aspal beton bisa dilakukan dengan salah satu caranya adalah

menggantikan substitusi (additive) dalam aspalnya. Penggunaan limbah polypropylene sebagai pengganti sebagian aspal diharapkan bisa menaikkan kekuatan lapisan AC-WC sebagaimana penelitian Samsul Arif, penambahan plastik PP (Polypropylene) 2% dan 4% menunjukkan hasil yang lebih baik dari laston norma (Hanif et al., n.d., 2022).

Dalam penelitian ini penulis mencoba melakukan percobaan kekuatan aspal AC-WC dengan penambahan minyak solar dengan campuran aspal jenis AC-WC. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh minyak solar terhadap kekuatan campuran aspal. Minyak solar merupakan hasil dari pemanasan minyak bumi antara 250-340°C, dan merupakan bahan bakar mesin diesel. Solar tidak dapat menguap pada suhu tersebut dan bagian minyak bumi lainnya akan terbawa ke atas untuk diolah kembali. Umumnya solar mengandung belerang dengan kadar yang cukup tinggi. Berdasarkan hal tersebut maka peneliti ingin mengetahui pengaruh bahan minyak solar terhadap karakteristik marshall.

Oleh karena itu penelitian dilakukan untuk melihat bagaimana pengaruh minyak solar terhadap kekuatan aspal, maka penulis mengambil topik tugas akhir dengan judul “ **Pengaruh Kekuatan Aspal AC-WC Terhadap Karakteristik Marshall Dengan Penambahan Minyak Solar** ”

1.2 Rumusan Masalah

- a. Bagaimana pengaruh karakteristik Marshall pada campuran Aspal Concrete-Wearing Course
- b. Bagaimana menganalisis besar nilai dan pengaruh penambahan minyak solar dengan menggunakan metode Marshall pada perkerasan Aspal Concrete-Wearing Course

1.3 Tujuan Penelitian

- a. Menganalisis karakteristik Marshall pada campuran Asfalt Concrete-Wearing Course
- b. Untuk mengetahui analisis besar nilai pengaruh penambahan minyak solar dengan menggunakan metode Marshall pada campuran perkerasan Asfalt Concrete-Wearing Course

1.4 Batasan Masalah

- a. Jenis campuran yang digunakan adalah Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)
- b. Pengujian yang dilakukan berdasarkan standar spesifikasi yang digunakan yaitu SNI (Standar Nasional Indonesia) yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2018 (*revisi 3*).
- c. Penelitian dilakukan di PT. Bumi Karsa
- d. Pengujian menggunakan 9 sampel dengan penambahan minyak solar yang berbeda (0%,1% dan 2%)

1.5 Manfaat Penelitian

- a. Untuk memberikan referensi pertimbangan dalam pembangunan perkerasan jalan.
- b. Untuk memberikan referensi bagi kalangan akademis jurusan Teknik sipil khususnya sebagai bahan perbandingan dan pedoman dalam melakukan penelitian berikutnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam tugas akhir ini disajikan dalam 5(lima)

Bab yang berurutan sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Merupakan bab yang menguraikan tentang latar belakang, maksud dan tujuan penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Merupakan bab yang menguraikan informasi-informasi yang diperoleh penulis dari literatur dan hasil penelitian sebelumnya. Informasi yang disajikan antara lain mengenai bahan perkerasan jalan juga metode pembuatan campuran Laston AC-WC.

BAB III: METODE PENELITIAN

Merupakan bab yang membahas pelaksanaan penelitian dan pengujian-pengujian yang dilakukan dari mulai persiapan material, pengujian material, perencanaan campuran, serta pelaksanaan uji *stabilitas* aspal terhadap benda uji yang dilakukan dalam penelitian serta metode-metode yang dipakai dalam penelitian.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang hasil penelitian dan analisis data sesuai dengan informasi-informasi yang diperoleh serta menyajikan hasil penelitian yang dilakukan.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Merupakan tahapan akhir dari penulisan skripsi yang membuat kesimpulan dari hasil analisa bab sebelumnya serta saran-saran yang diperlukan.

BAB II

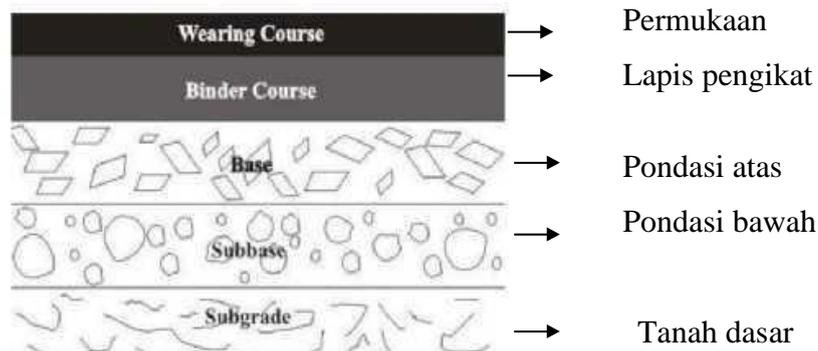
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah suatu lapisan yang terletak di atas tanah dasar yang telah mendapatkan pemadatan yang berfungsi untuk memikul beban lalu lintas kemudian menyebarkan beban, baik ke arah horizontal maupun ke arah vertikal yang kemudian meneruskan beban ke tanah dasar. Sukirman, menjelaskan sejarah perkerasan dimulai bersamaan dengan sejarah umat manusia yang selalu berhasrat memenuhi kebutuhan hidup dan saling berkomunikasi dengan sesama. Perkerasan dengan menggunakan aspal pertamakali ditemukan di babilon pada tahun 625 sebelum masehi, perkerasan aspal berkembang seiring dengan kemajuan teknologi yang dilakukan manusia. Richard Oliver (Dalam Zeithml., Dkk 2018). (2021).

Dalam bukunya, sukirman menjelaskan konstruksi perkerasan yang di bedakan menjadi tiga yaitu:

2.1.1 Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*) yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya.



Gambar 2.1 struktur perkerasan jalan lentur
(Sumber : Sukirman, 2010)

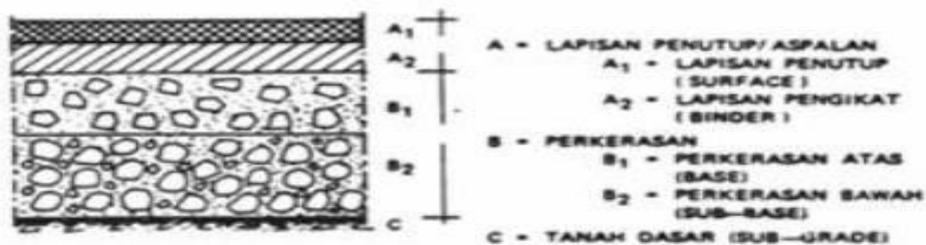
2.1.2 konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) yaitu, perkerasan yang menggunakan semen Portland sebagai bahan pengikatnya. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan diatas tanah dasr dengan atau tanpa

lapos pondasi bawah. Beban lalu lintas Sebagian besar dipikul oleh pelat beton. Struktur perkerasan kaku dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.2 struktur perkerasan jalan kaku
(Sumber : Sukirman,2016)

2.1.3 Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku, atau perkerasaan kaku diatas perkerasan lentur. Konstruksi perkerasan komposit dapat kita lihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.3 struktur perkerasan jalan komposit
(Sumber : sukirman, 2010)

Berdasarkan komponen penyusun nya pada perkerasan ini menggunakan perkerasan lentur sebagai objeknya. Berikut Komponen Perkerasan Lentur

a. Tanah dasar (sub grade)

Tanah dasar merupakan komponen yang sangat penting dalam perkerasan lentur karna tanah dasar yang penopang lapisan konstruksi di atas nya. Keawetan dan kekuatan konstruksi perkerasan jalan sangat

tergantung pada daya dukung tanah dasar. Adapun persoalan yang menyangkut tanah dasar sebagai berikut :

- 1) Adanya perubahan bentuk semula karna adanya beban lalu lintas
- 2) Adanya penyusutan tanah tertentu yang di sebabkan kadar air
- 3) Daya dukung tanah yang tidak merata

b. Lapis pondasi bawah

Lapis pondasi bawah merupakan lapis pondasi yang berada di atas tanah dasar dan di bawah lapis pondasi atas. Adapu fungsi dari lapis pondasi bawah yaitu :

- 1) Untuk mencegah tanah agar tidak masuk ke lapis pondasi.
- 2) ntuk menyalurkan beban ke tanah dasar
- 3) Sebagai lapis pondasi pertama
- 4) Untuk menyalurkan beban ke tanah dasar
- 5) Sebagai lapis pondasi pertama

c. Lapis Pondasi atas

Lapis pondasi atas merupakan lapisan yang berada di atas lapis pondasi bawah dan di bawah lapis permukaan. Adapun fungsi lapis pondasi kelas A antara lain :

- 1) Sebagai lapis pondasi yang menahan beban roda dari lapis permukaan
- 2) Sebagai perletakan terhadap lapis permukaan.

d. Lapis Permukaan

Lapis permukaan merupakan lapisan perkerasan yang berada paling atas. Lapis permukaan itu sendiri masih bisa dibagi lagi menjadi dua lapisan lagi yaitu:

- 1) Lapis Aus (*Wearing Course*) Merupakan bagian dari lapis permukaan yang terletak di atas lapis antara (*Binder Course*). Fungsi dari lapis aus adalah:
 - Mengamankan perkerasan dari pengaruh air.

- Menyediakan permukaan yang halus.
 - Menyediakan permukaan yang kesat.
- 2) Lapis Antara (*Binder Course*) Lapis Antara (*Binder Course*) merupakan bagian dari permukaan yang terletak di antara lapis pondasi atas (*Base Course*) dengan lapis aus (*Wearing Course*). Fungsi dari lapis antara adalah:
- Mengurangi tegangan.
 - Menahan beban paling tinggi akibat beban lalu lintas sehingga harus mempunyai kekuatan yang cukup.

Menurut Hendarsin (2000), menyatakan aspal merupakan campuran yang terdiri dari bitumen dan mineral sedangkan yang dimaksud dengan bitumen adalah bahan yang berwarna coklat hingga hitam berbentuk keras hingga cair mempunyai sifat yang baik.

a. Jenis jenis aspal

- 1) Aspal keras merupakan aspal yang bersifat keras sehingga akan melunak atau mencair apabila di panaskan.
- 2) Aspal cair merupakan aspal hasil pencairan aspal keras yang telah di panaskan
- 3) Aspal emulsi merupakan aspal hasil pengemulsian aspal keras.
- 4) Aspal alam merupakan aspal yang berasal dari alam

b. Sifat- sifat aspal

1) Daya Tahan (*Durability*)

Daya tahan aspal adalah kemampuan aspal mempertahankan sifat asli akibat pengaruh cuaca selama masa pelayanan jalan sifat ini meruoakan sifat dari campuran aspal. Jadi bergantung pada sifat agregat campuran dengan aspal. Faktor pelaksanaannya, dan lain sebagainya. Meskipun demikian sifat ini dapat diperkirkan dari pemeriksaan *Thin Film Oven Test (TFOT)*.

2) Adhesi dan Kohesi

Adhesi adalah kemampuan aspal untuk mengikat agregat sehingga dihasilkan ikatan yang baik antara aspal dan agregat. Kohesi adalah kemampuan aspal untuk mempertahankan agregat tetap ditempatnya setelah terjadi pengikatan.

3) Kepekaan Terhadap Temperatur

Aspal adalah material yang termoplastis, berarti akan menjadi keras atau lebih kental jika temperature berkurang dan akan lunak atau lebih cair jika temperatur bertambah. Sifat ini dinamakan kepekaan terhadap perubahan temperatur. Kepekaan terhadap temperature dari setiap produksi aspal berbeda-beda tergantung dari asalnya walaupun aspal tersebut mempunyai jenis aspal yang sama.

c. Lapis Aspal Beton

Lapisan aspal beton adalah suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal kersa dan agregat, dicampur dan dihampar dalam keadaan panas serta dipadatkan pada suhu tertentu (Sukirman, S.,1992). Lapis ini terdiri dari campuran aspal keras yang dicampur aspal keras yang dicampur dari beberapa agregat sesuai komposisi yang telah dibuat.

Lapis aspal beton berfungsi sebagai pendukung beban lalu lintas dan melindungi lapis konstruksi dibawahnya. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah data perencanaan berupa jenis gradasi agregat, mutu agregat jenis aspal keras. Rencana tebal perkerasan dan jenis bahan pengisi.

d. Persyaratan dan Analisis Campuran Beton Aspal.

Agregat campuran harus memenuhi gradasi yang menerus dari butir yang kasar sampai yang halus dan apabila diperiksa dengan standar nasional Indonesia (SNI) Bina Marga harus memenuhi salah satu gradasi sebagaimana tercantum dalam tabel 5 diatas. Secara umum berdasarkan spesifikasi umum bidang jalan dan jembatan tahun 2018, Departemen Pekerjaan Umum ialah.

- 1) Beton Aspal Lapis aus atau Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC), dengan agregat ukurab butir maksimum $\frac{3}{4}$ inci atau 19 mm. ketebalan AC-WC harus memenuhi 4 cm.
- 2) Beton Aspal aus atau Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC), dengan agregat ukuran butiran maksimum 1 inci atau 25,4 mm. ketebalan AC-BC harus memenuhi ketebalan 6 cm.

2.2 Agregat

2.2.1 Pengertian Agregat

Agregat merupakan salah satu unsur penyusun aspal berupa material yang telah memenuhi standar spesifikasi bina marga. Adapun jenis agregat yang digunakan pada campuran aspal yaitu agregat kasar dan agregat halus.

Pengertian agregat dalam konstruksi perkesan jalan menurut Sukirman (2003), agregat merupakan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir, atau mineral lain baik yang berasal dari alam maupun buatan yang berbentuk mineral padat berupa ukuran besar maupun kecil atau fragmen-fragmen.

Agregat yang akan digunakan dalam pekerjaan harus sedemikian rupa agar campuran beraspal, yang proporsinya dibuat sesuai dengan rumusan campuran kerja. Memenuhi semua ketentuan yang disyaratkan dalam tabel 1. (*Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga 2018, revisi 1*).

2.2.2 Jenis agregat

a. Agregat halus

Berdasarkan SNI 03-6820-2002, agregat halus adalah agregat besar butir maksimum 4,76 mm, berasal dari alam atau hasil alam, sedangkan agregat halus adalah agregat halus yang dihasilkan dari pecahan dan pemisahan butiran dengan cara penyaringan atau cara lainnya dari batuan atau terak tanur tinggi. Berdasarkan ASTM C33 halus umumnya berupa pasir dengan partikel butir lebih kecil dari 5 mm atau lolos saringan No. 4 dan tertahan pada saringan No.200.

Tabel 2.1 ketentuan Agregat Halus

Pengujian	Metode pengujian	Nilai
Nilai pasir	SNI 03-4428-1997	Min 50%
Uji kadar ruangan tanpa pemanasan	SNI 03-6877-2002	Min 50%
Gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat	SNI 03-4141-1996	Min 50%
Agregat Lolos ayakan NO.200	SNI ASTM C117:2012	Maks 1%

(sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Divisi 6 perkerasan jalan)

b. Agregat Kasar

Menurut SNI 1970-2008, agregat adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi dari batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 4,75 mm (No. 4) sampai (No. 1½ inci). Berdasarkan ASTM C33 agregat kasar terdiri dari kerikil atau batu pecah dengan partikel butir lebih besar dari 5 mm atau antara 9,5 mm dan 37,5 mm. berikut adalah ketentuan-ketentuan dari agregat kasar menurut Spesifikasi Bina Marga 2018.

Tabel 2.2 ketentuan agregat kasar

Pengujian		Metode pengujian	Nilai
Kelekatan bentuk agregat terhadap larutan		Natrium Sulfat	Maks. 12 %
		Magnesium Sulfat	Maks. 18 %
Abrasi dengan mesin Los Angeles	Campuran AC Modivation SMA	100 putaran	Maks. 6 %
		500 putaran	Maks. 30 %
	Semua jenis aspal bergradasi	100 putaran	Maks. 8 %

	lainnya	500 putaran		Maks. 40 %
Kelekatan agregat terhadap aspal			SNI 2439:2011	Min 95 %
Butir pecah pada agregat kasar	SMA	7619:2012		100/90*)
	Lainnya			95/90**)
Partikel pecah pada agregat kasar	SMA	ASTM D4791-10 perbandingan 1 : 5		Maks. 5 %
	Lainnya			Maks. 10 %
Material lolos ayakan			SNI ASTM C117:2012	Maks. 1 %

(sumber : spesifikasi umum bina marga 2018 Devisi 6 perkerasan aspal)

c. Gradasi Agregat campuran untuk AC-WC

Gradasi agregat untuk campuran aspaal harus memenuhi komposisi yang telah ditetapkan dan harus memenuhi batas atas pada rengs agregat untuk mendapatkan campuran aspal yang berkualitas dan dapat bertahan lama sesuai dengan rencana.

Rumus perhitungan:

$$X(\%) = 100\% \text{ Komulatif } (\%) \dots\dots\dots(2.1)$$

$$Y(\%) = \frac{W10 \text{ (gram)}}{\sum W11 \text{ (gram)}} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

W10 = Berat tertahan (gram)

W11 = Berat lolos sampel (gram)

Tabel. 2.3 Gradasi Agregat Campuran Untuk AC-WC

Ukuran Ayakan		Persen Berat Yang Lolos	
ASTM	(mm)	Batas Bawah	Batas Atas
3/4"	19	100	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	0,6	14	30
No.50	0,3	9	22
No.100	0,15	6	15
No.200	0,075	4	9

(sumber : Bina Marga Spesifikasi Umum 2018)

d. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat

(Mengacu pada SNI 1969:2008 untuk agregat kasar dan SNI 1970: 2001 untuk agregat halus). Maksud dari pemeriksaan ini ialah menentukan nilai berat jenis dan penyerapan agregat kasar dan mengelompokkannya berdasarkan berat jenisnya.

1) Rumus Perhitungan penyerapan air untuk agregat kasar :

- Berat jenis kering

$$S_d = \frac{A}{(B-A)} \dots\dots\dots(2.3)$$

- Berat jenis semu

$$S_a = \frac{A}{(B-C)} \dots\dots\dots(2.4)$$

- Penyerapan air

- $S_w = \frac{A}{(B-A)} \times 100\% \dots\dots\dots(2.5)$

- Berat jenis efektif

$$B.j \text{ efektif} = (sa + sd) : 2 \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan :

Sd = Berat jenis kering

Sa = Berat jenis semu

Sw = Penyerapan air

A = Berat benda uji oven

B = Berat benda uji jenuh kering permukaan

C = Berat benda uji dalam air

i. Rumus perhitungan untuk penyerapan air agregat halus yaitu:

- Berat jenis kering

$$Sd = \frac{Bk}{(B+SSD+Bt)} \dots\dots\dots(2.7)$$

- Berat jenis semu

$$Sw = \frac{Bk}{(B+Bk+Bt)} \dots\dots\dots(2.8)$$

- Penyerapan air

$$Sw = \frac{SSD-Bk}{Bk} \times 100\% \dots\dots\dots(2.9)$$

- Berat jenis efektif

$$B.j \text{ Efektif} = \frac{Sa+Sd}{2} \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan:

Sd : Berat jenis kering

Sa : Berat jenis semu

Sw : penyerapan air

Bk : Berat pasir kering

B : Berat piknometer + air

Bt : Berat piknometer + pasir + air

SSD : Berat pasir kering permukaan

Tabel 2.4 Toleransi Komposisi Campuran

Agregat Gabungan	Toleransi Komposisi Campuran
Sama atau lebih besar dari 2,36 mm	± 5 % berat total agregat
Lolos ayakan 2,36 mm sampai No. 50	± 3 % berat total agregat
Lolos ayakan No. 100 dan tertahan No. 200	± 2 % berta total agregat
Lolos ayakan NO. 200	± 1 % berat total agregat
Kadar Aspal	Toleransi
Kadar Aspal	$\pm 0,3$ berat total campuran
Temperatur Campuran	Toleransi
Bahab meninggalkan AMP dan dikirim ketempat penghamparan	- 10 °C a=dari temperature campuran beraspal ditruk saat keluar dari AMP

Sumber : (Departemen Pekerjaan Umum direktorat jendral bina marga 2018, Revisi 1, Divsi

2.2.5 Filler (Bahan Pengisi)

Filler merupakan material pengisi dalam lapisan aspal. Filler dalam campuran beton aspal adalah bahan yang 100% lolos saringan No. #100 dan paling kurang 75% lolos saringan No. #200. Fungsi filler yaitu untuk mengisi rongga antar agregat halus dan kasar yang dapat diperoleh dari hasil pemecahan batuan secara alami maupun buatan. Macam bahan pengisi yang dapat digunaka dalam penelitian ini adalah Portland cement (PC), debu dolomite, abu terbang, debu tanur, tinggi pembuat semen atau bahan mineral tidak plastis lainnya.

2.3 Minyak Bumi / Minyak Solar

`Minyak bumi merupakan campuran berbagai macam zat organik, tetapi komponen pokoknya adalah hidrokarbon. Minyak bumi disebut juga minyak mineral karena diperoleh dalam bentuk campuran dengan mineral lain. Salah satu contoh minyak bumi yaitu solar dimana solar merupakan hasil dari pemanasan minyak bumi antara 250-340°C, dan merupakan bahan bakar

mesin diesel. Solar tidak dapat menguap pada suhu tersebut dan bagian minyak bumi lainnya akan terbawa ke atas untuk diolah Kembali. Umumnya solar mengandung belerang dengan kadar yang cukup tinggi.

2.4 Uji Marshall

Uji marshal merupakan salah satu pengujian yang bertujuan untuk mengetahui ketahanan dan kekuatan aspal terhadap beban. Pemeriksaan dimaksudkan untuk menentukan ketahanan (stabilitas) terhadap kelelahan plastis (*flow*) dari campuran aspal dan agregat. Kelelahan plastis adalah perubahan deformasi atau regangan suatu campuran mulai dari tanpa beban, sampai beban maksimum dinyatakan dalam milimeter atau 0,01". Pengujian dengan metode dan alat marshal pertama kali diperkenalkan oleh Bruce Marshal, Mississippi State Highway Departement pada tahun 1948 dan selanjutnya dikembangkan oleh U.S Corps of Engineer. Alat marshal merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan proving ring (cincin penguji) bekapasitas 22,2 kN (5000 lbf) dan flow meter.

Marshall Test merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan *proving ring* (cincin penguji) yang berkapasitas 2500 kg atau 5000 pon. *Proving ring* dilengkapi dengan arloji pengukur yang berguna untuk mengukur stabilitas campuran, sedangkan arloji kelelahan (*flow meter*) berfungsi untuk mengukur kelelahan plastis (*flow*). Setelah dilakukan *Marshall Test* menurut Sukirman metode marshal akan diperoleh data- data sebagai berikut :

1. Stabilitas yang dinyatakan dalam bilangan bulat. Stabilitas menunjukkan kekuatan dan ketahanan terhadap terjadinya alur (*ruting*).
2. Kelelahan plastis (*flow*) yang dinyatakan dalam mm atau 0,01 inch.

Flow dapat digunakan sebagai indikator terhadap lentur.

3. VIM yang merupakan persen rongga dalam campuran dan dinyatakan dalam bilangan desimal satu angka belakang koma. VIM merupakan indikator dari durabilitas.
4. VMA yang merupakan persen rongga terhadap agregat dan dinyatakan dalam bilangan bulat. VMA bersama dengan VIM merupakan indikator

dari durabilitas.

Tabel 2.5 Ketentuan sifat campuran laston AC

Sifat-sifat Campuran		Laston		
		Lapis Aus	Lapis Antara	Pondasi
Jumlah tumbukan per bidang		75		
Rasio partikel lolos ayakan 0,075 mm dengan kadar aspal efektif	Min	0,6		
	Maks	1,2		
Rongga dalam campuran (%)	Min	3,0		
	Maks	5,0		
Rongga terisi aspal (%)	Min	65	65	65
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min	15	14	13
Stabilitas Marshal (kg)	Min	800	800	1800
Pelelehan	Min	2	2	3
	Maks	4	4	6
Stabilitas marshal sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C	Min	90		
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal	Min	2		

(Sumber : Spesifikasi Bina Marga 2018)

2.5 Penelitian Sebelumnya

Penelitian terkait merupakan upaya peneliti untuk mencari perbandingan dan selanjutnya untuk menemukan inspirasi baru untuk penelitian selanjutnya.

Tabel 2.6 Perbandingan Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Variabel	Hasil Penelitian
1	<i>Endra, Munirul Hady, Rafiqa Muqhnita Yusputri (2022)</i>	Karakteristik campuran beton aspal (AC-WC) dengan pencampuran minyak solar terhadap parameter marshall (2022)	Variasi penyemprotan minyak solar yang digunakan 0 %, 1,5%, 2,5%, 3,5% dan 4,5%	Hasil uji kinerja karakteristik Marshall pada campuran laston dengan kandungan minyak solar sebesar 0%, 1,5%, 2,5% masih memenuhi syarat spesifikasi, sedangkan untuk variasi 3,5%, dan 4,5% tidak memenuhi syarat spesifikasi Sehingga kadar solar yang terkandung memberikan pengaruh buruk terhadap lapis permukaan aspal beton.
2	Bambang Sumantri, Hendrawan Santiko, Ludfi Djakar, Hendi Bowoputro (Pengaruh Peremaja Oli Bekas Dan Solar Terhadap Karakteristik Marshall Perkerasan Daur Ulang Dengan Asbuton	Pada campuran aspal daur ulang ini digunakan peremaja berupa oli bekas dan solar sebagai bahan peremjanya dengan perbandingan 0 : 100, 25 : 75, 50 : 50, 75 : 25, dan 100 : 0, kadar peremaja yang digunakan 2%, 4%, 6%, 8%	Dari penelitian ini menghasilkan kadar peremaja optimum pada kadar 2,93 % proporsi peremajanya pada komposisi 75 : 25 (oli bekas : solar) dengan hasil nilai stabilitas maksimumnya 236,17 kg. Namun nilai stabilitas rata ± rata dari komposisi peremaja 75 : 25 mengalami penurunan nilai stabilitas 81,93 % dari hasil core drill. Sehingga benda

			dan 10% dan kadar asbuton yang digunakan adalah 3%, 6%, 9%, dan 12% dengan waktu pereman selama 4 hari	uji pada penelitian ini tidak memenuhi kriteria stabilitas untuk lalu lintas berat yaitu 800 kg
3	Djoko Sarwono, Suryoto, Dian Putri Rahmawati	Karakteristik Ekstrak Abuton Emulsi Menggunakan Peremaja Solar Yang Dimodifikasi Dengan Aspal Penetrasi 60/70 (Semerbut Aspal Tipe 4) (2018)	Tinjauan yang digunakan adalah waktu mixing asbuton dan solar untuk memperoleh kadar kelarutan ekstrak asbuton optimum dan variasi komposisi dari Semarbut Aspal Tipe 4 untuk memperoleh komposisi optimum semarbut	Hasil pengujian kadar kelarutan ekstrak asbuton diperoleh waktu mixing asbuton dan solar 2 menit 50 detik menghasilkan kadar kelarutan optimum sebesar 86,62%. Nilai daktilitas ekstrak asbuton yang dihasilkan terlalu kecil, sehingga untuk memperbaikinya ditambahkan aspal penetrasi 60/70 menjadi Semarbut Aspal Tipe 4. Hasil pengujian karakteristik Semarbut Aspal Tipe 4 diperoleh komposisi optimum yaitu kadar ekstrak asbuton sebesar 40% dan kadar aspal penetrasi 60/70 sebesar 60%, dengan hasil uji karakteristik yaitu nilai penetrasi 45,7 dmm; titik lembek 55,5 oC; titik nyala 242 oC; titik bakar 279 oC; daktilitas 54,75 cm; berat jenis 1,2304 gr/cc dan kelekatan 100%
4	Aida Hanif, Fitrika Mita Suryani, M.Isya	Penggunaan Aspal Penetrasi 60/70 Dan Plastik Polypropylene Terhadap	Permulaan dari penelitian ini yaitu mencari nilai Kadar Aspal Optimum (KAO), kemudian dibuatkan benda	Hasil pengujian stabilitas marshall menunjukkan bahwa pada benda uji lapisan AC-WC tanpa rendaman minyak ialah 1288,27 kg. Terjadi penurunan kekuatan stabilitas yang

		Campuran Beton Aspal AC-WC Perendaman Produk Minyak Bumi (2022)	uji dengan substitusi polypropylene sebesar 4% terhadap kadar aspal. Setelah nilai KAO didapatkan, maka dilakukan pengujian benda uji untuk direndam perendaman minyak (oli, bensin, solar) dengan 3 lama waktu rendaman yaitu 3, 5 dan 7 menit yang diuji pengujian empiris menggunakan alat marshall	sangat signifikan dengan lamanya durasi perendaman dan hanya oli dengan 3 menit perendaman yang masih memenuhi spesifikasi yaitu ≥ 1000 kg. Nilai durabilitas yang didapat pada campuran aspal penetrasi yang disubstitusi 4% polypropylene dan dilakukan perendaman dengan oli yaitu $\leq 90\%$ dan ini tidak tercapai persyaratan umum Bina Marga 2018 revisi 2 (2020)
5	Fuad Hasan Kurniawan	Pengaruh Tumpahan Bahan Bakar Minyak Dan Oli Terhadap Kinerja Campuran Lataston-WC Dengan Menggunakan Metode Marshall (2014)	pada penelitian ini akan dibuat suatu cara untuk mendeteksi kenyataan yang ada dengan menumpahkan produk minyak bumi khususnya bensin, solar, dan oli terhadap Lataston-WC. Dalam merencanakan pembuatan model perkerasan, harus dilakukan beberapa pengujian material	Adapun jumlah benda uji yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu 15 benda uji campuran normal dengan nilai KAR (Pb) untuk menentukan nilai KAO dan 24 benda uji campuran normal dengan nilai KAO untuk dilakukan perendaman bahan bakar minyak dan oli dengan variasi durasi rendaman, yaitu 1 menit, 3 menit, dan 5 menit. Kemudian dilakukan pendiaman selama 1 jam dan dilakukan marshall test. Setelah didapat hasil marshall test, kemudian dianalisa dan diambil

			dan campuran	kesimpulan. Dari hasil perhitungan dan pengujian laboratorium sebelumnya didapat kadar aspal optimum yaitu sebesar 6,7%, selanjutnya dibuat benda uji dan dilakukan perendaman ke dalam bahan bakar minyak dan oli. Untuk benda uji campuran normal, nilai stabilitasnya mencapai 1951,87 kg sedangkan untuk benda uji yang direndam terutama dengan durasi 5 menit terhadap oli baru nilai stabilitasnya menjadi 511,56 kg
6	A lan Haryo, Bonifasius Raditya, Ludfi Djakar, Hendi Bowoputra	Pengaruh Oli Bekas Dengan Solar, Minyak Tanah Dan Waktu Pemeraman Pada Perkerasan Daur Ulang	Peremaja yang digunakan yaitu oli bekas dan solar serta oli bekas dan minyak tanah dengan perbandingan oli bekas : solar dan oli bekas d: minyak tanah yang sama yaitu 0 : 100, 25 : 75, 50 : 50, 75 : 25, dan 100 : 0 dengan kadar peremaja yang dicampurkan 4% terhadap berat benda uji	Perbandingan proporsi bahan peremaja dengan bahan pelarut solar untuk mendapatkan nilai stabilitas optimum perkerasan daur ulang adalah 100 : 0, dengan pemeraman 6,8 hari, diperoleh nilai stabilitas optimum 131,92 kg. Sedangkan perbandingan proporsi bahan peremaja dengan bahan pelarut minyak tanah untuk mendapatkan nilai stabilitas optimum perkerasan daur ulang adalah 100 : 0, dengan pemeraman 9 hari, diperoleh nilai stabilitas optimum 138,6 kg. Dari nilai stabilitas benda uji yang diperoleh, nilai stabilitas benda uji tidak memenuhi standar Laston maupun Latasir

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di laboratorium PT. Bumi Karsa selanjutnya dari hasil analisis data yang diperoleh dalam penelitian maka dapat di Tarik beberapa kesimpulan dari penelitian yang dilakukan. Nilai KAO yang didapatkan sebesar 6,10%. Hasil pengujian bahwa variasi penambahan minyak solar sebagai bahan tambah pada campuran aspal yang memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018, adapun beberapa variasi yang memenuhi syarat yakni 0%, 1% dan 2%. VIM pada campuran penambahan minyak solar yang memenuhi spesifikasi Bina Marga dengan syarat(3-5) yakni MS0%, MS1% dan MS2% dengan nilai VIM yang normal 4.51%, 4,38% dan 4,37%. Nilai VIM tertinggi terdapat pada variasi MS0% sebesar 4.51% dan nilai VIM terendah terdapat pada varisai MS2% sebesar 4,37%. VMA pada campuran penambahan minyak solar yang memenuhi spesifikasi Bina Marga dengan syarat($\geq 15\%$) yakni MS0%, MS1% dan MS2% telah memenuhi persyaratan. Nilai VMA tertinggi terdapat pada variasi MS0% sebesar 15,38% dan nilai VMA terendah terdapat pada variasi MS2% sebesar 15,26%. VFB dari hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh variasi filler memenuhi persyaratan Nilai VFB tertinggi terdapat pada variasi filler MS2% sebesar 71,37% dan nilai VFB terendah pada variasi MS0% sebesar 70,71%. Flow pada variasi MS0%,MS1% dan MS2% telah memenuhi spesifikasi dengan syarat (2-4). Nilai Flow tertinggi terdapat pada variasi MS0% sebesar 3,80% dan VFB terendah terdapat pada variasi MS2% sebesar 3,37%. Marshall Quotient semua variasi penambahan minyak solar telah memenuhi spesifikasi, nilai tertinggi terdapat pada variasi MS0% dengan nilai 833,88 kg/mm dan nilai terendah terdapat pada variasi MS2% dengan nilai 366,38 kg/mm

Dari hasil penjabaran diatas, hasil uji kinerja karakteristik Marshall pada proporsi campuran dengan kandungan minyak solar sebesar 0%, 1%, 2% masi memenuhi persyaratan Bina Marga Tahun 2018 Devisi

5.2 Saran

Adapun saran yang dikemukakan berdasarkan hasil penelitian yaitu:

1. mencari variasi terbaru sebagai bahan tambah minyak solar sebagai pembanding nilai Marshall dan dicoba untuk lapisan permukaan jalan yang lainnya seperti pada Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC).
2. Dari hasil penelitian yang dilakukan perlu dijadikan referensi teori pada bangku perkuliahan supaya dilapangan dapat dijadikan pedoman pada saat dilapangan.
3. Perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan bahan yang sama pada campuran yang lain dengan variasi yang berbeda mungkin saja kombinasi antara campuran lebih baik lagi dari campuran sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bina Marga. 2018. Perkerasan Jalan Devisi 6 Revisi 3. Jakarta.
- Bina Marga. 2010. Spesifikasi Umum 2010.
- Fauziah, M., 2020. Pengaruh Oli Bekas Sebagai Bahan Peremaja Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) Terhadap Karakteristik Campuran Split Mastic Asphalt (SMA) 0/11 Dengan Serat
- Hendarsin. 2000. Analisis Lapisan Aspal Beton (Ac-Bc) Dengan Penambahan Limbah Botol Kaleng Minuman. Ditinjau Dari Karakteristik Marshall Dan Uji ...
- Hady, M., & Muqhnita Yusputri, R. (n.d.). *Karakteristik Campuran Beton Aspal (AC-WC) Dengan Pencampuran Minyak Solar Terhadap Parameter Marshall (Vol.1).*
- Hanif, A., Mita Suryani, F., & Isya, M. (n.d.). Kopelma Darussalam Banda Aceh 23111, Indonesia 2,3 Dosen, Jurusan Teknik Sipil. *Universitas Syiah Kuala Jalan Syech Abdurrauf, 7.*
- Richard Oliver (Dalam Zeithml., Dkk 2018). (2021). *Angewandte Chemie International Edition, 6(11), 951–952., 2013–2015.*
- SNI 06-2489.(1991).Metode Pengujian Campuran Aspal Dengan Alat Marshall Test
- Sumatri, Bambang., 2019. Pengaruh Peremaja Oli Bekas Dan Solar Terhadap Karakteristik Marshall Perkerasan Daur Ulang Dengan Asbuton. jurnal kinabalu. vol 11 (2) : 50-57.
- Sukirman. 1992. Pengaruh Penggunaan Batu Kapur Sebagai Substitusi Agregat Pada Lapisan Asphalt Concrete–Wearing Course (Ac-Wc).