

JURNAL REKAYASA

TEKNIK SIPIL STTC

STTC

ANALISIS DAMPAK LALU LINTAS PADA SIMPANG TIDAK BERSINYAL GRIYA SUNYARAGI PERMAI (GSP) <i>Ahmad Taufik Maulana¹, Dedi Hermawan²</i>	6
PERENCANAAN TEKNIS DAN BIAYA SIMPANG BERSIYAL JALAN BARU SAWAH LOPE KECAMATAN KRAMATMULYA KABUPATEN KUNINGAN <i>Husni Azis¹, Dedi Hermawan², Adil Prayitno³</i>	14
KARAKTERISTIK ASPHALT CONCRETE-WEARING COURSE (AC-WC) DENGAN MENGGUNAKAN ASPAL PENETRASI 60/70 DITINJAU DARI DURABILITAS CAMPURAN <i>Ujang Heriyana¹, Adil Prayitno², Dertawan Widagdo³</i>	25
ANALISA PEMILIHAN MODA TRANSPORTASI UMUM ANTARA TRANSPORTASI PRIBADI DAN ONLINE DENGAN MENGGUNAKAN METODE AHP <i>Agam Alfin Salam¹, Asep Saefudin², R. Radian Baratasena³</i>	39
EVALUASI KETERSEDIAAN DAN KEBUTUHAN AIR DAERAH IRIGASI RADJADANA KABUPATEN CIREBON <i>Rizky Maulana Imran¹, Lia Amaliah²</i>	44
PENGARUH PROSENTASE SERBUK KACA TERHADAP KUAT TEKAN BETON F'C 30 MPA <i>Fauzan Abimanyu¹, Edi Rohadi², Nandang Susanto³</i>	53
ANALISA DAYA DUKUNG TIANG PANCANG PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG BRI KANCA GUNUNG JATI CIREBON <i>Abi Nur Muqsinh¹, Nandang Susanto²</i>	59
PERENCANAAN STRUKTUR RUKO 3 LANTAI DI KECAMATAN NEGLASARI KOTA TANGGERANG <i>Hidayat¹, Edi Rohadi²</i>	68
ANALISIS KEBUTUHAN DIMENSI SALURAN DRAINASE TERHADAP CURAH HUJAN (STUDI KASUS SALURAN DRAINASE LAPANGAN SEPAK BOLA STADION WATUBELAH KABUPATEN CIREBON) <i>Ingeu Septiani¹, Lia Amaliah²</i>	78
PERENCANAAN STRUKTUR PONDASI GEDUNG RUMAH SAKIT MITRA PLUMBON KANCI JAWA BARAT <i>Niko Abdurrohman¹, Nandang Susanto²</i>	85
PERENCANAAN SHUTTLE WISATA KABUPATEN KUNINGAN <i>Muhammad Haerufan¹, Dertawan Widagdo²</i>	93
PERENCANAAN STRUKTUR ATAS DAN STRUKTUR BAWAH WAREHOUSE 3 LANTAI DENGAN STRUKTUR BAJA DI KECAMATAN TARUMAJAYA BEKASI JAWA BARAT <i>Iif Syarif Maulana¹, Nandang Susanto²</i>	100
ANALISIS KEBUTUHAN RUANG PARKIR PASAR KERSANA <i>Zaenurrohman¹, Dennis Bintang Nugroho²</i>	111



KATA PENGANTAR

Jurnal Rekayasa | Teknik Sipil STTC adalah jurnal yang diperuntukan bagi mahasiswa dan dosen program studi teknik sipil dalam menyebarkan ilmu pengetahuan melalui penelitian dan pengabdian dengan ruang lingkup penelitian dan pengabdian mengenai ilmu teknik sipil diantaranya bidang keilmuan struktur bangunan, geoteknik, manajemen konstruksi, hidrologi, dan transportasi.

Jurnal Rekayasa | Teknik Sipil STTC menyambut baik kontribusi yang mempromosikan pertukaran ide. dan wacana rasional antara pendidik, praktisi dan peneliti teknik sipil.

Hasil kajian dan penelitian dalam Jurnal ini didedikasikan untuk memajukan batas pengetahuan dan teknologi dengan mendorong penelitian lintas disiplin dan aplikasi inovatif dalam proyek-proyek rekayasa teknik sipil. Semoga hasil kajian dan penelitian pada **Jurnal Rekayasa | Teknik Sipil STTC** Volume 02 No. 02 Oktober 2024 ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan khususnya pada keilmuan teknik sipil.

Hormat Saya,
Ketua Editor

Ir. Dedi Hermawan, S.T., M.Sc., IPM

TIM PENGELOLA

Penanggung Jawab

Ketua Program Studi Teknik Sipil | Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon, Indonesia

Sekretaris

Ir. Dertawan Widagdo, S.T., M.T., IPM | Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon.

Ketua Editor

Ir. Dedi Hermawan, S.T., M.Sc., IPM | Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon.

Editor

Lia Amaliah, S.T., M.Si. | Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon.

H. Edi Rohadi, S.T., M.T. | Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon.

Neti Nuryati, SPd., M.P.Mat. | Sekolah Tinggi Sains Islam Bina Cendekia Utama Cirebon

Ir. H. Sumarman, M.T. | Universitas Swadaya Gunung Jati Cirebon

Managing Editor

Nono Carsono, ST, MT | Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon.

IT Manager

R. Radian Baratasena, S.Kom., M.Kom | Sekolah Tinggi Ilmu Komputer POLTEK Cirebon

Jurnal Rekayasa | Teknik Sipil STTC

© Redaksi Jurnal Rekayasa | Teknik Sipil STTC

Program Studi Teknik Sipil Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon

Gd.Lt.1 Jl.Evakuasi No.11, Cirebon 45135

Telp. (0231) 482196 - 482616 Fax. (0231) 482196 E-mail jurnaltekniksipil@sttcirebon.ac.id

website : <http://ejournal.sttcirebon.ac.id/Jts>

MITRA BESTARI

Dr. Iwan Purnama, S.T., M.T. | Prodi Arsitektur | Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon.

Dr. Adam Safitri, S.T., M.T. | Prodi Teknik Sipil | Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon.

Eka Widiyananto, S.T., M.T. | Prodi Arsitektur | Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon.

Nurhidayah, S.T., M.Ars. | Prodi Arsitektur | Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon.

Dr. Ir. Atie Tri Juniati, M.T. | Prodi Teknik Sipil | Universitas Pancasila Jakarta.

Dr. Ir., Martinus Agus Sugiyanto, M.T. | Prodi Teknik Sipil | Universitas Gunung Jati Cirebon.

Dr. Jimat Susilo, S.Pd., M.Pd. | Prodi Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia | Universitas Gunung Jati Cirebon.

Abdul Khamid, S.T., M.T. | Prodi Teknik Sipil | Universitas Muhadi Setiabudi Brebes.

Agung Biantoro, S.T., M.T. | Prodi Teknik Mesin | Universitas Mercu Buana Jakarta.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	2
TIM PENGELOLA	3
MITRA BESTARI	4
DAFTAR ISI.....	5
ANALISIS DAMPAK LALU LINTAS PADA SIMPANG TIDAK BERSINYAL GRIYA SUNYARAGI PERMAI (GSP)	
<i>Ahmad Taufik Maulana¹, Dedi Hermawan²</i>	<i>6</i>
PERENCANAAN TEKNIS DAN BIAYA SIMPANG BERSIYAL JALAN BARU SAWAH LOPE KECAMATAN KRAMATMULYA KABUPATEN KUNINGAN	
<i>Husni Aziz¹, Dedi Hermawan², Adil Prayitno³</i>	<i>14</i>
KARAKTERISTIK ASPHALT CONCRETE-WEARING COURSE (AC-WC) DENGAN MENGGUNAKAN ASPAL PENETRASI 60/70 DITINJAU DARI DURABILITAS CAMPURAN	
<i>Ujang Heriyana¹, Adil Prayitno², Dertawan Widagdo³</i>	<i>25</i>
ANALISA PEMILIHAN MODA TRANSPORTASI UMUM ANTARA TRANSPORTASI PRIBADI DAN ONLINE DENGAN MENGGUNAKAN METODE AHP	
<i>Agam Alfin Salam¹, Asep Saefudin², R. Radian Baratasena³</i>	<i>39</i>
EVALUASI KETERSEDIAAN DAN KEBUTUHAN AIR DAERAH IRIGASI RADJADANA KABUPATEN CIREBON	
<i>Rizky Maulana Imran¹, Lia Amaliah²</i>	<i>44</i>
PENGARUH PROSENTASE SERBUK KACA TERHADAP KUAT TEKAN BETON F'C 30 MPA	
<i>Fauzan Abimanyu¹, Edi Rohadi², Nandang Susanto³</i>	<i>53</i>
ANALISA DAYA DUKUNG TIANG PANCANG PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG BRI KANCA GUNUNG JATI CIREBON	
<i>Abi Nur Muqsith¹, Nandang Susanto²</i>	<i>59</i>
PERENCANAAN STRUKTUR RUKO 3 LANTAI DI KECAMATAN NEGLASARI KOTA TANGGERANG	
<i>Hidayat¹, Edi Rohadi²</i>	<i>68</i>
ANALISIS KEBUTUHAN DIMENSI SALURAN DRAINASE TERHADAP CURAH HUJAN (STUDI KASUS SALURAN DRAINASE LAPANGAN SEPAK BOLA STADION WATUBELAH KABUPATEN CIREBON)	
<i>Ingeu Septiani¹, Lia Amaliah²</i>	<i>78</i>
PERENCANAAN STRUKTUR PONDASI GEDUNG RUMAH SAKIT MITRA PLUMBON KANCI JAWA BARAT	
<i>Niko Abdurrohman¹, Nandang Susanto²</i>	<i>85</i>
PERENCANAAN SHUTTLE WISATA KABUPATEN KUNINGAN	
<i>Muhammad Haerufan¹, Dertawan Widagdo²</i>	<i>93</i>
PERENCANAAN STRUKTUR ATAS DAN STRUKTUR BAWAH WAREHOUSE 3 LANTAI DENGAN STRUKTUR BAJA DI KECAMATAN TARUMAJAYA BEKASI JAWA BARAT	
<i>Iif Syarif Maulana¹, Nandang Susanto²</i>	<i>100</i>
ANALISIS KEBUTUHAN RUANG PARKIR PASAR KERSANA	
<i>Zaenurrohman¹, Dennis Bintang Nugroho²</i>	<i>111</i>

KARAKTERISTIK ASPHALT CONCRETE-WEARING COURSE (AC-WC) DENGAN MENGGUNAKAN ASPAL PENETRASI 60/70 DITINJAU DARI DURABILITAS CAMPURAN

Ujang Heriyana¹, Adil Prayitno², Dertawan Widagdo³

Program Studi Teknik Sipil - Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon

ujangheriyan23@gmail.com, adilprayitno@yahoo.co.id, binasaranautama.001@gmail.com,

ABSTRAK

Pada campuran beraspal, durabilitas merupakan bagian karakteristik dari campuran yang perlu ada. Dengan kata lain, durabilitas yaitu tingkat ketahanan suatu campuran pada air, uap, dan suhu. Kualitas yang baik dari suatu campuran dihasilkan dari besarnya angka durabilitas dan tingkat penggunaannya. Oleh sebab itu, perlu dilakukan suatu pengujian ketahanan/keawetan (durabilitas) campuran aspal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai Karakteristik aspal dengan menggunakan metode marshall dan untuk mengetahui nilai durabilitas campuran aspal pada perendaman dalam air pada suhu 60°C dengan waktu perendaman 30 menit, 24 jam, 48 jam dan 72 jam. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimental di laboratorium. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa nilai durabilitas atau nilai IKS tertinggi yaitu 98,72% pada campuran dengan waktu perendaman 30 menit, dan 92,01% pada campuran dengan waktu perendaman 24 jam, sedangkan pada perendaman 48 jam diperoleh nilai IKS sebesar 88,14% dan pada perendaman 72 jam diperoleh nilai IKS sebesar 81,48%, dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa pada waktu perendaman 48 jam dan 72 jam nilai IKS tidak memenuhi Spesifikasi Umum Direktorat Jendral Bina Marga tahun 2018 revisi 2 yaitu minimal 90%. Dan pada campuran aspal dengan perendaman 30 menit dan 24 jam diperoleh nilai durabilitas yang lebih baik dibandingkan dengan perendaman selama 48 jam dan 72 jam.

Kata Kunci : Durabilitas, Indeks Kekuatan Sisa (IKS), Metode Marshall

ABSTRACT

In paved mixtures, durability is part of the characteristics of the mixture that needs to be present. In other words, durability is the level of resistance of a mixture to water, steam, and temperature. The good quality of a mixture results from the magnitude of its durability and the level of use. Therefore, it is necessary to carry out a test of the durability/durability of the asphalt mixture. This study aims to determine the value of asphalt characteristics using the marshall method and to determine the durability value of asphalt mixture in immersion in water at 60°C with immersion time of 30 minutes, 24 hours, 48 hours and 72 hours. The method used in this study is an experimental method in the laboratory. From the results of the study, it was obtained that the durability value or IKS value was the highest, which was 98.72% in a mixture with a 30-minute immersion time, and 92.01% in a mixture with a 24-hour immersion time, while in a 48-hour immersion the IKS value was obtained of 88.14% and in a 72-hour immersion the IKS value was obtained of 81.48%, from these results it can be concluded that at the 48-hour and 72-hour immersion times the IKS value does not meet the General Specifications of the Directorate General of Highways In 2018, revision 2 is at least 90%. And in the asphalt mixture with 30 minutes and 24 hours of soaking, better durability values were obtained compared to 48 hours and 72 hours of soaking.

Keywords: Durability, Residual Strength Index (IKS), Marshall Method.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan laju pertumbuhan penduduk di suatu daerah, maka jalan raya sebagai bagian prasarana transportasi mempunyai peran penting dalam penunjang 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 geometri maupun struktur perkerasan (pavement). Jalan yang aman, nyaman, kuat, awet, serta ekonomis akan mempermudah manusia dalam proses pergerakannya. Namun, pada kenyataannya tidak semua jalan dapat memberikan pelayanan terbaik dalam melayani lalu lintas. Penurunan kondisi pelayanan jalan berupa kerusakan jalan dapat disebabkan akibat curah hujan yang tinggi sehingga masuk ke dalam lapisan perkerasan.

Pada campuran beraspal, durabilitas merupakan bagian karakteristik dari campuran yang perlu ada. Dengan kata lain, durabilitas yaitu tingkat ketahanan suatu campuran pada air, uap, dan suhu. Kualitas yang baik dari suatu campuran dihasilkan dari besarnya angka durabilitas dan tingkat penggunaannya. Lamanya campuran dalam perendaman air mengakibatkan rongga dalam campuran bertambah, sehingga kekuatan campuran menjadi berkurang. Pada aspal beton, lapisan AC-WC berada di lapisan teratas, fungsi non struktural dari lapisan ini yaitu menerima beban dan menyebarkan ke lapisan yang ada di bawahnya serta lapisan ini harus kedap air, menjamin bahwa tidak terdapat ada yang merembes sampai kepada lapisan paling bawah. Guna memenuhi fungsi tersebut, pada umumnya lapisan permukaan dibuat dengan menggunakan bahan pengikat aspal sehingga menghasilkan lapisan yang kedap air dengan stabilitas yang tinggi dan daya tahan yang lama. Durabilitas yang tinggi berarti merupakan sifat mekanis yang baik dari suatu campuran akan bertahan selama umur rencana perkerasan, kerusakan yang lebih awal tidak akan terjadi sebagai akibat kegetasan dari campuran atau pengelupasan lapisan film bitumen dari agregat. Keawetan campuran akan bertambah dengan penggunaan campuran rapat yang dapat mencegah masuknya air dan udara, dan ini secara mudah dapat diperoleh dari agregat bergradasi rapat dan kadar bitumen yang tinggi dalam campuran, keadaan demikian dapat dicapai dengan mempersiapkan bahan-bahan yang cocok dengan spesifikasi serta penghamparan dan pemadatan dalam pelaksanaan yang sempurna.

Dari uraian diatas, penulis memandang perlu melakukan penelitian tentang karakteristik dari campuran beraspal sehingga, penulis membuat

penelitian ini dengan judul “Karakteristik Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC) Dengan Menggunakan Aspal Penetrasi 60/70 Ditinjau dari Durabilitas Campuran”.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan untuk penelitian pada karakteristik Asphalt Concrete - Wearing Course (AC-WC) dengan menggunakan aspal penetrasi 60/70 ditinjau dari durabilitas campuran, adalah :

1. Bagaimana karakteristik Marshall pada campuran aspal yang menggunakan aspal penetrasi 60/70?
2. Bagaimana kinerja durabilitas campuran aspal jika dilakukan perendaman water bath pada suhu 60°C dengan variasi waktu perendaman 30 menit, 24 jam, 48 jam dan 72 jam?
3. Berapa kadar aspal optimum penggunaan aspal penetrasi 60/70 pada campuran perkerasan Asphalt Concrete - Wearing Course (AC-WC)?

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak diantara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi, dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti. (Sukirman, 2016).

Pembangunan jalan merupakan pembukaan ruang lalu lintas yang mengatasi berbagai rintangan geografi. Proses ini melibatkan pengalihan mukabumi, pembangunan jembatan dan terowongan, bahkan juga pengalihan tumbuh-tumbuhan. Dalam proses pembuatan jalan itu sendiri disebut dengan perkerasan jalan.

Menurut Ir. Suprpto Tm, M.Sc (2004), tanah saja biasanya tidak cukup kuat dan tahan, tanpa adanya deformasi yang berarti, terhadap beban roda berulang. Untuk itu perlu lapis tambahan yang terletak antara tanah dan roda, atau lapisan paling atas dari badan jalan. Lapis tambahan ini dapat dibuat dari bahan khusus yang terpilih (yang lebih baik), yang selanjutnya disebut dengan lapisan keras/ perkerasan/pavement.

2.2 Jenis Konstruksi Perkerasan Jalan

Menurut silvia sukirman (1992), berdasarkan bahan pengikatnya suatu konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan atas :

1. Konstruksi Perkerasan Lentur (Flexible Pavement)
Konstruksi perkerasan lentur (flexible pavement), merupakan perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.

2. Konstruksi Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)
Konstruksi perkerasan kaku (rigid pavement), merupakan perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.
3. Konstruksi Perkerasan Komposit (Composite Pavement)
Konstruksi perkerasan komposit (composite pavement), merupakan perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur.

2.3 Bahan Penyusun Campuran Aspal Agregat

Agregat merupakan komponen utama lapisan perkerasan jalan yaitu mengandung 90% sampai 95% agregat berdasarkan peresentase berat atau 75% sampai dengan 85% agregat berdasarkan peresentase volume. Sifat agregat dari hasil campuran ditentukan oleh ukuran dan gradasi, kekuatan dan kekerasan, bentuk tekstur permukaan, kelekatan terhadap aspal setra kebersihan dan sifat kimia (Kerbs dan Walker, 1971).

Sifat agregat yang menentukan kualitasnya sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga) kelompok yaitu :

1. Kekuatan dan keawetan (*strength* dan *durability*)
lapisan perkerasan dipengaruhi oleh gradasi, ukuran maksimum, kadar lempung, kekerasan dan ketahanan (*toughness and durability*) bentuk butir serta tekstur permukaan.
2. Kemampuan dilapisi aspal dengan baik, yang dipengaruhi oleh porositas, kemungkinan basah dan jenis agregat yang digunakan.
3. Kemudahan dalam pelaksanaan dan menghasilkan lapisan yang yaman dan aman, yang dipengaruhi oleh tahanan geser (Skidistance) serta campuran yang memberikan kemudahan dalam pelaksanaan (*bituminous mix workability*).

A. Gradasi Agregat

Gradasi agregat dapat ditentukan oleh analisa saringan, dimana contoh agregat harus melalui satu set saringan. Ukuran saringan menyatakan ukuran bukaan jaringan kawatnya dan nomor saringan menyatakan bukaan jaringan kawat per inchi persegi dari saringan tersebut. Gradasi agregat dinyatakan dalam presentase berat masing-masing contoh yang lolos pada saringan tertentu. Presentasi ini ditentukan dengan menimbang agregat yang lolos atau tertahan pada masing-masing saringan. Gradasi agregat dibedakan atas :

- a. Gradasi seragam (*uniform graded*) / gradasi terbuka (*open graded*)

- b. Adalah gradasi agregat dengan ukuran yang hamper sama. Gradasi seragam disebut juga gradasi terbuka karena hanya mengandung sedikit agregat halus sehingga terdapat banyak rongga/ruang kosong antara agregat. Campuran beraspal yang dibuat dengan gradasi ini bersifat porus atau memiliki permeabilitas yang tinggi, stabilitas rendah dan memiliki berat isi yang kecil.

c. Gradasi rapat (dense graded)

Adalah gradasi agregat dimana terdapat butiran dari agregat kasar sampai halus, sehingga sering juga disebut gradasi menerus, atau gradasi baik (*well Graded*). Campuran dengan gradasi ini memiliki stabilitas yang tinggi, agak kedap terhadap air dan memiliki berat isi yang besar.

d. Gradasi senjang (gap graded)

Adalah gradasi agregat dimana ukuran agregat yang ada tidak lengkap atau ada fraksi agregat yang tidak ada atau jumlahnya sedikit sekali, oleh karena itu gradasi ini disebut juga gradasi senjang (*gap graded*). Campuran agregat dengan gradasi ini memiliki kualitas peralihan dari kedua gradasi yang disebutkan di atas.

Gradasi campuran agregat untuk campuran beraspal ditunjukkan dalam peresentase terhadap berat agregat, harus memenuhi batas-batas yang diberikan, hal ini dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Amplop Gradasi Agregat Untuk Campuran AC

Ukuran Saringan		% Berat Lolos Terhadap Total Agregat		
		Laston (AC)		
ASTM	(mm)	AC-WC	AC-BC	AC-Base
11/2"	37,5			100
1"	25		100	90-100
3/4"	19	100	90-100	76-90
1/2"	12,5	90-100	75-90	60-78
3/8"	9,5	77-90	66-82	52-71
No.4	4,75	53-69	46-64	35-54
No.8	2,36	33-53	30-49	23-41
No.16	1,18	21-40	18-38	13-30
No.30	0,600	14-30	12-38	10-22
No.50	0,300	9-22	7-20	6-15
No.100	0,150	6-15	5-13	4-10
No.200	0,075	4-9	4-8	3-7

(Sumber : Spesifikasi Umum Direktorat Jendral Bina Marga 2018 revisi 2 (2020))

B. Klasifikasi Agregat

Menurut Sukirman (2016), berdasarkan ukuran butirannya agregat dapat dibedakan atas agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi (*filler*).

1. Agregat Kasar

Fraksi agregat kasar untuk rancangan campuran adalah yang tertahan saringan No.4 (4,75 mm) yang dilakukan secara basah dan harus bersih, keras, awet dan bebas dari lempung atau bahan

yang dikehendaki lainnya dan memenuhi spesifikasi seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Ketentuan Agregat Kasar

Pengujian		Standar	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan	Natrium sulfat	SNI 3407:2008	Maks. 12%
	Magnesium sulfat		Maks. 18 %
Abrasi dengan mesin Los Angeles ¹⁾	Campuran AC modifikasi	SNI 2417:2008	Maks. 6%
	500 putaran		Maks. 30%
	Semua jenis campuran aspal bergradasi lainnya		Maks. 8%
	500 putaran		Maks. 40%
Kekekatan agregat terhadap aspal		SNI 2439:2011	Min. 95%
Butir pecah pada agregat kasar		SNI 7619:2012	95/90 ²⁾
Partikel pipih dan lonjong		SNI 8287:2016 Perbandingan 1 : 5	Maks. 10%
Material lolos ayakan No.200		SNI ASTM C117:2012	Maks. 1%

(Sumber : Spesifikasi Umum Direktorat Jendral Bina Marga 2018 revisi 2 (2020))

2. Agregat Halus

Faraksi agregat halus terdiri dari pasir atau hasil pengayakan batu pecah dan terdiri dari bahan yang lolos saringan No.4 (4,75 mm). Agregat halus harus memenuhi ketentuan spesifikasi yang ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Ketentuan Agregat Halus

Pengujian	Metoda Pengujian	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	Min.50%
Uji Kadar Rongga Tanpa Pemadat	SNI 03-6877-2002	Min 45
Gumpalan Lempung dan Butir-butir Mudah Pecah dalam Agregat	SNI 03-4141-1996	Maks. 1%
Agregat lolos ayakan No.200	SNI ASTM C117:2012	Maks.10 %

(Sumber : Spesifikasi Umum Direktorat Jendral Bina Marga 2018 revisi 2 (2020))

3. Bahan Pengisi (Filler)

Bahan pengisi (filler) berfungsi sebagai pengisi rongga udara pada material sehingga memperkaku lapisan aspal. Bahan pengisi yang ditambahkan (filler added) dapat berupa debu batu kapur (limestone dust), debu kapur padam atau batu kapur magnesium yang sesuai dengan AASTHO M303-89(2014), atau semen. Bahan pengisi jenis semen hanya diizinkan untuk campuran beraspal panas dengan bahan pengikat jenis aspal keras 60/70.

Bahan pengisi yang ditambahkan untuk semen harus dalam rentang 1% sampai 2% terhadap berat total agregat dan untuk bahan pengisi lainnya harus dalam rentang 1% samapi 3% terhadap berat total agregat kecuali SMA. Khusus SMA tidak dibolehkan menggunakan semen.

2.4 Bahan Pengikat (Aspal)

Aspal atau bitumen merupakan material yang memiliki warna hitam kecoklatan dan mempunyai

sifat viskoelastis sehingga akan melunak dan mencair jika mendapatkan cukup pemanasan begitu pula sebaliknya. Dengan adanya sifat viskoelastis aspal dapat menyelimuti dan menahan agregat tetap pada posisinya selama proses produksi dan masa pelayanannya.

Tabel 4. Ketentuan Aspal Penetrasi 60/70

No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Perstandaran
1	Penetrasi pada 25°C, (0,1mm)	SNI 2456-2011	60-70
2	Viskositas Kinematik 135°C (cSt) ³	ASTM D2170-10	≥ 300
3	Titik Lembek (°C)	SNI 2434-2011	≥ 48
4	Daktilitas pada 25°C, (cm)	SNI 2432-2011	≥ 100
5	Titik Nyala (°C)	SNI 2433-2011	≥ 232
6	Kelarutan dalam Trichloroethylene (%)	AASHTO T44-14	≥ 99
7	Berat Jenis	SNI 2441-2011	≥ 1,0

(Sumber : Spesifikasi Umum Direktorat Jendral Bina Marga 2018 revisi 2 (2020))

2.5 Beton Aspal (Asphalt Cement)

Menurut Kim, (2009), bahwa beton aspal merupakan sistem perkerasan yang kompleks dengan mencakup banyaknya lapisan perkerasan dari penggunaan material yang berbeda, berbagai kombinasi dari pembebanan lalu lintas yang tidak teratur, dan pengaruh berbagai kondisi lingkungan. Performa dari beton aspal atau asphalt concrete berhubungan antara berbagai proses yang terlibat dari asphalt mixture design, disain perkerasan, konstruksi, dan rehabilitasi. Banyak faktor yang mengakibatkan deformasi dari beton aspal, faktor yang mempengaruhi adalah waktu (banyaknya beban, lamanya pembebanan, dan periode pembebanan), suhu, umur, dan moisture.

2.6 Jenis Beton Aspal

Menurut Silvia Sukirman (2016), jenis beton aspal dibedakan berdasarkan suhu pencampuran material pembentuk beton aspal, dan fungsi beton aspal. Berdasarkan suhu ketika mencampur dan memadatkan campuran, beton aspal dibedakan atas :

1. Beton aspal campuran panas (hotmix), adalah beton aspal yang bahan pembentuknya dicampur pada suhu pencampuran sekitar 140°C.
2. Beton aspal campuran sedang (warm mix), adalah beton aspal yang bahan pembentuknya dicampur pada suhu pencampuran sekitar 60°C.
3. Beton aspal campuran dingin (cold mix), adalah beton aspal yang bahan pembentuknya dicampur pada suhu ruang sekitar 25°C.

Berdasarkan fungsinya beton aspal dibedakan atas :

1. Beton aspal untuk lapisan aus (wearing course), adalah lapisan perkerasan yang berhubungan langsung dengan ban kendaraan, merupakan lapisan yang kedap air, tahan terhadap cuaca, dan mempunyai kekesatan yang disyaratkan sehingga tidak terjadi slip.
2. Beton aspal untuk lapisan pengikat atau lapis perantara (binder course), adalah lapisan

perkerasan yang terletak dibawah lapisan aus. Tidak terhubung langsung dengan cuaca, tetapi perlu memiliki stabilitas untuk memikul beban lalu lintas yang dilimpahkan melalui roda kendaraan.

3. Beton aspal untuk lapisan fondasi (base course), adalah lapisan perkerasan yang berfungsi sebagai lapis fondasi.
4. Beton aspal untuk pembentukan dan perata lapisan beton aspal yang sudah lama, yang pada umumnya sudah aus dan seringkali tidak lagi berbentuk crown.

Saat ini di Indonesia terdapat berbagai jenis beton aspal campuran panas yang digunakan untuk lapisan perkerasan jalan. Jenis beton aspal yang saat ini ada di Indonesia adalah :

1. Lapisan Aspal Beton (LASTON)
2. Lapisan Tipis Aspal Beton (LASTASTON)
3. Lapisan Tipis Aspal Pasir (LATASIR)
4. Lapisan Perata
5. Split Mastic Asphalt (SMA)
6. Laston Dimodifikasi (AC-Modified)

2.7 Karakteristik Campuran Aspal Beton

Menurut Sukirman, S (2016) Menjelaskan bahwa lapisan aspal beton (LASTON) digunakan untuk jalan-jalan dengan beban lalu lintas berat, LASTON juga dikenal dengan nama AC (Asphalt Concrete). Ada 7 (tujuh) karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh aspal beton yaitu :

1. Stabilitas
2. Keawetan/durabilitas
3. Kelenturan/Fleksibilitas
4. Ketahanan terhadap kelelahan
5. Kekesatan atau tahanan geser (*skid resistance*)
6. Kedap Air (*impermeabilitas*)
7. Mudah dilaksanakan

Berdasarkan spesifikasi Umum Direktorat Jendral Bina Marga 2018 Revisi 2 (2020), ketentuan karakteristik atau sifat-sifat campuran laston (AC) dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Ketentuan Sifat-sifat Campuran Laston

Sifat-sifat Campuran	Laston			
	Lapis Aus	Lapis Antara	Fondasi	
Jumlah tumbukkan per bidang	75			
Rasio partikel lolos ayakan 0,075mm dengan kadar aspal efektif	Min.	0,6		
	Maks.	1,6		
Rongga dalam campuran (VIM) (%)	Min.	3,0		
	Maks.	5,0		
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min.	15	14	13
Rongga Terisi Aspal (VFB) (%)	Min.	65	65	65
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	800		1800(3)
Pelelehan (mm)	Min.	2		3
	Maks.	4		6(3)
Stabilitas Marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C	Min.	90		
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (refusal)	Min.	2		

(Sumber : Spesifikasi Umum Direktorat Jendral Bina Marga 2018 revisi 2 (2020))

2.8 Kadar Aspal Rencana

Kadar aspal rencana adalah perkiraan awal kadar aspal optimum dapat direncanakan setelah dilakukan pemilihan dan penggabungan pada tiga fraksi agregat. Sedangkan perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$P_b = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%FF) + K$$

Keterangan :

P_b = Perkiraan kadar aspal.

CA = Nilai peresentase agregat kasar.

FA = Nilai peresentase agregat halus.

FF = Nilai peresentase bahan pengisi (filler).

K = Konstanta (0,5-1 untuk laston).

2.9 Pemeriksaan dengan Metode Marshall

Pemeriksaan marshall dimaksudkan untuk menentukan stabilitas dan kelelahan (*flow*) dari suatu campuran aspal. Alat marshall adalah alat tekan yang dilengkapi dengan proving ring (cincin penguji) berkapasitas 2500kg dan *flowmeter*. Proving ring yang dilengkapi dengan arlogi pengukur digunakan untuk mengukur nilai stabilitas dan *flowmeter* untuk mengukur kelelahan plastis atau *flow* (Sukirman, 2016).

2.10 Parameter Pengujian Marshall

Sifat-sifat campuran beraspal dapat dilihat dari parameter-parameter pengujian marshall adalah sebagai berikut :

- a. Stabilitas Marshall
- b. Kelelahan (*flow*)
- c. Marshall Quotient (MQ)
- d. Rongga Terisi Aspal (VFA)
- e. Rongga Antar Agregat (VMA)
- f. Rongga Udara di dalam Campuran (VIM)

2.11 Durabilitas

Durabilitas (keawetan/ketahanan) adalah kemampuan beton aspal menerima repitisi beban lalu lintas, gesekan, seperti berat kendaraan, gesekan antara roda kendaraan dan permukaan jalan serta menahan keausan akibat pengaruh air, cuaca, udara atau suhu (Sukirman, 2016).

Pengujian perendaman marshall bertujuan untuk menentukan ketahanan dari campuran aspal. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi menurunnya sifat durabilitas suatu campuran adalah air. Jika suatu lapisan aspal selalu terendam air, maka sifat durabilitas campuran aspal tersebut akan berkurang. Selain itu banyaknya rongga yang tersisa dalam campuran setelah pemadatan juga mengakibatkan durabilitas campuran aspal menurun. Semakin besar rongga yang tersisa, maka campuran aspal akan semakin kedap air. Semakin banyak udara di dalam campuran beto aspal, menyebabkan semakin mudahnya selimut aspal beroksidasi dengan udara, menjadi getas dan durabilitasnya semakin menurun (Sukirman, 2016).

Menurut Sukirman (2016), faktor yang mempengaruhi durabilitas campuran aspal adalah sebagai berikut:

1. VIM kecil, sehingga campuran kedap air dan udara tidak masuk kedalam campuran yang menyebabkan terjadinya oksidasi dan aspal menjadi rapuh.
2. VMA besar, sehingga selimut aspal dapat dibuat tebal. Jika VMA dan VIM kecil serta kadar aspal tinggi kemungkinan terjadinya bleeding besar. Untuk mencapai VMA yang besar ini maka digunakan agregat bergradasi senjang.
3. Selimut aspal atau film aspal yang tebal dapat menghasilkan campuran aspal berdurabilitas tinggi tetapi kemungkinan terjadinya bleeding juga tinggi.

Tingkat durabilitas suatu campuran dapat diukur menggunakan parameter Indeks Kekuatan Sisa (IKS), Indeks Durabilitas Pertama (IDP) dan Indeks Durabilitas Kedua (IDK). Dari nilai tersebut dapat diketahui seberapa kuat campuran beraspal menahan faktor-faktor yang mempengaruhi durabilitasnya.

2.12 Rumus Durabilitas

1. Indeks Kekuatan Sisa (IKS)
Metoda praktis yang banyak digunakan dalam mengevaluasi durabilitas atau keawetan campuran aspal adalah dengan melakukan perendaman benda uji di dalam air dengan suhu dan waktu tertentu.
Bina Marga (2018) revisi 2 mensyaratkan dalam pengujian durabilitas campuran beraspal adalah dengan merendam benda uji dalam air dengan waktu 30 menit dalam waterbath dengan suhu 60 °C, kemudian setelah itu dibandingkan stabilitasnya dengan benda uji yang tidak direndam atau dengan benda uji yang direndam lebih dari 30 menit. Waktu perendaman selama 30 menit merupakan waktu awal atau waktu standar benda uji yang akan dilakukan uji durabilitas. Semakin tinggi nilai IKS menyatakan potensi durabilitas dari suatu campuran tersebut semakin baik. Index keawetan dinyatakan dengan index kekuatan sisa campuran beraspal akibat pengaruh rendaman dan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$IKS = \frac{S_2}{S_1} \times 100 \dots \dots \dots (2.13)$$

Keterangan :

- S1 = nilai rata-rata stabilitas marshall setelah perendaman selama T1 menit (kg).
S2 = nilai rata-rata stabilitas marshall setelah perendaman selama T2 menit (kg)
IKS = Index Kekuatan Sisa/ Durability Index (%)

Nilai yang disyaratkan menurut Spesifikasi Umum Bina Marga (2018) adalah minimum

90%. Nilai tersebut menandakan bahwa campuran beraspal masih dianggap cukup tahan terhadap kerusakan yang ditimbulkan oleh pengaruh air.

III. METODELOGI PENELITIAN

3.1 Penyiapan Material

Material atau bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Agregat Kasar
Jenis agregat kasar yang digunakan yaitu agregat yang tertahan saringan tertahan saringan No. 4 (4,75 mm) dengan ukuran butiran standar untuk lapis perkerasan jenis laston. Agregat kasar yang digunakan berasal dari Kabupaten Majalengka, Jawa Barat,
2. Agregat Halus
Jenis agregat halus yang digunakan yaitu agregat yang lolos saringan No. 4 (4,75 mm) dan tertahan saringan No.200 (0,75mm).
3. Bahan Pengisi (Filler) atau material lolos saringan No.200
4. Aspal yang digunakan dalam penelitian ini yaitu aspal penetrasi 60/70 yang berasal dari PT. Multi Trading Pratama.

3.2 Tempat dan Peralatan Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium PT. Perwita Konstruksi, Kabupaten Cirebon, Provinsi Jawa Barat. Alat-alat penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu alat-alat yang terdapat pada laboratorium PT. Perwita Konstruksi, antara lain sebagai berikut:

1. Alat pemeriksaan agregat
2. Alat pengujian marshall
3. Alat-alat penunjang yang meliputi bak perendam (waterbath), kompor, oven, thermometer, sendok pengaduk, kain lap, timbangan, dan jangka sorong.

3.3 Persiapan Penelitian

Persiapan yang dilakukan yaitu persiapan, pustaka, bahan, dan alat-alat yang digunakan. Persiapan bahan meliputi aspal penetrasi 60/70, agregat kasar, agregat halus, dan filler. Bahan-bahan tersebut didatangkan dari sumbernya ke laboratorium PT. Perwita Konstruksi.

3.4 Pemeriksaan Material

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap material/bahan penyusun campuran aspal AC-WC. Pengujian dimaksudkan untuk mengetahui sifat dan karakteristik material/bahan tersebut memenuhi persyaratan atau tidak.

3.5 Tahapan Penelitian

Tahap-tahap prosedur dari penelitian yang akan dilakukan mulai dari awal sampai akhir penelitian yaitu sebagai berikut :

1. Persiapan benda uji untuk penentuan kadar aspal optimum (KAO)
Tahap-tahap dari pembuatan benda uji untuk menentukan KAO adalah sebagai berikut :
 - a. Pengujian pada aspal dan agregat.
 - b. Penentuan perkiraan kadar aspal rencana (Pb), didapat nilai pb yaitu 5,68% dan dibulatkan menjadi 5,5%. Maka kadar aspal rencana yang digunakan adalah 4,5%, 5%, 5,5%, 6% dan 6,5%.
 - c. Mempersiapkan benda uji marshall pada kadar aspal, 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5%.
 - d. Pemeriksaan terhadap berat kering benda uji, berat benda uji dalam air dan berat pada kondisi kering permukaan jenuh.
2. Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)
Tahap-tahap untuk menentukan kadar aspal optimum (KAO) yaitu sebagai berikut :
 - a. Melakukan pengujian pada berat jenis maksimum (Gmm) kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6% dan 6,5%.
 - b. Melakukan pengujian marshall, sesuai SNI 06-2489-1991 untuk menentukan nilai stabilitas, kepadatan, kelelahan, marshall quotient, Void In The Mix (VIM), Void In Mineral Aggregate (VMA), dan Void Filled With Asphalt (VFA).
 - c. Menggambarkan batas-batas spesifikasi yang memenuhi persyaratan.
 - d. Menentukan kadar aspal optimum yang berada di titik tengah dari rentang yang memenuhi.
3. Pembuatan Benda Uji Durabilitas
Tahap-tahap pembuatan benda uji untuk pengujian durabilitas yaitu sebagai berikut :
 - a. Setelah mendapatkan nilai KAO dapat dilakukan pembuatan benda uji durabilitas dengan perendaman menerus pada suhu 60°C dengan variasi lama perendaman yang dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Jumlah benda uji dengan variasi lama perendaman

Kadar Aspal (%)	Lama Perendaman	Jumlah Benda Uji
KAO	30 menit	3
	24 jam	3
	48 jam	3
	72 jam	3
Jumlah		12

- b. Pemeriksaan terhadap berat kering benda uji, berat benda uji dalam air dan berat pada kondisi kering permukaan jenuh.
4. Uji Durabilitas
Tahap-tahap dalam pengujian durabilitas yaitu sebagai berikut :

- a. Melakukan perendaman didalam water bath pada benda uji sesuai dengan variasi lama perendaman yang sudah ditentukan.
 - b. Melakukan pengujian marshall, sesuai dengan SNI 06-2489-1991 untuk menentukan nilai stabilitas, kepadatan, kelelahan, marshall quotient, VIM, VMA, dan VFA.
 - c. Melakukan perhitungan durabilitas campuran beraspal

3.6 Analisa Data

Data-data yang telah terkumpul yaitu berat benda uji di udara, berat di dalam air, berat jenuh kering permukaan dan tebal benda uji dilakukan analisis untuk mendapatkan nilai parameter-parameter campuran aspal AC-WC. Data ini digunakan untuk menghitung nilai volumetrik dari campuran beraspal seperti kepadatan, rongga udara dalam campuran (VIM), rongga antar agregat (VMA), dan rongga yang terisi aspal (VFA). Dengan alat marshall didapatkan pembacaan arloji stabilitas dan data flow yang akan digunakan untuk menghitung nilai Marshall Quotient dan untuk pengujian Durabilitas.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Agregat

Pengujian dilakukan tertebih dahulu terhadap bahan susunan campuran yang meliputi agregat kasar, agregat halus, dan bahan pengisi. Pada penelitian ini agregat yang digunakan berasal dari Kabupaten Majalengka, Jawa Barat sedagkan hasil pengujian agregat dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian Agregat

No.	Karakteristik	Metode Pengujian	Hasil	Spesifikasi
A Agregat Kasar				
1.	Keausan dengan mesin Los Angeles	SNI 2417:2008	24,08	Maks 40%
2.	Berat Jenis			
	Berat jenis (bulk)	SNI 03-1969-2008	2,693	≥2,5
	Berat jenis kering permukaan jenuh		2,722	
	Berat jenis semu (apparent)		2,773	
3.	Penyerapan		1,079	Maks 3%
4.	Butiran pecah pada agregat kasar	SNI 7619:2012	100/100	95/90%
5.	Kelekatan (soundness Test) menggunakan magnesium sulfat	SNI 3407:2008	6,043	Maks 12%
6.	Material pipih lonjong	SNI 8287 : 2016	2,5	Maks 10%
7.	Material lolos ayakan No. 200	SNI ASTM C117:2012	0,40	Maks 1%
B Agregat Halus				
1	Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	66,06	Min 50%
2	Uji kadar rongga tanpa pemadatan	SNI 03-6877-2002	46,40	Min 45%
3	Gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat	SNI 03-4141-1996	0,90	Maks 10%
4	Agregat lolos ayakan No.200	SNI ASTM C117:2012	9,50	Maks 10%

Sumber : Pengujian dilaboratorium, 2024

4.2 Hasil Pemeriksaan Karakteristik Aspal

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal penetrasi 60/70. Adapun pemeriksaan yang dilakukan di laboratorium adalah pengujian penetrasi, titik nyala, titik lembek, daktilitas, berat jenis aspal. Hasil pemeriksaan aspal dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pengujian Aspal Penetrasi 60/70

No	Jenis Pengujian	Spesifikasi	Hasil Pengujian
1	Penetrasi pada 25°C, (0,1mm)	60-70	63
2	Viskositas Kinematik 135°C (cSt) ³	≥ 300	350
3	Titik Lembek (°C)	≥ 48	50
4	Daktilitas pada 25°C, (cm)	≥ 100	140
5	Titik Nyala (°C)	≥ 232	300
6	Kelarutan dalam Trichloroethylene (%)	≥ 99	99.759
7	Berat Jenis	≥ 1,0	1,029

Sumber : Pengujian dilaboratorium, 2024

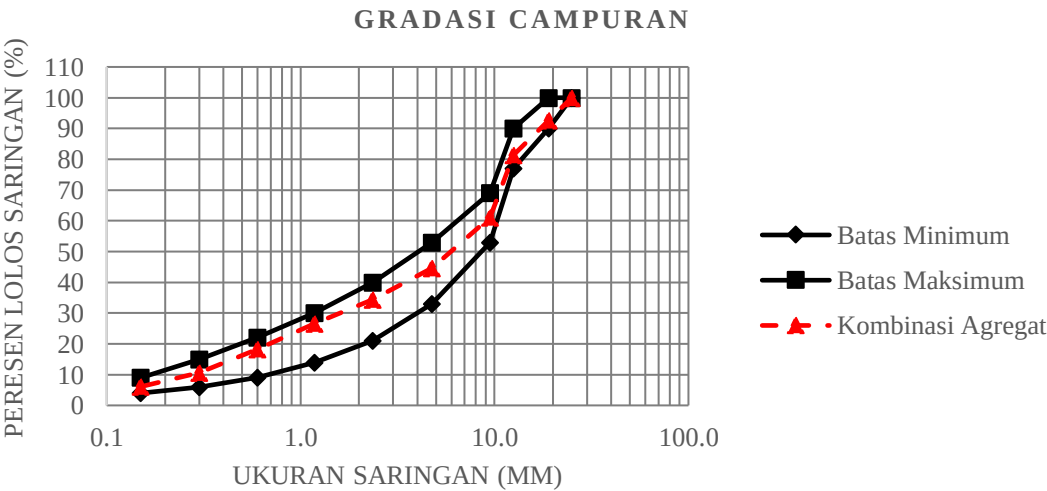
4.3 Hasil Gradasi Campuran Agregat

Peresentase masing-masing agregat dapat dilihat pada tabel 4.10 dan gambar 4.1 berikut.

Tabel 9. Garadasi Campuran Agregat

PERENCANAAN GRADASI CAMPURAN										
Uraian	Ukuran saringan									
Inch mm	3/4 "	1/2 "	3/8 "	# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100	# 200
	19,0	12,5	9,50	4,75	2,36	1,18	0,600	0,300	0,150	0,075
Data material										
Filler	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,42	89,94
Abubatu	100,00	100,00	100,00	100,00	72,48	55,55	42,54	28,75	16,02	8,66
Agregat sedang	100,00	100,00	65,21	0,37	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agregat Kasar	100,00	8,87	1,14	0,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Komposisi campuran										
Filler 1,0%	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,90
Abubatu (F.A) 60,0%	60,00	60,00	60,00	60,00	43,49	33,33	25,52	17,25	9,61	5,20
Agregat sedang (M.A) 31,0%	31,00	31,00	20,21	0,11	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agregat Kasar (C.A) 8,0%	8,00	0,71	0,09	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
100,0%										
Total campuran	100,00	92,71	81,31	61,18	44,56	34,33	26,52	18,25	10,60	6,10
Spec.gradasi										
max	100,0	100,0	90,0	69,0	53,0	40,0	30,0	22,0	15,0	9,0
min	100,0	90,0	77,0	53,0	33,0	21,0	14,0	9,0	6,0	4,0

Sumber : Penelitian dilaboratorium, 2024



Gambar 1. Grafik gradasi agregat

4.4 Perkiraan Kadar Aspal Rencana (Pb)

Selanjutnya penentuan variasi kadar aspal dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Pb = 0,035(\%CA) + 0,045(\%FA) + 0,18(\%FF) + \text{Konstanata}$$

Keterangan :

Pb = Perkiraan Kadar aspal, persen terhadap berat total campuran

%CA = Persentase agregat kasar

%FA = Persentase agregat halus

%FF = Persentase agregat pengisi (lolos saringan No.200)

K = Konstanta dengan nilai antara 0,5 – 1,0 untuk campuran Laston

Nilai yang didapat dibulatkan 0,5% ke atas, diketahui nilai :

CA = 38,82%

FA = 55,08%

FF = 6,10%

Dengan menggunakan nilai peresentase yang sudah didapatkan kemudian dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Pb &= 0.035 (\%CA) + 0.045 (\%FA) + 0.18 (\%FF) + K \\ &= 0.035 (38,82\%) + 0.045 (55,08\%) + 0,18 (6,10\%) + 0,75 \\ &= 5,68\% \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dengan memasukan peresentase agregat kasar, agregat halus dan filler sehingga didapatkan nilai Pb = 5,68% yang dibulatkan menjadi 5,5%. Maka kadar aspal rencana yang digunakan adalah 4,5%, 5%, 5,5%, 6% dan 6,5% untuk setiap masing-masing kadar aspal dibuat 3 buah benda uji.

4.5 Hasil Pengujian Karakteristik Marshall Terhadap Kadar Aspal Rencana

Dilakukan pengujian marshall untuk mendapatkan nilai karakteristik marshall terhadap kombinasi kadar aspal rencana yang sudah ditentukan dalam penelitian laboratorium. Hasil dari karakteristik marshall yang didapat dari pengujian, disesuaikan dengan standar yang digunakan untuk menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO) untuk setiap Variasi Campuran. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Hasil pengujian

No.	Karakteristik Marshall	Spek	Kadar Aspal (%)				
			4,5	5	5,5	6	6,5
1.	VIM (%)	3-5	8,3 5	5,68	4,1 6	2,5 8	2,1 3
2.	VMA (%)	Min. 15	19, 26	18,3 6	18, 51	18, 65	19, 83
3.	VFB (%)	Min. 65	57, 09	69,0 8	77, 50	86, 16	89, 26
4.	Stabilitas (kg)	Min. 800	10 31, 52	1157 ,56	11 96, 83	11 73, 09	11 05, 86

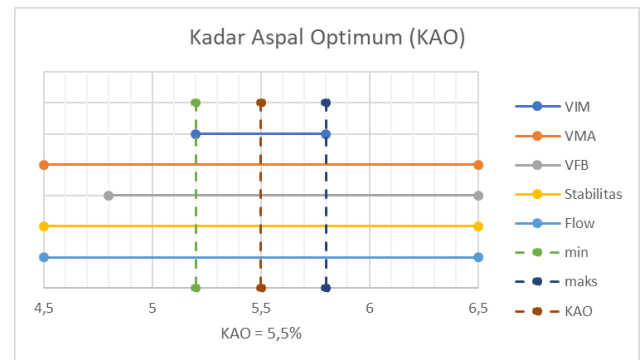
5.	Flow (mm)	2-4	2,7 9	2,96	2,7 9	2,6 2	2,7 9
----	-----------	-----	----------	------	----------	----------	----------

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

4.6 Hasil Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Penentuan kadar aspal optimum menggunakan grafik batang dengan metode Narrow Range. Dalam penggunaan metode Narrow Range terdapat beberapa parameter yang digunakan untuk menentukan range kadar aspal optimum (KAO). Parameter yang digunakan adalah density, VMA, VIM, VFB, flow, Stability dan Marshall Quotient. Parameter yang terpenuhi semua syaratnya digunakan untuk menentukan range Kadar Aspal Optimum, dari range Kadar Aspal Optimum didapatkan batas bawah dan batas atas.

$$KAO = \frac{\text{Batas Atas} + \text{Batas Bawah}}{2}$$



Gambar 2. Grafik Kadar Aspal Optimum

$$KAO = (5,2\% + 5,8\%) / 2 = 5,5\%$$

Berdasarkan perhitungan diatas diperoleh nilai KAO adalah 5,5% dari berat total agregat, seperti pada gambar 4.8 Nilai density, VMA, Stability, Flow, dan MQ terpenuhi oleh setiap kadar aspal 4,5% sampai 6,5%, sedangkan untuk nilai VIM dan VFB yang optimum hanya terpenuhi pada kadar aspal 5,5%.

4.7 Pembuatan Benda Uji Dengan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Tabel 11. Pembuatan Benda Uji Kadar Aspal Optimum

Kadar aspal optimum (%)	Waktu Perendaman (Jam)	Jumlah Benda Uji
5,5%	30 menit	3
	24 jam	3
	48 jam	3
	72 jam	3
Jumlah		12

4.8 Hasil Pengujian Durabilitas Campuran AC-WC

Hasil pengujian perendaman Marshall dengan menggunakan kadar aspal optimum 5,5% yang dimana benda uji direndam dalam waterbath dengan suhu 60°C dan dengan durasi perendaman selama 30 menit, 24 jam, 48 jam, dan 72 jam dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 12. Hasil Pengujian Perendaman

No. Benda Uji	Kadar Aspal	Berat Jenis Maks. Campuran	Berat (gram)			Isi	Bj Bulk Cmpuran	%			Stabilitas		(Flow)	Marshall Quotient (MQ)
			Di Udara	Dalam Air	SSD			Rongga dalam Camp (VIM)	Rongga dalam Agregat (VMA)	Rongga terisi Aspal (VFB)	Di baca	Di sesuaikan		
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
	% Total campuran	Gmm	Data timbangan lab	Data timbangan lab	Data timbangan lab	F-E	D/G	(C-H)/C x 100	100-((100-B) x H)/Gsb	$\frac{(J - I)100}{J \times 100}$	Data Pembc. Prov. Ring	Nilai Stabilitas (kg)	Data Pembc. Lab	$\frac{M}{N}$
Tanpa Perendaman														
1	5,5	2,408	1170,50	664,50	1174,00	509,50	2,297	4,58	18,86	75,72	445	1219,30	1,52	800,07
2	5,5	2,408	1171,30	654,50	1173,20	518,70	2,258	6,21	20,24	69,33	430	1178,20	1,27	927,72
3	5,5	2,408	1171,60	665,50	1172,40	506,90	2,311	4,00	18,37	78,22	435	1239,58	1,27	976,04
Rata-rata							2,289	4,93	19,16	74,42		1212,36	1,35	901,28
Perendaman 30 menit pada suhu 60°C														
1	5,5	2,408	1156,70	659,20	1159,50	500,30	2,312	3,97	18,34	78,35	420	1196,83	2,79	428,36
2	5,5	2,408	1160,00	662,30	1165,40	503,10	2,306	4,23	18,56	77,20	415	1182,58	3,05	387,99
3	5,5	2,408	1163,20	663,20	1168,00	504,80	2,304	4,29	18,61	76,94	425	1211,08	2,54	476,80
Rata-rata							2,307	4,16	18,51	77,50		1196,83	2,79	431,05
Stabilitas Marshall Sisa = $\frac{\text{Nilai Stabilitas dengan Variasi waktu rendaman}}{\text{Nilai Stabilitas standar}} \times 100$												98,72%		
Tanpa Perendaman														
1	5,5	2,408	1170,50	664,50	1174,00	509,50	2,297	4,58	18,86	75,72	445	1219,30	1,52	800,07
2	5,5	2,408	1171,30	654,50	1173,20	518,70	2,258	6,21	20,24	69,33	430	1178,20	1,27	927,72
3	5,5	2,408	1171,60	665,50	1172,40	506,90	2,311	4,00	18,37	78,22	435	1239,58	1,27	976,04
Rata-rata							2,289	4,93	19,16	74,42		1212,36	1,35	901,28
Perendaman 24 Jam pada suhu 60°C														
1	5,5	2,408	1166,80	664,30	1167,30	503,00	2,320	3,65	18,07	79,79	410	1168,34	3,81	306,65
2	5,5	2,408	1165,70	657,40	1166,40	509,00	2,290	4,88	19,11	74,48	395	1082,30	2,03	532,63
3	5,5	2,408	1170,30	660,80	1172,20	511,40	2,288	4,95	19,17	74,18	400	1096,00	2,54	431,50
Rata-rata							2,299	4,49	18,79	76,15		1115,55	2,79	423,59
Stabilitas Marshall Sisa = $\frac{\text{Nilai Stabilitas dengan Variasi waktu rendaman}}{\text{Nilai Stabilitas standar}} \times 100$												92,01%		
Tanpa Perendaman														
1	5,5	2,408	1170,50	664,50	1174,00	509,50	2,297	4,58	18,86	75,72	445	1219,30	1,52	800,07
2	5,5	2,408	1171,30	654,50	1173,20	518,70	2,258	6,21	20,24	69,33	430	1178,20	1,27	927,72
3	5,5	2,408	1171,60	665,50	1172,40	506,90	2,311	4,00	18,37	78,22	435	1239,58	1,27	976,04
Rata-rata							2,289	4,93	19,16	74,42		1212,36	1,35	901,28

Perendaman 48 Jam pada suhu 60°C														
1	5,5	2,408	1163,80	660,60	1166,00	505,40	2,303	4,36	18,67	76,67	415	1182,58	3,05	387,99
2	5,5	2,408	1164,40	663,20	1165,50	502,30	2,318	3,72	18,13	79,50	395	1125,59	2,54	443,15
3	5,5	2,408	1166,60	665,30	1168,50	503,20	2,318	3,71	18,12	79,54	315	897,62	3,30	271,84
Rata-rata							2,313	3,93	18,30	78,57		1068,60	2,96	367,66
Stabilitas Marshall Sisa = $\frac{\text{Nilai Stabilitas dengan Variasi waktu rendaman}}{\text{Nilai Stabilitas standar}} \times 100$												88,14%		

Tanpa Perendaman														
1	5,5	2,408	1170,50	664,50	1174,00	509,50	2,297	4,58	18,86	75,72	445	1219,30	1,52	800,07
2	5,5	2,408	1171,30	654,50	1173,20	518,70	2,258	6,21	20,24	69,33	430	1178,20	1,27	927,72
3	5,5	2,408	1171,60	665,50	1172,40	506,90	2,311	4,00	18,37	78,22	435	1239,58	1,27	976,04
Rata-rata							2,289	4,93	19,16	74,42		1212,36	1,35	901,28

Perendaman 72 Jam pada suhu 60°C														
1	5,5	2,408	1170,00	664,50	1172,30	2,304	4,30	18,62	76,90	330	4,30	940,37	3,56	264,45
2	5,5	2,408	1165,40	662,10	1167,80	2,305	4,28	18,61	76,99	370	4,28	1054,35	3,30	319,31
3	5,5	2,408	1166,50	665,60	1169,50	2,315	3,85	18,24	78,90	340	3,85	968,86	2,54	381,44
Rata-rata							2,308	4,14	18,49	77,60		987,86	3,13	321,73
Stabilitas Marshall Sisa = $\frac{\text{Nilai Stabilitas dengan Variasi waktu rendaman}}{\text{Nilai Stabilitas standar}} \times 100$												81,48%		

Sumber : Penelitian dilaboratorium, 2024

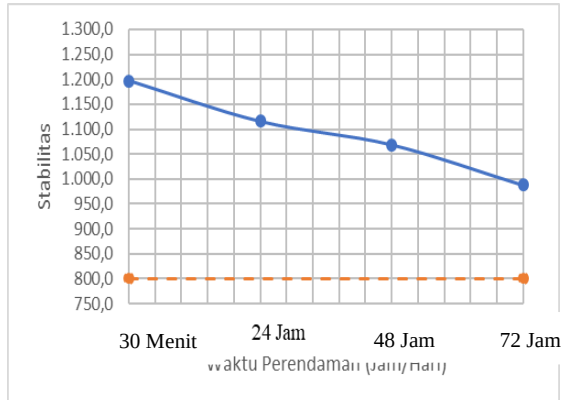
Tabel 13. Rekapitulasi Pengujian Perendaman

Karakteristik Marshall	Durasi Rendaman (Jam)				Sepesifikasi
	30 menit	24 jam	48 jam	72 jam	
Stabilitas (kg)	1196,83	1115,55	1068,60	987,86	≥800
Flow (mm)	2,71	2,79	2,96	3,13	2-4
Stabilitas Marshall Sisa (%), 60°C	98,72	92,01	88,14	81,48	≥90

Sumber : Penelitian dilaboratorium, 2024

4.9 Hubungan Stabilitas Terhadap Variasi Rendaman

Stabilitas merupakan kemampuan lapisan perkerasan untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas yang bekerja di atasnya tanpa mengalami perubahan bentuk seperti gelombang dan alur. Nilai stabilitas dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti penguncian antara butir agregat, gesekan antar butiran agregat, kadar aspal, dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal.

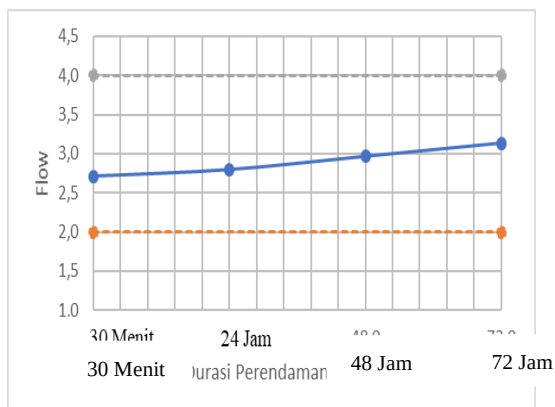


Gambar 3. Grafik Hubungan antara variasi rendaman dengan stabilitas

Berdasarkan gambar diatas, menunjukkan bahwa pada waktu perendaman 30 menit dengan rerata nilai 1196,83 kg, pada waktu perendaman 24 jam yaitu dengan rerata nilai 1115,55 kg, dan pada waktu perendaman 48 jam yaitu dengan rerata nilai 1068,60 kg, dan pada waktu perendaman 72 jam yaitu dengan rerata nilai 987,86 kg. Pada setiap masing-masing waktu perendaman nilai stabilitas mengalami penurunan.

4.10 Hubungan Flow Terhadap Variasi Rendaman

Nilai flow dipengaruhi oleh gradasi agregat dan kadar aspal. flow atau kelelehan menunjukkan bahwa besarnya penurunan atau deformasi yang terjadi pada lapisan keras akibat menahan beban yang diterimanya.

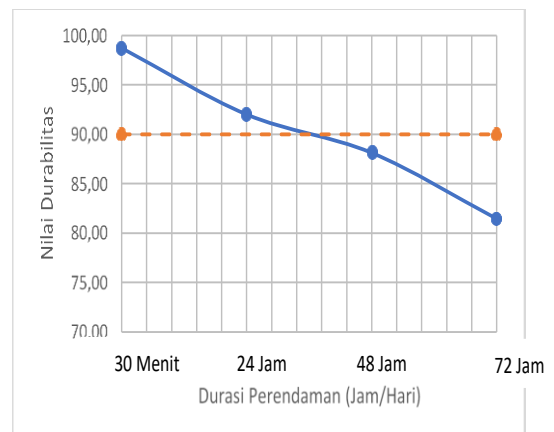


Gambar 4. Grafik Hubungan antara variasi rendaman dengan flow

Berdasarkan gambar diatas, menunjukkan pada waktu perendaman 30 menit yaitu dengan rerata nilai 2,71 mm, pada waktu perendaman 24 jam mengalami peningkatan yaitu dengan rerata nilai 2,79 mm, pada waktu perendaman 48 jam mengalami peningkatan yaitu dengan rerata nilai 2,96 mm, dan pada waktu perendaman 72 jam mengalami peningkatan yaitu dengan rerata nilai 3,13 mm. Semakin lama durasi perendaman nilai flow mengalami kenaikan.

4.11 Hubungan Indeks Kekuatan Sisa (IKS) terhadap Variasi Rendaman

Nilai IKS berhubungan dengan kemampuan perkerasan aspal untuk menahan kerusakan yang diakibatkan oleh air. Spesifikasi memberi Batasan nilai IKS adalah min.90% dari Stabilitas awal. Pada gambar 4.11 nilai stabilitas marshall sisa yang memenuhi Spesifikasi yakni pada perendaman 30 menit dan 24 jam. Setelah perendaman 24 jam terjadi penurunan stabilitas marshall sisa <90%. Grafik hubungan antara IKS dan variasi rendaman ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Grafik Hubungan antara variasi rendaman dengan IKS

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian tentang karakteristik aspal AC-WC menggunakan aspal penetrasi 60/70 ditinjau dari durabilitas campuran, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil penelitian tidak semua karakteristik marshall pada campuran asphalt concrete-wearing course memenuhi Spesifikasi Umum Direktorat Jendral Bina Marga tahun 2018 revisi 2 (dua).
2. Hasil penelitian pada karakteristik aspal AC-WC menggunakan aspal penetrasi 60/70 ditinjau dari durabilitas campuran diperoleh nilai kadar aspal optimum (KAO) setelah dilakukan pengujian marshall yaitu sebesar 5,5%.
3. Karakteristik marshall pada kadar aspal optimum (KAO) 5,5% diperoleh nilai stabilitas 1196,83 kg, nilai flow 2,79 mm, nilai VIM 4,16%, nilai

VMA 18,51, nilai VFB 77,50%, dan nilai marshall quotient 431,05 kg/mm. nilai karakteristik yang diperoleh memenuhi Spesifikasi.

4. Hasil pengujian durabilitas (IKS) campuran beraspal dengan perendaman 30 menit dan 24 jam memiliki nilai durabilitas lebih tinggi dibandingkan dengan benda uji yang lainnya yaitu dengan nilai durabilitas (IKS) mencapai 98,72,% dan nilai stabilitasnya sebesar 1196,83 kg. sedangkan untuk benda uji lainnya yaitu pada waktu perendaman 24 jam memiliki nilai durabilitas (IKS) sebesar 92,01% dan nilai stabilitas sebesar 1115,55 kg. Dan benda uji dengan waktu perendaman 48 jam memiliki nilai durabilitas (IKS) sebesar 88,14% dan nilai stabilitas 1068,60 kg. Sedangkan benda uji dengan waktu perendaman 72 jam memiliki nilai durabilitas (IKS) sebesar 81,48% dan nilai stabilitasnya 987,86 kg. Dari hasil pengujian tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa nilai durabilitas (IKS) dengan waktu perendaman 30 menit dan 24 jam sudah memenuhi spesifikasi umum bina marga 2018 revisi 2, sedangkan untuk nilai durabilitas dengan waktu perendaman selama 48 jam dan 72 jam nilai durabilitasnya tidak memenuhi syarat yang terdapat pada spesifikasi umum 2018 revisi 2.

5.2 Saran

1. Perlu penelitian lebih lanjut dengan menggunakan aspal dengan penetrasi yang berbeda.
2. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan informasi mengenai bagaimana hubungan nilai karakteristik marshall terhadap variasi waktu perendaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfina Dwi Putri, 2022. *Pengaruh Penambahan Serbuk Arang Tempurung Kelapa Terhadap Durabilitas Campuran Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)*. Universitas Lampung.
- Bayu Tirta Leksana Purnomo, 2017, *Tesis Kajian Laboratorium Penggunaan Bahan Tambah Reacted and Activated Rubber (RAR) Pada Campuran Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)*. Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah Direktorat Jendral Prasarana Wilayah, 2002. *Manual Pekerjaan Campuran Berasapal Panas*, Jakarta.
- Ilmil Munawwarah Br.Siagian, 2021. *Analisis Uji Durabilitas Campuran Aspal AC-WC Dengan Variasi Waktu Perendaman dan Menggunakan Filler Abu Cangkang Kelapa Sawit*. Universitas Medan Area.

Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Bina Marga, 2020, *Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Jalan dan Jembatan Revisi (2) Divisi 6 : Perkerasan Aspal*, Jakarta.

Rakhmat, 2021. *Analisis Karakteristik Aspal Beton (AC-WC) Menggunakan Bahan Tambah Dengan Variasi Suhu Campuran*. Universitas Basowa Makasar.

Silvia Sukirman, 2016. *Beton Aspal Campuran Panas*. Institut Teknologi Nasional, Bandung.