

PENGARUH AIR GAMBUT TERHADAP ASPHALT CONCRETE - BINDER COURSES (AC-BC)

Dheo Wardhana¹⁾, Alfian Malik²⁾, Yosi Alwinda²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email : dheo.wardhana@student.unri.ac.id

ABSTRACT

The road pavement mixture occasionally submerged in peat water and rain water. This research aims to determine the characteristics changes of AC-BC asphalt mixture through Marshall test. The mixture used asphalt pen 60/70. The specimens or mixture were soaked in two types of liquid namely peat water and rain water. The characteristics such as stability, flow, Marshall Quotient (MQ), void in mix (VIM), and void in mineral aggregate (VMA) and residual strength index (RSI) were measured using Marshall instruments. The immersion of asphalt using peat water and rain water have an impact towards its Marshall characteristics, respectively on the value of stability, flow, and VIM. The test showed that the stability value decreases with increasing of immersion age. At the age of 3 and 4 days after immersion in peat water and rain water, both asphalt stability values do not meet specifications according to general specification of Bina Marga 2018 with minimum value of 800 kg. Those result also showed that the specimens have damage faster than usual and reducing the strength of asphalt pavement. This loss of mixture strength leads to the decreased ability of the AC-BC mixture to bear the traffic load over the time then make it become plastic fatigue (flow). Then the research indicated that the value of the Residual Strength Index (RSI) gradually decreased since early ages. At the age of 2, 3, and 4 days of immersion of specimens showed in peat water, the value of RSI do not meet the specifications (more than 90%).

Keywords: Peat water, Rain water, AC - BC

A. PENDAHULUAN

Gambut terbentuk dari timbunan sisa-sisa tanaman yang telah mati, baik yang sudah lapuk maupun belum. Timbunan terus bertambah karena proses dekomposisi terhambat oleh kondisi anaerob dan/atau kondisi lingkungan lainnya yang menyebabkan rendahnya tingkat perkembangan biota pengurai. Pembentukan tanah gambut merupakan proses geogenik yaitu pembentukan tanah yang disebabkan oleh proses deposisi dan transportasi, berbeda dengan proses pembentukan tanah mineral yang

pada umumnya merupakan proses pedogenik (Hardjowigeno, 1986).

Saat musim hujan, perkerasan jalan terendam oleh air, yang mempengaruhi kinerja perkerasan aspal, khususnya masalah ketahanan, keawetan dan kemampuan menerima beban. Adanya air mengakibatkan penurunan daya dukung bagian perkerasan dibawahnya sehingga bagian dari perkerasan tersebut mengalami penurunan. Pengujian Marshall sampai saat ini masih umum digunakan untuk mengevaluasi sifat-sifat campuran. Pengujian Marshall dilakukan untuk

mengetahui nilai stabilitas dan kelelahan (*flow*), serta analisa kepadatan dan pori dari campuran padat yang terbentuk. Waktu terendamnya permukaan perkerasan di jalan raya tidak hanya terbatas 30 menit untuk kondisi drainase-drainase yang buruk, tetapi bisa lebih dari satu hari. Lamanya waktu terendamnya perkerasan akan mempengaruhi besaran-besaran karakteristik Marshall. Biasanya suhu di lapangan saat musim hujan, berkisar pada suhu ruang 25°-40° dengan waktu terendam lebih panjang (Muaya, 2015).

Banyak hal yang menyebabkan kerusakan pada konstruksi jalan selain akibat pengaruh beban lalu lintas kendaraan yang berlebihan, temperatur, dan konstruksi perkerasan yang kurang memenuhi persyaratan teknis, air (genangan) merupakan salah satu penyebab kerusakan atau mengurangi keawetan bagi konstruksi jalan dengan perkerasan aspal. Kerusakan jalan ini juga akan lebih parah apabila terjadi pada daerah yang memiliki karakteristik tanah lunak dan air seperti daerah lahan gambut (Muaya, 2015).

Penelitian sejenis lainnya juga pernah dilakukan oleh Ednor (2016) yang melakukan penelitian tentang Durabilitas Abu Sekam Padi di Lingkungan Asam (Air Gambut). Dari penelitian tersebut menyimpulkan bahwa kuat tekan mortar pada air biasa menunjukkan peningkatan kekuatan untuk jenis mortar OPC. Sedangkan pada air gambut, kuat tekan pada Mortar OPC memberikan hasil penurunan. Hasil pengujian porositas mortar OPC di rendaman air gambut pada umur 28, 91, dan 120 hari memiliki nilai yang lebih besar yaitu sebesar 17,46 %, 18,33 %, dan 19,58 % bila dibandingkan dengan rendaman air biasa.

Oleh karena itu, akan di coba penelitian dengan uji laboratorium tentang pengaruh genangan/rendaman air (khususnya yang bersifat asam) terhadap kualitas campuran beraspal panas. Desain campuran yang dipakai adalah desain untuk jenis campuran Lataston Lapis Aus atau dikenal dengan istilah *Asphalt Concrete- Base Course* (AC-BC) yang mengacu pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 (Ednor, 2016).

B. TINJAUAN PUSTAKA

B.1 PERKERASAN JALAN

Menurut Sukirman (2003) saat ini di Indonesia terdapat berbagai macam jenis beton aspal campuran panas yang digunakan untuk lapisan perkerasan jalan. Beberapa jenis campuran beraspal yang umum digunakan di Indonesia antara lain:

- a. AC (*asphalt concrete*) atau laston (lapisan aspal beton)
- b. HRS (*hot rolled sheet*) atau lataston (lapis tipis beton aspal)
- c. HRSS (*hot rolled sand sheet*) atau latasir (lapis tipis aspal pasir)

B.2 Bahan Campuran Aspal Beton

Pembuatan aspal beton sebagai lapis perkerasan melibatkan beberapa bahan penyusun yang harus memenuhi spesifikasi dan persyaratan yang telah ditentukan. Untuk persyaratan bahan-bahan penyusun aspal beton sebelum bisa digunakan dapat dilihat dari uraian berikut.

- a. Agregat
- b. Gradasi
- c. Filler
- d. Aspal
- e. Bahan Pengelupasan

B.3 Lapis Aspal Beton (AC-BC)

Asphalt Concrete – Binder Course (AC-BC) yaitu lapisan pengikat, yang terletak dibawah lapisan aus. Lapisan ini tidak berhubungan langsung dengan cuaca, tetapi memiliki stabilitas untuk memikul roda kendaraan. Terdapat tujuh karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh aspal beton adalah stabilitas, keawetan, fleksibilitas, ketahanan terhadap kelelahan, kekesatan permukaan, kedap air dan kemudahan pelaksanaan. Ketentuan sifat-sifat campuran beton aspal dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Ketentuan sifat – sifat campuran Beton Aspal

Sifat-Sifat Campuran		AC-WC
Jumlah tumbukan perbidang		75
Rasio partikel lolos ayakan 0,075 mm dengan kadar aspal efektif	Min	0,6
	Maks	1,2
Rongga dalam campuran, <i>VIM</i> (%)	Min	3,0
	Maks	5,0

Sifat-Sifat Campuran		AC-WC
Rongga dalam agregat, <i>VMA</i> (%)	Min	15
Rongga terisi aspal, <i>VFA</i> (%)	Min	65
Stabilitas Marshall (kg)	Min	800
Pelelehan, <i>flow</i> (mm)	Min	2
	Maks	4
Stabilitas Marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C	Min	90
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (refusal)	Min	2

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018

Untuk mendapatkan jenis campuran yang baik, Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 telah menentukan batasan ukuran butiran atau gradasi agregat yang dapat digunakan. Gradasi agregat untuk campuran Laston dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Gradasi Agregat Gabungan untuk Campuran Beraspal

Ayakan	(mm)	% Berat Yang Lolos Terhadap Total Agregat dalam Campuran Laston (AC)		
		WC	BC	AC-BASE
1 1/2"	37,50	-	-	100
1"	25,00	-	100	90-100
3/4"	19,00	100	90 – 100	76 – 90
1/2"	12,50	90 – 100	75 – 90	60 – 78
3/8"	9,50	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	0,60	14 – 30	12 – 28	10 – 22
No. 50	0,30	9 – 22	7 – 20	6 – 15
No. 100	0,15	6 – 15	5 -13	4 – 10
No. 200	0,075	4 – 9	4 – 8	3 – 7

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018

B.4 Kadar Aspal Optimum

Kadar aspal optimum adalah kadar aspal terbaik yang dicapai dari sifat campuran perkerasan yang terbaik yang sesuai dengan spesifikasi telah ditentukan seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Ketentuan Sifat – Sifat Campuran Aspal Beton

Ayakan	(mm)	% Berat Yang Lolos Terhadap Total Agregat dalam Campuran Laston (AC)		
		WC	BC	AC-BASE
1 1/2"	37,50	-	-	100
1"	25,00	-	100	90-100
3/4"	19,00	100	90 – 100	76 – 90

1/2"	12,50	90 – 100	75 – 90	60 – 78
3/8"	9,50	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	0,60	14 – 30	12 – 28	10 – 22
No. 50	0,30	9 – 22	7 – 20	6 – 15
No. 100	0,15	6 – 15	5 -13	4 – 10
No. 200	0,075	4 – 9	4 – 8	3 – 7

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018

Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 menetapkan karakteristik Marshall yang harus dipenuhi untuk campuran aspal beton yaitu antara lain nilai Stabilitas, kelelahan (*flow*), VIM, VMA dan MQ.

Nilai karakteristik Marshall tersebut diperoleh dari pengujian dan perhitungan dari beberapa benda uji dengan membuat variasi kadar aspal yang berbeda sedangkan gradasi tetap. Nilai kadar aspal optimum merupakan nilai kadar aspal yang memenuhi semua atau minimal 5 (lima) karakteristik Marshall.

B.5 Zat Cair Yang Digunakan Sebagai Perendaman

a. Air Hujan

Air hujan adalah air yang terbentuk dari proses yang terjadi di alam atau peristiwa sampainya air dalam bentuk cair maupun padat yang dicurahkan dari atmosfer menuju ke permukaan bumi. Hal ini dikarenakan titik-titik air yang terkandung di dalam awan bertambah semakin banyak sampai pada keadaan dimana awan sudah tidak mampu lagi untuk menampung titik-titik air tersebut, maka akan dijatuhkan kembali ke permukaan bumi dalam bentuk air hujan atau presipitasi.

b. Air Gambut

Pada penelitian ini digunakan air gambut yaitu air yang tidak diminum karena memiliki kandungan organik. Ciri-ciri air gambut sebagai berikut:

1. Intensitas warna yang tinggi (berwarna merah kecoklatan)
2. pH berkisar antara 3-6,5
3. Kandungan Zat organik yang tinggi
4. Kekeruhan dan kandungan partikel tersuspensi yang rendah
5. Kandungan Kation yang rendah

B.6 Lama Rendaman Serta Suhu Perendaman

Menurut AASHTO T.165-74 atau ASTM D.1075-54 (1969) ada dua metode uji perendaman Marshall (*Immersion Test*) yaitu uji perendaman selama 4 x 24 jam dengan suhu $\pm 50^{\circ}$ C dan uji perendaman selama 1 x 24 jam dengan suhu $\pm 60^{\circ}$ C. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui keawetan dan kerusakan yang diakibatkan oleh air. Akibat adanya air atau kombinasi air dengan gaya mekanik yang diberikan, aspal menyelimuti permukaan agregat akan terkelupas kembali.

C. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Riau. Dalam penelitian ini digunakan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 sebagai acuan untuk menentukan campuran Lapis aspal beton (AC-WC) dengan menggunakan metode pengujian *Marshall Test*. Sedangkan untuk standar pelaksanaan pengujiannya digunakan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang berkaitan dengan pengujian Laston.

C.1 Bahan dan Peralatan

C.1.1 Bahan

Bahan yang digunakan adalah:

1. Aspal PEN 60/70 merek Esso yang telah tersedia di Laboratorium Jalan Raya Universitas Riau.
2. Agregat kasar dan halus hasil produksi quari batu pecah daerah Pangkalan, Sumatera Barat.
3. Air gambut berasal dari daerah Rimbo Panjang KM 21, Kecamatan Tambang, Kabupaten Kampar.
4. Air Hujan berasal dari Lingkungan Laboratorium Jalan Raya, Universitas Riau.

C.1.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah:

1. Alat uji pemeriksaan properties agregat.
2. Alat uji pemeriksaan properties aspal.
3. Cetakan benda uji dengan diameter 10,16 cm dan tinggi 7,62 cm, lengkap dengan pelat alas dan leher sambung.
4. *Mixture Extruder*
5. Alat Uji *Marshall*

6. Mesin penumbuk dengan permukaan yang rata berbentuk silinder dengan berat 4,54 kg dan tinggi jatuh bebas 45,7 cm.
7. Oven dengan suhu mencapai 200° C
8. *Water batch* atau bak rendaman dengan penyesuaian suhu mulai $10-100^{\circ}$ C
9. *Thermometer*
10. Timbangan dengan maksimum 4 kg
11. Perlengkapan lainnya

C.2 Pengujian Bahan Penyusun

Semua bahan yang akan digunakan diperiksa karakteristiknya dan harus memenuhi persyaratan pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

C.2.1 Pengujian Aspal

Pengujian aspal PEN 60/70 yang dilakukan sebagaimana pada Tabel 7.

Tabel 7. Jenis Pengujian Aspal

Jenis Pengujian	Standar
Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal	SNI 2433:2011
Penetrasi Aspal	SNI 06-2456-1991
Titik Lembek Aspal	SNI 2434:2011
Kehilangan Berat Aspal	SNI 06-2441-1991
Berat Jenis Aspal	SNI 2441:2011
Viskositas Aspal	SNI 06-6441-2000

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018

C.2.2 Pengujian Agregat

Pengujian yang akan dilakukan untuk melihat karakteristik agregat adalah sebagai mana pada Tabel 8.

Tabel 8. Jenis Pengujian Agregat

Jenis Pengujian	Standar
Analisa Saringan	SNI 03-1968-1990
Material Lolos Ayakan Nomor 200	SNI 03-4142-1996 dan ASTM C117:2002
<i>Sand Equivalent</i>	SNI 03-4428-1997
Berat Jenis dan Penyerapan Agregat	SNI 03-1969-1990 dan SNI 03-1970-1990
Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi <i>Los Angeles</i>	SNI 2417 :2008
Kekekalan Bentuk Agregat terhadap Larutan Natrium Sulfat Atau Magnesium Sulfat	SNI 3407:2008
Kelekatan Agregat terhadap Aspal	SNI 2439:2011
Penentuan Persentase Butir Pecah pada Agregat Kasar Pipih dan Lonjong	SNI 7619:2012
Angularitas dan Kadar Rongga	ASTM D4791
Gumpalan Lempung dan Butir Mudah Pecah	SNI 03-6877-2002
Gumpalan Lempung dan Butir Mudah Pecah	SNI 03-4141-1996

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018

C.2.3 Pengujian Filler

Pengujian yang akan dilakukan untuk melihat karakteristik *filler* berupa Semen *Portland* adalah pengujian berat jenis yang mengacu pada SNI 15-2531-1991.

C.2.4 Pengujian Air Rendaman

Pada penelitian ini, air rendaman berupa air gambut dan air hujan hanya dilakukan pengujian pH untuk masing-masing air tersebut. Sifat kimia lainnya tidak dilakukan pengujian. Pengujian pH ini mengacu pada SNI 06-6989 11-2004.

C.3 Rancangan Campuran AC-WC

Berdasarkan variasi kadar aspal dan jenis pengujian yang akan dilakukan untuk mendapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO), maka jumlah benda uji yang dibutuhkan adalah sebanyak 15 buah yang dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Jumlah Benda Uji untuk Menentukan KAO

Kadar Aspal Rencana (%)	Jumlah sampel kadar aspal (bh)
4,5	3
5	3
5,5	3
6	3
6,5	3
Total	15

Setelah didapatkan kadar aspal optimum untuk masing masing variasi campuran, pengujian dilanjutkan dengan uji

Tabel 11. Hasil Pengujian Aspal PEN 60/70

Sifat-sifat Material Yang Diuji	Standar Uji	Satuan	Hasil Uji	Spesifikasi		Keterangan
				Min	Maks	
Penetrasi, 25 °C, 100 gr, 5 detik		0,1 mm	63,60	60	70	Memenuhi
Penetrasi, 25 °C, 100 gr, 5 detik (Setelah TFOT)	SNI-06-2456-1991	%	94,18	54		Memenuhi
Titik Lembek (<i>Softening Point</i>)	SNI-06-2434-2011	°C	56,25	48		Memenuhi
Titik Nyala dgn Clevelen Open Cup	SNI-06-2433-2011	°C	282	232		Memenuhi
Berat Jenis	SNI-06-2441-2011		1,014	1,0		Memenuhi
Kehilangan Berat (TFOT)	SNI-06-2440-1991	% berat	0,1173		0,8	Memenuhi
Viskositas						
> Suhu Pematatan Ideal (Viscositas = 280 cSt)		°C	147,00	135	155	Memenuhi
Suhu Pematatan Min (280 - 30 =250)	(1) AASHTO T 72-90	°C	149,00			
Suhu Pematatan Max (280 +	Dan	°C	145,00			

rendaman *Marshall*. Pengujian ini membandingkan nilai stabilitas pada keadaan standar dengan nilai stabilitas pada kondisi rendaman 24 jam, 48 jam, 72 jam, dan 96 jam.

Dari data perbandingan tersebut bisa diambil nilai durabilitas terhadap waktu perendaman. Jumlah benda uji masing-masing adalah 3 benda uji. Berdasarkan variasi campuran dan jenis pengujian yang dilakukan maka jumlah benda uji yang diperlukan dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Jumlah Benda Uji Pada Kondisi Kadar Aspal Optimum (KAO)

Variasi Rendaman (jam)	Jenis Air Perendaman		Jumlah Sampel (bh)
	Air Biasa	Air Gambut	
0,5	3	3	6
24	3	3	6
48	3	3	6
72	3	3	6
96	3	3	6
	Total		30

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

D.1 Hasil Pengujian Bahan Penyusun AC-WC

Material bahan penyusun Laston diuji karakteristiknya terlebih dahulu. Pengujian bertujuan untuk menguji kelayakan material sebagai bahan penyusun Laston apakah telah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

D.1.1 Hasil Pengujian Aspal

Hasil pengujian aspal sebagaimana pada Tabel 11.

Sifat-sifat Material Yang Diuji	Standar Uji	Satuan	Hasil Uji	Spesifikasi		Keterangan
				Min	Maks	
30 =310)						
> Suhu Pencampuran Ideal (Viscositas = 170 cSt)	(2) AASHTO T 54-61	°C	156,00	149	160	Memenuhi
Suhu Pencampuran Min (170 - 20 = 150)		°C	158,00			
Suhu Pencampuran Max (170 + 20 = 190)		°C	154,00			
Viskositas Kinematis 135 °C, 5 (cSt)	SNI 06-6441-2000	°C	550,00	300		Memenuhi

Pengujian aspal PEN 60/70 (Tabel 11), menunjukkan karakteristik aspal telah memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Maka

aspal tersebut bisa digunakan sebagai bahan penyusun Laston dalam penelitian ini.

D.1.2 Hasil Pengujian Agregat

Agregat yang diuji dalam penelitian ini adalah agregat kasar lolos saringan 3/4” sampai tertahan saringan nomor 8, agregat

sedang lolos saringan nomor 8 sampai tertahan saringan nomor 200 dan agregat halus adalah agregat yang lolos saringan nomor 200.

Tabel 12. Hasil Pengujian Agregat Kasar

Pengujian	Standar	Hasil Pengujian	Spesifikasi		Keterangan
			Min	Maks	
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan (%)	natrium sulfat magnesium sulfat	- 0,700		18 18	Memenuhi Memenuhi
Abrasi dengan mesin Los Angeles (%)	Campuran AC Modifikasi Semua jenis campuran aspal bergradasi lainnya	100 putaran 500 putaran 100 putaran 500 putaran	- - - 21,100	6 30 8 40	Memenuhi Memenuhi Memenuhi Memenuhi
Kelekatan agregat terhadap aspal (%)			96,420	95	
Butir pecah pada agregat kasar (%)			100,000	95/90	
Partikel pipih dan lonjong (%)	ASTM D4791 Perbandingan 1: 5	8,780		10	Memenuhi
Material Lolos Ayakan No.200	SNI 03-4142-1996	0,765		1	Memenuhi

Tabel 13. Hasil Pengujian Agregat Halus

Pengujian	Standar	Hasil Pengujian	Spesifikasi		Keterangan
			Min	Maks	
Nilai setara pasir (%)	SNI 03-4428-1997	53,980	50		Memenuhi
Angularitas dengan uji kadar rongga (%)	SNI 03-6877-2002	48,060	45		Memenuhi
Gumpalan lempung dan butir - butir mudah pecah dalam agregat (%)	SNI 03-4141-1996	0,1690		1	Memenuhi
Material Lolos Ayakan No.200	ASTM C117:2012	6,910		10	Memenuhi

Secara umum dapat dilihat pada Tabel 12 dan Tabel 13 bahwa hasil pengujian agregat kasar dan halus telah memenuhi spesifikasi yang

telah ditentukan dan dapat digunakan sebagai bahan campuran beraspal jenis Laston.

D.1.3 Hasil Pengujian Filler

Filler yang digunakan pada penelitian ini adalah Semen Portland. Pengujian yang dilakukan adalah menguji

berat jenisnya saja. Hasil pengujian berat jenisnya bernilai 2,959.

D.2 Hasil Pengujian Air Rendaman

Air rendaman yang digunakan pada penelitian ini adalah air gambut dan air hujan. Air Gambut diambil dari lokasi untuk dilakukan pengujian pada saat musim kemarau di daerah Rimbo Panjang KM 21, Kecamatan Tambang, Kabupaten Kampar. Air hujan yang

digunakan juga diambil saat musim kemarau di sekitar Laboratorium Jalan Raya Universitas Riau pada Bulan April Tahun 2019. Indikator utama dalam penelitian ini adalah derajat keasaman (pH) air gambut dan air hujan. Hasil pengujian pH dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengujian pH Air Gambut dan Air Hujan

Berdasarkan Hasil Pengujian yang dilakukan, pH air gambut yang digunakan dalam penelitian ini adalah 3,9. Ini menunjukkan bahwa air gambut tersebut tergolong ke kategori asam. Sedangkan nilai pH dari pengujian air hujan yang digunakan pada penelitian ini sebesar 5,6.

Derajat keasaman dari air gambut dan air hujan ini tidaklah tetap, tetapi dapat berubah sesuai dengan kondisi cuaca dan faktor lain yang mempengaruhinya. Dari hasil pengujian ini, sifat keasaman dari air tersebut bisa mengakibatkan kerusakan pada aspal.

D.3 Penentuan Kadar Aspal Optimum

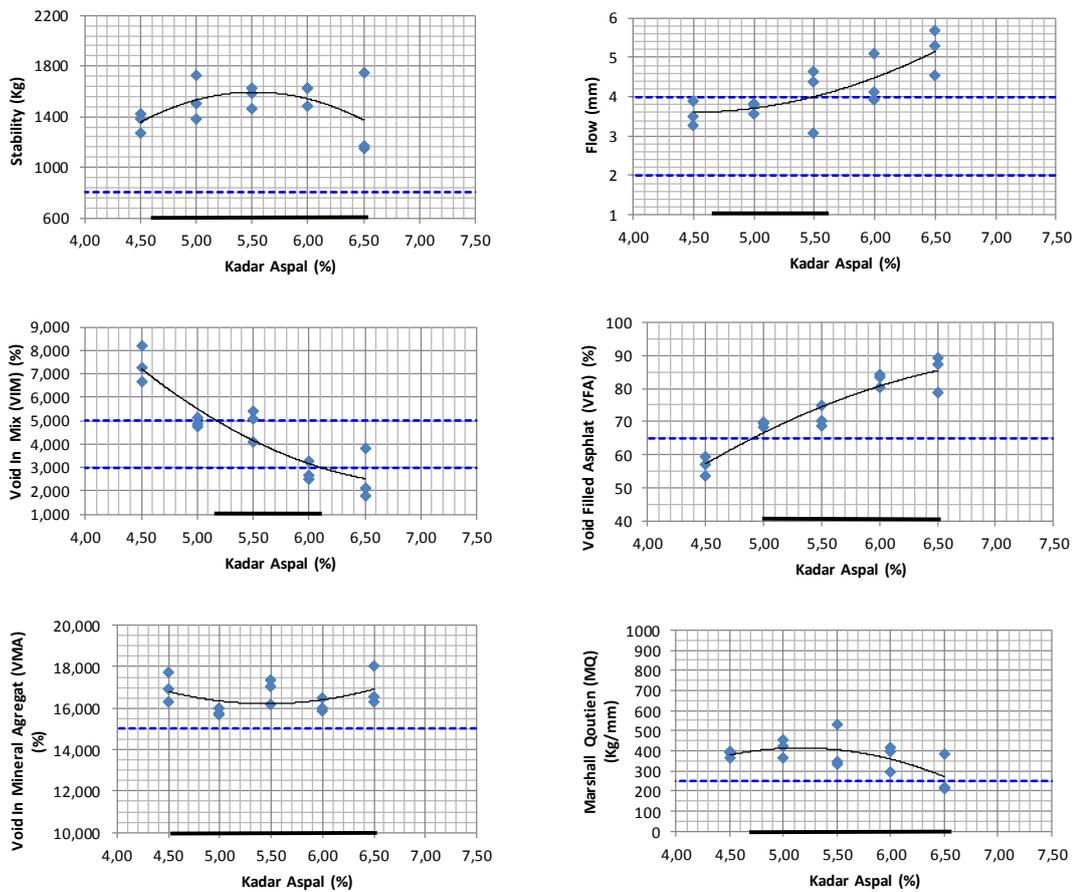
Untuk mendapatkan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO), metode yang digunakan merujuk kepada RSNI M-01-2003 dengan lima karakteristik *marshall* dengan menjabarkan grafik stabilitas, *flow*, *VIM*, *VMA*, dan *MQ*. Setiap nilai dari

karakteristik tersebut diplotkan dalam grafik yang memiliki batas diatur oleh Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018. Setelah itu dipindahkan ke dalam tabel kinerja *Marshall*. Kadar Aspal Optimum didapatkan apabila memenuhi nilai semua kriteria *Marshall* tersebut. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Hasil Pengujian Karakteristik *Marshall* untuk Mencari KAO

Kadar aspal	No. Sampel	VMA (%)	VIM (%)	VFA (%)	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	MQ (Kg/mm)
4,5	1	17,696	8,209	53,6	1274,1	3,30	386,10
	2	16,325	6,680	59,1	1422,0	3,90	364,62
	3	16,885	7,304	56,7	1381,4	3,53	391,33
5,0	1	15,703	4,782	69,5	1733,5	3,82	453,80
	2	16,000	5,118	68,0	1503,3	3,59	418,74
	3	15,761	4,849	69,2	1381,4	3,83	360,68
5,5	1	16,172	4,103	74,6	1584,5	4,65	340,76
	2	17,010	5,062	70,2	1462,6	4,40	332,42
	3	17,321	5,418	68,7	1625,2	3,08	527,65

Kadar aspal	No. Sampel	VMA (%)	VIM (%)	VFA (%)	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	MQ (Kg/mm)
6,0	1	15,838	2,494	84,3	1633,8	4,15	393,69
	2	15,996	2,677	83,3	1489,7	5,10	292,10
	3	16,492	3,252	80,3	1625,2	3,93	413,53
6,5	1	16,287	1,781	89,1	1151,2	5,30	217,20
	2	16,563	2,105	87,3	1178,2	5,70	206,71
	3	18,059	3,852	78,7	1747,0	4,57	382,29



Gambar 2. Grafik Hasil Uji Karakteristik Marshall

Tabel 16. Penentuan Kadar Aspal Optimum

No	Kriteria	Spesifikasi	Kadar Aspal	
1	Stability (Kg)	800		
2	Flow (mm)	2 - 4		
3	VIM (%)	3 - 5		
4	VFA (%)	Min 65		
5	VMA (%)	Min 15		
6	MQ (Kg/mm)	Min 250		
KAO (%)			$\frac{(5,15 + 5,5)}{2}$	5.33%

Dari Gambar 2 dan Tabel 16 diperoleh nilai KAO untuk campuran

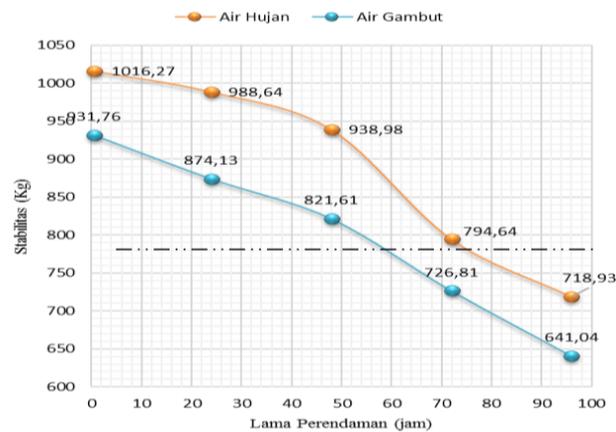
D.4 Pembahasan dan Analisa Test Rendaman Marshall (Marshall Immersion Test, MIT)

Tujuan dari analisa *test* rendaman *Marshall* ini untuk membandingkan nilai stabilitas keadaan standar dengan nilai

beraspal adalah 5,33%.

stabilitas pada saat kondisi rendaman 24 jam, 48 jam, 72 jam, dan 96 jam pada kondisi Kadar Aspal Optimum (KAO). Perbandingan nilai stabilitas ini bisa menghasilkan nilai durabilitas terhadap waktu perendaman.

D.4.1 Hubungan Stabilitas dengan Waktu Perendaman



Gambar 3. Grafik hubungan nilai stabilitas KAO dengan waktu perendaman

Berdasarkan Gambar 3. dapat dilihat bahwa nilai stabilitas terus menurun seiring dengan lama waktu perendaman. Nilai stabilitas pada rendaman air gambut lebih rendah daripada nilai stabilitas pada air hujan. Hal ini menunjukkan bahwa air gambut membuat nilai stabilitas lebih rendah karena kandungan organik yang ada pada air gambut tersebut. Sehingga

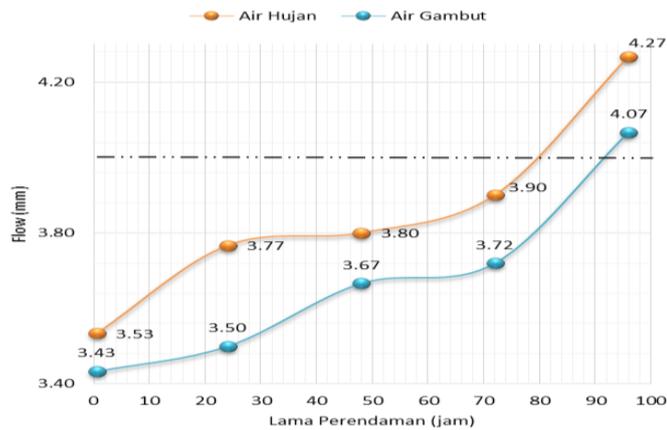
D.4.2 Hubungan Flow dengan Waktu Perendaman

Kelelahan plastis (*flow*) adalah keadaan perubahan bentuk suatu campuran yang terjadi akibat suatu beban sampai batas runtuh, yang dinyatakan dalam mm atau inch. Nilai kelelahan yang tinggi memberikan ciri campuran yang plastis

daya tahan campuran aspal dalam menahan beban semakin menurun.

Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga tahun 2018 nilai minimum stabilitas yaitu 800 kg. Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa pada perendaman air gambut dan air hujan hanya umur perendaman 72 dan 96 jam yang tidak memenuhi spesifikasi.

disebabkan kadar aspal yang tinggi. Sedangkan jika nilai kelelahan amat rendah akan memberikan ciri campuran yang kaku disebabkan kadar aspal yang rendah. Hubungan nilai *flow* pada KAO dengan waktu rendaman masing-masing air rendaman dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik hubungan nilai *flow* pada KAO dengan waktu rendaman air hujan dan air gambut

Berdasarkan Gambar 4. dapat dilihat bahwa nilai *flow* untuk rendaman air gambut dan air hujan mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya umur rendaman. Sesuai ketentuan di Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018 nilai *flow* dari hasil pengujian *Marshall* adalah 2 mm sampai 4 mm.

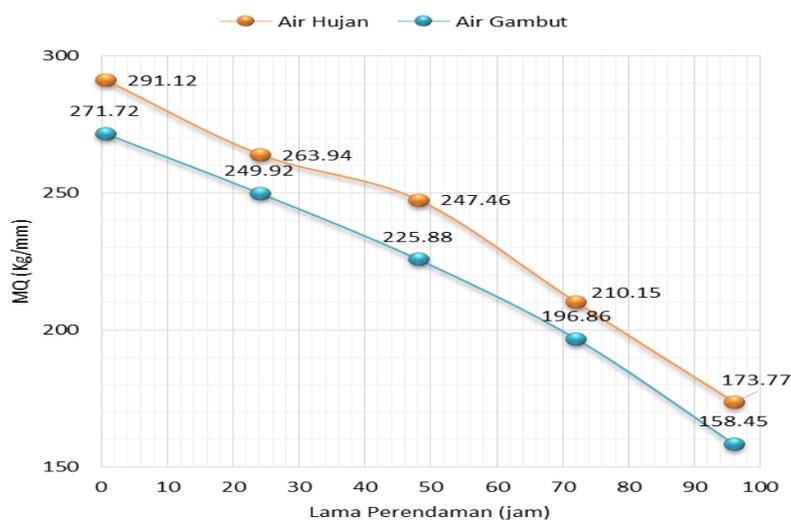
Untuk air hujan dan air gambut pada umur rendaman 0,5, 24, 48, dan 72 jam memenuhi ketentuan yang telah

ditentukan berdasarkan Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018. Sedangkan untuk umur rendaman 96 jam tidak memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan. Nilai *flow* pada air hujan lebih tinggi daripada air gambut. Hal ini menggambarkan bahwa semakin lama umur rendaman mengakibatkan perkerasan aspal semakin lunak sehingga tidak mampu menahan beban yang ada.

D.4.3 Hubungan MQ dengan Waktu Perendaman

Marshall Quotient adalah perbandingan antara stabilitas dengan

kelelahan plastis yang dinyatakan dalam kg/mm. Hubungan nilai *MQ* pada KAO dengan waktu rendaman masing-masing air rendaman dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Hubungan Nilai *MQ* pada KAO dengan Waktu Rendaman air hujan dan air gambut

Berdasarkan Gambar 5. secara keseluruhan rendaman air hujan memiliki

nilai *MQ* yang lebih besar daripada air gambut walaupun mengalami penurunan

selama umur perendaman. Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 yang telah ditentukan adalah minimal 250 Kg/mm. Yang memenuhi ketentuan spesifikasi umum Bina Marga 2018, pada Air gambut hanya perendaman pada umur 0,5 jam, sedangkan pada air hujan perendaman umur 0,5 jam dan 1 hari. Campuran dengan stabilitas tinggi dan kelelahan plastis yang rendah menghasilkan nilai

MQ yang tinggi dan menunjukkan campuran tersebut kaku, sehingga perkerasan mudah mengalami perubahan bentuk jika mengalami beban lalu lintas, seperti potensial terhadap retak. Sebaliknya campuran dengan stabilitas yang rendah dengan kelelahan plastis yang tinggi menghasilkan *MQ* rendah, sehingga cenderung plastis dan tidak stabil.

D.4.4 Hubungan Indeks Kekuatan Sisa dengan Waktu Perendaman

Nilai IKS berhubungan dengan seberapa besar kemampuan dari perkerasan aspal dalam menahan kerusakan yang diakibatkan oleh air. Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 mengatur batas

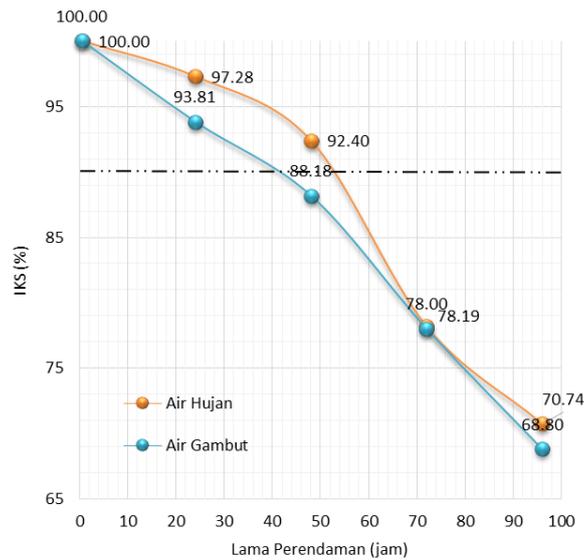
minimal dari nilai stabilitas *Marshall* sisa sebesar 90% dengan membandingkan nilai stabilitas pada perendaman 24 jam dengan suhu $60 \pm 1^\circ \text{C}$ dengan nilai stabilitas standar. Nilai-nilai Indeks Kekuatan Sisa (IKS) campuran untuk keseluruhan hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Nilai IKS KAO Rendaman (%)

Lama Rendaman (Jam)	Air Rendaman	
	Air Gambut Hujan	Air
0,5	100	100
24	93,81	97,28
48	88,18	92,40
72	78,00	78,19
96	68,80	70,74

Berdasarkan Tabel 17. dapat dilihat bahwa secara umum Nilai IKS pada campuran Aspal terjadi penurunan yang signifikan seiring dengan bertambahnya siklus waktu perendaman. Perendaman menyebabkan air meresap ke dalam campuran, air menembus bagian antar permukaan aspal dengan agregat dan pori-porinya. Keadaan ini akan mengakibatkan pengelupasan aspal dari permukaan agregat dan menyebabkan berkurangnya kekuatan campuran.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai IKS memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 batas minimal sebesar 90% , pada air gambut untuk rendaman 2, 3, dan 4 hari tidak memenuhi spesifikasi sedangkan pada air hujan rendaman 0,5 jam, 1 dan 2 hari memenuhi spesifikasi Bina marga 2018. Hubungan nilai IKS dengan waktu rendaman ini untuk air gambut dan air hujan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik hubungan nilai IKS pada KAO dengan waktu rendaman air hujan dan air gambut

Berdasarkan Gambar 6. bahwa untuk umur rendaman 1 hari, perendaman menggunakan air gambut dan air hujan memenuhi spesifikasi. Nilai IKS tertinggi pada rendaman menggunakan air hujan, akan tetapi mengalami penurunan yang signifikan pada perendaman selanjutnya.

Perendaman dengan air gambut dan air hujan akan membuat aspal menjadi lunak seiring dengan lamanya perendaman sehingga campuran beraspal mengalami penurunan kualitas.

E. KESIMPULAN DAN SARAN

E.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian pengaruh air gambut terhadap lapisan AC-BC terhadap nilai karakteristik *marshall* ini adalah sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan Nilai Indeks Kekuatan Sisa (IKS) mengalami penurunan setiap hari, nilai IKS sesuai spesifikasi adalah 90%. Pada rendaman air gambut, nilai IKS yang tidak memenuhi spesifikasi pada umur rendaman 2 hari adalah 88,18%, 3 hari adalah 78,00% dan 4 hari adalah 68,80%. Sedangkan pada rendaman air hujan nilai IKS yang tidak memenuhi spesifikasi pada umur rendaman 3 hari adalah 78,19% dan 4 hari adalah 70,74%. Hal ini menunjukkan Semakin lama campuran beraspal terendam di dalam air maka semakin menurun nilai dari campuran beraspal tersebut, serta menyebabkan air

meresap ke dalam campuran, air menembus sebagian antar permukaan aspal dengan agregat dan pori-porinya yang mengakibatkan pengelupasan aspal dari permukaan agregat dan menyebabkan berkurangnya kekuatan campuran.

2. Perendaman menggunakan air gambut dan air hujan sangat berpengaruh terhadap nilai karakteristik *Marshall* terutama pada nilai stabilitas, *flow*, *VIM*, *VMA* dan *VFA*. Nilai stabilitas mengalami penurunan dengan bertambahnya umur rendaman. Nilai stabilitas yang tidak memenuhi spesifikasi pada air gambut pada umur rendaman 3 hari adalah 726,81 Kg dan 4 hari adalah 641,04 Kg, sedangkan pada air hujan pada umur rendaman 3 hari adalah 794,64 Kg dan 4 hari adalah 718,93 Kg. Nilai stabilitas yang memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu minimal 800 Kg. Hal ini menunjukkan bahwa

air gambut lebih cepat merusak dan mengurangi kekuatan perkerasan aspal serta berkurangnya kemampuan

E.2 Saran

Untuk penyempurnaan hasil penelitian serta untuk mengembangkan penelitian yang lebih lanjut disarankan untuk melakukan penelitian dengan memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

1. Hendaknya proses pencampuran maupun pemadatan benda uji dalam penelitian tidak dilakukan secara manual agar kualitas benda uji lebih akurat.

campuran AC-BC untuk memikul beban lalu lintas yang lama kelamaan akan jadi kelelahan plastis.

2. Hendaknya melakukan pengujian terhadap sifat kimia dari air gambut dan air hujan.
3. Diharapkan adanya penelitian yang dilakukan terhadap pengaruh air atau perendaman dalam waktu yang lama (durabilitas), sebagai acuan apabila kondisi jalan terendam dalam jangka waktu yang lama,

DAFTAR PUSTAKA

Bina Marga. (2018). *Seksi 6.3 Spesifikasi Campuran Beraspal Panas pada Spesifikasi Umum Jalan dan Jembatan Edisi 2018*. Jakarta : Direktorat Jendral Bina Marga.

Bina Marga. (2003). *RSNI-M-01-2003. Metode Pengujian Campuran Beraspal Panas dengan Alat Marshall*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.

Bina Marga. (2008). *SNI 1969:2008. Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.

Bina Marga. (2008). *SNI 2417:2008. Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.

Bina Marga. (2011). *SNI 2439:2011. Cara Uji Penyelimutan dan Pengelupasan pada Campuran Agregat-Aspal*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.

Bina Marga. (2005). *RSNI T-01-2005. Cara Uji Uji Butiran Agregat Kasar Berbentuk Pipih, Lonjong, atau Pipih dan Lonjong*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.

Bina Marga. (2008). *SNI 3407:2008. Cara Uji Sifat Kekakalan Agregat dengan Cara Perendaman menggunakan Larutan Natrium Sulfat atau Magnesium*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.

Bina Marga. (2012). *SNI 7619:2012. Pengujian Butir Pecah pada Agregat Kasar*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.

Bina Marga. (1996). *SNI 03-4142-1996. Metode Pengujian Jumlah Bahan dalam Agregat yang Lolos Saringan No.200 (0,075 mm)*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.

Bina Marga. (2008). *SNI 1970:2008. Cara Uji Berat Jenis dan penyerapan Air Agregat Halus*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.

Bina Marga. (1997). *SNI 03-4428-1997. Metode Pengujian Agregat halus atau Pasir yang Mengandung bahan Plastik dengan Cara Setara Pasir*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.

Bina Marga. (2002). *SNI 03-6977-2002. Metode Pengujian Kadar Rongga Agregat Halus yang tidak dipadatkan*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.

- Bina Marga.** (1996). SNI 03-4141-1996. *Metode Pengujian Gumpalan Lempung dan Butir-Butir Mudah Pecah dalam Agregat*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga.** (2012). ASTM C117:2012. *Pengujian Material Lolos Ayakan No.200*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga.** (1991). SNI 06-2456-1991. *Metode Pengujian Penetrasi Bahan-bahan Bitumen*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga.** (2000). SNI 06-6441-2000. *Metode Pengujian Viskositas*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga.** (2011). SNI 2434:2011. *Metode Pengujian Titik Lembek Aspal*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga.** (2011). SNI 2432:2011. *Metode Pengujian Daktilitas Aspal*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga.** (2011). SNI 2433:2011. *Metode Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga.** (1991). SNI 2441:1991. *Metode Pengujian Pemeriksaan Berat Jenis Aspal Padat*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga.** (1991). SNI 2456:1991. *Metode Pengujian Penetrasi Bahan-bahan Bitumen*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga.** (1991). SNI 2432:1991. *Metode Pengujian Daktilitas Bahan-bahan Aspal*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Cut Ahmad Fadil, T.** 2014. Perbandingan Lama Rendaman Campuran Aspal AC-WC dengan Memakai Air Laut Dan Air Tawar Terhadap Karakteristik Marshall. Universitas Sumatera Utara.
- Ednor, Meirisa.** 2016. Durabilitas Mortar Abu Sekam Padi di Lingkungan Asam (Air Gambut). Universitas Riau.
- Gumilang, Damar.** 2017. Analisis Dampak Rendaman Air Tawar Terhadap Durabilitas dan Properties Marshall Pada Campuran *Asphalt Concrete – Binder Course (AC-BC)*. Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Hardjowigeno, S.** 1986. Genesis dan Klasifikasi Tanah. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian IPB: Bogor
- Laboratorium Jalan Raya.** 2017. [Tuntunan](#) Praktikum Jalan Raya, Fakultas Teknik, Universitas Riau.
- N. M. Dando, A.** 2016. Analisis Pengaruh Perendaman Air Hujan Terhadap Kinerja Campuran Aspal Berongga Berbasis Asbuton Butir. Universitas Hasanuddin.
- Muaya, G. S., Kaseke, O. H., & Manoppo, M. R. E.** (2015). Pengaruh Terendamnya Perkerasan Aspal oleh Air Laut yang Ditinjau Terhadap Karakteristik *Marshall*. *Jurnal Sipil Statik*, 3(8), 562–570.
- Prabowo, A. H.** (2003). Pengaruh Rendaman Air Laut Pasang (ROB) terhadap Kinerja Lataston (HRS-WC) Berdasarkan Uji Marshall dan Uji Durabilitas Modifikasi. *Jurnal PILAR*, 12(2), 89–98.
- Pamungkas, H. S. R., & Irianto, S.** (2014). Karakteristik Hidrologi Kawasan Gambut Sungai Kampar dan Sekitarnya, Provinsi Riau. *In Seminar Nasional Ke 3 Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjajaran.*
- Radjagukguk, B.** (1997). *Peat Soils of Indonesia: location, classification*

and problem for sustainability, in: J.O Riely and S.E. Page. Biodiversity and Sustainability of tropical peatland. Samara Publishing Limited. Cardigan, UK. Pp. 45-54.

Sukirman, S. (1999). *Dasar-dasar Perencanaan Geometrik jalan.* Bandung: Nova

Sukirman, S. (2003). *Beton Aspal Campuran Panas.* Jakarta: Edisi ke-1, Penerbit Yayasan Obor Indonesia.

Sukirman, S. (2007). *Beton Aspal Campuran Panas.* Jakarta: Edisi ke-2, Penerbit Yayasan Obor Indonesia.

Zainul, M. (2003). *Pengaruh Kandungan Air Hujan Terhadap Nilai Karakteristik Marshall dan Indeks Kekuatan Sisa Campuran LASTON.* Malang: Universitas Brawijaya