

# **PENGARUH AIR GAMBUT TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL PADA CAMPURAN ASPHALT CONCRETE - BINDER COURSE (AC-BC) YANG MENGGUNAKAN ABU TANDAN SAWIT SEBAGAI BAHAN PENGISI (FILLER)**

**Khairil Badry<sup>1)</sup>, Alfian Malik<sup>2)</sup>, Yosi Alwinda<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

<sup>2)</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

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

Email : [khairil.badry1972@student.unri.ac.id](mailto:khairil.badry1972@student.unri.ac.id)

## **ABSTRACT**

*The use of fillers is useful for filling empty voids in the asphalt mixture for highway pavements so that the use of fillers greatly affects the strength of its stability. Materials that can be used as fillers are those that have pozzolanic content and contain high levels of silica. One of the materials that has this content is palm bunch ash. The water content of peat has a high acidity, so it can damage a pavement when there is inundation for a long time. The purpose of this study was to determine the effect of peat water on the characteristics of marshall in AC-BC mixture which uses oil palm bunch ash as a filler. This study used a percentage of filler variations in the form of 0%, 2%, 4% and 6% which were immersed for 0.5 hours, 3 hours, 6 hours, 12 hours and 24 hours using peat water. This study follows the Standard Specification of Bina Marga 2018. In this study, the KAO value obtained the highest stability value and 4% filler variation at 0.5 hour immersion time of 906.53 kg and the lowest stability value of 0% filler variation at 24 hours immersion time of 505.33 kg. then for the IKS value that meets the standard requirements of the Standard Specification of Bina Marga 2018 only at 3 hours of immersion time for all percentages of filler variations where the maximum requirement for reduction in the stability value is 90% from the original stability value.*

*Keywords: Peat water, AC – BC, filler, Palm Bunch Ash*

## **PENDAHULUAN**

Gambut terbentuk dari akumulasi tanaman berbagai organik pada kondisi rawa yang stagnan, sehingga proses dekomposisi lambat dan terdapat akumulasi bahan organik, bahan organik tersebut adalah asam humat dan asam fulvat Apriani & Masduqi (2016) . Air gambut adalah air permukaan yang banyak dijumpai di daerah lahan gambut atau dataran rendah terutama di pulau Kalimantan dan Sumatera. Air gambut berwarna coklat tua sampai kehitaman dengan nilai standar warna 124 - 850 PtCo, memiliki kadar organik yang tinggi dengan nilai 138 - 1560 mg/lit KmnO4 dan memiliki sifat kandungan yang asam dengan nilai pH 3,7 - 5,3 dimana sifat asam apabila pH < 7. Apabila air yang bersifat asam masuk

kedalam struktur perkerasan aspal, maka dapat menyebabkan campuran aspal mudah teroksidasi sehingga kekuatan lekatan aspal dalam mempertahankan kohesi dan adhesinya menjadi berkurang Prabowo (2003).

Kerusakan jalan di Indonesia pada umumnya disebabkan oleh beberapa faktor. Salah satu diantaranya adalah akibat terendam oleh genangan air. Berdasarkan data dari Dinas Pekerjaan Umum Kota Pekanbaru total panjang jalan di Kota Pekanbaru adalah 1.277,9 km. Kondisi jalan rusak pada tahun 2017 sepanjang 702,845 km, atau sekitar 55% , pada tahun 2018 sepanjang 447,265 km, atau sekitar 35%, dan pada tahun 2019 sepanjang 867,365 km atau sekitar 67,87% dari panjang total jalan yang berada di Kota Pekanbaru. Banyak faktor

yang menyebabkan terjadinya kerusakan pada perkerasan jalan. Salah satunya ialah genangan air gambut yang berada di jalan dengan keadaan waktu yang cukup lama sehingga mempengaruhi kinerja perkerasan aspal yang berupa keawetan aspal dan ketahanan aspal saat menerima beban kendaraan.

Provinsi Riau termasuk daerah yang memiliki perkebunan terluas, terutama perkebunan kelapa sawit. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kota Pekanbaru tahun 2020, luas lahan perkebunan kelapa sawit di Provinsi Riau adalah 10.593 ha dengan total produksinya sebesar 8.266 ton dan menghasilkan limbah sawit seberat 3513,05 ton pada tahun 2019 BPS (2020). Area perkebunan kelapa sawit akan terus berkembang setiap tahunnya sehingga limbah yang dihasilkan oleh pabrik pengolahan kelapa sawit pun semakin bertambah. Besarnya produksi limbah kelapa sawit belum mampu diikuti oleh pemanfaatannya, sehingga menciptakan pencemaran lingkungan menurut Kurnia, Pataras, Arliansyah, Firmansya, & Chandra (2017). Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan uji coba tentang manfaat abu tandan sawit sebagai bahan pengisi / *filler* campuran *Asphalt Concrete-Binder Course* (AC-BC) dan diberi genangan air berupa air gambut dimana penggunaan *filler* abu tandan sawit merupakan upaya untuk mengurangi produksi limbah kelapa sawit yang setiap tahunnya mengalami peningkatan.

Penelitian tentang penggunaan abu tandan sawit sebagai bahan pengisi (*filler*) telah dilakukan oleh Kurnia, Pataras, Arliansyah, Firmansya, & Chandra (2017) yang memanfaatkan abu tandan sawit sebagai bahan pengisi untuk lapisan AC-WC dan AC-BC, dimana pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa abu tandan sawit layak digunakan sebagai bahan pengisi

(*filler*) untuk campuran aspal. Penelitian tentang penggunaan air gambut sebagai perendam campuran beraspal sebelumnya pernah dilakukan oleh Akbar (2019) yang menggunakan abu terbang (*fly ash*) sebagai *filler* dan menggunakan rendaman air gambut. Hasil yang di dapatkan dari penelitian ini adalah nilai kekuatan perkerasan aspal saat direndam selama 24 jam di air gambut masih memenuhi syarat Spesifikasi Bina Marga 2018.

Penelitian ini memiliki persamaan dengan penelitian sebelumnya yaitu penggunaan abu tandan sawit sebagai bahan pengisi (*filler*) sama dengan penelitian terdahulu yang pertama, sedangkan penggunaan air gambut sebagai air rendaman dan penggunaan variasi persentase jumlah *filler* yang digunakan sama dengan penelitian terdahulu yang kedua. Sedangkan perbedaannya adalah penelitian terdahulu yang pertama tidak menggunakan air gambut sebagai air rendamannya dan perbedaan dari penelitian terdahulu yang kedua tidak menggunakan abu tandan sawit sebagai bahan pengisi (*filler*) pada campurannya. Berdasarkan dua penelitian terdahulu tersebut, penelitian ini menggunakan abu tandan sawit sebagai bahan pengisi (*filler*) pada lapisan AC-BC dengan air gambut sebagai air rendamannya.

## **TINJAUAN PUSTAKA PERKERASAN JALAN**

Menurut Sukirman (2003), berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan di Indoneisa dapat dibedakan atas:

1. Kontruksi perkerasan lentur (*Flexible Pavement*)
2. Konstruksi perkerasan kaku (*Rigid Pavement*)
3. Kontruksi perkerasan komposit (*Composite Pavement*)

## Bahan Penyusun Campuran Aspal Beton

Lapis perkerasan pembuatan aspal beton melibatkan bahan penyusun yang harus memenuhi syarat dan spesifikasi yang sudah ditentukan. Adapun persyaratan bahan penyusun aspal beton yang digunakan sebagai berikut.

1. Aspal
2. Agregat
3. Bahan Pengisi (*Filler*)

## Air Gambut

Penelitian ini menggunakan air gambut sebagai air perendam pada aspal. Air gambut ini tidak dapat diminum karena memiliki nilai kandungan organik sehingga tidak layak untuk dikonsumsi. Adapun ciri-ciri dari air gambut, yaitu:

1. Memiliki nilai pH yang rendah berkisar (3,7-6,9)
2. Mengandung zat organik dan zat besi yang tinggi
3. Memiliki warna intensitas yang tinggi (merah kecoklat).

## Abu Tandan Sawit

Abu tandan sawit adalah bagian dari abu bakar yang berupa bubuk halus dan ringan yang diambil dari campuran gas tungku pembakaran yang menggunakan bahan sawit. Abu tandan sawit diambil secara mekanik dengan sistem pengendapan *Electrostatik*. Abu tandan sawit yang merupakan limbah dari sisa pembakaran buah kelapa sawit di dalam dapur atau tungku pembakaran dengan suhu 700°C sampai dengan 800°C. Abu tandan sawit tersebut merupakan salah satu material sisa dari proses pengolahan yang selama ini dianggap sebagai limbah menurut Azhari (2019)

Abu tandan sawit memiliki sifat pozzolan dan mengandung unsur silika yang cukup banyak berkisar 31,45% menurut Anwar & Mawardi (2012). Sehingga penggunaan abu tandan sawit

layak dijadikan sebagai bahan pengisi (*filler*) menggantikan penggunaan semen yang sudah banyak digunakan dan bermanfaat untuk melestarikan lingkungan karena mengurangi jumlah volume limbah.

## Lapis Aspal Beton (Laston)

Penggunaan AC-BC yaitu lapisan pengikat yang terletak di bawah 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 keawetan, kedap air, stabilitas, fleksibilitas dan ketahanan terhadap kelelahan. Untuk ketentuan sifat-sifat campuran aspal beton dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Ketentuan Sifat – Sifat Campuran Beton Aspal

Sifat-Sifat Campuran		AC-BC
Jumlah tumbukan perbidang		75
Penyerapan Aspal	Maks	1,2
	Min	3,0
Rongga dalam campuran, <i>VIM</i> (%)	Maks	5,0
Rongga dalam agregat, <i>VMA</i> (%)	Min	14
Rongga terisi aspal, <i>VFA</i> (%)	Min	63
Stabilitas Marshall (kg)	Min	800
	Min	2
Pelelehan, <i>flow</i> (mm)	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)

Gradasi agregat gabungan untuk campuran AC-BC harus memenuhi syarat yang diberikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Gradasi Agregat Gabungan untuk Campuran Beraspal

Ayakan	(mm)	% Berat Yang Lolos Terhadap Total Agregat dalam Campuran Laston (AC)
		AC - BC
1 1/2"	37,50	-

Ayakan	(mm)	% Berat Yang Lolos Terhadap Total Agregat dalam Campuran Laston (AC)
		AC - BC
1"	25,00	100
3/4"	19,00	90 – 100
1/2"	12,50	75 – 90
3/8"	9,50	66 – 82
No. 4	4,75	46 -64
No. 8	2,36	30 – 49
No. 16	1,18	18 – 38
No. 30	0,60	12 – 28
No. 50	0,30	7 – 20
No. 100	0,15	5 -13
No. 200	0,075	4 – 8

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga (2018)

### Pengujian Campuran Aspal Beton

Campuran aspal beton dibuat menggunakan agregat, aspal dan bahan tambahan yang dicampur dan dipadatkan pada suhu tertentu. Pengujian untuk campuran aspal beton antara lain berupa pengujian *marshall* dan pengujian volumetrik.

### Kadar Aspal Optimum

Kadar aspal optimum adalah kadar aspal yang hasil keseluruhan spesifikasinya memenuhi dengan nilai karakteristik yang ada. Pada Bina Marga tahun 2018 menetapkan campuran aspal beton harus memenuhi karakteristik *marshall* yaitu nilai kelelahan (*flow*), Stabilitas, VMA, VIM dan MQ. Nilai kadar aspal optimum merupakan nilai kadar aspal yang memenuhi minimal 5 (lima) karekteristik *marshall* yang sesuai dengan spesifikasi telah pada Tabel 3.

Tabel 3. Ketentuan Sifat – Sifat Campuran Laston (AC)

Sifat-Sifat Campuran		AC-BC
Jumlah tumbukan perbidang		75
Penyerapan Aspal	Maks	1,2
	Min	3,0
Rongga dalam campuran, <i>VIM</i> (%)	Maks	5,0
	Min	14

Sifat-Sifat Campuran		AC-BC
Rongga terisi aspal, <i>VFA</i> (%)	Min	63
Stabilitas Marshall (kg)	Min	800
	Min	2
Pelelehan, <i>flow</i> (mm)	Maks	4
	Min	90
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)

### Pengujian Rendaman (*Immersion Test*)

Uji perendaman (*Immersion Test*) bertujuan untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh air, suhu, dan cuaca. Pengujian ini pada prinsipnya sama dengan pengujian *Marshall* standar, hanya waktu perendaman saja yang membedakan. Benda uji pada *Immersion Test* direndam selama 24 jam pada suhu konstan 60°C sebelum pembebanan diberikan.

Hasil perhitungan indeks tahanan campuran aspal (*Index of Retained Strength*) adalah persentase nilai stabilitas campuran yang direndam selama 24 jam yang dibandingkan dengan stabilitas campuran biasa. Apabila indeks tahanan campuran lebih atau sama dengan 90%, campuran tersebut dapat dikatakan memiliki tahanan yang cukup baik dari kerusakan akibat pengaruh air, suhu, dan cuaca.

### Pengujian Durabilitas

Pengujian durabilitas dilakukan dengan cara merendam sampel benda uji selama 30 menit dan 24 jam dengan suhu temperatur tetap air perendam  $\pm 60^{\circ}\text{C}$  sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Pada pengujian ini membandingkan nilai stabilitas benda uji yang direndam selama 24 jam dengan nilai stabilitas benda uji yang direndam selama 30 menit yang dinyatakan nilainya dalam bentuk persen atau bisa

disebut dengan Indeks Kekuatan Sisa (IKS)

Nilai Indeks Kekuatan Sisa (IKS) dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$IKS = \frac{MSi}{MSs} \times 100 \quad (1)$$

Keterangan:

IKS = Indeks Kekuatan Sisa (%)

MSs = Stabilitas *marshall* standar dengan perendaman selama 30 menit pada suhu  $\pm 60^\circ\text{C}$ , (kg)

Msi = Stabilitas *marshall* setelah rendam 24 jam pada suhu  $\pm 60^\circ\text{C}$ , (kg)

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru. Penelitian ini menggunakan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 sebagai bahan acuan dan referensi untuk menentukan syarat campuran Laston AC-BC dengan menggunakan metode pengujian *Marshall Test*.

## Bahan dan Peralatan

### Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah:

1. Alat uji pemeriksaan properties aspal.
2. Alat uji pemeriksaan properties agregat.
3. Satu set saringan dengan ukuran: 1", 3/4", 1/2", 3/8", nomor 4, nomor 8, nomor 16, nomor 30, nomor 50, nomor 100 dan nomor 200.
4. Alat untuk membuat benda uji
5. Alat untuk pengujian *Marshall*
6. Oven dengan suhu mencapai  $200^\circ\text{C}$
7. Bak perendaman (*water bath*) dengan pengatur suhu mulai  $10-60^\circ\text{C}$
8. *Thermometer*
9. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram

10. Perlengkapan lainnya

## Bahan

Bahan yang digunakan adalah:

1. Aspal PEN 60/70 yang telah tersedia di Laboratorium Jalan Raya Universitas Riau.
2. Agregat kasar, medium dan halus hasil yang digunakan berasal dari daerah Pangkalan, Kabupaten Lima Puluh Kota, Provinsi Sumatera Barat.
3. Air rendaman yang digunakan adalah air gambut yang berasal dari Kubang Raya, Kecamatan Tambang, Kabupaten Kampar.
4. *Filler* yang digunakan yaitu abu tandan sawit yang berasal dari Pabrik Kelapa Sawit (PKS) PT. Perkebunan Nusantara V, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau

## Pengujian Bahan Penyusun Campuran Aspal

### Pengujian Agregat

Pengujian yang akan dilakukan untuk melihat karakteristik agregat adalah sebagai mana pada Tabel 4.

Tabel 4. Jenis Pengujian Agregat

Jenis Pengujian	Standar
Berat Jenis dan Penyerapan Agregat	SNI-03-1969-1990
Kelekatan Agregat Terhadap Aspal	SNI-03-2439-1991
Keausan Agregat dengan Alat Abrasi <i>Los Angeles</i>	SNI-2417-2008
Sifat Kekekalan Agregat dengan Cara Perendaman Menggunakan Larutan <i>Magnesium Sulfat</i>	SNI- 3407-2008
Indeks Kepipihan dan Kelonjongan	RSNI T-01-2005
Jumlah Bahan Dalam Agregat yang Lolos Saringan nomor 200	SNI-03-4142-1996
Berat Jenis dan Penyerapan Agregat	SNI 1970-2008
Kadar Lempung	SNI-03-4141-1996
Angularitas	SNI-03-6877-2002
Nilai Setara Pasir	SNI-03-4428-1997

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018

## Pengujian Aspal

Pengujian aspal PEN 60/70 yang dilakukan sebagaimana pada Tabel 5.

Tabel 5. Jenis Pengujian Aspal

Jenis Pengujian	Standar
Penetrasi Aspal	SNI 06-2456-1991
Viskositas Aspal	SNI 7729-2011
Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal	SNI 06-2433-1991
Titik Lembek Aspal	SNI 06-2434-1991
Kehilangan Berat Aspal	SNI 06-2440-1991
Berat Jenis Aspal	SNI 06-2441-1991
Penetrasi Setelah Kehilangan Berat	SNI 06-2456-1991

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018

## Pengujian Abu Tandan Sawit

Pengujian yang dilakukan pada abu tandan sawit ini hanya melakukan pengujian berat jenis dan tidak dilakukan pengujian sifat kimianya karena mengacu pada penelitian terdahulu. *Filler* abu tandan sawit yang digunakan adalah abu tandan sawit yang lolos saringan nomor 200.

## Pengujian Air Gambut

Pengujian ini dilakukan untuk melihat seberapa besar nilai pH yang adapada air gambut yang digunakan sebagai air rendaman pada sampel penelitian ini dan untuk memastikan air yang digunakan sebagai air rendaman pada penelitian ini memiliki kandungan asam atau basa.

## Rancangan Campuran Aspal Beton

Berdasarkan variasi kadar aspal dan jenis pengujian yang akan dilakukan untuk mendapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO), maka jumlah benda uji yang dibutuhkan adalah sebanyak 60 buah yang dapat dilihat pada Tabel 6

Tabel 6. Jumlah Benda Uji Untuk Menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Kadar Aspal (%)	Variasi Abu tandan sawit Terhadap Persentase Aspal (%)				Jumlah Sampel (bh)
	0	2	4	6	
(P+1)	3	3	3	3	12
(P+0,5)	3	3	3	3	12
P	3	3	3	3	12
(P-0,5)	3	3	3	3	12
(P-1)	3	3	3	3	12
Total					60

Setelah didapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO) untuk masing – masing variasi campuran, pengujian dilanjutkan dengan membuat benda uji *Marshall* pada kondisi KAO, jumlah sampel yang diperlukan dapat dilihat pada Tabel 7. Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada penelitian ini, maka jumlah total keseluruhan sampel yang diteliti sebanyak 120 sampel benda uji yang 60 sampel benda uji untuk menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO) dan 60 sampel benda uji dilakukan setelah memperoleh nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) dengan melakukan perendaman menggunakan air gambut yang waktu variasi rendamannya yaitu 0,5 jam, 3 jam, 6 jam, 12 jam dan 24 jam

Tabel 7. Jumlah Benda Uji Pada Kondisi Kadar Aspal Optimum (KAO)

Persentase Abu tandan sawit (%)	Lama Rendaman (Jam)					Jumlah Sampel (bh)
	0,5	3	6	12	24	
0	3	3	3	3	3	15
2	3	3	3	3	3	15
4	3	3	3	3	3	15
6	3	3	3	3	3	15
Total						60

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengujian Bahan Penyusun

Bahan penyusun Laston diuji karakteristiknya terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai bahan dalam campuran Laston. Material yang digunakan pada penelitian ini berupa agregat kasar dengan diameter 1”– 2” , medium, abu batu, dan abu tandan sawit. Pengujian bertujuan untuk menguji kelayakan material sebagai bahan

penyusun yang sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

### 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 8. Hasil Pengujian Agregat Kasar

Pengujian	Standar	Hasil Pengujian	Spesifikasi		Keterangan
			Min	Max	
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan (%)	SNI 3407:2008	natrium sulfat	-	18	Memenuhi
		magnesium sulfat	0,61%	18	Memenuhi
Abrasi dengan mesin <i>Los Angeles</i> (%)	SNI 2417:2008	Campuran AC 100 putaran	-	6	Memenuhi
		Modifikasi 500 putaran	-	30	Memenuhi
		Semua jenis campuran aspal bergradasi lainnya 500 putaran	-	8	Memenuhi
Kelekatan agregat terhadap aspal (%)	SNI 2439:2011	97	95		
Butir pecah pada agregat kasar (%)	SNI 7619:2012	100	95/90		
Partikel pipih dan lonjong (%)	ASTM D4791 Perbandingan 1: 5	9,68	10	Memenuhi	
Material Lolos Ayakan No.200	SNI 03-4142-1996	0,47	1	Memenuhi	

Tabel 9. Hasil Pengujian Agregat Halus

Pengujian	Standar	Hasil Pengujian	Spesifikasi		Keterangan
			Min	Maks	
Nilai setara pasir (%)	SNI 03-4428-1997	51,59	50		Memenuhi
Angularitas dengan uji kadar rongga (%)	SNI 03-6877-2002	49,67	45		Memenuhi
Gumpalan lempung dan butir - butir mudah pecah dalam agregat (%)	SNI 03-4141-1996	0,91	1		Memenuhi
Material Lolos Ayakan No.200	ASTM C117:2012	5,72	10		Memenuhi

Secara umum dapat dilihat pada Tabel 8 dan Tabel 9 bahwa hasil pengujian agregat kasar dan halus telah memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan dan dapat digunakan sebagai bahan campuran beraspal Laston

Menurut Peraturan Bina Marga 2018 untuk bahan *filler* memiliki 2 syarat Spesifikasi yaitu pengujian saringan no. 200 dan pengujian berat jenis. Berikut hasil pengujian *Filler* dapat dilihat pada Tabel 10

### Hasil Pengujian *Filler*

*Filler* yang digunakan pada penelitian ini adalah abu tandan sawit.

Tabel 10. Hasil Pengujian Karakteristik *Filler*

Pengujian	Satuan	Syarat	Hasil Pengujian	Ketereangan
Lolos saringan no. 200	%	75	85,72	Memenuhi
Berat Jenis	-	-	2,70	Memenuhi

### Hasil Pengujian Aspal

Hasil pengujian aspal sebagaimana pada Tabel 11

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	SNI-06-2456-1991	0,1 mm	64,4	60	70	Memenuhi
Titik Lembek ( <i>Softening Point</i> )	SNI-06-2434-2011	°C	57,6	48		Memenuhi
Titik Nyala dgn Clevelen Open Cup	SNI-06-2433-2011	°C	250	232		Memenuhi
Berat Jenis	SNI-06-2441-2011		1,05	1,0		Memenuhi
Kehilangan Berat (TFOT)	SNI-06-2440-1991	% berat	0,2		0,8	Memenuhi
Viskositas						
> <b>Suhu Pematatan Ideal (Viscositas = 280 cSt)</b>	(1) AASHTO T 72-90	°C	147	135	155	Memenuhi
Suhu Pematatan Min (280 - 30 = 250)		°C	149			
Suhu Pematatan Max (280 + 30 = 310)	Dan	°C	145			
> <b>Suhu Pencampuran Ideal (Viscositas = 170 cSt)</b>	(2) AASHTO T 54-61	°C	155	149	160	Memenuhi
Suhu Pencampuran Min (170 - 20 = 150)		°C	158			
Suhu Pencampuran Max (170 + 20 = 190)		°C	153			
<b>Viskositas Kinematis 135 °C, 5 (cSt)</b>	SNI 06-6441-2000	°C	600	300		Memenuhi

### Hasil Pengujian Air Gambut

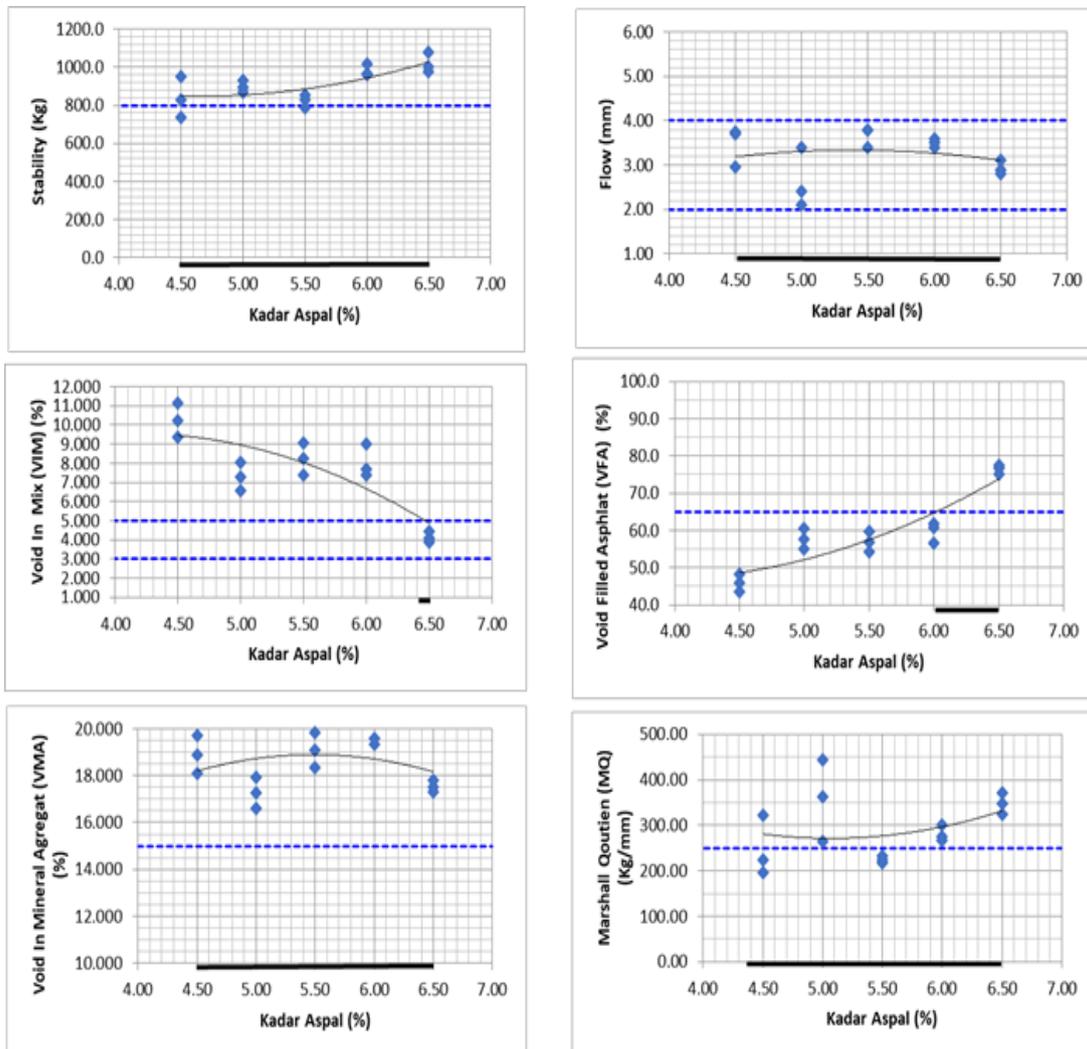
Air gambut yang digunakan sebagai air rendaman pada penelitian ini diambil dari daerah Kubang Raya, Kecamatan Tambang, Kabupaten Kampar. Hasil pengujian pH yang didapatkan pada air gambut ini adalah sebesar 5,75. Hasil dari pengujian tersebut menunjukkan bahwa air gambut yang digunakan tergolong pada kategori asam. Derajat keasaman pada air gambut dapat berubah sesuai dengan kondisi cuaca dan faktor lain yang mempengaruhinya. Dari hasil pengujian ini, tingkat keasaman dari air dapat merusak aspal

### Penentuan Kadar Aspal Optimum

Metode yang digunakan dalam penentuan KAO adalah menganalisis lima karakteristik *Marshall* dengan menjabarkan grafik stabilitas, *flow*, VIM, VMA, VFA, dan *Marshall Quotient* (MQ). Nilai-nilai tersebut diuraikan dalam grafik yang dibatasi oleh Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. KAO diperoleh dari nilai yang memenuhi semua kriteria *Marshall* tersebut. Berikut ini adalah contoh penentuan KAO pada variasi *filler* abu tandan sawit 4% dapat dilihat pada Tabel 12.

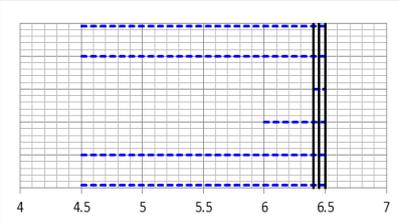
Tabel 12. Hasil Pengujian Karakteristik *Marshall* untuk Mencari KAO dengan Kadar Abu Tandan Sawit 4%

Kadar aspal	No. Sampel	VMA (%)	VIM (%)	VFA (%)	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	MQ (Kg/mm)
4,5	1	18,090	9,344	48,3	950,9	2,96	321,26
	2	19,695	11,120	43,5	734,3	3,75	195,82
	3	18,900	10,240	45,8	827,8	3,70	223,72
5,0	1	17,933	8,048	55,1	895,8	3,40	263,47
	2	16,597	6,551	60,5	933,1	2,10	444,35
	3	17,271	7,306	57,7	868,3	2,40	361,77
5,5	1	19,833	9,069	54,3	787,7	3,40	231,68
	2	18,351	7,388	59,7	854,5	3,80	224,86
	3	19,099	8,237	56,9	826,9	3,80	217,61
6,0	1	19,593	7,674	60,8	964,7	3,50	275,64
	2	19,349	7,393	61,8	1.019,9	3,40	299,96
	3	20,769	9,024	56,5	961,3	3,60	267,02
6,5	1	17,495	4,100	76,6	1.076,7	2,90	371,28
	2	17,790	4,444	75,0	1.004,9	3,10	324,17
	3	17,325	3,903	77,5	976,2	2,0	348,65



Gambar 1. Grafik Hasil Uji Karakteristik *Marshall*

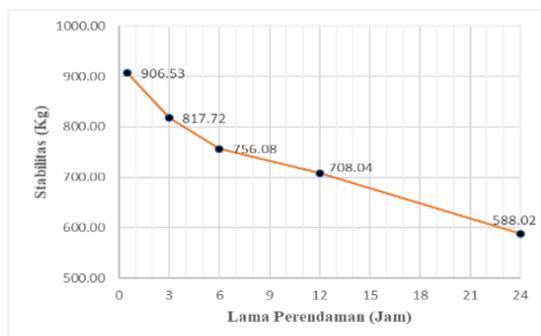
Tabel 13. Penentuan Kadar Aspal Optimum

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 (%)			$\frac{(6.4 + 6.5)}{2} = 6.45\%$

Dari Gambar 1 dan Tabel 13 di atas diperoleh nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) untuk campuran beraspal dengan

### Pembahasan dan Analisa Test Rendaman Marshall

Membandingkan nilai stabilitas pada kondisi rendaman yang sudah direncanakan yaitu pada waktu rendaman 3 jam, 6 jam, 12 jam dan 24 jam dengan keadaan standar yaitu waktu rendaman 0,5 jam. Campuran yang digunakan pada kondisi Kadar Aspal Optimum (KAO) yang sudah diketahui. Data perbandingan tersebut diambil nilai durabilitasnya berdasarkan waktu perendaman. Berikut hasil stabilitas yang didapatkan dari perendaman *marshall* pada variasi *filler* abu tandan sawit 4%

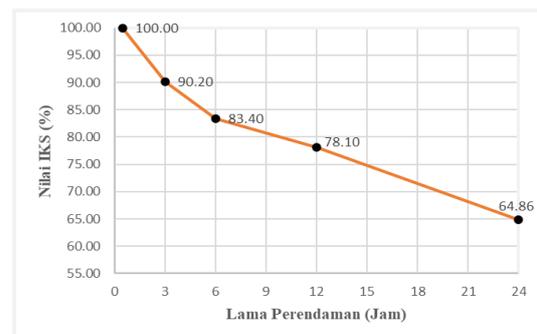


Gambar 2. Grafik Hubungan Grafik Hubungan Nilai KAO dengan Variasi Waktu Rendaman Untuk Variasi *Filler* Abu Tandan Sawit 4%

variasi *filler* Abu tandan sawit 4% adalah 6,45%

Campuran aspal dengan kondisi kadar aspal optimum variasi *filler* abu tandan sawit 4% yang direndam pada air gambut mengalami penurunan nilai stabilitasnya pada saat kenaikan waktu rendamannya. Menurut Spesifikasi Umum Bina Marga 2018, syarat nilai stabilitas untuk suatu campuran sebesar 800 kg.

Nilai IKS yang memenuhi syarat oleh Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 hanya pada waktu rendaman 0,5 jam dan 3 jam, sedangkan pada waktu rendaman 6 jam, 12 jam, dan 24 jam nilai IKS yang didapatkan tidak memenuhi syarat Spesifikasi Umum Bina marga 2018 yang dimana nilai IKS tidak boleh lebih kecil dari 90%.



Gambar 3. Grafik Hubungan Nilai IKS Untuk Variasi *Filler* Abu Tandan Sawit 4% dengan Variasi Waktu Rendaman

### Hubungan Stabilitas dengan Waktu Perendaman

Stabilitas merupakan kemampuan maksimum campuran beraspal menahan beban hingga terjadinya kelelahan plastis. Jika nilai stabilitas tinggi maka campuran beraspal akan mampu menahan beban yang tinggi, begitupula sebaliknya. Hubungan nilai stabilitas Kadar Aspal Optimum (KAO) rendaman dapat dilihat pada Tabel 14

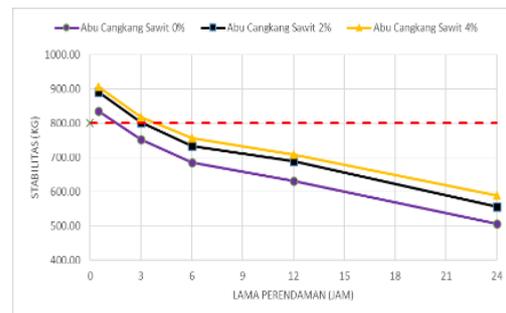
Tabel 14. Rangkuman Nilai Stabilitas KAO Rendaman

Lama Perendaman (Jam)	Variasi <i>Filler</i> Abu Tandan Sawit		
	0%	2%	4%
0.5	834,18	890,07	906,53
3	751,30	802,79	817,72
6	684,30	732,16	756,08
12	631,66	689,09	708,04
24	505,33	555,86	588,02

Tabel 14 dan Gambar 4 memperlihatkan bahwa setiap penambahan persen *filler* abu tandan sawit maka nilai stabilitasnya ikut naik. Nilai tertinggi stabilitas disaat jumlah *filler* abu tandan sawit 4% pada waktu rendaman 0,5 jam di air gambut dengan nilai stabilitasnya sebesar 906,53 kg. Sedangkan nilai stabilitas terendah disaat jumlah *filler* abu tandan sawit 0% pada waktu rendaman 24 jam dengan nilai stabilitasnya sebesar 505,33 kg. Akan tetapi seiring naiknya waktu rendaman, nilai stabilitas untuk setiap variasi *filler* abu tandan sawit mengalami penurunan. Salah satu faktor penurunan pada nilai stabilitas untuk setiap variasi *filler* abu tandan sawit karena sifat gambut yang asam dan suhu air perendam  $60\pm 1$  °C. Air gambut menyebabkan aspal menjadi teroksidasi yang mengakibatkan ikatan agregat pada aspal menjadi lepas, sehingga nilai stabilitas pada campuran aspal menurun.

Hasil pengujian penambahan variasi *filler* abu tandan sawit sebagian nilai stabilitasnya tidak memenuhi syarat

Spesifikasi Umum Bina Marga 2018, dimana syarat minimal nilai stabilitasnya sebesar 800 kg. Penggunaan *filler* abu tandan sawit 0% yang memenuhi syarat Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 hanya pada waktu rendaman 0,5 jam, sedangkan pada variasi *filler* abu tandan sawit 2% dan 4% yang memenuhi syarat Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 pada waktu rendaman 0,5 jam dan 3 jam.



Gambar 4. Grafik Nilai Stabilitas Kadar Aspal Optimum Rendaman

### Hubungan Indeks Kekuatan Sisa dengan Waktu Perendaman

Nilai IKS adalah besar kemampuan suatu perkerasan aspal dalam menahan kerusakan yang diakibatkan oleh air. Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 mengatur batas minimal dari nilai stabilitas *Marshall* sisa sebesar 90% dengan membandingkan nilai stabilitas pada waktu rendaman 24 jam dengan suhu  $60\pm 1$  °C dengan nilai stabilitas semula. Berikut nilai Indeks Kekuatan Sisa Kadar Aspal Optimum dapat dilihat pada Tabel 15

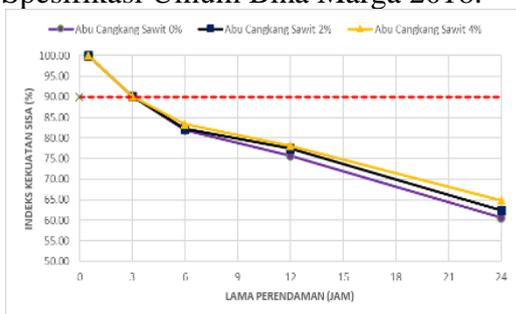
Tabel 15. Rangkuman Nilai Indeks Kekuatan Sisa KAO Rendaman

Lama Perendaman (Jam)	Variasi <i>Filler</i> Abu Tandan Sawit		
	0%	2%	4%
0.5	100	100	100
3	90,06	90,19	90,20
6	82,03	82,26	83,40
12	75,72	77,42	78,10
24	60,58	62,45	64,86

Tabel 15 dan Gambar 5 di atas memperlihatkan bahwa nilai Indeks

Kekuatan Sisa pada Kadar Aspal Optimum mengalami penurunan ketika naiknya lama waktu perendaman. Semakin lama waktu perendaman menyebabkan air masuk kedalam pori-pori sampel campuran, air yang masuk kedalam sampel campuran merusak aspal dan menyebabkan nilai Indeks Kekuatan Sisa menjadi menurun seiring bertambahnya waktu lama perendaman.

Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 memberi syarat untuk nilai Indeks Kekuatan Sisa (IKS) minimum sebesar 90% dari nilai stabilitas semula. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai IKS yang memenuhi syarat hanya pada waktu rendaman 3 jam di setiap variasi persentase *filler* abu tandan sawit. Sedangkan pada waktu rendaman 6 jam, 12 jam dan 24 jam tidak memenuhi syarat yang telah ditentukan oleh Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.



Gambar 5. Grafik Nilai Indeks Kekuatan Sisa KAO Rendaman

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian terhadap penggunaan *filler* abu tandan sawit dan air gambut sebagai rendamannya terhadap karakteristik *marshall* sebagai berikut:

1. Penambahan setiap variasi *filler* abu tandan sawit membuat Kadar Aspal Optimum (KAO) menjadi naik. Pada variasi *filler* abu tandan sawit 0% diperoleh KAO sebesar 5,90%, untuk *filler* abu tandan sawit 2% diperoleh nilai KAO sebesar 6,43%, untuk *filler* abu tandan sawit 4%

diperoleh nilai KAO sebesar 6,45%. Akan tetapi pada variasi *filler* abu tandan sawit 6% nilai KAO tidak dilakukan karena parameter karakteristik *Marshall* berupa nilai VIM tidak memasuki nilai range antara 3%-5% dan nilai VFA tidak mencapai nilai minimalnya sebesar 65% sehingga tidak memenuhi syarat Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

2. Pengaruh penggunaan air gambut sebagai air rendaman membuat nilai pada karakteristik *Marshall* mengalami penurunan. Sehingga Nilai Indeks Kekuatan Sisa (IKS) mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya lama waktu perendaman. Variasi waktu perendaman 3 jam pada variasi abu tandan sawit 0%, 2% dan 4 % diperoleh nilai IKS lebih dari 90% sehingga memenuhi syarat minimal dari Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 yaitu 90%. Sedangkan untuk variasi waktu perendaman 6 jam atau lebih, nilai IKS tidak memenuhi persyaratan minimal dari Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Variasi *filler* abu tandan sawit 4% memiliki nilai stabilitas dan nilai IKS yang terbaik daripada variasi *filler* abu tandan sawit 0% dan 2%.

### Saran

Proses yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan pengujian yang dilakukan secara manual sehingga hasil yang didapatkan belum maksimal atau kemungkinan terdapat kesalahan yang tidak disadari oleh peneliti, sebaiknya pengujian dilakukan dengan secara mekanik yang bertujuan untuk meminimalisir kesalahan yang akan terjadi dan mendapatkan hasil yang maksimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M. (2019). Durabilitas Lapisan Asphalt Concrete-Wearing Course (Ac-Wc) Dengan Menggunakan Abu Terbang Sebagai Bahan Pengisi Di Lingkungan Air Gambut. *Jom Fteknik*.
- Anwar, K., & Mawardi, M. (2012). Penggunaan Abu Tandan Sawit Sebagai Pengganti Pada Sebagian Semen Untuk Menambah Kekuatan Tekan Mortar. *Inersia, Jurnal Teknik Sipil*, 4(2), 33–42.
- Apriani, M., & Masduqi, A. (2016). Penggunaan Besi Pada Air Gambut Untuk Proses Fenton. *Institut Teknologi Sepuluh November*.
- Azhari, D. (2019). *Analisis Pengaruh Penggunaan Crumb Rubber Sebagai Bahan Penambah Aspal Dengan Filler Abu tandan sawit Untuk Campuran Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC)*.
- Bina Marga. (1990). *SNI 03-1969-1990. Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. (1991a). *SNI 06-2440-1991. Metode Pengujian Kehilangan Berat Minyak Dan Aspal*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. (1991b). *SNI 06-2489-1991. Metode Pengujian Campuran Aspal Dengan Alat Marshall*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. (1996a). *SNI 03-4141-1996. Metode Pengujian Gumpalan Lempung dan Butir-Butir Mudah Pecah Dalam Agregat*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. (1996b). *SNI 03-4142-1996. Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan No. 200*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. (1997b). *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. (2000). *SNI 03-6441-2000. Metode Pengujian Viskositas Aspal*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. (2002). *SNI 03-6877-2002. Metode Pengujian Kadar Rongga Agregat Halus Yang Tidak Dipadatkan*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. (2008a). *SNI 1970:2008. Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. (2008b). *SNI 2417:2008. Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. (2008c). *SNI 3407:2008. Cara Uji Sifat Kekekalan Agregat Dengan Cara Perendaman Menggunakan Larutan Natrium Sulfat Atau Magnesium Sulfat*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. (2011b). *SNI 2433:2011. Cara Uji Titik Nyala Dan Titik Bakar Aspal Dengan Alat Cleveland Open Cup*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. (2011c). *SNI 2434:2011. Cara Uji Titik Lembek Aspal*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. (2011d). *SNI 2439:2011. Cara Uji Penyelesaian Dan Pengelupasan Pada Campuran Agregat-Aspal*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.

- Bina Marga. (2011e). *SNI 2441:2011. Cara Uji Berat Jenis Aspal Keras*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. (2011f). *SNI 2456-2011. Cara Uji Penetrasi Aspal*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. (2011g). *SNI 7729:2012. Cara Uji Viskositas Aspal Pada Temperatur Tinggi Dengan Alat Saybolt Furol*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. (2012a). *SNI 7619:2012. Metode Uji Penentuan Persentase Butir Pecah Pada Agregat Kasar*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. (2012b). *SNI ASTM C117-2012. Metode Uji Bahan Yang Lebih Halus Dari Saringan 75 m (No . 200) Dalam Agregat Mineral Dengan Pencucian*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. (2012c). *SNI ASTM C136:2012. Metode Uji Untuk Analisis Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar (ASTM C 136-06 , IDT)*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. (2018). *Spesifikasi Umum Bina Marga 2018*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- BPS. (2020). *Kota Pekanbaru Dalam Angka 2020*.
- Kurnia, A. Y., Pataras, M., Arliansyah, J., Firmansya, J., & Chandra, Y. C. (2017). PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG DAN ABU TANDAN SAWIT TERHADAP KARAKTERISTIK LASTON WEARING COURSE DAN BINDER COURSE. *Simposium II UNIID 2017*, 2(1), 507–512.
- Prabowo, A. H. (2003). PENGARUH RENDAMAN AIR LAUT PASANG (ROB) TERHADAP KINERJA LASTON (HRS-WC) BERDASARKAN UJI MARSHALL DAN UJI DURABILITAS MODIFIKASI. *Pilar*, 12(September), 89–98.
- Sukirman, S. (2003). Perkerasan Jalan Raya. *Penerbit NOVA, Bandung*