

# PEMANFAATAN LIMBAH KULIT KENARI PADA CAMPURAN ASPAL BETON AC-BASE TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL

Muhammad Darwis<sup>a</sup>, Muhammad Rizal<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Universitas Khairun, Ternate, Indonesia

<sup>b</sup>Universitas Khairun, Ternate, Indonesia

Article history

Received

19 Agustus 2021

Received in revised form

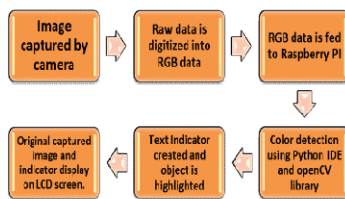
16 September 2021

Accepted

21 Agustus 2021

\*Corresponding author  
adams.rizal@yahoo.co.id

## Graphical abstract



## Abstract

The demand for quality asphalt concrete pavement in serving the intensity serves to provide support for the surface layer, reduce strain and stress, spread and continue the burden of road construction underneath. heavy traffic loads and high temperatures as well as environmental influences make researchers in the field of pavement usually add additives and substitute materials to hot asphalt mixes. The substitute material used must be of economic value and easy to obtain. Walnut shell is a material that is very easy to obtain in Indonesia, especially eastern Indonesia and also has economic value. So this walnut shell can be used as an alternative as a substitute for pavement mixtures because walnut shells have a very hard structure from the other two layers of skin.

*Keywords:* Keywords: ac-base, walnut shell, marshall test.

## Abstrak

Tuntutan kualitas perkerasan aspal beton dalam melayani intensitas berfungsi untuk memberi dukungan lapis permukaan, mengurangi regangan dan tegangan, menyebarkan dan meneruskan beban konstruksi jalan dibawahnya. beban lalu lintas yang berat dan temperatur yang tinggi dan juga pengaruh lingkungan membuat para peneliti di bidang perkerasan jalan biasanya menambahkan material tambahan dan material pengganti ke dalam campuran beraspal panas. bahan pengganti yang digunakan haruslah bernilai ekonomis dan mudah didapatkan Kulit Kenari merupakan suatu bahan yang sangat mudah didapatkan di Indonesia khususnya Indonesia bagian timur dan juga berniali ekonomis. Maka kulit kenari ini dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif sebagai bahan pengganti pada campuran perkerasan karena kulit kenari mempunyai struktur yang sangat keras dari kedua lapisan kulit lainnya.

*Kata kunci:* ac-base, kulit kenari, karakteristik marshall test.

© 2018 Penerbit Fakultas Teknik Unkhair. All rights reserved

## 1. LATAR BELAKANG

Konstruksi jalan yang dibangun di Indonesia dominan menggunakan perkerasan dengan konstruksi aspal beton. Struktur aspal beton terdiri dari campuran agregat kasar, agregat halus dan filler, serta bahan pengikat aspal yang dikerjakan secara campuran panas (hotmix). Kekuatan aspal beton banyak ditentukan oleh agregat yang memberikan dukungan yang besar bagi campuran aspal beton, karena agregat memiliki proporsi terbesar yaitu 90% - 95% dari berat campuran. Jenis lapisan yang digunakan adalah LASTON (Lapis Aspal Beton) atau yang biasa dikenal dengan lapis fondasi (Asphalt concrete - Base) AC - Base, Merupakan pondasi perkerasan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal dengan perbandingan tertentu dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas. Lapisan ini terletak dibawah lapis pengikat (AC - BC), Perkerasan AC - Base tersebut tidak berhubungan langsung dengan cuaca, tetapi perlu memiliki stabilitas untuk menahan beban lalu lintas yang disebarkan melalui roda kendaraan. Lapis Pondasi (AC - Base) tuntutan kualitas perkerasan aspal beton dalam melayani intensitas berfungsi untuk memberi dukungan lapis permukaan, mengurangi regangan dan tegangan, menyebarkan dan meneruskan beban konstruksi jalan dibawahnya. beban lalu lintas yang berat dan temperatur

yang tinggi dan juga pengaruh lingkungan membuat para peneliti di bidang perkerasan jalan biasanya menambahkan material tambahan dan material pengganti ke dalam campuran beraspal panas.

Untuk mendukung kemampuan jalan raya, maka diperlukan perkerasan beraspal yang baik, material yang baik dan perawatan yang baik pula. Campuran beraspal dapat dimodifikasi dengan menambahkan beberapa macam zat tambahan, mulai dari bahan aditif bahan kimia, sisa limbah dan bahan alam. Salah satu bahan yang digunakan dalam penelitian adalah kulit kenari. Cara memanfaatkan kulit kenari tersebut adalah dengan menggunakannya sebagai bahan pengganti pada campuran aspal

Bahan pengganti yang digunakan untuk meningkatkan kualitas dari perkerasan jalan harus dapat memberikan tambahan kekuatan pada perkerasan, selain itu bahan pengganti yang digunakan haruslah bernilai ekonomis dan mudah didapatkan, Kulit Kenari merupakan suatu bahan yang sangat mudah didapatkan di Indonesia khususnya Indonesia bagian timur dan juga bernilai ekonomis. Maka kulit kenari ini dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif sebagai bahan pengganti pada campuran perkerasan karena kulit kenari mempunyai stuktur yang sangat keras dari kedua lapisan kulit lainnya.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis mengambil judul penelitian

“Pengaruh Penambahan Kulit Kenari Sebagai Bahan Pengganti Pada Campuran Aspal Beton AC - Base Terhadap Sifat Karakteristik Marshall”

## 2. KAJIAN TEORI

### 2.1 Tahap Pemilihan Material

Pada tahap ini seluruh material yang dibutuhkan dalam penelitian dipersiapkan terlebih dahulu agar penelitian dapat berjalan dengan lancar. Dalam tahapan ini dapat dilakukan pemilihan material sebagaimana material agregat kasar, agregat kasar sedang, abu batu, Dari Kota Ternate Kelurahan Tubo, aspal penetrasi 60/70 Dari Ternate dan Kulit Kenari ini berasal dari Pulau Makean. Material yang diambil dan digunakan dalam pembuatan campuran aspal AC-Base terdiri dari :

- Agregat kasar, adalah batu pecah dengan ukuran maksimum 1½” inci atau 37,5 mm
- Agregat kasar sedang adalah agregat dengan ukuran maksimum 1/2” inci.
- Agregat halus merupakan abu batu adalah agregat dengan ukuran maksimum 0,5 mm
- Kasar sedang kulit kenari dengan ukuran maksimum 3/8 inci atau 9,50 mm.

### 2.2 Tahapan Pengujian Laboratorium

Pengujian Laboratorium memiliki tahapan-tahapan yaitu sebagai berikut :

#### a. Tahap Pemeriksaan Sifat Fisik

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap material agregat penyusun campuran beton aspal, yang dimaksudkan untuk mengetahui sifat dan karakteristik material agregat tersebut. Selain itu untuk mengetahui apakah material agregat tersebut memenuhi persyaratan atau tidak, pada tahapan -tahapan pemeriksaan sifat fisik meliputi sebagai berikut :

##### 1. Pengujian Agregat

Bahan agregat yang akan diuji berupa agregat kasar, kasar sedang dan halus (abu batu). Sebelum pembuatan benda uji, bahan - bahan tersebut diuji dengan mengacu kepada Standar Nasional Indonesia (SNI)

Tabel 1. Pengujian Agregat Kasar dan Kasar Sedang Dalam SNI

Pengujian	Acuan SNI	Persyaratan
Berat jenis dan penyerapan	SNI 03-1969-1990	Maks. 3%
Kadar lumpur	SNI 03-4141-1996	Maks. 3%
keausan agregat kasar	SNI 03-2417-1991	Maks. 40%

Tabel 2. Pengujian Agregat Halus (Abu Batu) Dalam SNI

Pengujian	Acuan SNI	Persyaratan
Berat jenis dan penyerapan	SNI 03-1970-1990	Maks. 3%
Kadar lumpur	SNI 03-4141-1996	Maks. 3%

##### 2. Pengujian Aspal

Aspal minyak yang digunakan yaitu aspal minyak penetrasi 60/70. nantinya uji di Laboratorium Jalan dan Aspal, Fakultas teknik.

Tabel 3. Pengujian Aspal Minyak Penetrasi 60/70 Dalam SNI

Pengujian	Acuan SNI	Persyaratan	Satuan
Penetrasi aspal	SNI 06-2456-1991	60 – 79	mm
Penurunan berat aspal	SNI 06-2440-1991	Maks. 0,8	%Berat
Titik lembek aspal	SNI 06-2434-1991	48 – 58	°C
Berat Jenis Aspal	SNI 06-2441-1991	Min 1,0	gr

##### b. Mix desain campuran (AC-Base)

Gradasi agregat merupakan salah satu karakteristik yang sangat menentukan kinerja perkerasan jalan. Setiap perkerasan jalan mempunyai gradasi agregat tertentu yang dapat dilihat didalam setiap spesifikasi material perkerasan jalan.

Untuk Kulit kenari yang dipakai sebagai pengganti agregat kasar sedang, sebelumnya kulit kenari diambil kemudian ditumbuk kulitnya dengan bentuk dan tekstur yang berbeda dengan pencapaian pada ukuran terkecil yang tertahan pada saringan 4,74 mm atau saringan no 4.

c. Tahap Perancangan Agregat Campuran

Pada tahap ini yang dilakukan yaitu merancang proporsi dari masing-masing fraksi agregat yang tersedia untuk mendapatkan agregat campuran AC-Base dengan gradasi yang sesuai "Pengaruh Penambahan Kulit Kenari Sebagai Bahan Pengganti Pada Campuran Aspal Beton AC-Base Terhadap Sifat Karakteristik Marshall".

d. Tahap Pembuatan Benda Uji

Pada percobaan ini menggunakan benda uji standar berupa sebuah cetakan yang berdiameter 101,6 mm (4 inci) dan tinggi 75 mm (3inci). Benda uji didapatkan dengan menggunakan alat pemadat Marshall (Marshall Compaction Hummer) dengan berat 4,54 kg ( $\pm 10$  lbs), dan tinggi jatuh 457 mm (18 inci).

Tahap pembuatan benda uji atau briket beton aspal berdasarkan proporsi agregat dan variasi kadar aspal yang telah direncanakan. Benda uji yang akan dibuat sebanyak 60 buah, dimana masing-masing kadar aspal dibuat tiga buah benda uji.

e. Perkiraan Kadar Aspal Dalam Campuran

Dari komposisi campuran untuk perkiraan nilai kadar aspal Laston ( Pb ) Sebanyak 5 kadar aspal dan variasi yang direncanakan untuk bahan pengganti dengan persen variasi kulit kenari adalah, untuk variasi pertama kulit kenari pengganti agregat kasar sedang 15%, variasi kedua 30%, dan variasi ketiga 45%, digunakan rumus untuk mengetahui komposisi campuran yang akan direncanakan kadar aspal dengan menggunakan rumus :

$$Pb = 0.035 ( 72,5 ) + 0.045 ( 23,24 ) + 0.18 ( 4,25 ) + 1 \quad (1)$$

f. Tahap Pengujian Marshall Test

Pengujian yang dilakukan pada tahap ini dimaksudkan untuk menentukan karakteristik campuran dengan cara mengetahui nilai ketahanan (stabilitas) dan kelelahan plastis (flow) pada campuran AC-Base.

### 3.0 HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Penyajian Data Sekunder

##### 3.1.1 Karakteristik Aspal Minyak Pen. 60/70

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal keras penetrasi 60/70. pemeriksaan aspal dilakukan di Laboratorium Jalan dan Aspal Fakultas Teknik. Dari hasil pemeriksaan yang dilakukan, aspal masi memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan oleh Bina Marga berdasarkan Petunjuk Lapis Aspal Beton. Rangkuman hasil pemeriksaan dilihat pada tabel 4.1 dibawa ini.

Tabel 1. Hasil Pengujian Aspal Minyak Penetrasi 60/70

No	Jenis Pengujian	Satuan	Metode	Persyaratan	Hasil Uji	Keterangan
1	Penetrasi, 25 °C,100 gr, 5 detik	0,01 mm	RSNI S-01-2003	60 - 79	67,30	Memenuhi
	Penetrasi setelah penurunan berat	% asli	RSNI S-01-2003	Min. 54	50,45	Memenuhi
2	Titik Lembek	°C	SNI 2434 : 2011	(50 - 58)	57,60	Memenuhi
3	Berat jenis	gr/cc	SNI 2441 : 2011	Min. 1,0	1,037	Memenuhi
4	Penurunan Berat (dengan TFOT)	% berat	SNI 06-2440-1991	Maks. 0,8	0,27	Memenuhi

Sumber : Hasil Pengujian dan Perhitungan Di Laboratorium Jalan dan Aspal

#### 3.2 Penyajian Data Primer

##### 3.2.1 Hasil dan Pembahasan Pengujian Material

Material yang digunakan dalam penelitian adalah material agregat dan material kulit kenari

###### 1. Material agregat

Material agregat yang digunakan pada penelitian ini berasal dari AMP Tubo sekaligus telah digunakan dalam Proyek Peningkatan Jalan Raya di Kota Ternate yang telah melalui pemeriksaan secara visual dan laboratotium. Dalam pemeriksaan secara visual dapat dilihat dari bentuk butiran dan tekstur permukaan agregat yaitu, agregat kasar, kasar sedang dan abu batu. Gambar agregat disajikan pada gambar 1 dibawah ini :



Gambar 1. Agregat Yang Digunakan

## 2. Material kulit kenari

Material kulit kenari yang digunakan sebagai pengganti agregat kasar sedang, dalam penelitian ini berasal dari pulau makean. Pemeriksaan visual dapat dilihat dari bentuk dan tekstur permukaan kulit kenari. Gambar kulit kenari disajikan pada gambar 2 dibawah ini :



Gambar 2. Kulit kenari Yang Digunakan

Untuk mengetahui karakteristik material agregat dan material kulit kenari yang digunakan dalam campuran, maka dilakukan pengujian fisik dengan hasil sebagai berikut :

### 1. Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan

Adapun hasil dari pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar, kasar sedang, kasar sedang kulit kenari dan abu batu seperti yang tertera pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Karakteristik Material

No.	Jenis Pengujian	Metode Uji	Persyaratan	Hasil Uji	Keterangan
A	Agregat Kasar (10-20 mm)				
1	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat				
	- Berat Jenis Bluk		Min. 2,5	2,507	Memenuhi
	- Berat Jenis SSD	(SNI 03-1969-1990)	Min. 2,5	2,579	Memenuhi
	- Berat Jenis Semu		Min. 2,5	2,700	Memenuhi
	- Penyerapan %		Maks. 3	2,850	Memenuhi
B	Agregat Kasar Sedang (5-10 mm)				
1	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat				
	- Berat Jenis Bluk		Min. 2,5	2,536	Memenuhi
	- Berat Jenis SSD	(SNI 03-1969-1990)	Min. 2,5	2,605	Memenuhi
	- Berat Jenis Semu		Min. 2,5	2,726	Memenuhi
	- Penyerapan %		Maks. 3	2,750	Memenuhi
C	Kulit Kenari				
1	Berat Jenis dan Penyerapan Kulit Kenari				
	- Berat Jenis Bluk		-	1,569	-
	- Berat Jenis SSD		-	1,671	-
	- Berat Jenis Semu		-	1,748	-
	- Penyerapan %		-	6,520	-
D	Agregat Halus (Abu Batu)				
1	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat				
	- Berat Jenis Bluk	(SNI 03-1969-1990)	Min. 2,5	2,566	Memenuhi
	- Berat Jenis SSD		Min. 2,5	2,632	Memenuhi

No.	Jenis Pengujian	Metode Uji	Persyaratan	Hasil Uji	Keterangan
	- Berat Jenis Semu		Min. 2,5	2,747	Memenuhi
	- Penyerapan %		Maks. 3	2,567	Memenuhi

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Jalan Dan Aspal Fakultas Teknik Unkhair

Berdasarkan tabel 4.2 dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa material agregat memenuhi spesifikasi berat jenis dan penyerapan, kecuali material kulit kenari karena kulit kenari tidak memiliki spesifikasi dan metode peniltian pada bagan alir peniltian tidak masuk pada pengujian karakteristik fisik

## 2. Pengujian Kadar Lumpur Dan Lempung

Hasil pengujian kadar lumpur dan lempung agregat kasar, kasar sedang, kasar sedang kulit kenari dan halus seperti pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Kadar Lumpur Dan Lempung

Hasil Pengujian				Spesifikasi
Kasar	Kasar Sedang	Kasar Sedang Kulit Kenari	Halus	
0,73 %	1,060 %	1,050 %	3,500 %	Maks. 5 %

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Jalan Dan Aspal Fakultas Teknik Unkhair

Pada tabel 3 diatas dapat diketahui bahwa semua material agregat memenuhi spesifikasi kadar lumpur dan lempung, kecuali material kulit kenari karena kulit kenari tidak memiliki spesifikasi dan metode peniltian pada bagan alir peniltian tidak masuk pada pengujian karakteristik fisik.

## 3. Pengujian Keausan Dengan Mesin Los Angeles

Untuk mengetahui daya tahan akibat beban atau keausan disaat melakukan pemadatan, sebagaimana hasil pengujian terdapat pada tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Hasil Pengujian Keausan Dengan Mesin Los Angeles

No Saringan	Material Agregat		Spesifikasi	Keterangan
	Hasil Pengujian			
¾ inci			Maks. 40 %	Memenuhi
½ inci	37,45 %			
⅜ inci				
Material Kulit kenari				
¾ inci			-	-
½ inci	3,04 %			
⅜ inci				

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Jalan Dan Aspal Fakultas Teknik Unkhair

Pada tabel 4. diatas dapat diketahui bahwa material agregat kasar memenuhi spesifikasi keausan agregat, kecuali material kulit kenari karena kulit kenari tidak memiliki spesifikasi dan metode peniltian pada bagan alir peniltian tidak masuk pada pengujian karakteristik fisik.

## 4. Pengujian Indeks Kepipihan

Pengujian ini dikhususkan pada agregat kasar, untuk mengetahui indeks kepipihan agregat tersebut. Adapun hasil pengujiannya seperti pada table 5 dibawah ini.

Tabel 5. Hasil Pengujian Indeks Kepipihan

No Saringan	Hasil Pengujian	Spesifikasi	Keterangan
¾ inci	22,00 %	Maks. 25 %	Memenuhi
½ inci			
⅜ inci			

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Jalan Dan Aspal Fakultas Teknik Unkhair

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa agregat memenuhi spesifikasi indeks kepipihan.

### 3.2.2 Analisa Rancangan Campuran Laston (AC-Base)

Dalam penentuan proporsi campuran agregat hampir kebanyakan menggunakan metode coba-coba (*Trial and Error*) dengan prosedur kerjanya, yaitu memahami batasan-batasan gradasi yang disyaratkan dan memasukkan data speksifikasi yang disyaratkan. Setelah diporeloh komposisi campuran dengan menggunakan metode coba-coba (*Trial and Error*), kemudian dilakukan penimbangan sesuai dengan kadar aspal presentase tertahan pada masing-masing saringan.

Dalam penelitian ditentukan nilai yang memasuki spesifikasi, karena nilai material agregat dan material kulit kenari yang dipakai tidak lolos dalam gradasi gabungan. Untuk rancangan komposisi campuran *Asphalt concrete - Base (AC-Base)* ini di bagi menjadi 4 bagian yaitu :

- 1) Gradasi gabungan rencana AC-Base yang menggunakan aspal pen. 60/70
- 2) Gradasi gabungan rencana AC-Base yang menggunakan aspal pen. 60/70 dengan kulit kenari sebagai pengganti komposisi agregat kasar sedang 5%
- 3) Gradasi gabungan rencana AC-Base yang menggunakan aspal pen. 60/70 dengan kulit kenari sebagai pengganti komposisi agregat kasar sedang 10.5%
- 4) Gradasi gabungan rencana AC-Base yang menggunakan aspal pen. 60/70 dengan kulit kenari sebagai pengganti komposisi agregat kasar sedang 16%

Pada perencanaan agregat gabungan nilai komposisi dari masing - masing agregat ditentukan secara acak, untuk bahan - bahan nilai komposisi bisa digunakan apabila hasil perhitungannya dengan nilai rata - rata persentase lolos memenuhi spesifikasi gradasi agregat gabungan. Hasil perhitungan komposisi yang digunakan seperti pada 6 dibawah ini:

Tabel 6. Komposisi Gradasi Gabungan Terhadap Variasi Material

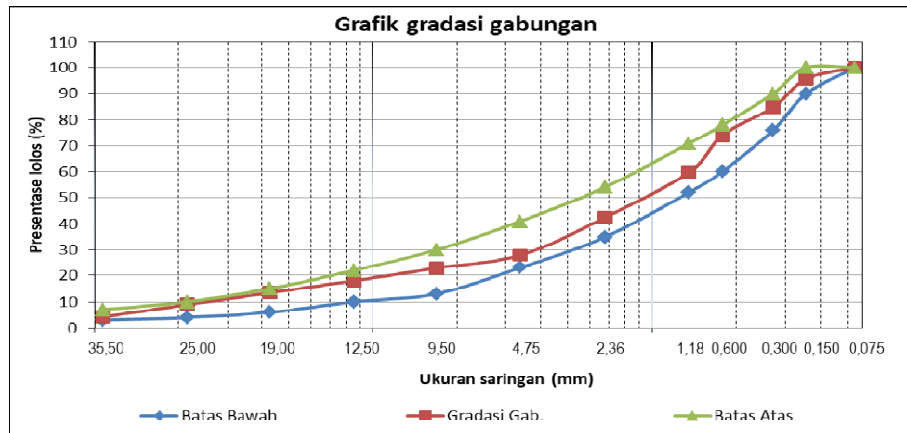
Material Agregat dan Kulit Kenari	Komposisi Gradasi Terhadap Variasi Material			
	Agregat Kasar Sedang 35%	Agregat Kasar Sedang 30% Kasar Sedang Kulit Kenari 5%	Agregat Kasar Sedang 24,5% Kasar Sedang Kulit Kenari 10,5%	Agregat Kasar Sedang 19% Kasar Sedang Kulit Kenari 16%
Agregat Kasar (%)	35%	35%	35%	35%
Agregat Kasar Sedang (%)	35%	30%	24,5%	19%
Kasar Sedang Kulit Kenari (%)	-	5%	10,5%	16%
Abu Batu (%)	30%	30%	30%	30%
Total	100%	100%	100%	100%

Sumber : Hasil Perhitungan, Tahun 2021

Dari nilai pada table 7 tersebut dikalikan dengan nilai rata – rata persentase lolos saringan dan dijumlahkan, untuk mengetahui apakah hasil pengujian memenuhi spesifikasi gradasi agregat gabungan seperti yang telah ditentukan atau tidak dan Sesuai dengan rancangan komposisi, maka dilakukan penggabungan material yang disajikan tabel perhitungan gradasi sebagai berikut :

Tabel 7. Hasil Gradasi Gabungan

No. Saringan ASTM	mm	Gradasi Gabungan	Spec AC-BASE		Spec.
			Batas Bawah	Batas Atas	
1½ inci	37,50	100	100	100	100
1 inci	25,00	95,63	90	100	90 - 100
¾ inci	19,00	84,81	76	90	76 - 90
½ inci	12,50	74,07	60	78	60 - 78
⅜ inci	9,50	59,72	52	71	52 - 71
No. 4	4,75	42,45	35	54	35 - 54
No. 8	2,36	27,94	23	41	23 - 41
No. 16	1,18	22,83	13	30	13 - 30
No. 30	0,600	18,04	10	22	10 - 22
No. 50	0,300	13,45	6	15	6 - 15
No. 100	0,150	8,92	4	10	4 - 10
No. 200	0,075	4,25	3	7	3 - 7



Gambar 3. Grafik Gradasi Gabungan

3.2.3 Analisa Rencana Kadar Aspal

Dalam penentuan rencana kadar aspal ini untuk mengetahui pemakaian kadar aspal pada campuran AC-Base. Jika kadar aspal rencana (tengah/ideal) diperoleh adalah a% maka benda uji dibuat untuk kadar aspal (a - 1)%, (a - 0,5), (a%), (a + 0,5)%, dan (a + 1)%. Adapun perhitungan kadar aspal rencana (tengah/ideal) pada campuran AC-Base adalah sebagai berikut :

1. Analisa Kadar Aspal Rencana

Kadar aspal ditentukan dengan cara perhitungan data presentase agregat tertahan tiap saringan.

Maka Pb yang dipakai adalah = 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5%

Berasarkan hasil perhitungan diperoleh kadar aspal rencana (tengah/ideal) maka, kadar aspal rencana untuk campuran gradasi material dari tiap variasi yang digunakan adalah sebesar 5,353% kemudian dibulatkan menjadi 5,5%,

Untuk mendapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO) Maka dibuat 60 buah benda uji pada komposisi agregat normal dan variasi Komposisi Material kulit kenari sebagai pengganti agregat kasar sedang yang berbeda namun menggunakan kadar aspal yang sama.

3.3 Hasil Dan Pembahasan Pengujian Marshall

Setelah selesai melakukan perencanaan penentuan kadar aspal rencana (tengah/ideal) dan komposisi campuran (Mix Design), kemudian dilanjutkan pembuatan benda uji. Sebelum melakukan pengujian dengan alat Marshall terlebih dahulu melakukan pemeriksaan volumetrik test untuk mendapatkan tinggi benda uji, diameter benda uji, berat kering, berat benda uji dalam air serta berat SSD. Kemudian di rendam selama 24 jam dan 30 menit didalam Waterbath. Dan selanjutnya dilakukan pemeriksaan dengan Marshall Test. Hasil nilai rekapan dari nilai rata-rata tiap kadar aspal benda uji tinggi dan diameter tertera pada tabel 8 di bawah ini :

Tabel 8 Hasil Nilai Rekapan Tinggi dan Dimater Benda Uji

Kadar aspal	AC-Base Normal		AC-Base Kulit Kenari 5%		AC-Base Kulit Kenari 10,5%		AC-Base Kulit Kenari 16%	
	Tinggi	Diamter	Tinggi	Diamter	Tinggi	Diamter	Tinggi	Tinggi
4,5%	6,47 cm	9,5 cm	6,90 cm	9,5 cm	7,03 cm	9,5 cm	7,30 cm	9,5 cm
5%	6,43 cm	9,5 cm	6,77 cm	9,5 cm	6,93 cm	9,5 cm	6,77 cm	9,5 cm
5,5%	6,20 cm	9,5 cm	6,73 cm	9,5 cm	6,87 cm	9,5 cm	7,47 cm	9,5 cm
6%	6,10 cm	9,5 cm	6,47 cm	9,5 cm	7,27 cm	9,5 cm	7,40 cm	9,5 cm
6,5%	5,83 cm	9,5 cm	6,53 cm	9,5 cm	7,43 cm	9,5 cm	7,60 cm	9,5 cm

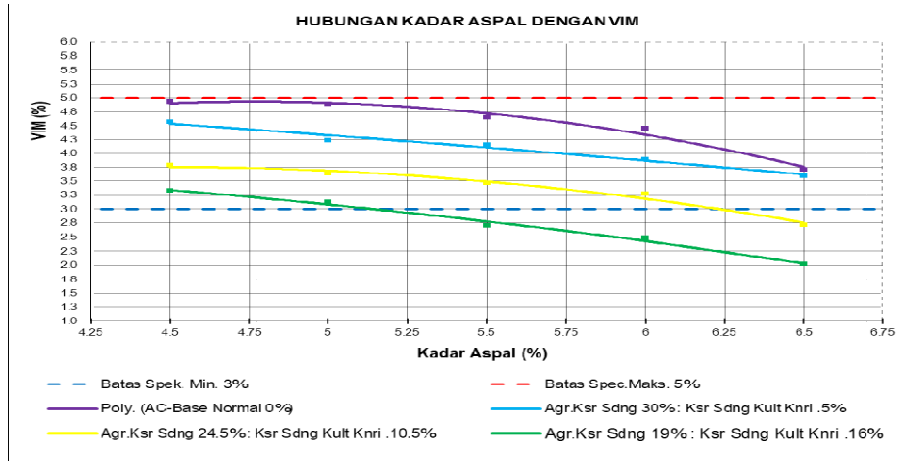
Sumber : Hasil Perhitungan, Tahun 2021

Dari hasil pengujian Marshall Test kemudian diperoleh nilai Rongga dalam Campuran atau VIM (Voids In mix), Rongga Udara dalam Mineral Agregat atau VMA (Voids In Mineral Agrregat), Rongga Udara Terisi Aspal atau VFB (Voids Filled Bitumen), Kelelehan (Flow), Stabilitas, Marshall Qoutient (MQ) dan Kadar Aspal Optimum (KAO) terhadap campuran AC-Base normal dan AC-Base menggunakan kulit kenari sebagai bahan pengganti material agregat kasar sedang dari beberapa variasi kulit kenari pada variasi kadar aspal yang

direncanakan. Hasil yang diperoleh maka, digabungkan hasil marshall pada tiap-tiap variasi dari parameter marshall, adapun gabungan dari hasil perhitungan pengujian Masrhal Test sebagai berikut :

3.3.1. Hubungan Kadar Aspal dengan VIM

Hasil pengujian dan perhitungan antara hubungan kadar aspal dengan Rongga Udara dalam Campuran atau VIM (*Voids In mix*) nilai VIM juga menunjukkan banyaknya rongga yang terdapat dalam campuran. Nilai VIM yang besar menunjukkan bahwa rongga pada benda uji besar dan kurangnya kedekatan suatu benda uji terhadap air.



Gambar 4. Grafik Gabungan Hubungan Kadar Aspal dengan VIM

Hasil perhitungan Gambar 4 menunjukkan bahwa Penggunaan material agregat dan material kulit kenari sebagai pengganti agregat kasar sedang dengan varisasi yang berbeda dalam campuran sangat berpengaruh terhadap campuran itu sendiri, semakin banyak kulit kenari yang digunakan maka semakin rendah nilai VIM. Dari nilai VIM yang didapat dari berbagai campuran material kulit kenari sebagai pengganti agregat kasar sedang akan menurunkan nilai VIM, kemudian penurunan nilai VIM itu sendiri pada rentang kadar aspal akan turun seiring dengan besarnya kadar aspal yang ditambahkan. Semakin besar kadar aspal maka semakin kecil nilai VIM. Dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa penggabungan dari hasil pengujian dan analisa perhitungan VIM (*Voids In mix*) terhadap material untuk tiap-tiap kadar aspal rencana tidak seluruhnya memenuhi spesifikasi.

- 1) Untuk campuran material Normal dengan kadar aspal rencana yaitu 4,5% sampai 6,5%. memenuhi spesifikasi.
- 2) Untuk campuran material kulit kenari sebagai pengganti agregat kasar sedang 5% dengan kadar aspal rencana yaitu 4,5% sampai 6,5% memenuhi spesifikasi.
- 3) Untuk campuran material kulit kenari sebagai pengganti agregat kasar sedang 10,5% dengan kadar aspal rencana yaitu 4,5% sampai 6,5%. Hanya rentang penggunaan kadar aspal mulai dari 4,5% sampai 6,25% yang memenuhi spesifikasi.
- 4) Untuk campuran material kulit kenari sebagai pengganti agregat kasar sedang 16% dengan kadar aspal rencana yaitu 4,5% sampai 6,5%. Hanya rentang penggunaan kadar aspal mulai dari 4,5% sampai 5% yang memenuhi spesifikasi.

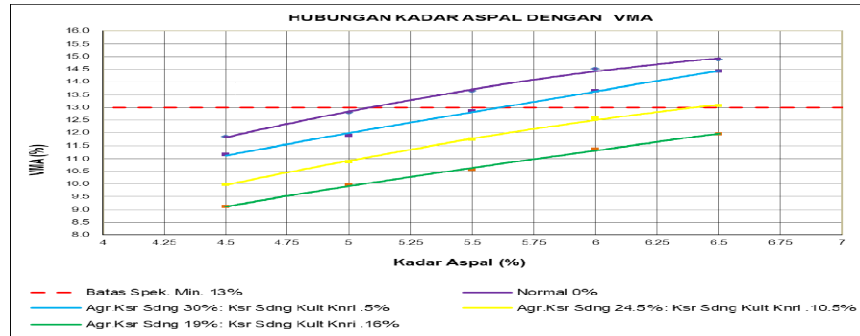
3.3.2. Hubungan Kadar Aspal dengan VMA

VMA merupakan volume pori didalam beton aspal padat atau benda uji jika seluruh aspal ditiadakan. VMA menunjukkan persentase banyaknya rongga dalam agregat yang dapat diisi oleh aspal. Untuk hasil pengujian dan perhitungan antara hubungan kadar aspal dengan Rongga Udara dalam Mineral Agregat atau VMA (*Voids In Mineral Agrregat*) dapat dilihat pada tabel 11 yang dimana sebagai berikut :

Tabel 9. Gabungan Hasil Perhitungan Nilai VMA (*Voids In Mineral Agrregat*)

AC-Base Agregat kasar sedang 35%		AC-Base Agr.Ksr Sdng 30% : Ksr Sdng Kult Knri .5%		AC-Base Agr.Ksr Sdng 24.5% : Ksr Sdng Kult Knri .10.5%		AC-Base Agr.Ksr Sdng 19% : Ksr Sdng Kult Knri .16%	
KADAR ASPAL (%)	VMA (%)	KADAR ASPAL (%)	VMA (%)	KADAR ASPAL (%)	VMA (%)	KADAR ASPAL (%)	VMA (%)
4.5	11.84	4.5	11.16	4.5	9.98	4.5	9.11
5	12.81	5	11.90	5	10.87	5	9.95
5.5	13.65	5.5	12.87	5.5	11.74	5.5	10.56
6	14.51	6	13.65	6	12.58	6	11.37
6.5	14.89	6.5	14.41	6.5	13.09	6.5	11.95





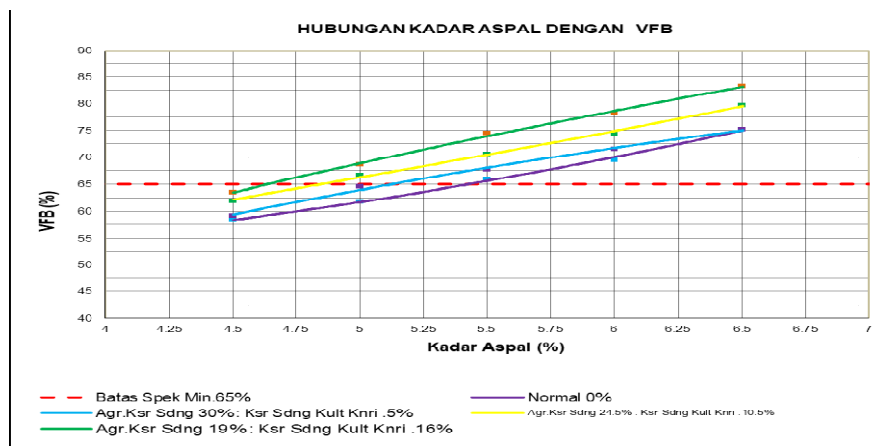
Gambar 5. Grafik Gabungan Hubungan Kadar Aspal dengan VMA

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa campuran material normal, campuran kenari sebagai pengganti agregat kasar sedang 5% dan campuran kenari sebagai pengganti agregat kasar sedang 10,5% mempunyai beberapa rentang kadar aspal yang memenuhi spesifikasi sehingga hasil yang memenuhi spesifikasi tersebut mempunyai sifat durabilitas campuran menjadi lebih tahan dalam menerima repetisi beban yang besar. Karena pengaruh nilai rongga dalam agregat (VMA) yang baik, dalam campuran membuatnya mampu untuk menampung aspal yang dapat mengikat butir-butir agregat dan kulit kenari, tanpa menemukan penggemukan atau bleeding. Dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian dan analisa perhitungan VMA (*Voids In Mineral Agregat*) terhadap material untuk tiap-tiap kadar aspal rencana tidak seluruhnya memenuhi spesifikasi.

- 1) Untuk campuran material Normal dengan kadar aspal rencana yaitu 4,5% sampai 6,5%. Hanya rentang kadar aspal 5,25% sampai 6,5% yang memenuhi spesifikasi.
- 2) Untuk campuran material kulit kenari sebagai pengganti agregat kasar sedang 5% dengan kadar aspal rencana yaitu 4,5% sampai 6,5%. Hanya rentang kadar aspal 6,75% sampai 6,5% yang memenuhi spesifikasi.
- 3) Untuk campuran material kulit kenari sebagai pengganti agregat kasar sedang 10,5% dengan kadar aspal rencana yaitu 4,5% sampai 6,5%. Hanya penggunaan kadar aspal 6,5% yang memenuhi spesifikasi.
- 4) Untuk campuran material kulit kenari sebagai pengganti agregat kasar sedang 16% dengan kadar aspal rencana yaitu 4,5% sampai 6,5%. Tidak memenuhi spesifikasi.

### 3.3.3. Hubungan Kadar Aspal dengan VFB

VFB merupakan persentase rongga yang terisi aspal pada campuran setelah mengalami proses pematatan, Bisa dikatakan VFB merupakan persentase volume aspal yang menyelimuti agregat. VFB biasa disebut dengan rongga terisi aspal. Semakin tinggi nilai VFB menandakan semakin banyaknya rongga dalam campuran yang terisi aspal sehingga campuran menjadi lebih kedap terhadap air dan udara. Nilai VFB yang terlalu kecil akan menyebabkan campuran kurang kedap terhadap air dan udara sehingga campuran aspal mudah teroksidasi yang akhirnya menyebabkan lapis perkerasan tidak tahan lama.



Gambar 6. Grafik Gabungan Hubungan Kadar Aspal dengan VFB

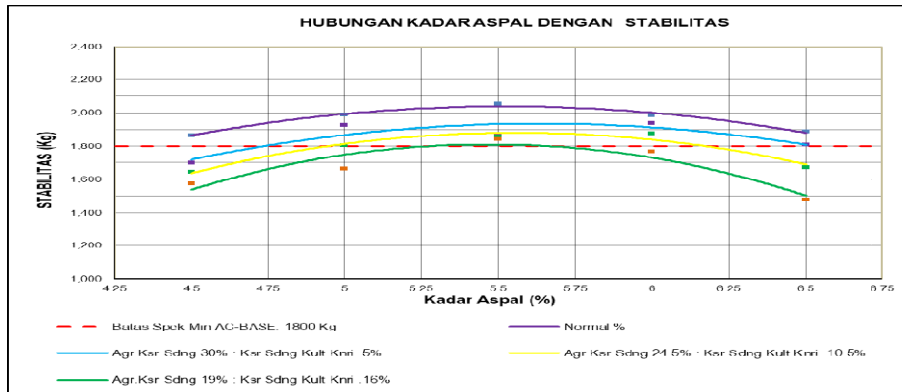
Dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian dan analisa perhitungan untuk VFB (*Voids Filled Bitumen*) terhadap material variasi kulit kenari untuk tiap-tiap kadar aspal rencana tidak seluruhnya memenuhi spesifikasi .

- 1) Untuk campuran material Normal dengan kadar aspal rencana yaitu 4,5% sampai 6,5%. Hanya rentang kadar aspal 4,75% sampai 6,5 yang memenuhi spesifikasi.
- 2) Untuk campuran material kulit kenari sebagai pengganti agregat kasar sedang 5% dengan kadar aspal rencana yaitu 4,5% sampai 6,5%. Hanya rentang kadar aspal 4,25% sampai 6,5% yang memenuhi spesifikasi.
- 3) Untuk campuran material kulit kenari sebagai pengganti agregat kasar sedang 10,5% dengan kadar aspal rencana yaitu 4,5% sampai 6,5%. Hanya rentang kadar aspal 5,25% sampai 6,5% yang memenuhi spesifikasi.

4) Untuk campuran material kulit kenari sebagai pengganti agregat kasar sedang 16% dengan kadar aspal rencana yaitu 4,5% sampai 6,5%. Hanya rentang kadar aspal 5,5% sampai 6,5% yang memenuhi spesifikasi.

3.3.4. Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas

Stabilitas AC-Base merupakan kemampuan lapisan perkerasan yang tidak langsung menerima beban dari kendaraan melainkan harus melalui pegikat perkerasan lain untuk menyebarkan beban, karena lapisan ini merupakan lapisan penahan dari beberapa lapisan lainnya, dalam tuntutan perkerasan aspal beton dalam melayani intensitas dan berfungsi untuk memberi dukungan lapis permukaan, mengurangi regangan dan tegangan, menyebarkan dan meneruskan beban konstruksi jalan dibawahnya maka perlu adanya Nilai stabilitas. Stabilitas juga menunjukkan kemampuan perkerasan untuk menahan deformasi akibat beban yang bekerja. Volume lalu lintas yang tinggi membutuhkan stabilitas yang besar.



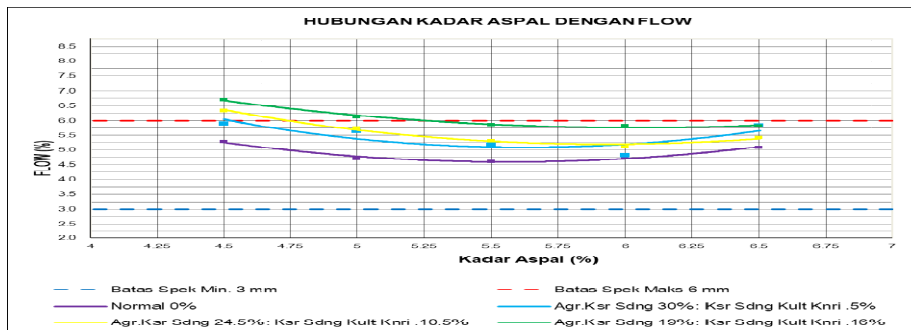
Gambar 7. Grafik Gabungan Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas.

Hasil perhitungan diatas menunjukkan bahwa hubungan antara kadar aspal dengan stabilitas serta analisa terhadap variasi kulit kenari sebagai agregat kasar sedang, dimana terjadi penurunan nilai stabilitas jika semakin banyak kulit kenari yang digunakan, dari hasil nilai pada campuran normal dan campuran menggunakan beberapa variasi kulit kenari sebagai pengganti agregat kasar sedang memenuhi spesifikasi 1800 kg. Untuk nilai stabilitas yang didapatkan dari berbagai campuran kadar aspal dimana dengan penambahan kadar aspal akan menaikkan nilai stabilitas namun stabilitas akan turun jika sudah mencapai kadar aspal optimum. Hasil pada grafik gabungan diatas dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian dan analisa perhitungan untuk stabilitas seluruhnya tidak memenuhi spesifikasi.

- 1) Untuk campuran material Normal dengan kadar aspal rencana yaitu 4,5% sampai 6,5%. memenuhi spesifikasi.
- 2) Untuk campuran material kulit kenari sebagai pengganti agregat kasar sedang 5%, dengan kadar aspal 5% sampai 6,5% memenuhi spesifikasi sedangkan kadar aspal 4,5% tidak memenuhi spesifikasi dengan nilai stabilitas 1698,84 kg.
- 3) Untuk campuran material kulit kenari sebagai pengganti agregat kasar sedang 10, 5%, dengan kadar aspal 5% sampai 6, % memenuhi spesifikasi sedangkan kadar aspal 4,5% dan 6,5% tidak memenuhi spesifikasi dengan nilai stabilitas 1643,29 kg dan 1672,41 kg.
- 4) Untuk campuran material kulit kenari sebagai pengganti agregat kasar sedang 16%, dengan kadar aspal 5% memenuhi spesifikasi sedangkan kadar aspal 4,5%, 5% 6% dan 6,5% tidak memenuhi spesifikasi dengan nilai stabilitas 173,86 kg, 1661,81 kg, 1767,97% dan 1476,50 kg.

3.3.5. Hubungan Kadar Aspal dengan Flow

Nilai flow menyatakan besarnya deformasi yang terjadi pada suatu lapis perkerasan akibat beban lalu lintas. suatu campuran dengan nilai flow yang tinggi akan cenderung lembek, sehingga mudah berubah bentuk jika menerima beban. Sebaliknya jika nilai flow rendah maka campuran menjadi kaku dan mudah retak jika menerima beban yang melampaui daya dukungnya.



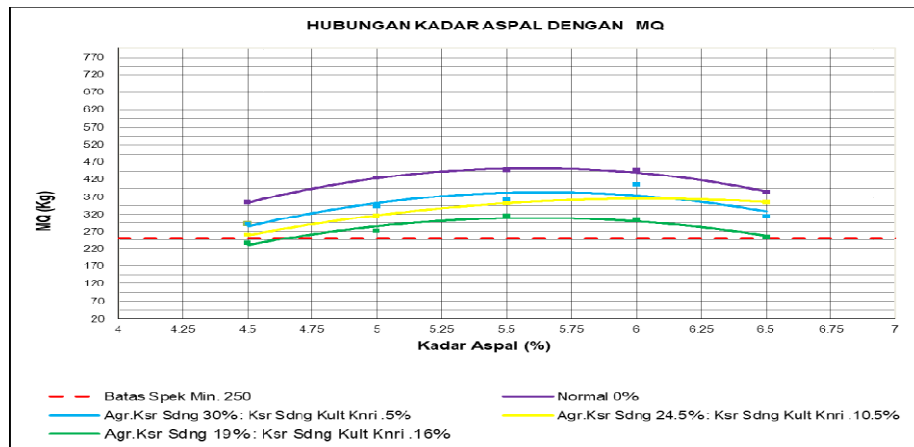
Gambar 8. Grafik Gabungan Hubungan Kadar Aspal dengan Flow

Hasil perhitungan diatas menunjukkan bahwa hubungan antara kadar aspal dengan Flow serta analisa terhadap variasi kulit kenari sebagai agregat kasar sedang, dimana terjadi kelelahan semakin tinggi jika semakin banyak kulit kenari yang digunakan, dari hasil nilai pada variasi kulit kenari dengan rentang kadar aspal yang berbeda memenuhi spesifikasi sedangkan variasi kulit kenari dengan rentang kadar aspal lainnya tidak memenuhi spesifikasi, nilai Flow yang didapatkan dari berbagai campuran kadar aspal dimana dengan penambahan kadar aspal akan menurunkan nilai flow namun nilai akan naik jika sudah mencapai kadar aspal optimum. Hasil pada pada nilai diatas dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian dan analisa perhitungan untuk Flow seluruhnya tidak memenuhi spesifikasi.

- 1) Untuk campuran material Normal dengan kadar aspal rencana yaitu 4,5% sampai 6,5%. memenuhi spesifikasi.
- 2) Untuk campuran material kulit kenari sebagai pengganti agregat kasar sedang 5% dengan kadar aspal rencana yaitu 4,5% sampai 6,5% memenuhi spesifikasi.
- 3) Untuk campuran material kulit kenari sebagai pengganti agregat kasar sedang 10,5% dengan kadar aspal rencana yaitu 4,5% sampai 6,5%. Hanya rentang penggunaan kadar aspal mulai dari 4,75% sampai 6,5% yang memenuhi spesifikasi.
- 4) Untuk campuran material kulit kenari sebagai pengganti agregat kasar sedang 16% dengan kadar aspal rencana yaitu 4,5% sampai 6,5%. Hanya rentang penggunaan kadar aspal mulai dari 5,25% sampai 6,5% yang memenuhi spesifikasi.

### 3.3.6. Hubungan Kadar Aspal dengan MQ

Nilai Marshall Quotient yang tinggi menunjukkan kekakuan dari perkerasan dan berakibat mudah timbul retak-retak. Sebaliknya jika nilai Marshall Quotient rendah menunjukkan campuran terlalu plastis yang berakibat perkerasan mudah mengalami deformasi pada saat menerima beban lalu lintas.



Gambar 9. Grafik Gabungan Hubungan Kadar Aspal dengan MQ

Hasil perhitungan diatas menunjukkan bahwa penggantian kulit kenari sebagai pengganti agregat kasar pada campuran aspal menyebabkan nilai Marshall Quotient semakin rendah jika semakin banyak kulit kenari yang digunakan. Hal ini dikarenakan semakin banyak penambahan kulit kenari maka menjadikan campuran tersebut menjadi plastis/fleksibel. Kenaikan dan penurunan nilai MQ dipengaruhi oleh stabilitas dan flow pada campuran. Stabilitas yang kecil dan flow yang besar menghasilkan campuran yang lembek dan mudah berubah bentuk jika terjadi beban.

Hasil diatas dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian dan analisa perhitungan untuk Marshall Quotient bahwa dari rentang kadar aspal seluruhnya tidak memenuhi spesifikasi.

- 1) Untuk campuran material Normal dengan kadar aspal rencana yaitu 4,5% sampai 6,5%. memenuhi spesifikasi.
- 2) Untuk campuran material kulit kenari sebagai pengganti agregat kasar sedang 5% dengan kadar aspal rencana yaitu 4,5% sampai 6,5% memenuhi spesifikasi.
- 3) Untuk campuran material kulit kenari sebagai pengganti agregat kasar sedang 10,5% dengan kadar aspal rencana yaitu 4,5% sampai 6,5%. memenuhi spesifikasi.
- 4) Untuk campuran material kulit kenari sebagai pengganti agregat kasar sedang 16% dengan kadar aspal rencana yaitu 4,5% sampai 6,5%. Hanya rentang penggunaan kadar aspal mulai dari 5,5% sampai 6,5% yang memenuhi spesifikasi.

## 3.5 Hasil Dan Pembahasan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Setelah selesai melakukan pengujian marshall dan perhitungan marshall selanjutnya dilakukan penentuan kadar aspal optimum (KAO). Untuk Rencana Kadar Aspal Optimum pada masing-masing variasi material sebagai berikut :

### 3.5.1. Hasil Dan Pembahasan Penentuan (KAO) terhadap Material Normal

Dari hasil perhitungan penentuan kadar aspal optimum terhadap material normal diatas dapat disimpulkan bahwa rentang dari kadar aspal yang direncanakan dalam campuran aspal padaperkerasan AC-Base dapat ditentukan kadar optimumnya karena masih memenuhi syarat penentuan. Dengan demikian penentuan kadar aspal optimum adalah  $\frac{5,6+6,5}{2} = 6,05$ . Jadi untuk kadar aspal optimum dalam material normal dengan rentang kadar aspal 5.6% sampai 6,5% pada gambar 4.13 adalah 6,05%.

### 3.5.2. Hasil Dan Pembahasan Penentuan (KAO) Terhadap Material Kulit Kenari 5%

Dari hasil perhitungan penentuan kadar aspal optimum terhadap material kulit kenari 5% diatas dapat disimpulkan bahwa rentang dari kadar aspal yang direncanakan dalam campuran aspal padaperkerasan AC-Base menggunakan kulit kenari 5% dapat ditentukan kadar optimumnya karena masih memenuhi syarat penentuan. Dengan demikian penentuan kadar aspal optimum adalah  $\frac{5,6+6,5}{2} = 6,05$ . Jadi untuk kadar aspal optimum dalam material kulit kenari 5% dengan rentang kadar aspal 5.6% sampai 6,5% pada gambar 4.13 adalah 6,05%.

### 3.5.3. Hasil Dan Pembahasan Penentuan (KAO) Terhadap Material Kulit Kenari 10,5%

Dari hasil penentuan kadar aspal optimum diatas dapat disimpulkan bahwa dalam material kulit kenari sebagai pengganti agregat kasar sedang dengan komposisi 10,5% tidak dapat ditentukan kadar aspal optimum karena satu dari keenam parameter penentuan kadar aspal optimum tersebut tidak memenuhi penentuan yang disyaratkan.

### 3.5.4. Hasil Dan Pembahasan Penentuan (KAO) Terhadap Material Kulit Kenari 16%

Penentuan kadar aspal optimum diatas dapat disimpulkan bahwa dalam material kulit kenari sebagai pengganti agregat kasar sedang dengan komposisi campuran 16% tidak dapat ditentukan kadar aspal optimum karena satu dari keenam parameter penentuan kadar aspal optimum tersebut tidak memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Dimana satu dari parameter tersebut adalah VMA (Voids In Mineral Agregat) Karena hasil dari nilai VMA tidak mencapai nilai batas minimal dari spesifikasi yaitu 13 mm

### 3.5.5. Hasil Rekapitulasi Penentuan (KAO) Terhadap Variasi Material

Dari hasil rekapitulasi menunjukkan bahwa komposisi campuran agregat normal dan campuran agregat menggunakan kulit kenari kasar sedang 5% memenuhi syarat penentuan kadar aspal optimum, untuk campuran agregat menggunakan variasi kulit kenari kasar sedang dari, 10,5% dan 16% Tidak memenuhi syarat penentuan kadar aspal optimum karena beberapa parameter marshall tidak memenuhi penentuan kadar aspal optimum (KAO).

## 4. Kesimpulan dan Saran

### 4.1 Kesimpulan

Dari hasil kesimpulan berdasarkan analisis data hasil penelitian dan pembahasan dilakukan yang ditinjau dari Marshall Test, ada beberapa parameter marshall dan rentang kadar aspal yang tidak memenuhi spesifikasi diantara lain :

- Pada komposisi campuran agregat Normal untuk nilai VIM, VMA, VFB Flow, Stabilitas dan MQ, parameter dan rentang kadar aspal memenuhi spesifikasi hanya beberapa rentang kadar aspal yang tidak memenuhi spesifikasi yaitu, VMA : kadar aspal 4,5% = 11,84%, kadar aspal 5% = 12,81%, VFB : kadar aspal 4,5% = 58,33%.
- Pada variasi komposisi campuran 5% dan 10,5% kulit kenari, untuk nilai VIM, VMA, VFB, Flow, Stabilitas dan MQ, parameter dan rentang kadar aspal memenuhi spesifikasi, hanya beberapa rentang kadar aspal yang tidak memenuhi spesifikasi. yaitu, komposisi campuran 5%, VMA : kadar aspal 4,5% = 11,16%, kadar aspal 5% = 11,90%, VFB : kadar aspal 4,5% = 59,18%, dan 5% = 64,59% Stabilitas : kadar aspal 4,5% = 1698,84 kg, untuk komposisi 10,5% VIM : kadar aspal 6,5% = 2,71%, VMA : kadar aspal 4,5% = 9,98%, 5% = 10,87%, 5,5% = 11,75%, 6% = 12,58%, %, Stabilitas : kadar aspal 4,5% = 1643,29 kg, dan 6,5% = 1672,41 kg.
- Pada variasi komposisi campuran 5% dan 10,5% kulit kenari, untuk nilai VIM, VMA, VFB, Flow, Stabilitas dan MQ, parameter dan rentang kadar aspal memenuhi spesifikasi, hanya beberapa rentang kadar aspal yang tidak memenuhi spesifikasi. yaitu, komposisi campuran 5%, VMA : kadar aspal 4,5% = 11,16%, kadar aspal 5% = 11,90%, VFB : kadar aspal 4,5% = 59,18%, Stabilitas : kadar aspal 4,5% = 1698,84 kg, 5% = 1925,66 kg, 5,5% = 1871,01 kg, 6% = 1939,99 kg, 6,5% = 1806,20 kg, untuk komposisi 10,5% VIM : kadar aspal 6,5% = 2,71%, VMA : kadar aspal 4,5% = 9,98%, 5% = 10,87%, 5,5% = 11,75%, 6% = 12,58%, %, Stabilitas : kadar aspal 4,5% = 1643,29 kg, 5% = 1805,30 kg, 5,5% = 1858,46 kg, 6% = 1877,88 kg, 6,5% = 1672,41 kg, Flow : kadar aspal 4,5% = 6,33%.
- Pada variasi komposisi campuran 16% kulit kenari untuk nilai VIM, VFB, Flow Stabilitas dan MQ, parameter dan rentang kadar aspal memenuhi spesifikasi, hanya VMA dan beberapa rentang kadar aspal yang tidak memenuhi spesifikasi yaitu, VIM : kadar aspal 5,5% = 2,70, 6% = 2,48%, 6,5% = 2,02%, VMA : kadar aspal 4,5% = 9,11%, 5% = 9,95%, 5,5% = 10,56%, 6% = 11,37%, 6,5% = 11,95%, VFB : kadar aspal 5% = 68,60%, 5,5% = 74,49%, 6% = 78,17%, 6,5% = 83,32%, Stabilitas : 4,5% = 1573,86 kg, 5% = 1661,81 kg, 6%

= 1767,97 kg, 6,5% = 1476,50 kg. Flow : kadar aspal 4,5% = 6,70 dan 5% = 6,13%, MQ : kadar aspal 4,5% = 234,84%

Penentuan kadar aspal optimum dari uji Marshall test hanya KomposisiI campuran normal dan kulit kenari 5% yang bisa menentukan KAO dengan Nilai 6,05%, untuk komposisi campuran kenari 10,5% dan 16%, tidak memenuhi parameter penentuan kadar aspal optimum.

Nilai stabilitas variasi penggunaan kulit kenari 5%, dengan nilai tertinggi adalah 1939,99 kg, 10,% dengan nilai tertinggi adalah 1877,88 kg, dan 16% dengan nilai tertinggi adalah 1843 kg. Stabilitas dari komposisi campuran kulit kenari sebagai agregat kasar sedang tidak meningkatkan nilai stabilitas dari komposisi agregat normal, semakin besar penggunaan kasar sedang kulit kenari semakin menurun nilai nilai Stabilitas.

#### 4.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih dengan Menggunakan atau menambahkan jenis uji lain (tidak hanya uji Marshall) seperti uji kelekatan agregat teradap aspal uji kuat tekan dan kuat tarik tidak langsung.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai presentase kulit kenari sebagai Filler
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada jenis lapisan perkerasan Lataston

#### References

- [1] S. Yusa Eko Saputro, Kismartini, "Pengelolaan sampah berbasis masyarakat melalui bank sampah," *Indones. J. Conserv.*, vol. 04, pp. 83–94, 2015.
- [2] A. S. Suryani, "( Studi Kasus Bank Sampah Malang ) ( A Case Study of MalangWaste Bank ) Anih Sri Suryani," *Aspirasi*, pp. 71–84, 2014.
- [3] Bada Pusat Statistik Kota Ternate, "Kota Ternate Dalam Angka 2018," 2018.
- [4] J. Sahil, M. Henie, I. Al, F. Rohman, and I. Syamsuri, "Sistem Pengelolaan dan Upaya Penanggulangan Sampah Di Kelurahan Dufa- Dufa Kota Ternate," *Bioedukasi*, vol. 4, no. 2, 2016.
- [5] Kementerian Negara Lingkungan Hidup, "Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2012 Tentang Pedoman Pelaksanaan Reduce, Reuse, Dan Recycle Melalui Bank Sampah," 2012.
- [6] T. Aryenti, Kustiasih, "Kajian Peningkatan Tempat Pembuangan Sampah Sementara Sebagai Tempat Pengelolaan Sampah Terpadu Increasing of Temporary Disposal Site as an Integrated Waste Management," *Permukiman*, vol. 8, no. 2, pp. 89–97, 2013.
- [7] W. P. Bahtiar, Zulkifli Ahmad, "Sampah Rumah Tangga di Ternate Sampah Rumah Tangga di Ternate," no. May, 2019.
- [8] I. I. R. Endang Wahyuningtyas , Lubena, "model skematik desain bangunan Bank Sampah di Depok Jawa Barat," vol. 2, no. 1, pp. 1–9, 2017.