



## ANALISIS VARIASI PERENDAMAN SPENT CATALYST RCC (LIMBAH PERTAMINA) SEBAGAI FILLER PADA CAMPURAN ASPAL PANAS AC-WC

Rudi\*

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Perencanaan, Universitas Pohnuato  
Jl. Trans Sulawesi No. 47 kabupaten Pohnuato Provinsi Gorontalo  
\*E-mail: rudistaisyah@gmail.com

### Abstract

*This research tries to use an RCC (Residium Catalytic Cracking) Pertamina waste filler from the oil process in Balikpapan which is expected to increase the resistance of asphalt concrete pavements to damage caused by weather and traffic. The purpose of this study was to analyze the effect of the duration of immersion on the characteristics of hot asphalt mixtures (AC-WC) using Spent Catalyst RCC (Pertamina waste) as a filler. The method used is the Marshall characteristic test with a variation of immersion 2 days, 4 days, 7 days, and 11 days. The results showed that the use of an RCC (Residium Catalytic Cracking) Pertamina waste would affect the asphalt concrete mixture. Asphalt concrete mixture has decreased strength along with the duration of immersion. Longer immersion causes the value of stability to decrease. Soaking stability values within 30 minutes obtained 1,684.27 kg. The immersion stability value within 2 days was reduced to 1,420.09 kg*

**Keywords:** *Immersion duration; Marshall characteristics; RCC catalyst*

### Abstrak

Penelitian ini mencoba menggunakan sebuah *filler* limbah pertamina RCC (*Residium Catalytic Cracking*) dari proses minyak di Balikpapan yang diharapkan meningkatkan ketahanan trotoar beton aspal terhadap kerusakan yang disebabkan oleh cuaca dan lalu lintas. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh durasi perendaman terhadap karakteristik campuran aspal panas (AC-WC) yang menggunakan *Spent Catalyst RCC* (limbah pertamina) sebagai *filler*. Metode yang digunakan yaitu uji karakteristik Marshall dengan variasi perendaman 2 hari, 4 hari, 7 hari, dan 11 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan sebuah limbah pertamina RCC (*Residium Catalytic Cracking*) akan mempengaruhi campuran beton aspal. Campuran beton aspal mengalami penurunan kekuatan seiring dengan lamanya durasi perendaman. Perendaman yang lebih lama menyebabkan nilai stabilitas berkurang. Nilai stabilitas perendaman dalam waktu 30 menit diperoleh 1.684,27 kg. Nilai stabilitas perendaman dalam waktu 2 hari berkurang ke 1.420,09 kg

**Kata kunci :** *Durasi perendaman; Katalis RCC; karakteristik Marshall*

### 1. PENDAHULUAN

Spent Catalyst RCC (*Residium Catalytic Cracking*) atau biasa disebut dengan katalis bekas (*spent catalyst*) merupakan limbah dari proses perengkahan minyak bumi. Perengkahan (*cracking*) yaitu proses pemecahan molekul hidrokarbon besar menjadi molekul hidrokarbon yang lebih kecil sehingga memiliki titik didih rendah dan stabil. Destilasi yaitu proses pemisahan minyak mentah menjadi minyak siap pakai, satu kali proses destilasi dihasilkan 26 ton spent catalyst dan proses destilasi dilakukan dalam 1 bulan sekali. *Spent Catalyst RCC* digunakan hanya satu kali pada proses destilasi (Data Operasional pertamina RU V Balikpapan).

Bahan pengisi (*filler*) dijadikan sebagai bahan tambahan dan pengisi, berfungsi sebagai pengeras selaput aspal yang menyelimuti partikel-partikel agregat, sehingga dapat diperoleh kedudukan agregat yang lebih stabil

dan kekakuan adukan mortar dalam campuran. Terlampau tinggi kadar *filler* maka cenderung menyebabkan campuran menjadi getas, pada sisi lain kadar *filler* yang terlampau rendah menyebabkan campuran menjadi lembek pada temperatur yang relatif tinggi. *Spent Catalyst RCC* digunakan sebagai *filler* dengan cara dihaluskan sampai lolos pada saringan No. 200. Sifat-sifat fisik *spent catalyst RCC* yaitu berbentuk butiran halus dengan warna putih. Adapun sifat kimianya yaitu terdapat unsur  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (Alumina),  $\text{SiO}_2$  (Silica), dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (Ferioksida).

*Filler* dapat dibuat dari berbagai jenis. Salah satunya adalah pasir laut. Karena pasir alam tidak mengandung zat garam dan bisa digunakan untuk campuran semen. Sedangkan pasir laut mengandung zat garam yang dapat mengakibatkan karat pada beton bertulang. Pasir alam adalah material yang tidak terbaru, yang mungkin saja dimasa yang akan datang sulit untuk mendapatkannya, dan walaupun masih ada kemungkinan harganya sudah sangat mahal. Sedangkan pasir laut masih sangat banyak tersedia, karena belum dieksploitasi. Untuk mengantisipasi permasalahan keterbatasan material (khususnya pasir alam) yang mungkin terjadi dimasa yang akan datang, digunakan pasir laut sebagai alternatif pengganti *filler* pada campuran perkerasan jalan [1].

Aspal merupakan salah satu material yang digunakan sebagai bahan pembuatan jalan raya, material ini dipilih karena hasil akhirnya yang baik dan nyaman sebagai perkerasan fleksibel. Untuk meminimalisir bahan dasar aspal, yaitu dengan menambahkan bahan tambahan dalam campuran yang sifatnya mampu mengatasi kelemahan yang dimiliki aspal. Pemanfaatan plastik Abu Batu Bara (*bottom ash*) sebagai filler dalam campuran AC (*Asphalt Concrete*) guna peningkatan nilai stabilitasnya, dan durabilitas, sekaligus salah satu langkah kongkrit sebagai penanganan pengurangan limbah dengan peningkatan nilai fungsinya. *Fly ash* dan *bottom ash* merupakan limbah padat yang dihasilkan dari pembakaran batu bara pada pembangkit tenaga listrik [2]

Marmer atau batu pualam merupakan batuan hasil proses metamorfosa atau malihan dari batu gamping. Marmer banyak digunakan untuk bangunan seperti ubin lantai, dinding, dekorasi atau hiasan, ornamen dan perabot rumah tangga. Dari hasil analisis kimia limbah marmer menunjukkan kandungan Kalsium Oksida yang paling besar, diatas 50 %. Dengan kandungan Kalsium Oksida ( $\text{CaO}$ ) yang terdapat pada limbah marmer memungkinkan akan memiliki peranan sebagai penguat (*reinforcement*) dalam campuran aspal [3]

Menurut Departemen Pekerjaan Umum (2013) untuk menentukan karakteristik marshall dilakukan perendaman  $60^\circ\text{C}$  selama 30 menit dan perendaman  $60^\circ\text{C}$  selama 24 jam dilakukan untuk menentukan IKS suatu campuran [4]. Dari uraian tersebut di atas menjadi latar belakang untuk mengadakan penelitian ini. Adapun Tujuan penelitian yaitu untuk menganalisis pengaruh durasi perendaman terhadap karakteristik campuran aspal panas (AC-WC) yang menggunakan *Spent Catalyst RCC* (limbah pertamina) sebagai *filler*, untuk mengetahui pengaruh perendaman dilakukan variasi durasi perendaman yaitu 2, 4, 7 dan 11 hari. Dari penelitian ini diharapkan bisa memberikan informasi mengenai karakteristik dan sifat dari material *Spent Catalyst RCC* (limbah pertamina) sebagai filler pada campuran aspal panas AC-WC.

## 2. MATERIAL DAN METODE PENELITIAN

### 2.1. Material

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu pecah 1-2, batu pecah 0,5-1, abu batu dan limbah pertamina bahan bakunya didatangkan dari Bili-Bili dan Balikpapan. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium jalan dan aspal Universitas "45" Makassar.

#### 2.1.1. Jenis Konstruksi Perkerasan

Berdasarkan jenis bahan pengikatnya, perkerasan jalan dapat dibedakan atas :

- a. Perkerasan Lentur (*Flexibel Pavement*)
- b. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)
- c. Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*) [5]

#### 2.1.2. Agregat

Berdasarkan ukuran partikel-partikel agregat, agregat dapat dibedakan atas :

1. Agregat kasar adalah agregat yang tertahan pada saringan no 8. Dimana agregat yang digunakan terdiri dari batu pecah atau kerikil dalam keadaan kering, bersih dari lempung, kotoran-kotoran, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang tidak dikehendaki, dan mendekati gradasi. Agregat kasar juga harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :
  - a. Gradasi agregat AASHTO T27-82
  - b. Keausan agregat dengan mesin Los Angeles pada 500 putaran 12 bola baja AASHTO T96-77 (1982) maksimum 40%
  - c. Berat jenis curah (bulk) AASHTO T84-88 minimum 2,5
  - d. Penyerapan air maksimum 3%
2. Agregat halus adalah material yang pada prinsipnya lolos saringan No 8 dan tertahan pada saringan no 200. Agregat halus dapat berupa pasir, batu pecah atau kombinasi dari keduanya. Sifat-sifat khas yang diperlukan dari agregat adalah sudut permukaan, kekasaran permukaan, bersih dan bukan bahan organik. Agregat halus juga harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :
  - a. Gradasi agregat AASHTO T27-82

- b. Nilai Sand Equivalent dari agregat halus AASHTO T-176 min. 50%
- c. Berat jenis semu AASHTO T84-88 minimum 2,5
- d. Penyerapan air maksimum 3% [6]

### 2.1.3. Bahan Pengisi (Filler)

Filler adalah material yang lolos saringan no 200 dan termasuk kapur hidrat, abu terbang, portland semen dan abu batu. *Filler* dapat berfungsi untuk mengurangi kepekaan terhadap temperatur serta mengurangi jumlah rongga udara dalam campuran, namun demikian jumlah *filler* harus dibatasi pada suatu batas yang menguntungkan. Bahan pengisi (filler) juga harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a. Gradasi agregat AASHTO T27-82
- b. Berat jenis semu AASHTO T84-88 minimum 2,5
- c. Penyerapan air maksimum 3% [5]

### 2.1.4. Limbah Pertamina (*Spent catalyst RCC*)

*Catalyst* adalah suatu produk yang berfungsi mempercepat perengkahan minyak mentah. *Spent* adalah katalis bekas hasil pemrosesan di dalam reaktor. *RCC* adalah suatu unit dalam Pertamina yang mengelola minyak mentah yang memiliki fraksi yang berat yaitu residu untuk melakukan perengkahan menggunakan katalis. Ada 2 katalis yang digunakan di dalam proses pengilangan minyak bumi sehingga terbentuk katalis bekas, yaitu *catalytic cracking* dan *thermal cracking* semuanya ini digunakan pada industri petrokimia [7]

### 2.1.5. Spesifikasi Bahan Pengikat (Aspal)

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat. Bersifat (termoplastis), yaitu mencair jika dipanaskan sampai pada suhu tertentu dan akan kembali membeku jika temperatur mulai turun [8]

### 2.1.6. Jenis Aspal

Berdasarkan cara diperolehnya aspal dapat dibedakan atas :

- a. Aspal alam adalah aspal yang secara alamiah terjadi di alam.
- b. Aspal yang termasuk dalam kategori aspal buatan adalah aspal minyak dan tar, akan tetapi tar tidak umum digunakan pada perkerasan jalan karena lebih cepat mengeras, peka terhadap perubahan temperature dan beracun [9]

## 2.2. Metodologi Penelitian.

### 2.2.1. Pengujian Viskositas Aspal

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mendapatkan nilai viskositas aspal untuk menentukan suhu pencampuran dan pematatan campuran beraspal panas. Pengujian viskositas sering kali didasarkan pada laju aliran dapat dengan mudah dilakukan pada suhu yang tinggi seperti temperature 600C (1400F). Koefisien viskositas adalah perbandingan antara tegangan geser yang diberikan dengan laju geser. Satuan viskositas dalam standar internasional (SI) adalah pascal sekon (Pa.s). satuan viskositas dalam sistem centimeter gram sekon (cgs) adalah poise (dyreis/cm<sup>2</sup>) [10].

### 2.2.2. Jenis Semen Aspal

Agregat halus juga harus memenuhi persyaratan-persyaratan semen aspal dapat dibedakan berdasarkan nilai penetrasi atau viskositasnya. Berdasarkan nilai penetrasinya, AASHTO membagi semen aspal kedalam 5 kelompok jenis aspal, yaitu aspal 40-50, aspal 60-70, aspal 85-100, aspal 120-150, dan aspal 200-300.

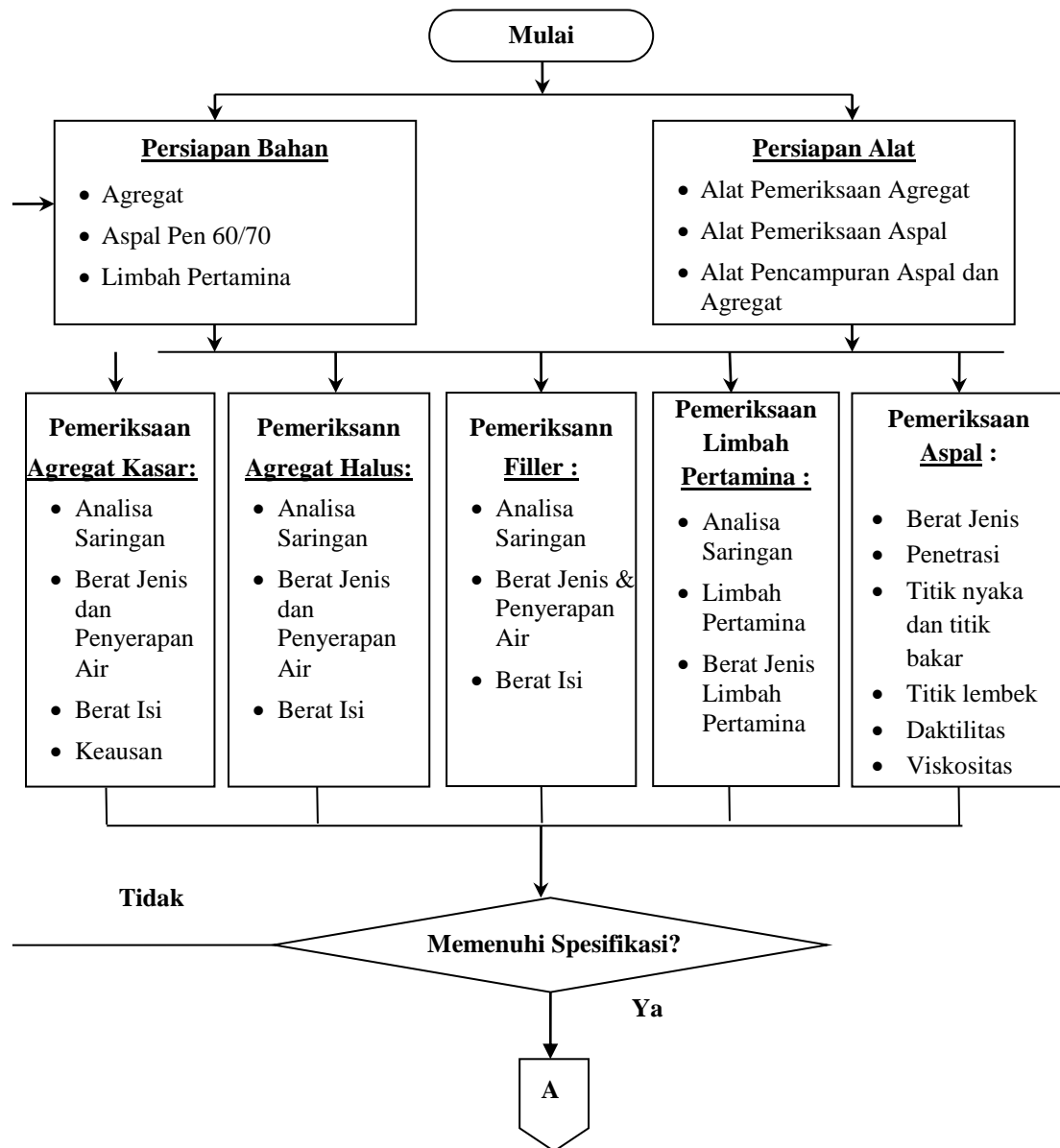
### 2.2.3. Pengujian Marshall

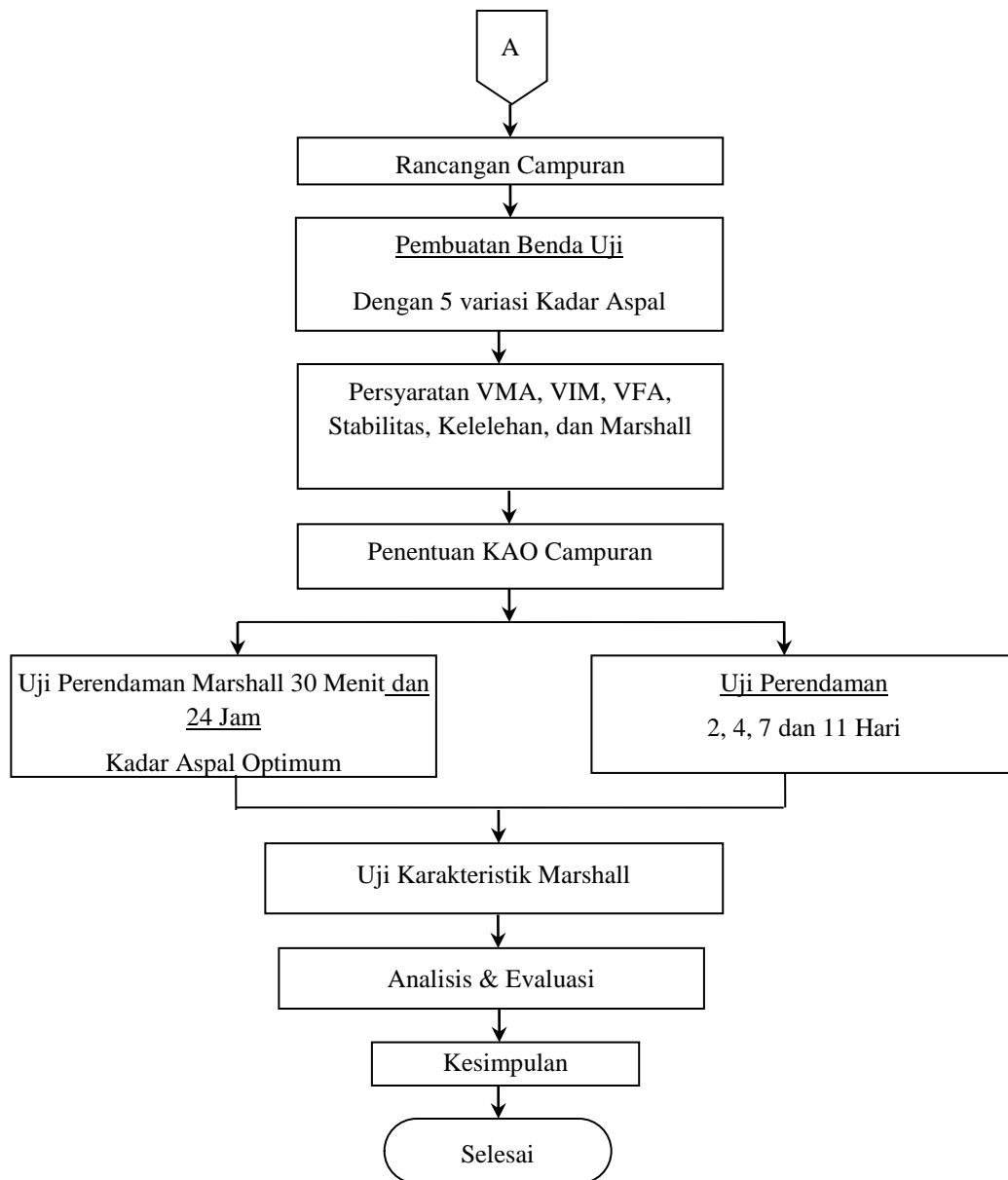
Tujuan pengujian ini adalah untuk mendapatkan suatu campuran aspal yang memenuhi ketentuan-ketentuan yang telah ditetapkan di dalam kriteria perencanaan. Marshall test, adalah tes wajib untuk beton aspal, untuk mengetahui dan memenuhi sifat beton aspal sesuai dengan yang kita harapkan.

### 2.2.4. Karakteristik Marshall

- a) Stabilitas (*Stability*)
- b) Kelelahan (*Flow*)
- c) *MQ* (*Marshall Quotient*) (Sukirman, 2003) [6]

**Diagram Alur Penelitian**





### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat

Tabel 1. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat (AASHTO T.11/27)

Ukuran Saringan		% Lolos Saringan			
Inchi	Mm	Gradasi Batu Pecah 1-2	Gradasi Batu Pecah 0,5-1	Abu Batu	Semen
3/4"	19	100	100	100	100
1/2"	12.5	28,65	99,90	99,92	100
3/8"	9.5	12,10	93,21	99,83	100
No. 4	4.75	2,84	63,36	98,05	100
No. 8	2.36	1,45	37,79	77,95	100
No. 16	1.18	1,38	27,70	58,78	100
No. 30	0.6	1,35	20,61	42,20	100
No. 50	0.3	1,31	16,97	25,30	100
N0. 100	0.15	1,27	11,98	15,58	100
No. 200	0.075	1,19	8,85	12,98	98,33

PAN

**Tabel 2.** Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar (Batu Pecah 1 - 2 dan Batu Pecah 0,5 - 1)

Jenis Pemeriksaan	Metode	Hasil	Spesifikasi		Satuan
			Min.	Maks.	
Gradasi	AASHTO T27- 82		-	-	%
Berat jenis dan penyerapan (batu pecah 1 - 2)					
1. Bulk	SNI 03-1969-1990	2.58	2.5		-
2. SSD		2.63	2.5	3	-
3. Semu		2.71	2.5		-
4. Penyerapan		1.83	-		-
Berat jenis dan penyerapan (batu pecah 0,5-1)					
1. Bulk	SNI 03-1969-1990	2.57	2.5		-
2. SSD		2.63	2.5	3	-
3. Semu		2.72	2.5		-
4. Penyerapan		2.07	-		-

**Tabel 3.** Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Abu Batu

Jenis Pemeriksaan	Metode	Hasil	Spesifikasi		Satuan
			Min.	Max	
Gradasi	AASHTO T27-82		-	-	%
Berat jenis dan penyerapan					
1. Bulk	SNI 03-1970-1990	2.50	2.5		Gram
2. SSD		2.60	2.5	3	Gram
3. Semu		2.76	2.5		Gram
4. Penyerapan		2.78	-		Gram

**Tabel 4.** Hasil Pemeriksaan Aspal Penetrasi 60/70

No.	Pemeriksaan	Prosedur Pemeriksaan	Spesifikasi		Hasil	Satuan
			Min.	Max.		
1	Penetrasi (25° C, 5 dtk)	SNI-06-2456-1991	60	79	64,9	0.1 mm
2	Titik Lembek (ring dan Ball)	SNI-06-2434-1991	48	58	51	°C
3	Berat jenis (25° C)	SNI-06-2441-1991	1,0	-	1,041	Gr/ml
4	Daktilitas (25° C, 5 cm/menit)	SNI-06-2432-1991	100	-	120	Mm
5	Titik Nyala dan Titik Bakar	SNI -06-2433-1991	200	-	272,5	%
6	Viskositas Pencampuran	AASHTO-72-97	130	165	162	°C
7	Viskositas Pematatan	AASHTO-72-97	120	140	131	°C

### 3.2. Penentuan Komposisi Agregat Gabungan

Setelah diperoleh komposisi campuran, kemudian dilakukan penimbangan sesuai presentase tertahan pada masing-masing saringan.

Presentase agregat yang didapat adalah sebagai berikut :

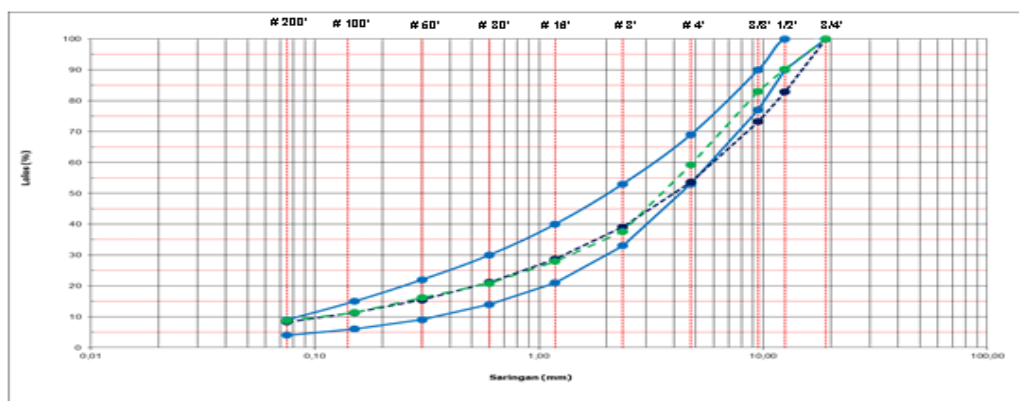
- Batu Pecah 1 – 2 = 13,5 %
- Batu Pecah 0,5 – 1 = 75 %
- Abu Batu = 11 %
- Filler = 0,5 %

**Tabel 5.** Rancangan Campuran Aspal Panas AC - WC

Ukuran saringan		Gradasi Penggabungan Agregat (combined) (%)	Spesifikasi	Faktor Luas Permukaan Agregat
Inchi	mm			
3/4"	19	100	100	0,41
1/2"	12,5	90-100	90,28	0,41
3/8"	9,5	77 - 90	83,02	0,41
No. 4	4.75	53 - 69	59,19	0,41
No. 8	2.36	33 - 53	37,61	0,82
No. 16	1.18	21 - 40	27,93	1,64
No. 30	0.6	14 - 30	20,78	2,87
No. 50	0.3	9 - 22	16,19	6,14
No. 100	0.15	6 - 15	11,37	12,29
No. 200	0.075	4 - 9	8,72	32,77

**Tabel 6.** Gradasi Penggabungan Agregat

No. Saringan	Gradasi Agregat (Rata - Rata)				Gradasi Penggabungan Agregat (Combined) AC-WC					Spesifikasi 2010 Revisi 3
	Batu Pecah 1 - 2	Batu Pecah 0,5 - 1	Abu Batu	Filler	I	II	III	IV	V	
3/4"	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1/2"	28,65	99,90	99,92	100	90,28	91,00	92,42	92,07	93,50	90-100
3/8"	12,10	93,21	99,83	100	83,02	84,03	85,98	86,27	87,83	77 - 90
#4	2,84	63,36	98,05	100	59,19	60,83	63,79	67,13	67,99	53 - 69
#8	1,45	37,79	77,95	100	37,61	39,18	42,03	46,06	46,39	33 - 53
#16	1,38	27,70	58,78	100	27,93	29,12	31,41	34,54	34,76	21 - 40
#30	1,35	20,61	42,20	100	20,78	21,62	23,38	25,55	25,72	14 - 30
#50	1,31	16,97	25,30	100	16,19	16,59	17,69	18,49	18,72	9 - 22
#100	1,27	11,98	15,58	100	11,37	11,59	12,40	12,73	12,90	6 - 15
#200	1,19	8,85	12,98	98,33	8,72	8,92	9,70	10,10	10,21	4 - 9
<b>Komposisi Penggabungan Agregat (%)</b>										
Rasio	a. Batu pecah 1 - 2				13,5	12,5	10,5	11	9	
Komposisi Agregat (% Terhadap Total Agregat)	b. Batu pecah 0,5 - 1				75	73	70	59	62	
	c. Abu batu				11	11	18,5	29	28	
	d. Filler				0,5	0,5	1	1	1	
Total Luas Permukaan Agregat (M <sup>2</sup> /Kg)					6,85	7,38	7,94	8,32	8,41	



**Gambar 1.** Pembuatan Benda Uji untuk Penentuan Kadar Aspal Optimum

**3.3. Perkiraan Kadar Aspal Optimum Rencana (Pb)**

Penentuan kadar aspal untuk campuran aspal panas AC-WC

$$\begin{aligned}
 P_b &= 0.035 (\text{Ag. Kasar}) + 0.045 (\text{Ag. Halus}) + 0.18 (\text{Filler}) + K \\
 &= 0.035 (40,81) + 0.045 (50,47) + 0.18 (8,72) + 0,75 \\
 &= 6,1\% \rightarrow 6\%
 \end{aligned}$$

### 3.4. Penentuan Berat Agregat dan Aspal dalam Campuran

Berat aspal dan berat agregat pada masing-masing kadar aspal dapat dilihat pada Tabel 7 :

**Tabel 7.** % Lolos dan % Tertahan Pada Campuran Aspal Panas AC - WC

No. Saringan	Spesifikasi	% Lolos Gradasi Ideal	% Tertahan Gradasi Ideal
3/4"	100	100	100
1/2"	90 – 100	95	5
3/8"	77 – 90	83,5	11,5
#4	53 – 69	61	22,5
#8	33 – 53	43	18
#16	21 – 40	30,5	12,5
#30	14 – 30	22	8,5
#50	9 – 22	15,5	6,5
#100	6 – 15	10,5	5
#200	4 – 9	6,5	4
Lolos #200	-	-	6,5

- Kadar Aspal = 5 %
- Kapasitas Mold = 1200 gr
- Berat Aspal = 1200 gr x 5 % = 60 gr
- Berat Agregat = 1200 gr – 60 gr = 1140 gr

**Tabel 8.** Berat Aspal dan Agregat pada Campuran Aspal Panas AC - WC

No. Saringan	Berat Tertahan	Batu Pecah (1 – 2)	Batu Pecah (0,5 – 1)	Abu Batu	Semen
3/4"	-	-	-	-	-
1/2"	57	7,7	42,8	6,3	0,3
3/8"	131,3	17,7	98,3	14,4	0,7
# 4	256,5	34,6	192,4	28,2	1,3
# 8	205,2	27,7	153,9	22,6	1,0
# 16	142,5	19,2	106,9	15,7	0,7
# 30	96,9	13,1	72,7	10,7	0,5
# 50	74,1	10,0	55,6	8,2	0,4
# 100	57	7,7	42,8	6,3	0,3
#200	45,6	6,2	34,2	5,0	0,2
Lolos #200	74,1	10,0	55,6	8,2	0,4
<b>Jumlah</b>	<b>1140</b>	<b>153,9</b>	<b>855,0</b>	<b>125,4</b>	<b>5,7</b>

No. Saringan	Berat Tertahan	Batu Pecah (1 – 2)	Batu Pecah (0,5 – 1)	Abu Batu	Semen
3/4"	-	-	-	-	-
1/2"	56,7	7,7	42,5	6,2	0,3
3/8"	130,4	17,6	97,8	14,3	0,7
# 4	255,2	34,4	191,4	28,1	1,3
# 8	204,1	27,6	153,1	22,5	1,0
# 16	141,8	19,1	106,3	15,6	0,7
# 30	96,4	13,0	72,3	10,6	0,5
# 50	73,7	10,0	55,3	8,1	0,4
# 100	56,7	7,7	42,5	6,2	0,3
#200	45,4	6,1	34,0	5,0	0,2
Lolos #200	73,7	10,0	55,3	8,1	0,4
<b>Jumlah</b>	<b>1134</b>	<b>153,1</b>	<b>850,5</b>	<b>124,7</b>	<b>5,7</b>

No. Saringan	Berat Tertahan	Batu Pecah (1 – 2)	Batu Pecah (0,5 – 1)	Abu Batu	Semen
3/4"	-	-	-	-	-
1/2"	56,4	7,6	42,3	6,2	0,3
3/8"	129,7	17,5	97,3	14,3	0,6
# 4	253,8	34,3	190,4	27,9	1,3
# 8	203,0	27,4	152,3	22,3	1,0



# 16	141,0	19,0	105,8	15,5	0,7
# 30	95,9	12,9	71,9	10,5	0,5
# 50	73,3	9,9	55,0	8,1	0,4
# 100	56,4	7,6	42,3	6,2	0,3
#200	45,1	6,1	33,8	5,0	0,2
Lolos #200	73,3	9,9	55,0	8,1	0,4
<b>Jumlah</b>	<b>1128</b>	<b>152,3</b>	<b>846,0</b>	<b>124,1</b>	<b>5,6</b>

No. Saringan	Berat Tertahan	Batu Pecah (1 – 2)	Batu Pecah (0,5 – 1)	Abu Batu	Semen
3/4"	-	-	-	-	-
1/2"	56,1	7,6	42,1	6,2	0,3
3/8"	129,0	17,4	96,8	14,2	0,6
# 4	252,5	34,1	189,3	27,8	1,3
# 8	202,0	27,3	151,5	22,2	1,0
# 16	140,3	18,9	105,2	15,4	0,7
# 30	95,4	12,9	71,5	10,5	0,5
# 50	72,9	9,8	54,7	8,0	0,4
# 100	56,1	7,6	42,1	6,2	0,3
#200	44,9	6,1	33,7	4,9	0,2
Lolos #200	72,9	9,8	54,7	8,0	0,4
<b>Jumlah</b>	<b>1122</b>	<b>151,5</b>	<b>841,5</b>	<b>123,4</b>	<b>5,6</b>

No. Saringan	Berat Tertahan	Batu Pecah (1 – 2)	Batu Pecah (0,5 – 1)	Abu Batu	Semen
3/4"	-	-	-	-	-
1/2"	55,8	7,5	41,9	6,1	0,3
3/8"	128,3	17,3	96,3	14,1	0,6
# 4	251,1	33,9	188,3	27,6	1,3
# 8	200,9	27,1	150,7	22,1	1,0
# 16	139,5	18,8	104,6	15,3	0,7
# 30	94,9	12,9	71,1	10,4	0,5
# 50	72,5	9,8	54,4	8,0	0,4
# 100	55,8	7,5	41,9	6,1	0,3
#200	44,6	6,0	33,5	4,9	0,2
Lolos #200	72,5	9,8	54,4	8,0	0,4
<b>Jumlah</b>	<b>1116</b>	<b>150,7</b>	<b>837,0</b>	<b>122,8</b>	<b>5,6</b>

### 3.5. Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Campuran

Berdasarkan hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat serta berat jenis aspal dapat dilihat pada Tabel 9 :

**Tabel 9.** Hasil Pemeriksaan Berat jenis Dan Penyerapan Agregat

Material	Berat jenis bulk	Berat jenis semu	Berat jenis efektif
	a	b	$c = \frac{(a + b)}{2}$
Batu Pecah 1 – 2	2,58	2,71	2,65
Batu Pecah 0,5 – 1	2,57	2,72	2,65
Abu batu	2,50	2,76	2,63
Filler		3,17	
Aspal		1,041	

### 3.6. Data Hasil Uji Marshall Pada Penggunaan Abu Batu dan Limbah Pertamina Sebagai Filler

Sesuai penelitian laboratorium didapatkan perbandingan sifat-sifat fisik campuran dari hasil uji marshall dengan menggunakan abu batu dan limbah pertamina sebagai filler, diperlihatkan pada Tabel 10 :

**Tabel 10.** Hasil Pengujian *Marshall* untuk Abu Batu dan Limbah Pertamina

No	Pemeriksaan	Perendaman 30 Menit	
		Abu Batu	Limbah Pertamina
1	Stabilitas (kg)	1557,4	1684,27
2	Pelelehan (mm)	3,60	3,62
3	Marshall Quotient (kg/mm)	446,4	475,34
4	Rongga dalam Campuran (%)	4,09	4,01
5	Rongga dalam Agregat (%)	15,20	15,13
6	Rongga Terisi Aspal (%)	73,08	73,47

### 3.7. Data Hasil Uji *Marshall* Berdasarkan Variasi Durasi Perendaman dengan Kadar Aspal Optimum

Tujuan dari uji *marshall* ini ialah untuk mengetahui karakteristik campuran beraspal panas baik itu dari benda uji tanpa menggunakan limbah pertamina maupun benda uji yang menggunakan limbah pertamina. Dari hasil uji *marshall* dapat diketahui campuran aspal panas, dengan melakukan perendaman selama 2, 4, 7 dan 11 hari. Dengan perendaman yang berbeda dapat kita mengamati pengaruh campuran aspal terhadap nilai Stabilitas, *Flow*, *VIM*, *Marshall Quotient*, *VMA*, dan *Voids Filled*. Dapat dilihat pada Tabel 11.

**Tabel 11.** Hasil Pengujian *Marshall* untuk Variasi Perendaman

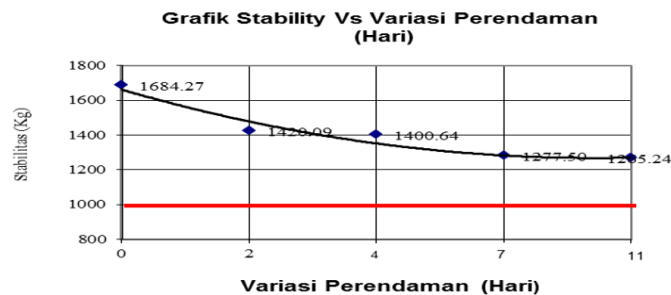
No	Pemeriksaan	Durasi Perendaman				
		30 Menit	2 Hari	4 Hari	7 Hari	11 Hari
1	Stabilitas (kg)	1684,27	1420,09	1400,64	1277,50	1265,24
2	Pelelehan (mm)	3,62	3,97	4,12	4,68	4,75
3	Marshall Quotient (kg/mm)	475,34	384,04	343,55	274,43	266,47
4	Rongga dalam Campuran (%)	4,01	4,84	5,11	6,16	6,89
5	Rongga dalam Agregat (%)	15,13	15,90	16,10	17,02	17,64
6	Rongga Terisi Aspal (%)	73,47	69,27	68,25	63,87	61,16

### 3.8. Analisis dan Pembahasan Hasil Pengujian Perencanaan Campuran Aspal Panas AC-WC dengan *Marshall*

Hasil pengujian campuran benda uji pada alat pengujian *marshall* akan diperoleh hasil-hasil parameter *marshall* dan hasil uji *marshall* tersebut adalah sebagai berikut:

#### 3.8.1. Hubungan antara Durasi Perendaman dengan Stabilitas

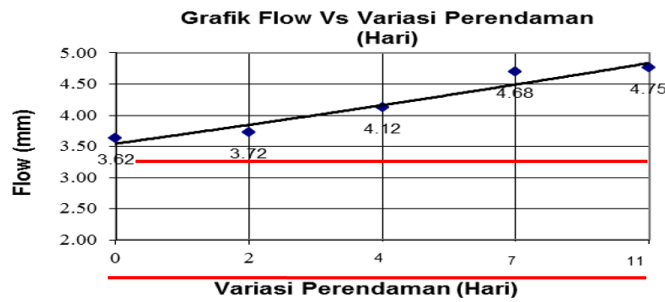
Grafik Hubungan antara Durasi Perendaman dengan stabilitas data dilihat pada Gambar 2 berikut ini

**Gambar 2.** Grafik Hubungan antara Durasi Perendaman dengan stabilitas

Dari Gambar 2 terlihat bahwa nilai stabilitas campuran secara umum cenderung bervariasi, seiring dengan lamanya variasi durasi perendaman. Tanpa perendaman nilai stabilitas yang diperoleh 1619,45 kg, pada perendaman 2 hari nilai stabilitas yang diperoleh yaitu 1420,09 kg, pada perendaman 4 hari nilai stabilitas yang diperoleh yaitu 1400,64 kg, pada perendaman 7 hari nilai stabilitas yang diperoleh yaitu 1277,50 kg dan pada perendaman 11 hari nilai stabilitas yang diperoleh yaitu 1265,24 kg. Hal ini sesuai dengan pendapat Nurdin (2017) bahwa semakin lama perendaman maka nilai stabilitas semakin menurun, hal ini disebabkan karena daya lekat aspal dalam campuran juga semakin menurun. [11]

#### 3.8.2. Hubungan antara Durasi Perendaman dengan Pelelehan (*Flow*)

Grafik Hubungan antara Durasi Perendaman dengan *flow* dapat dilihat pada Gambar 3.

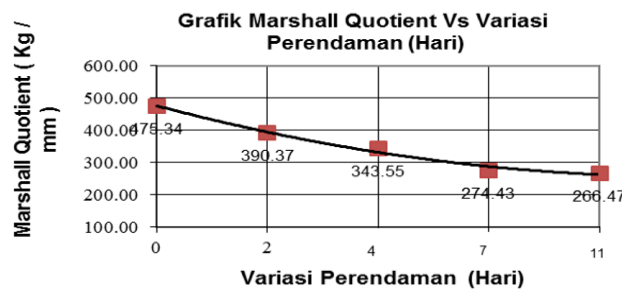


Gambar 3. Grafik Hubungan antara Durasi Perendaman dengan flow

Dari Gambar 3 terlihat bahwa nilai *flow* cenderung naik seiring dengan lamanya variasi durasi perendaman. Tanpa perendaman nilai *flow* yang diperoleh yaitu 2,88 mm, pada perendaman 2 hari 3,57 mm, pada perendaman 4 hari nilai *flow* yang diperoleh yaitu 4,12 mm, pada perendaman 7 hari nilai *flow* yang diperoleh yaitu 4,68 mm dan pada perendaman 11 hari nilai *flow* yang diperoleh yaitu 4,75 mm. Tanpa perendaman dan pada perendaman 2 hari nilai *flow* masuk dalam batas spesifikasi dan pada perendaman 4 hari sampai 11 hari nilai *flow* tidak memenuhi batas spesifikasi itu antara 2,0 – 4,0 mm. Sesuai pendapat Nurdin (2017) bahwa semakin lama perendaman maka semakin naik nilai *flow*, ini disebabkan karena nilai viscositas semakin meningkat [11]

**3.8.3. Hubungan antara Durasi Perendaman dengan Marshall Quotient**

Grafik Hubungan antara Durasi Perendaman dengan *Marshall Quotient* dapat dilihat pada Gambar 3.

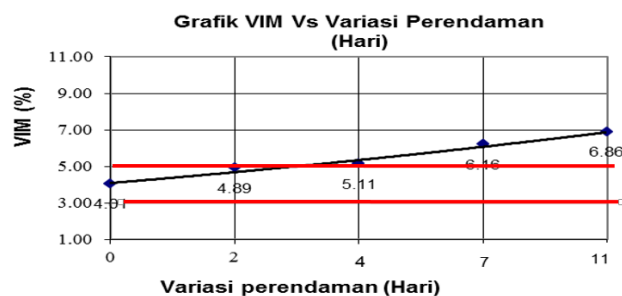


Gambar 4. Grafik Hubungan antara Durasi Perendaman dengan *Marshall Quotient*

Dari Gambar 4 terlihat bahwa dengan lamanya durasi perendaman mengakibatkan nilai *Marshall Quotient* yang bervariasi. Tanpa perendaman nilai *marshall quotient* yang diperoleh yaitu 561,67 kg/mm, pada perendaman 2 hari nilai *marshall quotient* yang diperoleh yaitu 384,04 kg/mm, pada perendaman 4 hari nilai *marshall quotient* yang diperoleh yaitu 343,55 kg/mm, pada perendaman 7 hari nilai *marshall quotient* yang diperoleh yaitu 274,43 kg/mm dan pada perendaman 11 hari nilai *marshall quotient* yang diperoleh nilai *Marshall Quotient* yang diperoleh yaitu 266,47 kg/mm.

**3.8.4. Hubungan antara Durasi Perendaman dengan VIM ( % )**

Nilai *VIM (Voids In Mixed)* cenderung naik seiring dengan lamanya durasi perendaman. Semakin naiknya nilai *VIM* pada campuran aspal ini disebabkan karena pada saat campuran aspal direndam dalam air semakin lama air akan terinfiltrasi kedalam rongga-rongga yang tersisa dalam campuran, kemudian mendesak aspal baik yang menyelimuti agregat maupun mengisi rongga akibat gaya tekan air (*water pressur*) ke segala arah sehingga menyebabkan rongga dalam campuran meningkat.

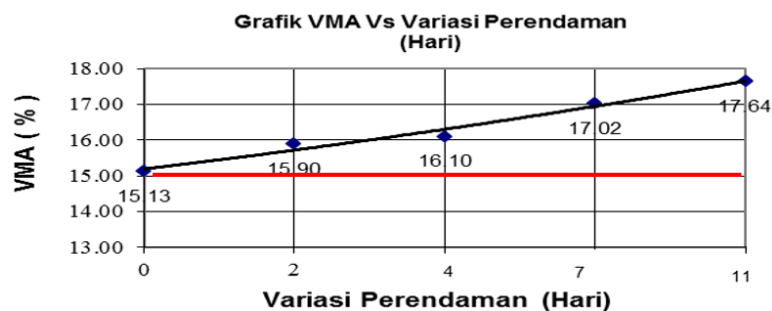


Gambar 5. Grafik Hubungan Antara Durasi Perendaman dengan VIM

Dari Gambar 5 terlihat bahwa nilai VIM cenderung bervariasi seiring dengan lamanya durasi perendaman. Tanpa perendaman nilai VIM yang diperoleh yaitu 4,40%, pada perendaman 2 hari nilai VIM yang diperoleh yaitu 4,89%. Pada perendaman 4 hari nilai VIM yang diperoleh yaitu yaitu 5,11%, pada perendaman 7 hari nilai VIM yang diperoleh yaitu yaitu 6,16% dan pada perendaman 11 hari nilai VIM yang diperoleh yaitu nilai VIM yang diperoleh yaitu 6,86%. Maka dari itu nilai VIM yang tidak sesuai dengan spesifikasi yaitu pada perendaman 4 hari sampai 11 hari. Hal ini sesuai dengan pendapat Nurdin (2017) bahwa semakin lamanya perendaman maka nilai VIM semakin meningkat, hal ini di sebabkan karena kadar aspal dalam campuran semakin berkurang akibat oksidasi udara di dalam campuran [11]

### 3.8.5. Hubungan antara Durasi Perendaman dengan VMA ( % )

Nilai VMA (*Voids In Mineral Agregates*) cenderung bervariasi seiring dengan lamanya durasi perendaman. Hal ini disebabkan karena semakin lama campuran terendam maka kondisinya akan semakin jenuh.

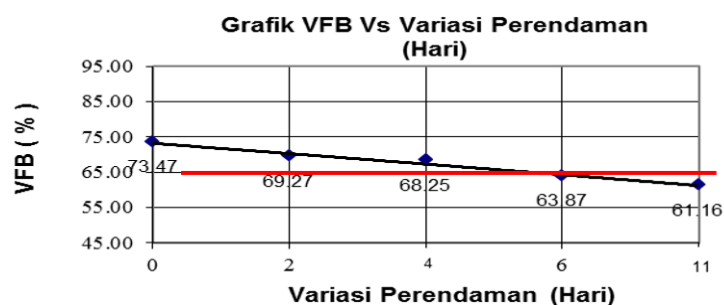


**Gambar 6.** Grafik Hubungan antara Durasi Perendaman dengan VMA

Dari Gambar 6 terlihat bahwa nilai VMA cenderung bervariasi seiring dengan lamanya durasi perendaman. Tanpa perendaman nilai VMA yang diperoleh yaitu 15,47 %, pada perendaman 2 hari nilai VMA yang diperoleh yaitu 15,90 %. Pada perendaman 4 hari nilai VMA yang diperoleh yaitu 16,10 %, pada perendaman 7 hari nilai VMA yang diperoleh yaitu 17,02 % dan pada perendaman 11 hari nilai VMA yang diperoleh yaitu 17,64 %. Hal ini sesuai dengan pendapat Nurdin (2017) bahwa semakin lama perendaman maka nilai VMA mengalami peningkatan. Hal ini di sebabkan karena pori di antara butir-butir agregat dalam campuran aspal meningkat [11]

### 3.8.6. Hubungan antara Durasi Perendaman dengan VFB ( % )

Nilai VFB (*Voids Filled With Bitumen*) cenderung bervariasi seiring dengan lamanya durasi perendaman. Hal ini disebabkan karena volume pori beton aspal yang terisi oleh aspal yang semakin menurun akibat lamanya perendaman.



**Gambar 7.** Grafik Hubungan Antara Durasi Perendaman dengan VFB

Dari Gambar 7 terlihat bahwa nilai VFB cenderung bervariasi seiring dengan lamanya durasi perendaman. Tanpa perendaman nilai VFB yang diperoleh yaitu 71,62%, pada perendaman 2 hari nilai VFB yang diperoleh yaitu 64,10 %. Pada perendaman 4 hari nilai VFB yang diperoleh yaitu 76,60 %, pada perendaman 7 hari nilai VFB yang diperoleh yaitu 76,99 % dan pada perendaman 11 hari nilai VFB yang diperoleh yaitu 66,87 %. Pada perendaman 2 hari dan 4 hari nilai VFB masuk dalam batas spesifikasi yang diisyaratkan namun pada perendaman 7 hari dan 11 hari nilai VFB mengalami penurunan dan tidak masuk dalam batas spesifikasi yang diisyaratkan yaitu minimum 65%. Sesuai pendapat Nurdin (2017) bahwa hal ini disebabkan karena volume pori beton aspal yang terisi oleh aspal yang semakin menurun akibat lamanya perendaman [11]

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian mengenai penggunaan *spent catalyst* RCC (limbah Pertamina) sebagai bahan pengganti *filler* pada campuran aspal panas (AC-WC) terhadap karakteristik Marshall dengan variasi perendaman dapat diambil kesimpulan bahwa perendaman yang lebih lama menyebabkan nilai stabilitas berkurang dikarenakan penggunaan *spent catalyst* RCC (limbah Pertamina) masih belum dapat meningkatkan korelasi kuat tekan seperti kandungan yang ada abu batu.

##### 4.2. Saran

Beberapa hal yang disarankan sehubungan dengan hasil-hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pengembangan jenis peralatan dan metode pengujian baru lainnya yang dapat digunakan sebagai pembandingan dari pengujian perendaman berulang, perlu untuk dilakukan.
2. Pada penelitian selanjutnya *spent catalyst* RCC lebih bagusnya digunakan pada beton.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Putra, Aidil, dkk. 2015. Perbandingan Filler Pasir Laut Dengan Abu Batu Pada Campuran Panas Asphalt Trade Binder Untuk Perkerasan Lentur Dengan Lalu Lintas Tinggi. Jurnal BENTANG Vol.3 No. 2 Juli 2015.
- [2] Sugeha, Alif Lam Ra, dkk. 2018. Pemanfaatan Limbah Abu Batu Bara sebagai Filler pada Campuran Laston. Portal Jurnal Universitas Tanjungpura.
- [3] Zulkifli, dkk. 2011. Kajian Laboratorium Limbah Marmer sebagai Filler dalam Campuran Aspal Beton Lapis Antara (AC-BC). Jurnal Pascasarjana Universitas Hasanuddin.
- [4] Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, Divisi VI Spesifikasi , 2010 Revisi 3.
- [5] Sukirman, S., 1999, Perkerasan Lentur Jalan Raya , Nova, Bandung.
- [6] Sukirman, S., 2003, Beton Aspal Campuran Panas, Granit, Jakarta.
- [7] Yus Aktiva Prasetya Mardyanika, 2012, Pemafaatan Spent Catalyst RCC 15 Limbah Pertamina Sebagai Bahan Tambah Pada Campuran Beton , Universitas Negeri Malang.
- [8] Hadiyatmo, Hary Chrystady, 2007, Pemeliharaan Jalan Raya, Gajah Mada University Press.
- [9] Vebby Permatasari Subono, 2011, Karakteristik Marshall Campuran *Asphalt Concrete* (AC) dengan Bahan Pengisi (Filler) Abu Vulkanik Gunung Merapi, Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- [10] Leksminingsih, Pengaruh Pemberian Bahan Tambah Katalis Bekas (Spent Catalyst) dan Filler Slag terhadap Campuran Beton Semen untuk Perkerasan Jalan, Bandung.
- [11] Nurdin, Abd Rahim. 2017. Analisis Karakteristik Campuran Aspal Panas (Ac -Bc) Dengan Menggunakan Limbah Amp (Over Flow) Sebagai Agregat Kasar Akibat Variasi Durasi Perendaman. Seminar Ilmiah Nasional Teknik Sipil Universitas Bosowa.