

# LAMPIRAN A

**(Data Hasil Pengujian Agregat Dan Aspal)**



**LABORATORIUM INTI JALAN RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS LAMPUNG**  
Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung

---

**PEMERIKSAAN PENETRASI BAHAN-BAHAN BITUMEN**  
*(Penetration of Bituminous Materials)*

Jurusan : Teknik Sipil

Universitas : Universitas Lampung

No	Kegiatan	Uraian	
1	Pembukaan Contoh	Contoh dipanaskan Mulai jam = Selesai jam =	Pembacaan suhu oven = 70° C
2	Mendinginkan Contoh	Didiamkan di suhu ruangan Mulai jam = Selesai jam =	
3	Mencapai suhu pemeriksaan	Direndam pada suhu 25°C Mulai jam = Selesai jam =	Pembacaan suhu waterbath = 25° C
4.	Pemeriksaan	Penetrasi pada suhu 25°C Mulai jam = Selesai jam =	Pembacaan suhu penetrometer = 25°C

No	Penetrasi pada 25C, 100gr, 5 detik	I	II
1.	Pengamat I	69	68
2.	Pengamat 2	60	71
3.	Pengamat 3	69	72
	Rata-rata	66	70,3333

Catatan : Rata-rata penetrasi dari kedua sampel tersebut adalah 65,6667.  
Berdasarkan SNI 06-2456-1991 pen 60/70 berkisar antara 60-79.  
Jadi penetrasi sampel tersebut masuk dalam spesifikasi.



**LABORATORIUM INTI JALAN RAYA  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS LAMPUNG**

Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS BITUMEN KERAS DAN TER**  
*(Specific Gravity of Semi Solid Bituminous Materials)*

Jurusan : Teknik Sipil

Universitas : Universitas Lampung

No	Kegiatan	Uraian	
1	Pembukaan Contoh	Contoh dipanaskan Mulai jam = Selesai jam =	Pembacaan suhu oven = 70° C
2	Mendinginkan Contoh	Didiamkan di suhu ruangan Mulai jam = Selesai jam =	
3	Mencapai suhu pemeriksaan	Direndam pada suhu 25°C Mulai jam = Selesai jam =	Pembacaan suhu waterbath = 25° C

	Sampel 1	Sampel 2
Berat piknometer + air	= 51,51 gr	51,50 gr
Berat Piknometer	= 27,24 gr	27,26 gr
Berat air / Isi piknometer	= 24,27 gr	24,24 gr
Berat piknometer + contoh	= 32,45 gr	32,25 gr
Berat piknometer	= 27,24 gr	27,26 gr
Berat contoh	= 5,21 gr	4,99 gr
Berat piknometer + air + contoh	= 51,67 gr	51,67 gr
Berat piknometer + contoh	= 32,45 gr	32,25 gr
Berat air	= 19,22 gr	19,42 gr
Isi bitumen sampel 1	= 24,27 – 19,22 = 5,05 gr	
Isi bitumen sampel 2	= 24,24 – 19,42 = 4,82 gr	
Berat jenis sampel 1	= $\frac{\text{Berat contoh}}{\text{Isi bitumen}} = \frac{5,21}{5,05}$	= 1,0317 gr/cm <sup>3</sup>
Berat jenis sampel 2	= $\frac{\text{Berat contoh}}{\text{Isi bitumen}} = \frac{4,99}{4,82}$	= 1,0353 gr/cm <sup>3</sup>

Catatan : Berat jenis aspal berdasarkan SNI 06-2442-1991 pada suhu 25°C untuk penetrasi 60/70 minimal 1,00 gr/cm<sup>3</sup>. Jadi sampel tersebut memenuhi spesifikasi.



**LABORATORIUM INTI JALAN RAYA  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS LAMPUNG**

Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung

---

**PEMERIKSAAN TITIK LEMBEK ASPAL DAN TER**  
*(Softening Point of Asphalt and Tar in Ethylene Glycol (Ring and Ball))*

Jurusan : Teknik Sipil

Universitas : Universitas Lampung

No	Kegiatan	Uraian	
1	Pembukaan Contoh	Contoh dipanaskan Mulai jam = Selesai jam =	Pembacaan suhu oven = 70° C
2	Mendinginkan Contoh	Didiamkan di suhu ruangan Mulai jam = Selesai jam =	
3	Mencapai suhu pemeriksaan	Direndam pada suhu 25°C Mulai jam = Selesai jam =	Pembacaan suhu waterbath = 25° C

No.	Suhu Yang Diamati (°C)	Waktu	
		Sampel 1	Sampel 2
1.	5	0	0
2.	10	1'41"	1'41"
3.	15	2'49"	2'49"
4.	20	3'53"	3'53"
5.	25	5'00"	5'00"
6.	30	5'56"	5'56"
7.	35	6'51"	6'51"
8.	40	7'45"	7'45"
9.	45	8'40"	8'40"
12.	50	9'35"	9'35"
13.	53	9'40"	9'40"

Catatan : Menurut spesifikasi SNI 06-2434-1991 yaitu untuk jenis aspal 60/70 titik leleh berkisar antara 48°C – 58°C. Hasil pengujian menunjukkan kedua sampel memenuhi persyaratan.



**LABORATORIUM INTI JALAN RAYA  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS LAMPUNG**

Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung

---

**PEMERIKSAAN DAKTILITAS BAHAN-BAHAN BITUMEN  
(DUCTILITY OF BITUMINOUS MATERIALS)**

Jurusan : Teknik Sipil

Universitas : Universitas Lampung

No	Kegiatan	Uraian	
1	Pembukaan Contoh	Contoh dipanaskan Mulai jam = Selesai jam =	Pembacaan suhu oven = 70° C
2	Mendinginkan Contoh	Didiamkan di suhu ruangan Mulai jam = Selesai jam =	
3	Mencapai suhu pemeriksaan	Direndam pada suhu 25°C Mulai jam = Selesai jam =	Pembacaan suhu waterbath = 25° C

Daktalitas pada 25°C, 5 cm per menit	Pembacaan pengukuran pada alat
Pengamatan I	110 cm
Pengamatan II	110 cm
Rata-rata	110 cm

Catatan : Dari hasil praktikum nilai daktalitas lebih dari 100 cm, dengan demikian aspal tersebut mempunyai daktalitas yang baik, berarti mampu mengikat aspal dengan baik dalam perkerasan.



**LABORATORIUM INTI JALAN RAYA  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS LAMPUNG**

Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung

---

**PENGUJIAN KEHILANGAN BERAT MINYAK DAN ASPAL**

Jurusan : Teknik Sipil

Universitas : Universitas Lampung

No	Kegiatan	Uraian	
1	Pembukaan Contoh	Contoh dipanaskan Mulai jam = Selesai jam =	Pembacaan suhu oven = 70° C
2	Mendinginkan Contoh	Didiamkan di suhu ruangan Mulai jam = Selesai jam =	
3	Mencapai suhu pemeriksaan	Direndam pada suhu 25°C Mulai jam = Selesai jam =	Pembacaan suhu waterbath = 25° C

**Sampel I      Sampel II**

Berat cawan + aspal keras	= 47,7 gr	= 44,09 gr
Berat cawan kosong	= 14,12 gr	= 14,56 gr
<hr/>		
Berat aspal keras	= 35,58 gr	= 29,53 gr
Berat sebelum pemanasan	= 47,7 gr	= 44,09 gr
Berat sesudah pemanasan	= 47,6 gr	= 44,03 gr
<hr/>		
Berat endapan	= 0,1 gr	= 0,3 gr
Atau	= 0,298 %	= 0,203 %
Rata-rata	= 0,25%	

Catatan : Dari hasil praktikum yang dilakukan didapatkan kehilangan berat rata-rata yaitu 0,25 %. Maka hasil yang diperoleh ini memenuhi standar persyaratan SNI yaitu untuk penetrasi 60 – 70 kehilangan berat maksimum 0,4 %.



**LABORATORIUM INTI JALAN RAYA  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS LAMPUNG**

Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung

---

**PENGUJIAN KEKUATAN AGREGAT TERHADAP TUMBUKAN  
(AGGREGATE IMPACT VALUE)**

Jurusan : Teknik Sipil

Universitas : Universitas Lampung

Item Pengujian	Berat (gram)	
	Sampel I	Sampel II
Berat sampel awal (A)	580,591	579,658
Berat sampel setelah penekanan dan tertahan saringan 2,36 mm (B)	550,419	550,10
Berat sampel setelah penekanan dan lolos saringan 2,36 mm (C)	30,172	29,55
<i>Aggregate Impact Value</i> (AIV)	5,197 %	5,098 %
Rata-rata AIV (%)	5,147 %	

Catatan : Dari percobaan yang telah dilakukan, didapat nilai AIV (*Aggregate Impact Value*) untuk sampel I sebesar 8,1086 % dan untuk sampel II sebesar 6,8769 %. Hasil ini masuk dalam standar spesifikasi Bina Marga untuk perkerasan jalan yaitu  $< 30$  %.



**LABORATORIUM INTI JALAN RAYA  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS LAMPUNG**

Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung

---

**BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT HALUS**  
*(Specific Gravity and Water Absorption of Fine Aggregate)*

Jurusan : Teknik Sipil

Universitas : Universitas Lampung

No.	Kegiatan	Berat Sampel
1.	Mengukur Berat benda uji kering permukaan jenuh (Bk)	500 gr
2.	Mengukur Berat benda uji kering oven (Bk)	485,5 gr
3.	Mengukur Berat Piknometer yang diisi air (B)	726,5 gr
4.	Mengukur Berat Piknometer + Benda uji SSD + air (Bt)	1033,8 gr

No.	Perhitungan	Sampel A
1.	$\frac{\text{Berat Jenis Bulk Bk}}{B + A - Bt}$	$\frac{485,5}{726,5 + 500 - 1033,8} = 2,5195$
2.	$\frac{\text{Berat Jenis Permukaan Jenuh A}}{B+A-Bt}$	$\frac{500}{726,5 + 500 - 1033,8} = 2,5947$
3.	$\frac{\text{Berat Jenis Semu Bk}}{B+Bk-Bt}$	$\frac{485,5}{723,683 + 485,5 - 1033,8} = 2,7245$
4.	$\frac{\text{Penyerapan } A-Bk}{Bk} \times 100\%$	$\frac{500-485,5}{485,5} \times 100\% = 2,9866 \%$

Catatan : Berdasarkan SKBI penterapan maksimum maximum 5% dan berat jenis minimum 2,5 jadi agregat halus tersebut memenuhi standar.





**LABORATORIUM INTI JALAN RAYA  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS LAMPUNG**

Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung

---

**BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT KASAR**  
(*Specific Gravity and Water Absorption of Coarse Aggregate*)

Jurusan : Teknik Sipil

Universitas : Universitas Lampung

No.	Kegiatan	Berat Sampel
1.	Mengukur Berat sampel kering oven (Bk)	4938,3 gr
2.	Mengukur Berat sampel kering permukaan jenuh (Bj)	4998,3gr
3.	Mengukur Berat sampel di dalam air (Ba)	3120,9 gr

No.	Perhitungan	Sampel A
1.	$\frac{\text{Berat Jenis Bulk Bk}}{\text{Bj} - \text{Ba}}$	$\frac{4938,3}{4998,3 - 3120,9} = 2,6304$
2.	$\frac{\text{Berat Jenis Permukaan Jenuh Bj}}{\text{Bj} - \text{Ba}}$	$\frac{4998,3}{4998,3 - 3120,9} = 2,6624$
3.	$\frac{\text{Berat Jenis Semu Bk}}{\text{Bk} - \text{Ba}}$	$\frac{4938,3}{4938,3 - 3120,9} = 2,7172$
4.	$\frac{\text{Penyerapan Bj} - \text{Bk}}{\text{Bk}} \times 100\%$	$\frac{4998,3 - 4938,8}{4938,3} \times 100\% = 1,215 \%$

Catatan : Berdasarkan SKBI penyerapan maximum 3 % dan berat jenis bulk minimum 2,5. Jadi agregat ini memenuhi standar.



**LABORATORIUM INTI JALAN RAYA  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS LAMPUNG**

Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung

---

**PENGUJIAN KEKUATAN AGREGAT TERHADAP TEKANAN  
(AGGREGATE CRUSHING VALUE)**

Jurusan : Teknik Sipil

Universitas : Universitas Lampung

Item Pengujian	Berat (gram)	
	Sampel I	Sampel II
Berat sampel awal (A)	1000	1000
Berat sampel setelah penekanan dan tertahan saringan 2,36 mm (B)	988,7	995
Berat sampel setelah penekanan dan lolos saringan 2,36 mm (C)	11,3	5
<i>Aggregate Crushing Value (ACV)</i>	1,13 %	0,5 %
Rata-rata ACV (%)	0,815 %	

Catatan : Dari percobaan yang telah dilakukan, didapat nilai ACV (*Aggregate Crushing Value*) untuk sampel I sebesar 2,1125 % dan untuk sampel II sebesar 3,0625 %. Hasil ini masuk dalam standar spesifikasi Bina Marga untuk perkerasan jalan yaitu < 30 %.



**LABORATORIUM INTI JALAN RAYA  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS LAMPUNG**

Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung

---

**PENGUJIAN KEAUSAN AGREGAT  
DENGAN MESIN LOS ANGELES**

Jurusan : Teknik Sipil

Universitas : Universitas Lampung

500 Putaran

Gradasi pemeriksaan		Fraksi B (10 – 20 mm)			
Saringan (mm)		Berat sampel I		Berat Sampel 2	
Lolos	Tertahan	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
76,2	63,5	-	-	-	-
63,5	50,8	-	-	-	-
50,8	37,5	-	-	-	-
37,5	25,4	-	-	-	-
25,4	19,0	-	-	-	-
19,0	12,5	2500 gr	-	-	-
12,5	9,5	2500 gr	-	-	-
9,5	6,3	-	-	-	-
6,3	4,75	-	-	-	-
4,75	2,38	-	-	-	-
<b>Jumlah berat</b>		5000 gr	-	-	-
<b>Berat tertahan saringan</b>					

**I**

A = 5000 gr

B = 4422,2 gr

A - B = 577,8 gr

$$\text{Keausan I} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% = \frac{5000 - 4422,2}{5000} \times 100 \% = 11,556 \%$$

Keausan II = -

Catatan : Berdasarkan standar keausan SKBI keausan maksimum yaitu 40 % .

Jadi agregat tersebut memenuhi persyaratan standar.



**LABORATORIUM INTI JALAN RAYA  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS LAMPUNG**

Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung

---

**PENGUJIAN KEPIPIHAN AGREGAT**

Jurusan : Teknik Sipil

Universitas : Universitas Lampung

Diameter Saringan (mm)	Berat Tertahan saringan (gr)	Persentase Tertahan Saringan (%)	Berat Lolos Uji Flaxiness (gram)	Berat Tertahan Uji Flaxiness (gram)
19	16,4	0,3326	0	0
12,5	911,6	18,4886	390,3	521,4
9,5	2917,8	59,1774	1271,2	1645
6,3	1084,8	22,0014	390,2	693,7
<b>Σ</b>	<b>4930,6</b>	<b>100</b>	<b>2051,7</b>	<b>2860,1</b>

Dimana :

M1 = Berat total sample selain yang lolos pada saringan 63,0 mm dan yang tertahan saringan 4,75 mm = 4930,6 gram

M2 = Berat total persentase > 5 % = 4930,6 gram

M3 F = 2051,7 gram

M3 E = 2860,1 gram

$$\text{Indeks Kepipihan} = \frac{M3F}{M2} \times 100 \%$$

$$= \frac{2051,7}{4930,6} \times 100 \% = 41,6116 \%$$

$$\text{Indeks Kelonjongan} = \frac{M3E}{M2} \times 100 \%$$

$$= \frac{2860,1}{4930,6} \times 100 \% = 58,0071 \%$$

# LAMPIRAN B

**(Perhitungan Dan Hasil Pengujian *Marshall*)**

**TABEL PERHITUNGAN JOB MIX FORMULA (JMF)**

**Tabel Pembagian Butir Agregat Halus dan Agregat Kasar Pada Gradasi Batas Atas**

Saringan	Diameter	% Lolos	% Tertahan	PB
3/4"	19	100		CA= 60.9
1/2"	12.5	100	0	
3/8"	9.5	90	10	
No.4	4.75	63	27	
No.8	2.36	39.1	23.9	
No.16	1.18	25.6	13.5	FA= 29.1
No.30	0.6	19.1	6.5	
No.50	0.3	15.5	3.6	
No.100	0.15	13	2.5	
No.200	0.075	10	3	
Pan	-		10	10

**Kadar Aspal Ditentukan dengan Cara Menghitung Nilai Pb**

$$\begin{aligned}
 Pb &= (0.035 \times CA) + (0.045 \times FA) + (0.18 \times \text{Filler}) + K \\
 &= (0.035 \times 60.9) + (0.045 \times 29.1) + (0.18 \times 10) + 0.75 \\
 &= 5.9910 \quad \approx \quad 6 \quad \%
 \end{aligned}$$

**PERKIRAAN NILAI KADAR ASPAL**

PB-1	PB-0,5	PB	PB+0,5	PB+1
5.00%	5.50%	6.00%	6.5%	7.0%

**JMF**

Fraksi	% Tertahan	Berat Jenis			% Penyerapan	BJ Terpakai	[2] / [7]
		Bulk	SSD	Apparent			
1	2	3	4	5	6	7	8
Kasar	60.90	2.6513	2.6518	2.6528	0.0220	2.6528	22.96
Halus	29.10	2.5377	2.6039	2.7177	2.6104	2.6277	11.07
Filler	10.00					3.1500	3.17
Total							37.21

Kadar Aspal (%)	BJ Aspal (gr/cm <sup>3</sup> )	[9] / [10]	$\frac{\sum[8] \times \{(100-[9])/100\}}{[11] + [12]}$	[11] + [12]	BJ Teori Max 100 / [13]
9	10	11	12	13	14
5.00	1.0317	4.85	35.35	40.19	2.4881
5.50	1.0317	5.33	35.16	40.49	2.4697
6.00	1.0317	5.82	34.97	40.79	2.4516
6.50	1.0317	6.30	34.79	41.09	2.4338
7.00	1.0317	6.78	34.60	41.39	2.4163

$$\begin{aligned}
 \text{Diameter Benda Uji} &= 10.16 \text{ cm} \\
 \text{Tinggi Benda Uji} &= 6.35 \text{ cm} \\
 \text{Volume Benda Uji} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\
 &= \frac{1}{4} \times \pi \times (10.16)^2 \times (6.35) = 514.8148 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

**Contoh Perhitungan untuk Kadar Aspal 4.1 % :**

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Total} &= \text{Volume Benda Uji} \times \text{BJ Teori Max} \times 0.96 \\
 &= 514.8148 \times 2.4881 \times 0.96 = 1229.7 \text{ gr} \\
 \text{Berat Aspal} &= \text{Kadar Aspal} \times \text{Berat Total} \\
 &= 5.0\% \times 1229.7 = 61.5 \text{ gr} \\
 \text{Berat Agregat} &= \text{Berat Total} - \text{Berat Aspal} \\
 &= 1229.7 - 61.5 = 1168.2 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

Catatan :

0.96 didapat dari :  $100\% - \text{void} = 100\% - 4\% = 96\% = 0.96$

**Perhitungan Selanjutnya Ditabelkan.**

Kadar Aspal	Berat (gr)		
	Total	Aspal	Agregat
5.00	1229.7	61.5	1168.2
5.50	1220.6	67.1	1153.5
6.00	1211.7	72.7	1139.0
6.50	1202.8	78.2	1124.7
7.00	1194.2	83.6	1110.6

**JMF**

Saringan	% Los	% Tertahan	Kadar Aspal (%)					Total Agregat	Total 3 Benda Uji
			5.00	5.50	6.00	6.50	7.00		
19	100	0	0	0	0	0	0	0	
12.5	100	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
9.5	90	10	116.8	115.3	113.9	112.5	111.1	569.6	
4.75	63	27	315.4	311.4	307.5	303.7	299.9	1537.9	
2.36	39	24	279.2	275.7	272.2	268.8	265.4	1361.3	
1.18	26	14	157.7	155.7	153.8	151.8	149.9	768.9	
0.6	19	7	75.9	75.0	74.0	73.1	72.2	370.2	
0.3	16	4	42.1	41.5	41.0	40.5	40.0	205.0	
0.15	13	3	29.2	28.8	28.5	28.1	27.8	142.4	
0.075	10	3	35.0	34.6	34.2	33.7	33.3	170.9	
Pan	0	10	116.8	115.3	113.9	112.5	111.1	569.6	
Berat Total Agregat (gr)			1168.2	1153.5	1139.0	1124.7	1110.6	5695.8	17087.5
Berat Aspal (gr)			61.5	67.1	72.7	78.2	83.6	363.1	1089.3
Berat Total Benda Uji (gr)			1229.7	1220.6	1211.7	1202.8	1194.2	6058.9	18176.7
BJ Teori Max			2.4881	2.4697	2.4516	2.4338	2.4163	-	-

**Data Hasil Pengukuran & Pengujian Benda Uji Marshall Batas Atas**

Kadar Aspal %	Nomor Benda Uji	Tinggi Benda Uji			Tinggi Benda Uji rata rata	Berat Kering (gr)	Berat Dalam air	Berat Jenuh	Pembacaan Stabilitas	Flow
		1	2	3	(mm)	(gram)	(gram)	(gram)	(kg)	(mm)
5.00	1	70.75	71.1	70.62	70.82	1201.80	682.84	1222.51	90	3.1
	2	70.79	70.87	70.45	70.70	1201.50	676.42	1218.70	80	3.0
	3	70.84	70.72	71.19	70.92	1209.80	685.84	1225.31	90	2.9
<b>Rata-rata</b>					<b>70.81</b>	<b>1204.37</b>	<b>681.70</b>	<b>1222.17</b>	<b>86.67</b>	<b>3.00</b>
5.50	1	69.72	69.36	69.15	69.41	1201.10	678.21	1213.24	81	3.7
	2	70.39	70.12	70.36	70.29	1187.20	671.86	1205.24	84	3.0
	3	69.15	69.61	69.97	69.58	1200.90	678.51	1216.90	80	3.6
<b>Rata-rata</b>					<b>69.76</b>	<b>1196.40</b>	<b>676.19</b>	<b>1211.79</b>	<b>81.67</b>	<b>3.43</b>
6.00	1	67.75	67.67	68.06	67.83	1176.40	676.50	1192.90	90	3.5
	2	67.44	67.78	67.27	67.50	1188.60	676.80	1201.40	90	4.5
	3	69.15	68.98	68.71	68.95	1185.60	676.20	1200.50	95	3.5
<b>Rata-rata</b>					<b>68.09</b>	<b>1183.53</b>	<b>676.50</b>	<b>1198.27</b>	<b>91.67</b>	<b>3.83</b>
6.50	1	66.87	66.76	67.03	66.89	1174.50	666.20	1179.40	97	4.0
	2	66.14	66.33	65.74	66.07	1179.30	670.80	1185.20	94	3.8
	3	65.96	66.75	66.47	66.39	1176.50	667.20	1183.40	96	4.0
<b>Rata-rata</b>					<b>66.45</b>	<b>1176.77</b>	<b>668.07</b>	<b>1182.67</b>	<b>95.67</b>	<b>3.93</b>
7.00	1	65.28	65.64	65.18	65.37	1171.10	659.60	1176.10	87	4.0
	2	66.31	65.32	65.02	65.55	1169.10	658.90	1173.40	85	4.0
	3	66.28	66.57	66.10	66.32	1167.00	658.10	1171.40	80	3.3
<b>Rata-rata</b>					<b>65.74</b>	<b>1169.07</b>	<b>658.87</b>	<b>1173.63</b>	<b>84.00</b>	<b>3.77</b>



**Contoh Perhitungan Kadar Aspal 5% Nomor 1**

**1 Volume Benda Uji**

$$\begin{aligned} \text{Vol} &= \text{Berat Jenuh} - \text{Berat dalam Air} \\ &= 1222.51 - 682.84 \\ &= 539.67 \text{ gr} \end{aligned}$$

**2 Berat Jenis Padat (BJ Bulk) Campuran = Berat Isi**

$$\begin{aligned} \text{BJ Bulk} &= \frac{\text{Berat kering}}{\text{Vol Benda Uji}} \\ &= \frac{1201.80}{539.67} = 2.2269 \text{ Kg/m}^3 \end{aligned}$$

**3 Berat Jenis Padat (BJ Bulk) Agregat Gabungan (Gsb)**

$$\begin{aligned} \text{BJ Bulk Agg} &= \frac{100}{\frac{\% \text{Agg Kasar}}{\text{BJ Bulk Agg Kasar}} + \frac{\% \text{Agg Halus}}{\text{BJ Bulk Agg Halus}} + \frac{\% \text{Semen}}{\text{BJ Semen}}} \\ &= \frac{100}{\frac{60.9}{2.6513} + \frac{29.1}{2.5377} + \frac{10}{3.15}} \\ &= 2.6588 \text{ Kg/m}^3 \end{aligned}$$

**4 Berat Jenis Efektif Agregat Gabungan (Gse)**

$$\begin{aligned} \text{BJ Eff Agg} &= \frac{100}{\frac{\% \text{Agg Kasar}}{\text{BJ Eff Agg Kasar}} + \frac{\% \text{Agg Halus}}{\text{BJ Eff Agg Halus}} + \frac{\% \text{Abu Batu}}{\text{BJ Abu Batu}}} \\ &= \frac{100}{\frac{60.9}{2.6528} + \frac{29.1}{2.6277} + \frac{10}{3.15}} \\ &= 2.6878 \text{ Kg/m}^3 \end{aligned}$$

dengan Menggunakan Rumus Lain :

**Catatan : % Aspal dari Berat Campuran**

$$\begin{aligned} \text{BJ Eff Agg} &= \frac{100}{\frac{100}{\text{BJ Teori Max}} - \% \text{Aspal}} \\ &= \frac{100}{\frac{100}{2.4881} - 5} = 2.6878 \text{ Kg/m}^3 \end{aligned}$$

**5 Berat Jenis Teori Maksimum Campuran (Gmm)**

**Catatan : % Agregat & % Aspal dari Berat Campuran**

$$\begin{aligned} \text{BJ Teori Max} &= \frac{100}{\frac{\% \text{Agregat}}{\text{BJ Eff Agg}} + \% \text{Aspal}} \\ &= \frac{100}{\frac{100-5}{2.6878} + 5} = 2.4881 \text{ Kg/m}^3 \end{aligned}$$

**Contoh Perhitungan Kadar ATK 0% Kadar Aspal 5% Nomor 1**

**6 Persen Rongga dalam Campuran (VIM)**

$$\begin{aligned} \text{VIM} &= 100 - \frac{\text{Berat Isi}}{\text{BJ Teori Max}} \\ &= 100 - \frac{2.227}{2.4881} \\ &= 10.497 \% \end{aligned}$$

**7 Persen Rongga dalam Mineral Agregat (VMA)**

**Catatan : % Aspal dari Berat Campuran**

VMA	=	100	-	$\frac{(100 - \% \text{ Aspal})}{\text{BJ Bulk Agregat}} \times \text{BJ Bulk}$	x	$\frac{2.227}{2.6588}$
		=		(100 - 5)	x	2.227
		=		20.4		%

**8 Persen Rongga Terisi Aspal (VFA)**

VFA	=	100	x	$\frac{\text{VMA}}{\text{VMA}}$	-	$\frac{\text{VIM}}{10.5}$
Contoh Perhitungan Kadar Aspal 5% ATK 0%						
VFA		=		20.4	-	10.5
		=		48.6		%

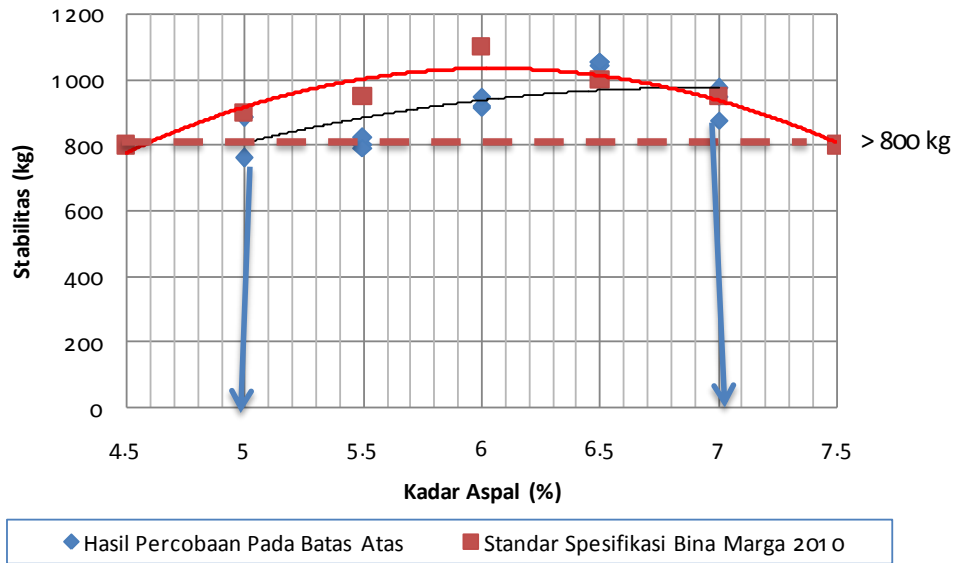
TABEL PENGUJIAN GRADASI BATAS ATAS

KADAR ASPAL (%)	NOMOR BENDA UJI	BERAT JENIS ASPAL	TINGGI BENDA UJI RERATA	BERAT JENIS (gr/cm <sup>3</sup> )		BERAT BENDA UJI			VOLUME BULK (cm <sup>3</sup> )	BERAT JENIS BULK GMB (gr/cm <sup>3</sup> )	% VOLUME		% PORI			STABILITAS				FLOW (mm)	MARSHALL QUOTIENT (kg/mm)	KEPADATAN (gr/cm <sup>3</sup> )
				GMM	GSE	DI UDARA (gr)	DI AIR (gr)	KONDISI SSD (gr)			ASPAL TERHADAP CAMPURAN	AGREGAT EFEKTIF TERHADAP	VMA	VIM	VFA	BACA SEBELUM KOREKSI	ANGKA KALIBRASI ALAT	KORELASI TINGGI	NILAI SESUDAH KOREKSI			
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
	1	1.0317	70.82			1,201.80	682.84	1,222.51	539.67	2.23	10.79	79.99	20.43	9.22	54.89	90.0	11.75	0.84	885.65	3.1	285.69	2.23
5.00	2	1.0317	70.70	2.4530	2.6448	1,201.50	676.42	1,218.70	542.28	2.22	10.74	79.59	20.83	9.68	53.56	80.0	11.75	0.81	761.66	3.0	253.89	2.22
	3	1.0317	70.92			1,209.80	685.84	1,225.31	539.47	2.24	10.87	80.55	19.87	8.58	56.83	90.0	11.75	0.84	884.42	2.9	304.97	2.24
RATA-RATA			70.81	2.4530	2.6448	1,204.37	681.70	1,222.17	540.47	2.23	10.80	80.04	20.38	9.16	55.09	86.67	11.75	0.83	843.91	3.00	281.52	2.23
	1	1.0317	69.41			1,201.10	678.21	1,213.24	535.03	2.24	11.97	80.23	20.21	7.81	61.38	81.0	11.75	0.84	804.38	3.7	217.40	2.24
5.50	2	1.0317	70.29	2.4350	2.6443	1,187.20	671.86	1,205.24	533.38	2.23	11.87	79.54	20.89	8.59	58.87	84.0	11.75	0.83	823.31	3.0	274.44	2.23
	3	1.0317	69.58			1,200.90	678.51	1,216.90	538.39	2.23	11.89	79.71	20.72	8.40	59.48	80.0	11.75	0.84	792.49	3.6	220.14	2.23
RATA-RATA			69.76	2.4350	2.6443	1,196.40	676.19	1,211.79	535.60	2.23	11.91	79.83	20.61	8.26	59.91	81.67	11.75	0.84	806.73	3.43	237.33	2.23
	1	1.0317	67.83			1,176.40	676.50	1,192.90	516.40	2.28	13.25	81.47	19.46	5.28	72.88	90.0	11.75	0.86	914.70	3.5	261.34	2.28
6.00	2	1.0317	67.50	2.4050	2.6283	1,188.60	676.80	1,201.40	524.60	2.27	13.18	81.03	19.90	5.79	70.89	90.0	11.75	0.87	919.06	4.5	204.24	2.27
	3	1.0317	68.95			1,185.60	676.20	1,200.50	524.30	2.26	13.15	80.87	20.05	5.98	70.20	95.0	11.75	0.85	949.88	3.5	271.39	2.26
RATA-RATA			68.09	2.4050	2.6283	1,183.53	676.50	1,198.27	521.77	2.27	13.19	81.13	19.80	5.68	71.33	91.67	11.75	0.86	927.88	3.83	245.66	2.27
	1	1.0317	66.89			1,174.50	666.20	1,179.40	513.20	2.29	14.42	81.58	19.52	4.84	75.20	97.0	11.75	0.93	1,056.34	3.8	277.98	2.29
6.50	2	1.0317	66.07	2.3840	2.6230	1,179.30	670.80	1,185.20	514.40	2.29	14.44	81.72	19.38	3.83	80.21	94.0	11.75	0.94	1,040.59	3.6	289.05	2.29
	3	1.0317	66.39			1,176.50	667.20	1,183.40	516.20	2.28	14.36	81.24	19.85	4.40	77.85	96.0	11.75	0.94	1,055.89	4.0	263.97	2.28
RATA-RATA			66.45	2.3840	2.6230	1,176.77	668.07	1,182.67	514.60	2.29	14.41	81.51	19.58	4.36	77.75	95.67	11.75	0.93	1,050.94	3.80	277.00	2.29
	1	1.0317	65.37			1,171.10	659.60	1,176.10	516.50	2.27	15.38	80.94	20.69	3.68	82.22	87.0	11.75	0.95	974.88	3.9	249.97	2.27
7.00	2	1.0317	65.55	2.3540	2.6053	1,169.10	658.90	1,173.40	514.50	2.27	15.42	81.11	20.52	3.47	83.09	85.0	11.75	0.95	947.89	4.6	206.06	2.27
	3	1.0317	66.32			1,167.00	658.10	1,171.40	513.30	2.27	15.43	81.16	20.48	3.42	83.30	80.0	11.75	0.93	874.11	3.3	264.88	2.27
RATA-RATA			65.74	2.3540	2.6053	1,169.07	658.87	1,173.63	514.77	2.27	15.41	81.07	20.56	3.52	82.87	84.00	11.75	0.94	932.29	3.93	240.30	2.27

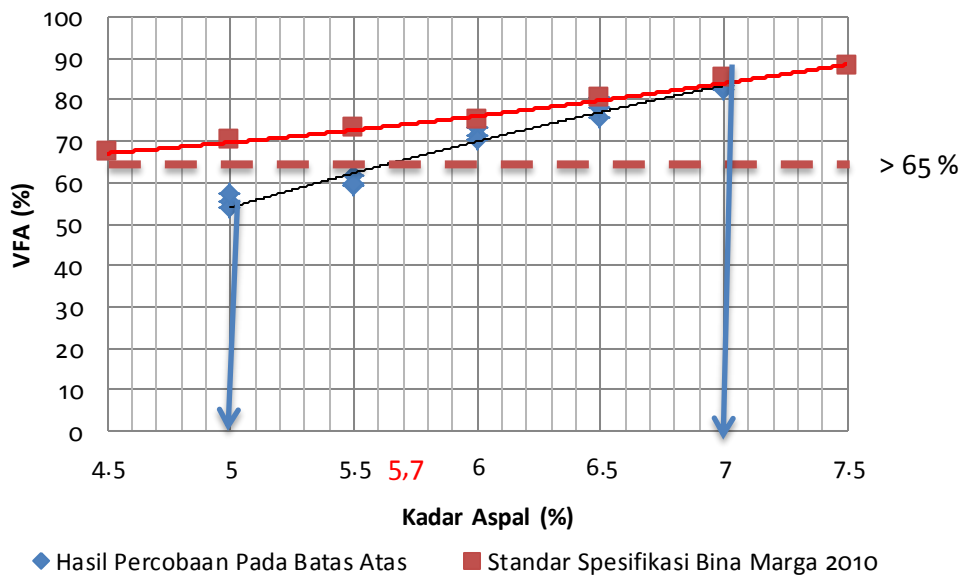
- 1 GSB = BERAT JENIS GABUNGAN 6  $M = \frac{K \times (100-A)}{F}$  Bj Teori Max = 5.0 2.4530
- 2 GSB = 2.6588 7  $N = \frac{100 - ((K \times (100-A)) / GSB)}{E}$  5.5 2.4350
- 3  $F = \frac{(100-A)}{((100/E)-(A/C))}$  8  $O = \frac{(100 \times (E-K))}{E}$  6.0 2.4050
- 5  $L = (A \times K) / C$  10 6.5 2.3840  
7.0 2.3540

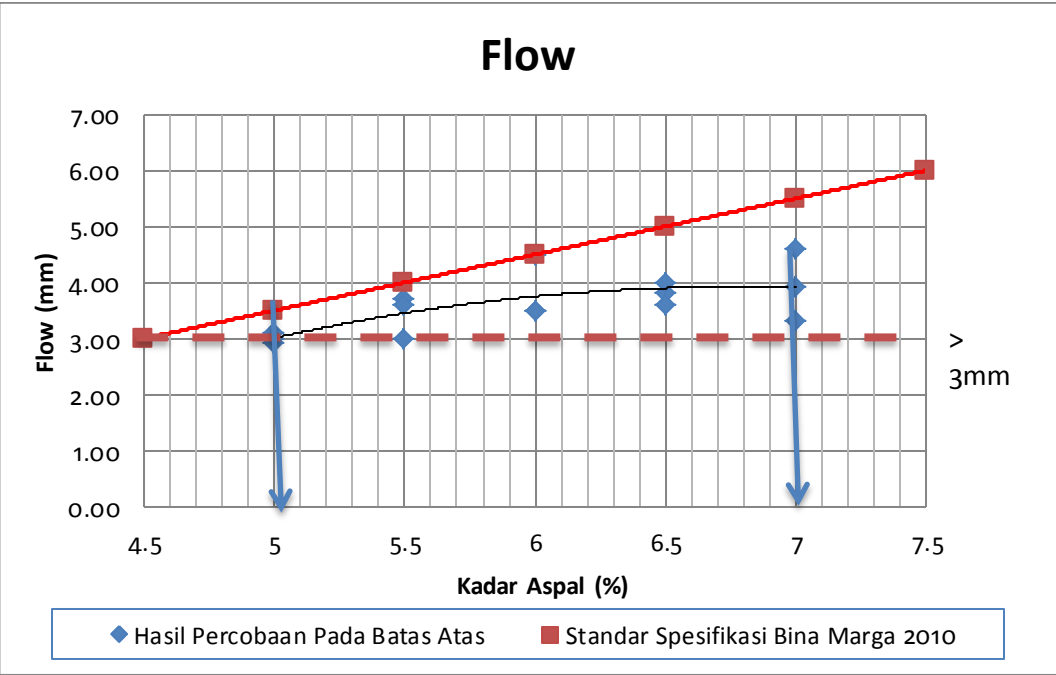
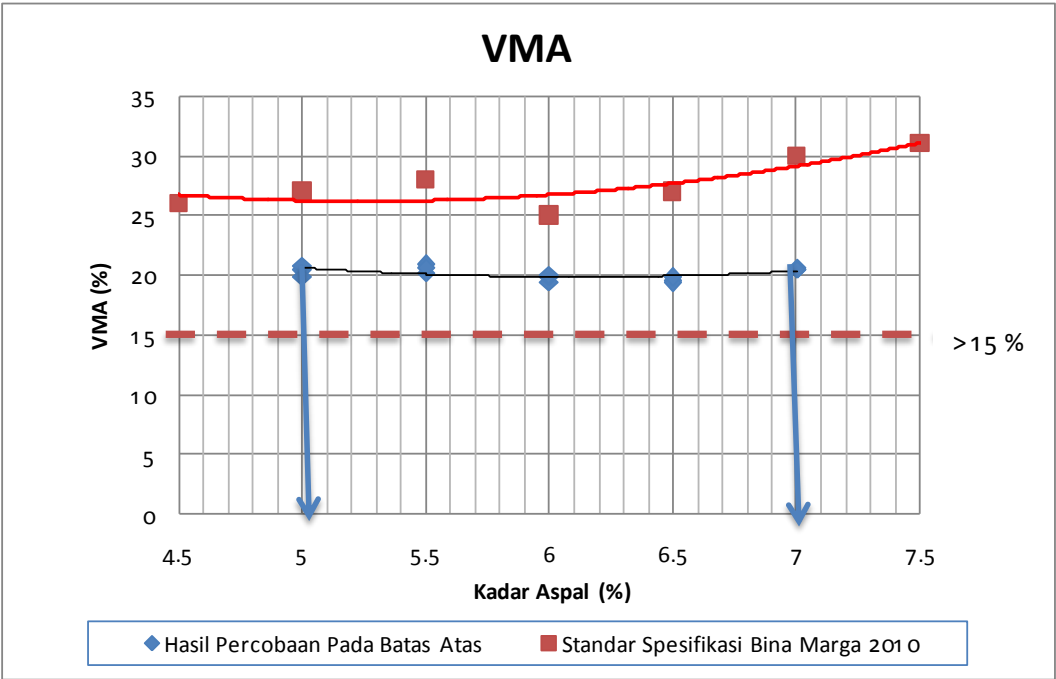
5			5.5			6			6.5			7		
71.40	70.82	73.00	74.60	69.41	76.20	74.60	67.83	76.20	65.10	66.89	66.70	63.50	65.37	65.10
0.83	0.84	0.81	0.78	0.84	0.76	0.78	0.86	0.76	0.96	0.93	0.93	1.00	0.95	0.96
71.40	68.09	73.00	74.60	70.29	76.20	74.60	67.50	76.20	65.10	66.07	66.70	63.50	65.55	65.10
0.83	0.87	0.81	0.78	0.83	0.76	0.78	0.87	0.76	0.96	0.94	0.93	1.00	0.95	0.96
71.40	70.92	73.00	74.60	69.58	76.20	74.60	68.95	76.20	65.10	66.39	66.70	63.50	66.32	65.10
0.83	0.84	0.81	0.78	0.84	0.76	0.78	0.85	0.76	0.96	0.94	0.93	1.00	0.93	0.96
71.40	70.81	73.00	74.60	69.76	76.20	74.60	68.09	76.20	65.10	66.45	66.70	63.50	65.74	65.10
0.83	0.84	0.81	0.78	0.84	0.76	0.78	0.86	0.76	0.96	0.93	0.93	1.00	0.94	0.96

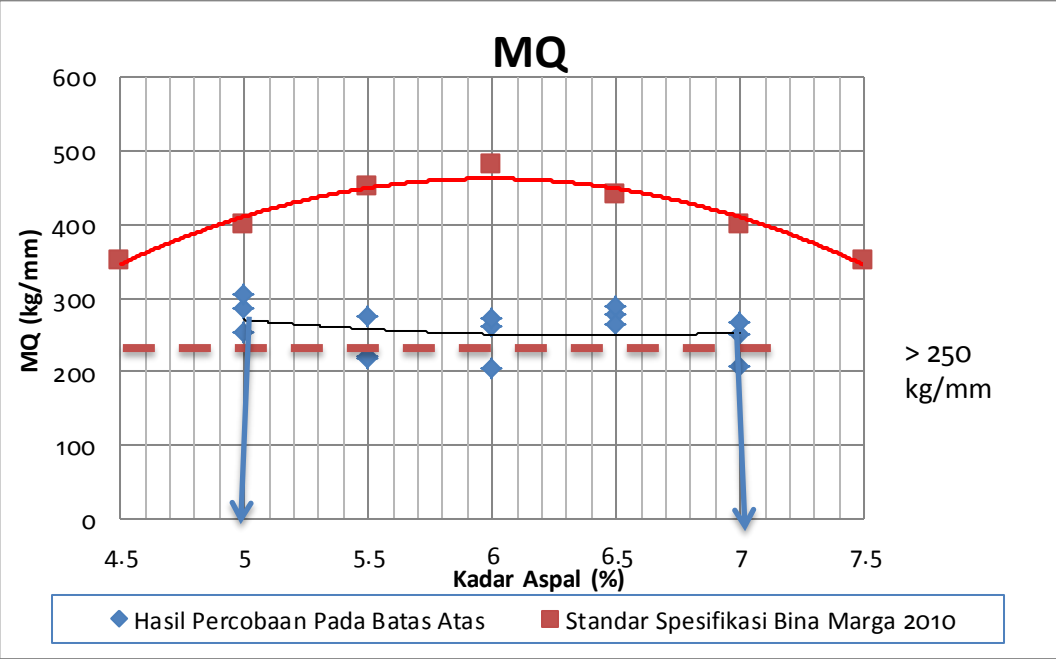
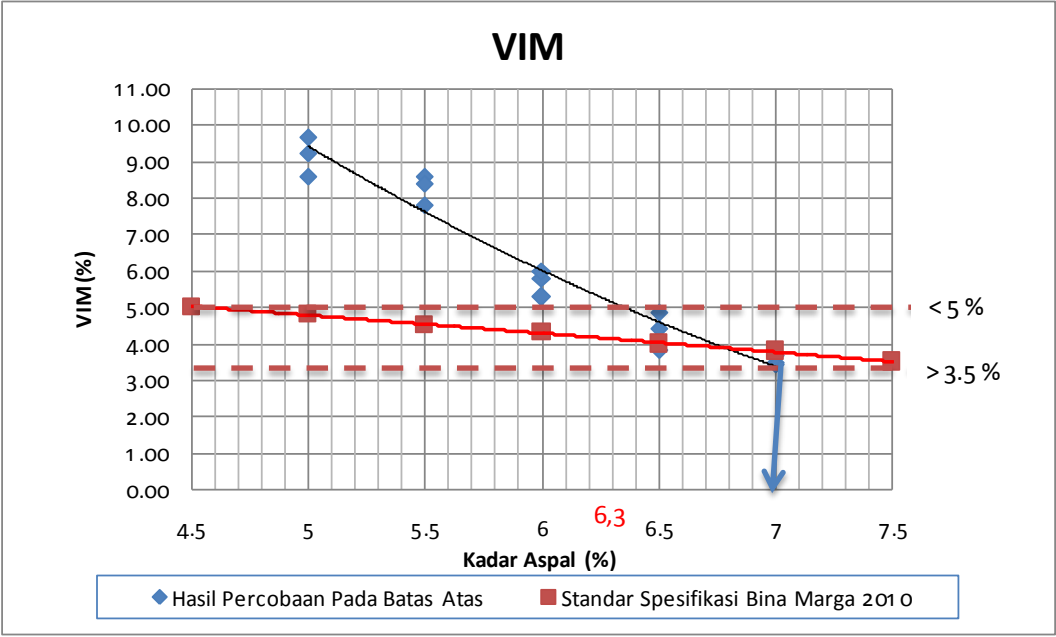
### Stabilitas



### VFA











### TABEL PERHITUNGAN JOB MIX FORMULA (JMF)

Tabel Pembagian Butir Agregat Halus dan Agregat Kasar Pada Gradasi Batas Tengah

Saringan	Diameter	% Lolos	% Tertahan	PB
3/4"	19	100		CA= 66.45
1/2"	12.5	95	5	
3/8"	9.5	81	14	
No.4	4.75	53	28	
No.8	2.36	33.55	19.45	
No.16	1.18	22.3	11.25	FA= 26.55
No.30	0.6	16.05	6.25	
No.50	0.3	12.25	3.8	
No.100	0.15	9.5	2.75	
No.200	0.075	7	2.5	
Pan	-	0	7	7

#### Kadar Aspal Ditentukan dengan Cara Menghitung Nilai Pb

$$\begin{aligned}
 \text{Pb} &= (0.035 \times \text{CA}) + (0.045 \times \text{FA}) + (0.18 \times \text{Filler}) + \text{K} \\
 &= (0.035 \times 66.45) + (0.045 \times 26.55) + (0.18 \times 7) + 0.75 \\
 &= 5.53 \quad \approx \quad 5.5 \quad \%
 \end{aligned}$$

#### PERKIRAAN NILAI KADAR ASPAL

PB-1	PB-0,5	PB	PB+0,5	PB+1
4.50%	5.00%	5.50%	6.0%	6.5%

#### JMF

Fraksi	% Tertahan	Berat Jenis			% Penyerapan	BJ Terpakai	[2] / [7]
		Bulk	SSD	Apparent			
1	2	3	4	5	6	7	8
Kasar	66.45	2.6513	2.6518	2.6528	0.0220	2.6528	25.05
Halus	26.55	2.5377	2.6039	2.7177	2.6104	2.6277	10.10
Filler	7.00					3.1500	2.22
Total							37.38

Kadar Aspal (%)	BJ Aspal (gr/cm <sup>3</sup> )	[9] / [10]	$\Sigma[8] \times \{(100-[9])/100\}$	[11] + [12]	BJ Teori Max 100 / [13]
9	10	11	12	13	14
4.50	1.0317	4.36	35.69	40.05	2.4966
5.00	1.0317	4.85	35.51	40.35	2.4781
5.50	1.0317	5.33	35.32	40.65	2.4600
6.00	1.0317	5.82	35.13	40.95	2.4421
6.50	1.0317	6.30	34.95	41.25	2.4245

$$\begin{aligned}
 \text{Diameter Benda Uji} &= 10.16 \text{ cm} \\
 \text{Tinggi Benda Uji} &= 6.35 \text{ cm} \\
 \text{Volume Benda Uji} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\
 &= \frac{1}{4} \times \pi \times (10.16)^2 \times (6.35) = 514.8148 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

#### Contoh Perhitungan untuk Kadar Aspal 4.5 % :

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Total} &= \text{Volume Benda Uji} \times \text{BJ Teori Max} \times 0.96 \\
 &= 514.8148 \times 2.4966 \times 0.96 = 1233.9 \text{ gr} \\
 \text{Berat Aspal} &= \text{Kadar Aspal} \times \text{Berat Total} \\
 &= 4.50\% \times 1233.9 = 55.5 \text{ gr} \\
 \text{Berat Agregat} &= \text{Berat Total} - \text{Berat Aspal} \\
 &= 1233.9 - 55.5 = 1178.3 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

Catatan :

0.96 didapat dari :  $100\% - \text{void} = 100\% - 4\% = 96\% = 0.96$

**Perhitungan Selanjutnya Ditabelkan.**

Kadar Aspal	Berat (gr)		
	Total	Aspal	Agregat
4.50	1233.9	55.5	1178.3
5.00	1224.8	61.2	1163.5
5.50	1215.8	66.9	1148.9
6.00	1206.9	72.4	1134.5
6.50	1198.2	77.9	1120.3

**JMF**

Saringan	% Lolos	% Tertahan	Kadar Aspal (%)					Total Agregat	Total 3 Benda Uji
			4.50	5.00	5.50	6.00	6.50		
19	100	0	0	0	0	0	0	0	
12.5	95.00	5.00	58.9	58.2	57.4	56.7	56.0	287.3	861.8
9.5	81.00	14.00	165.0	162.9	160.8	158.8	156.8	804.4	2413.2
4.75	53.00	28.00	329.9	325.8	321.7	317.7	313.7	1608.8	4826.3
2.36	33.55	19.45	229.2	226.3	223.5	220.7	217.9	1117.5	3352.6
1.18	22.30	11.25	132.6	130.9	129.3	127.6	126.0	646.4	1939.2
0.6	16.05	6.25	73.6	72.7	71.8	70.9	70.0	359.1	1077.3
0.3	12.25	3.80	44.8	44.2	43.7	43.1	42.6	218.3	655.0
0.15	9.50	2.75	32.4	32.0	31.6	31.2	30.8	158.0	474.0
0.075	7.00	2.50	29.5	29.1	28.7	28.4	28.0	143.6	430.9
Pan	0	7	82.5	81.4	80.4	79.4	78.4	402.2	1206.6
Berat Total Agregat (gr)			1178.3	1163.5	1148.9	1134.5	1120.3	5745.6	17236.9
Berat Aspal (gr)			55.5	61.2	66.9	72.4	77.9	333.9	1001.8
Berat Total Benda Uji (gr)			1233.9	1224.8	1215.8	1206.9	1198.2	6079.6	18238.7
BJ Teori Max			2.4966	2.4781	2.4600	2.4421	2.4245	-	-

**Data Hasil Pengukuran & Pengujian Benda Uji Marshall Batas Tengah**

Kadar Aspal %	Nomor Benda Uji	Tinggi Benda Uji			Tinggi Benda Uji rata rata	Berat Kering (gr)	Berat Dalam air	Berat Jenuh	Pembacaan Stabilitas	Flow
		1	2	3	(mm)	(gram)	(gram)	(gram)	(kg)	(mm)
4.50	1	74	74.5	75	74.50	1,204.60	674.40	1,239.90	73.0	1.6
	2	75.3	75.2	75	75.17	1,209.80	677.60	1,236.30	73.0	3.2
	3	74.7	73.8	73	73.83	1,208.00	683.30	1,237.00	74.0	1.4
<b>Rata-rata</b>					<b>74.50</b>	<b>1207.47</b>	<b>678.43</b>	<b>1237.73</b>	<b>73.33</b>	<b>2.07</b>
5.00	1	71	72.7	72.6	72.10	1194.20	676.50	1216.40	71.0	5.2
	2	72.4	73	73.2	72.87	1,195.40	674.50	1,220.90	71.0	1.9
	3	72.6	72	73	72.53	1,191.00	674.70	1,209.70	83.0	3.6
<b>Rata-rata</b>					<b>72.50</b>	<b>1193.53</b>	<b>675.23</b>	<b>1215.67</b>	<b>75.00</b>	<b>3.57</b>
5.50	1	72	71	72.8	71.93	1,187.00	664.90	1,202.70	80.0	2.3
	2	70	69.7	70.1	69.93	1,189.80	668.80	1,199.30	76.0	3.2
	3	70.7	70.5	70.4	70.53	1,191.60	665.60	1,201.30	80.0	4.6
<b>Rata-rata</b>					<b>70.80</b>	<b>1189.47</b>	<b>666.43</b>	<b>1201.10</b>	<b>78.67</b>	<b>3.37</b>
6.00	1	66	66.6	66.2	66.27	1,180.10	672.80	1,188.80	81.5	3.8
	2	67.6	67.3	67.5	67.47	1,194.30	680.60	1,203.30	82.0	3.9
	3	65.7	65.4	65.6	65.57	1,184.30	678.00	1,194.30	82.0	3.4
<b>Rata-rata</b>					<b>66.43</b>	<b>1186.23</b>	<b>677.13</b>	<b>1195.47</b>	<b>81.83</b>	<b>3.70</b>
6.50	1	64.3	64.2	64.5	64.33	1,170.70	671.30	1,178.00	80.0	3.5
	2	63.1	63.8	63.4	63.43	1,159.00	665.00	1,166.50	85.0	4.1
	3	63.6	64	63.5	63.70	1166.30	669.30	1173.40	94.0	4.3
<b>Rata-rata</b>					<b>63.82</b>	<b>1165.33</b>	<b>668.53</b>	<b>1172.63</b>	<b>86.33</b>	<b>3.97</b>

**Contoh Perhitungan Kadar Aspal 4.5% Nomor 1**

**1 Volume Benda Uji**

$$\begin{aligned} \text{Vol} &= \text{Berat Jenuh} - \text{Berat dalam Air} \\ &= 1239.90 - 674.40 \\ &= 565.50 \text{ gr} \end{aligned}$$

**2 Berat Jenis Padat (BJ Bulk) Campuran = Berat Isi**

$$\begin{aligned} \text{BJ Bulk} &= \frac{\text{Berat kering}}{\text{Vol Benda Uji}} \\ &= \frac{1204.60}{565.5} = 2.1302 \text{ Kg/m}^3 \end{aligned}$$

**3 Berat Jenis Padat (BJ Bulk) Agregat Gabungan (Gsb)**

$$\begin{aligned} \text{BJ Bulk Agg} &= \frac{100}{\frac{\% \text{Agg Kasar}}{\text{BJ Bulk Agg Kasar}} + \frac{\% \text{Agg Halus}}{\text{BJ Bulk Agg Halus}} + \frac{\% \text{Semen}}{\text{BJ Semen}}} \\ &= \frac{100}{\frac{66.45}{2.6513} + \frac{26.55}{2.5377} + \frac{7}{3.15}} \\ &= 2.6492 \text{ Kg/m}^3 \end{aligned}$$

**4 Berat Jenis Efektif Agregat Gabungan (Gse)**

$$\begin{aligned} \text{BJ Eff Agg} &= \frac{100}{\frac{\% \text{Agg Kasar}}{\text{BJ Eff Agg Kasar}} + \frac{\% \text{Agg Halus}}{\text{BJ Eff Agg Halus}} + \frac{\% \text{Abu Batu}}{\text{BJ Abu Batu}}} \\ &= \frac{100}{\frac{66.45}{2.6528} + \frac{26.55}{2.6277} + \frac{7}{3.15}} \\ &= 2.6756 \text{ Kg/m}^3 \end{aligned}$$

dengan Menggunakan Rumus Lain :

**Catatan : % Aspal dari Berat Campuran**

$$\begin{aligned} \text{BJ Eff Agg} &= \frac{100 - \% \text{Aspal}}{\frac{100}{\text{BJ Teori Max}} - \frac{\% \text{Aspal}}{\text{BJ Aspal}}} \\ &= \frac{100 - 4.5}{\frac{100}{2.4966} - \frac{4.5}{1.0317}} \\ &= 2.6756 \text{ Kg/m}^3 \end{aligned}$$

**5 Berat Jenis Teori Maksimum Campuran (Gmm)**

**Catatan : % Agregat & % Aspal dari Berat Campuran**

$$\begin{aligned} \text{BJ Teori Max} &= \frac{100}{\frac{\% \text{Agregat}}{\text{BJ Eff Agg}} + \frac{\% \text{Aspal}}{\text{BJ Aspal}}} \\ &= \frac{100}{\frac{100-4.5}{2.6756} + \frac{4.5}{1.0317}} \\ &= 2.4966 \text{ Kg/m}^3 \end{aligned}$$

**Contoh Perhitungan Kadar ATK 0% Kadar Aspal 4.5% Nomor 1**

**6 Persen Rongga dalam Campuran (VIM)**

$$\begin{aligned} \text{VIM} &= 100 - 100 \times \frac{\text{Berat Isi}}{\text{BJ Teori Max}} \\ &= 100 - 100 \times \frac{2.130}{2.4966} \\ &= 14.677 \% \end{aligned}$$

**7 Persen Rongga dalam Mineral Agregat (VMA)**

**Catatan : % Aspal dari Berat Campuran**

$$\begin{aligned} \text{VMA} &= 100 - \frac{(100 - \% \text{ Aspal}) \times \text{BJ Bulk}}{\text{BJ Bulk Agregat}} \\ &= 100 - \frac{(100 - 4.5) \times 2.130}{2.6492} \\ &= 23.2 \quad \% \end{aligned}$$

**8 Persen Rongga Terisi Aspal (VFA)**

$$\begin{aligned} \text{VFA} &= 100 \times \frac{\text{VMA} - \text{VIM}}{\text{VMA}} \\ \text{Contoh Perhitungan Kadar Aspal 4.5\% ATK 0\%} \\ \text{VFA} &= 100 \times \frac{23.2 - 14.7}{23.2} \\ &= 36.8 \quad \% \end{aligned}$$

TABEL PENGUJIAN GRADASI BATAS TENGAH

KADAR ASPAL (%)	NOMOR BENDA UJI	BERAT JENIS ASPAL	TINGGI BENDA UJI RERATA	BERAT JENIS (gr/cm <sup>3</sup> )		BERAT BENDA UJI			VOLUME BULK (cm <sup>3</sup> )	BERAT JENIS BULK GMB (gr/cm <sup>3</sup> )	% VOLUME		% PORI			STABILITAS				FLOW (mm)	MARSHALL QUOTIENT (kg/mm)	KEPADATAN (gr/cm <sup>3</sup> )	
				GMM	GSE	DI UDARA (gr)	DI AIR (gr)	KONDISI SSD (gr)			ASPAL TERHADAP CAMPURAN	AGREGAT EFEKTIF TERHADAP	VMA	VIM	VFA	BACA SEBELUM KOREKSI	ANGKA KALIBRASI ALAT	KORELASI TINGGI	NILAI SESUDAH KOREKSI				
																							E
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	
	1	1.0317	74.50			1,204.60	674.40	1,239.90	565.50	2.1302	9.291	76.032	23.21	14.68	36.77	73.0	11.754	0.791	678.93	1.60	424.329	2.130	
4.5	2	1.0317	75.17	2.4966	2.6756	1,209.80	677.60	1,236.30	558.7	2.1654	9.445	77.290	21.94	13.27	39.54	73.0	11.754	0.830	712.17	3.20	222.555	2.165	
	3	1.0317	73.83			1,208.00	683.30	1,237.00	553.7	2.1817	9.516	77.871	21.35	12.61	40.93	74.0	11.754	0.830	721.93	1.40	515.665	2.182	
	RATA-RATA			74.50	2.4966	2.6756	1,207.47	678.43	1,237.73	559.30	2.1591	9.4173	77.064	22.17	13.52	39.08	73.3	11.754	0.817	704.34	2.07	387.516	2.159
	1	1.0317	72.10			1,194.20	676.50	1,216.40	539.9	2.2119	10.720	78.536	20.68	10.74	48.05	71.0	11.754	0.811	677.02	5.20	130.195	2.212	
5	2	1.0317	72.87	2.4781	2.6756	1,195.40	674.50	1,220.90	546.40	2.1878	10.603	77.680	21.55	11.72	45.62	71.0	11.754	0.802	669.02	1.90	352.115	2.188	
	3	1.0317	72.53			1,191.00	674.70	1,209.70	535	2.2262	10.789	79.043	20.17	10.17	49.59	83.0	11.754	0.806	786.16	3.60	218.377	2.226	
	RATA-RATA			72.50	2.4781	2.6756	1,193.53	675.23	1,215.67	540.43	2.2086	10.7037	78.420	20.80	10.88	47.75	75.0	11.754	0.806	710.73	3.57	233.562	2.209
	1	1.0317	71.93			1,187.00	664.90	1,202.70	537.8	2.2071	11.766	77.955	21.27	10.28	51.67	80.0	11.754	0.813	764.79	2.30	332.519	2.207	
5.5	2	1.0317	69.93	2.4600	2.6756	1,189.80	668.80	1,199.30	530.5	2.2428	11.956	79.214	20.00	8.83	55.85	76.0	11.754	0.838	748.89	3.20	234.027	2.243	
	3	1.0317	70.53			1,191.60	665.60	1,201.30	535.7	2.2244	11.858	78.564	20.65	9.58	53.63	80.0	11.754	0.831	781.25	4.60	169.837	2.224	
	RATA-RATA			70.80	2.4600	2.6756	1,189.47	666.43	1,201.10	534.67	2.2248	11.8603	78.578	20.64	9.56	53.72	78.7	11.754	0.828	764.98	3.37	245.461	2.225
	1	1.0317	66.27			1,180.10	672.80	1,188.80	516	2.2870	13.300	80.349	18.85	7.03	62.70	81.5	11.754	0.938	898.68	3.80	236.494	2.287	
6	2	1.0317	67.47	2.4421	2.6756	1,194.30	680.60	1,203.30	522.70	2.2849	13.288	80.273	18.93	6.44	65.98	82.0	11.754	0.916	882.51	3.90	226.283	2.285	
	3	1.0317	65.57			1,184.30	678.00	1,194.30	516.3	2.2938	13.340	80.588	18.61	6.07	67.37	82.0	11.754	0.951	916.84	3.40	269.659	2.294	
	RATA-RATA			66.43	2.4421	2.6756	1,186.23	677.13	1,195.47	518.33	2.2886	13.3095	80.403	18.80	6.51	65.35	81.8	11.7540	0.935	899.34	3.70	244.146	2.289
	1	1.0317	64.33			1,170.70	671.30	1,178.00	506.70	2.3104	14.556	80.740	18.46	4.70	74.51	80.0	11.754	0.979	920.73	3.50	263.066	2.310	
6.5	2	1.0317	63.43	2.4245	2.6756	1,159.00	665.00	1,166.50	501.5	2.3111	14.560	80.762	18.43	4.68	74.62	85.0	11.754	1.002	1000.76	4.10	244.087	2.311	
	3	1.0317	63.70			1,166.30	669.30	1,173.40	504.1	2.3136	14.577	80.851	18.34	4.57	75.08	94.0	11.754	0.992	1095.98	4.30	254.878	2.314	
	RATA-RATA			63.82	2.4245	2.6756	1,165.33	668.53	1,172.63	504.10	2.3117	14.5644	80.784	18.411	4.651	74.738	86.3	11.7540	0.991	1005.82	3.97	254.010	2.312

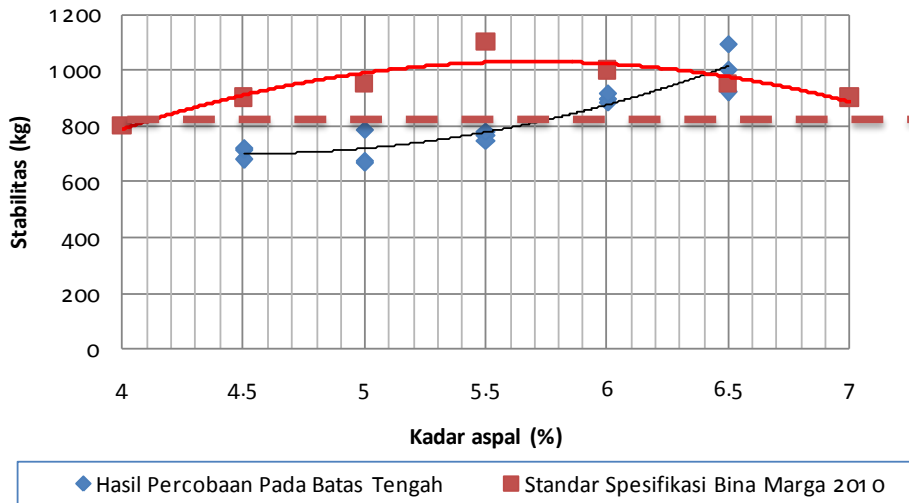
- 1 GSB = BERAT JENIS GABUNGAN
- 2 GSB = 2.6492
- 3 F = (100-A)/((100/E)-(A/C))
- 5 L = (A x K)/C

- 6 M = (K x (100-A)) / F
- 7 N = 100 - ((K x (100-A)) / GSB)
- 8 O = (100 x (E-K)) / E
- 10

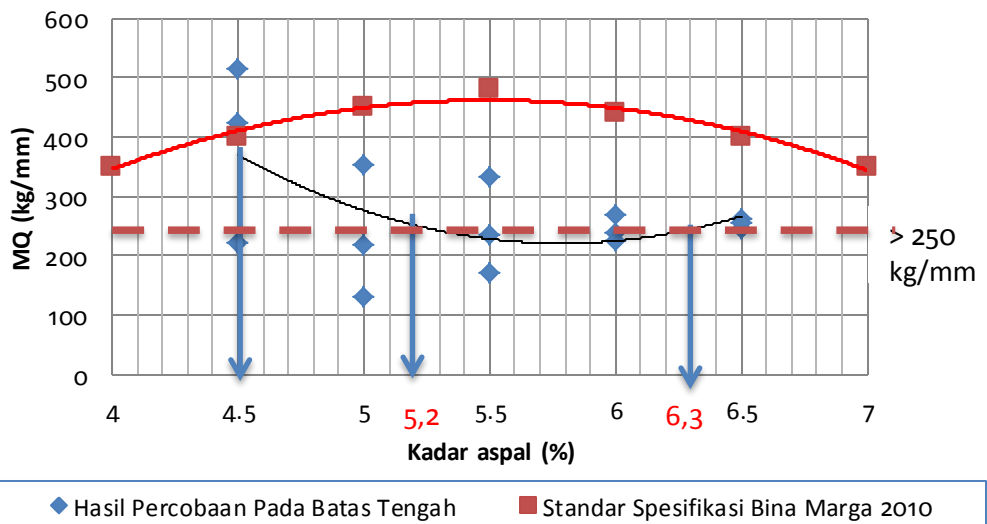
- Bj Teori Max = 4.5 2.4966
- = 5.0 2.4781
- = 5.5 2.4600
- = 6.0 2.4421
- = 6.5 2.4245

4.5			5			5.5			6			6.5		
71.40	74.50	73.00	74.60	72.10	76.20	74.60	71.93	76.20	65.10	66.27	66.70	63.50	64.33	65.10
0.83	0.79	0.81	0.78	0.81	0.76	0.78	0.81	0.76	0.96	0.94	0.93	1.00	0.98	0.96
71.40	70.80	73.00	74.60	72.87	76.20	74.60	69.93	76.20	65.10	67.47	66.70	63.50	63.43	65.10
0.83	0.84	0.81	0.78	0.80	0.76	0.78	0.84	0.76	0.96	0.92	0.93	1.00	1.00	0.96
71.40	73.83	73.00	74.60	72.53	76.20	74.60	70.53	76.20	65.10	65.57	66.70	63.50	63.70	65.10
0.83	0.80	0.81	0.78	0.81	0.76	0.78	0.83	0.76	0.96	0.95	0.93	1.00	1.00	0.96
71.40	74.50	73.00	74.60	72.50	76.20	74.60	70.80	76.20	65.10	66.43	66.70	63.50	63.82	65.10
0.83	0.79	0.81	0.78	0.81	0.76	0.78	0.83	0.76	0.96	0.94	0.93	1.00	0.99	0.96

### Stabilitas

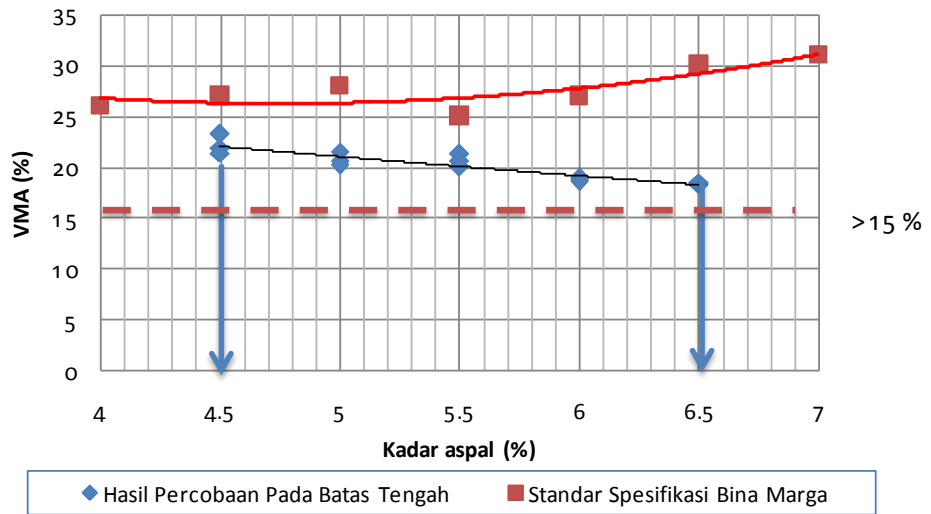


### MQ

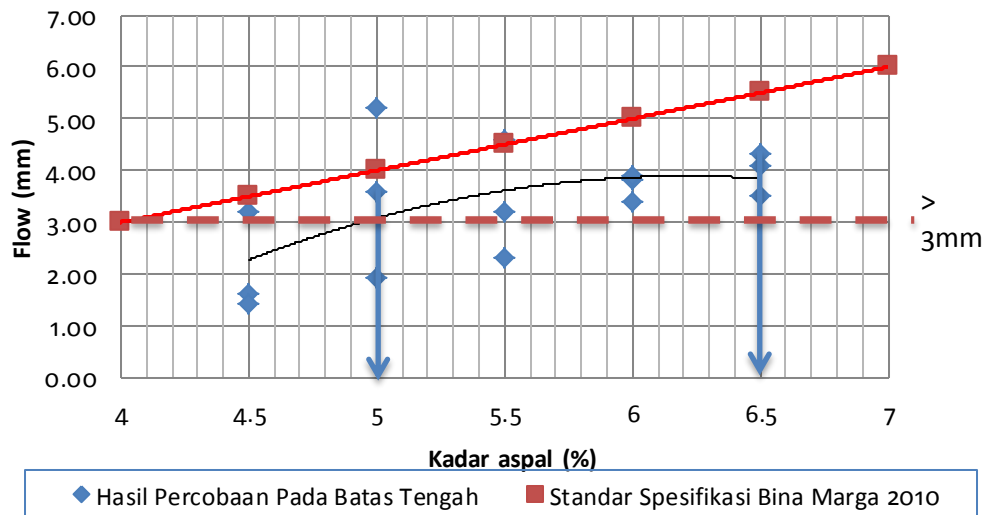




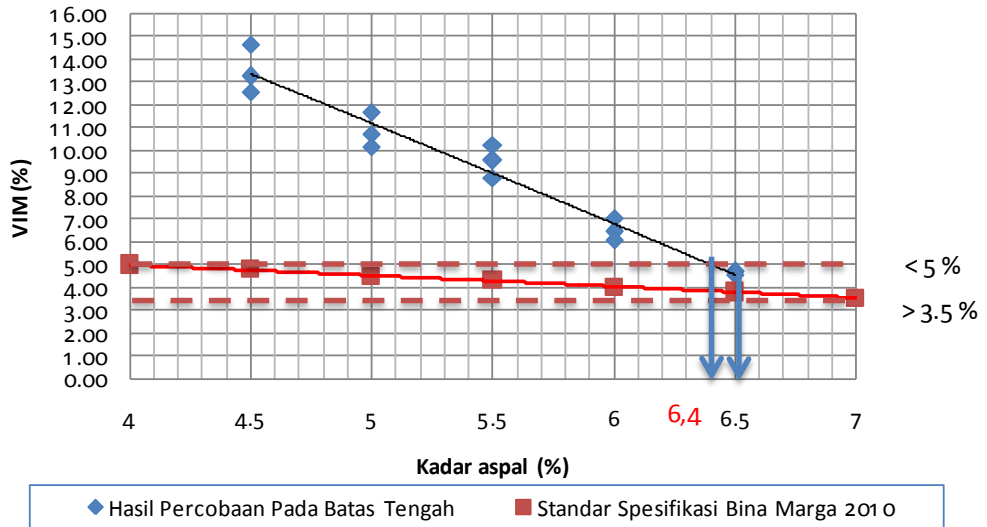
### VMA



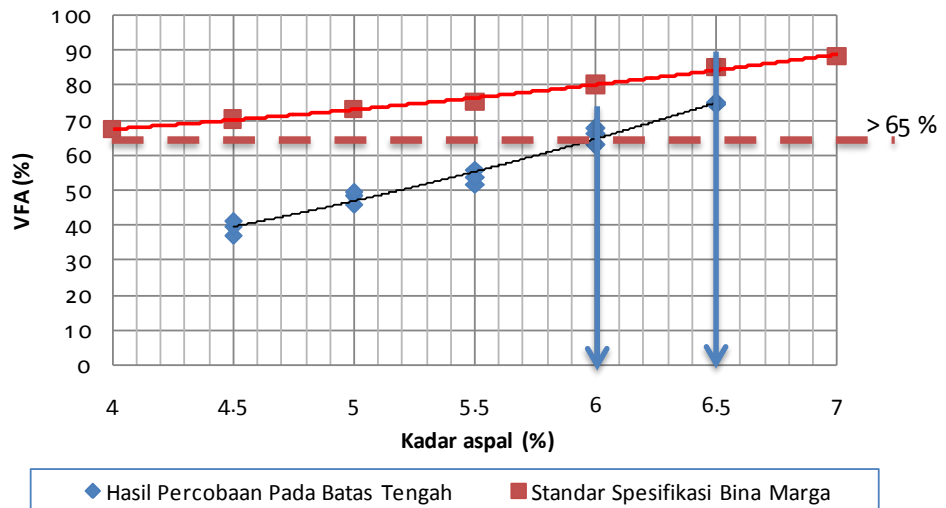
### Flow



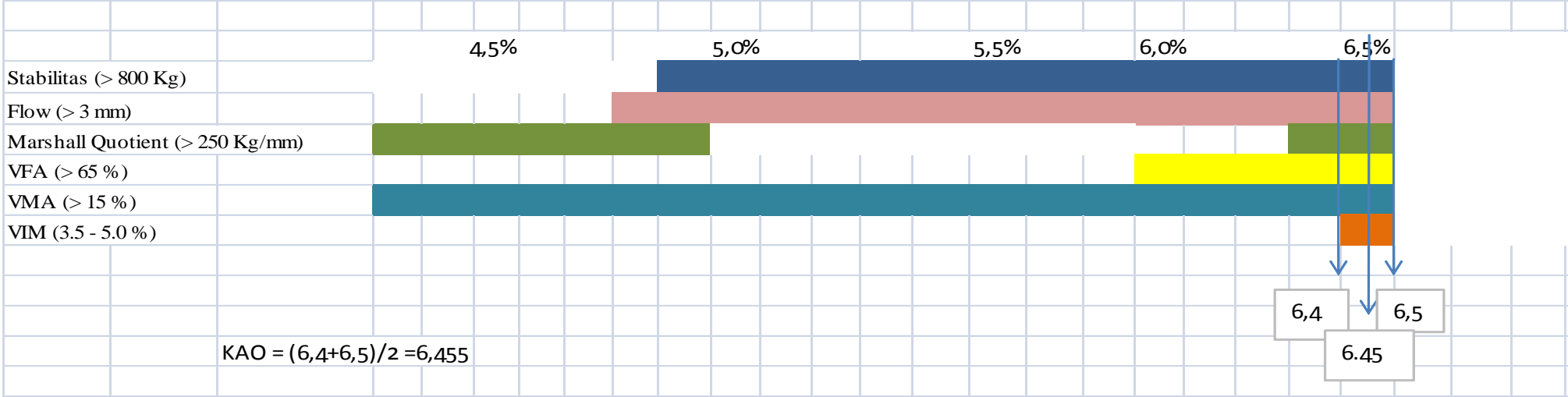
### VIM



### VFA



KADAR ASPAL OPTIMUM PADA BATAS TENGAH



**TABEL PERHITUNGAN JOB MIX FORMULA (JMF)**

**Tabel Pembagian Butir Agregat Halus dan Agregat Kasar Pada Gradasi Batas Atas**

Saringan	Diameter	% Lolos	%Tertahan	PB
3/4"	19	100		CA= 60.9
1/2"	12.5	100	0	
3/8"	9.5	90	10	
No.4	4.75	63	27	
No.8	2.36	39.1	23.9	
No.16	1.18	25.6	13.5	FA= 29.1
No.30	0.6	19.1	6.5	
No.50	0.3	15.5	3.6	
No.100	0.15	13	2.5	
No.200	0.075	10	3	
Pan	-		10	10

**Kadar Aspal Optimum = 6,65%**

**JMF**

Fraksi	% Tertahan	Berat Jenis			% Penyerapan	BJ Terpakai	[2] / [7]
		Bulk	SSD	Apparent			
1	2	3	4	5	6	7	8
Kasar	60.90	2.6513	2.6518	2.6528	0.0220	2.6528	22.96
Halus	29.10	2.5377	2.6039	2.7177	2.6104	2.6277	11.07
Filler	<b>10.00</b>					3.1500	3.17
Total							37.21

Kadar Aspal (%)	BJ Aspal (gr/cm <sup>3</sup> )	[9] / [10]	$\frac{\sum[8] \times \{(100 - [9]) / 100\}}{[9]}$	[11] + [12]	BJ Teori Max 100 / [13]
9	10	11	12	13	14
6.50	1.0317	6.30	34.79	41.09	2.4338

Diameter Benda Uji = 10.16 cm  
 Tinggi Benda Uji = 6.35 cm  
 Volume Benda Uji =  $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t$   
 =  $\frac{1}{4} \times \pi \times (10.16)^2 \times 6.35 = 514.8148 \text{ cm}^3$

**Perhitungan untuk Kadar Aspal Optimum 6.5 % :**

Berat Total = Volume Benda Uji x BJ Teori Max x 0.96  
 = 514.8148 x 2.4158 x 0.96 = 1202.8 gr  
 Berat Aspal = Kadar Aspal x Berat Total  
 = 6.5% x 1193.9 = 78.2 gr  
 Berat Agreg = Berat Total - Berat Aspal  
 = 1193.9 - 80.6 = 1124.7 gr

Catatan :

0.96 didapat dari : 100% - void = 100% - 4% = 96% = 0.96

**JMF**

Saringan	%	%	adar Aspal (%)	Total
	Lolos	Tertahan	6.65	15 Benda
19	100	0	0	0
12.5	100	0.00	0.0	0
9.5	90.00	10.00	111.3	1670
4.75	63.00	27.00	300.6	4509
2.36	39.10	23.90	266.1	3991
1.18	25.60	13.50	150.3	2254
0.6	19.10	6.50	72.4	1085
0.3	15.50	3.60	40.1	601
0.15	13.00	2.50	27.8	417
0.075	10.00	3.00	33.4	501
Pan	0	10	111.3	1670
Berat Total Agregat (gr)			1124.7	16700.0
Berat Aspal (gr)			78.2	1172.8
Berat Total Benda Uji (gr)			1202.8	17872.7
BJ Teori Max			2.4338	-

**Data Hasil Pengukuran & Pengujian Benda Uji Marshall Batas ATAS(KAO = 6,65%)**

Variasi Temperatur (°C)	Nomor Benda Uji	Tinggi Benda Uji			Tinggi Benda Uji rata rata	Berat Kering (gr)	Berat Dalam air	Berat Jenuh	Pembacaan Stabilitas	Flow
		1	2	3	(mm)	(gram)	(gram)	(gram)	(kg)	(mm)
160	1	63.9	63.4	63.7	63.67	1168.60	669.20	1173.90	116.0	5.2
	2	62.7	62.5	63	62.73	1166.40	666.60	1170.30	118.0	5.3
	3	64	64	64	64.00	1167.30	665.90	1170.80	122.0	5.6
<b>Rata-rata</b>					<b>63.47</b>	<b>1167.43</b>	<b>667.23</b>	<b>1171.67</b>	<b>118.67</b>	<b>5.37</b>
145	1	64.9	64.5	64.2	64.53	1166.70	665.40	1173.40	118.0	4.2
	2	64.6	64.2	64.3	64.37	1168.40	668.40	1174.40	114.0	4.4
	3	64.7	64.6	64.5	64.60	1168.30	668.00	1174.20	115.0	4.4
<b>Rata-rata</b>					<b>64.50</b>	<b>1167.80</b>	<b>667.27</b>	<b>1174.00</b>	<b>115.67</b>	<b>4.33</b>
130	1	65.3	65.1	65.1	65.17	1168.70	668.10	1182.90	89.0	4.0
	2	65	64.7	64.5	64.73	1163.90	661.40	1173.80	103.0	4.1
	3	65.1	65	65	65.03	1172.00	672.40	1187.80	102.0	3.9
<b>Rata-rata</b>					<b>64.98</b>	<b>1168.20</b>	<b>667.30</b>	<b>1181.50</b>	<b>98.00</b>	<b>4.00</b>
115	1	65.1	65.3	65.1	65.17	1161.40	659.50	1173.70	96.0	3.8
	2	65.3	65	64.5	64.93	1169.90	670.30	1185.70	98.0	4.1
	3	65.3	65	65.1	65.13	1178.20	674.20	1193.30	90.0	4.0
<b>Rata-rata</b>					<b>65.08</b>	<b>1169.83</b>	<b>668.00</b>	<b>1184.23</b>	<b>94.67</b>	<b>3.97</b>
100	1	65.3	65.3	65.4	65.33	1173.10	669.60	1187.80	93.0	3.4
	2	66.2	66.7	67	66.63	1168.10	668.40	1184.90	89.0	3.4
	3	67	67	66.9	66.97	1168.80	669.10	1185.50	85.0	3.6
<b>Rata-rata</b>					<b>66.31</b>	<b>1170.00</b>	<b>669.03</b>	<b>1186.07</b>	<b>89.00</b>	<b>3.47</b>

TABEL PENGUJIAN GRADASI BATAS ATAS

Variasi Temperatur (°C)	KADAR ASPAL (%)	NOMOR BENDA UJI	BERAT JENIS ASPAL	TINGGI BENDA UJI RERATA	BERAT JENIS (gr/cm3)		BERAT BENDA UJI			VOLUME BULK (cm3)	BERAT JENIS BULK GMB (gr/cm3)	% VOLUME		% PORI			STABILITAS				FLOW (mm)	MARSHALL QUOTIENT (kg/mm)	KEPADATAN (gr/cm3)
					GMM	GSE	DI UDARA (gr)	DI AIR (gr)	KONDISI SSD (gr)			ASPAL TERHADAP CAMPURAN	AGREGAT EFEKTIF TERHADAP CAMPURAN	VMA	VIM	VFA	BACA SEBELUM KOREKSI	ANGKA KALIBRASI ALAT	KORELASI TINGGI	NILAI SESUDAH KOREKSI			
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	
160	1	1.0317	63.67			1168.60	669.20	1173.90	504.70	2.3154	15.934	80.760	18.512	3.306	82.141	116.0	11.754	0.996	1357.783	5.20	261.112	2.315	
	7.10	2	1.0317	62.73	2.3946	2.6635	1166.40	666.60	1170.30	503.7	2.3157	15.936	80.768	18.504	3.296	82.185	118.0	11.754	1.000	1386.972	5.30	261.693	2.316
		3	1.0317	64.00			1167.30	665.90	1170.80	504.9	2.3119	15.910	80.638	18.635	3.452	81.477	122.0	11.754	0.960	1376.628	5.60	245.827	2.312
	RATA-RATA				63.47	2.3946	2.6635	1167.43	667.23	1171.67	504.43	2.3143	15.9270	80.722	18.550	3.351	81.934	118.7	11.754	0.985	1373.794	5.37	256.210
145	1	1.0317	64.53			1166.70	665.40	1173.40	508	2.2967	15.805	80.104	19.173	4.090	78.666	118.0	11.754	0.974	1351.142	4.20	321.700	2.297	
	7.10	2	1.0317	64.37	2.3946	2.6635	1168.40	668.40	1174.40	506.00	2.3091	15.891	80.538	18.735	3.571	80.940	114.0	11.754	0.978	1310.924	4.40	297.937	2.309
		3	1.0317	64.60			1168.30	668.00	1174.20	506.2	2.3080	15.883	80.500	18.774	3.617	80.733	115.0	11.754	0.973	1314.538	4.40	298.759	2.308
	RATA-RATA				64.50	2.3946	2.6635	1167.80	667.27	1174.00	506.73	2.3046	15.8597	80.381	18.894	3.759	80.113	115.7	11.754	0.975	1325.534	4.33	306.132
130	1	1.0317	65.17			1168.70	668.10	1182.90	514.8	2.2702	15.623	79.182	20.104	5.195	74.160	89.0	11.754	0.958	1002.518	4.00	250.630	2.270	
	7.10	2	1.0317	64.73	2.3946	2.6635	1163.90	661.40	1173.80	512.4	2.2715	15.632	79.226	20.059	5.142	74.366	103.0	11.754	0.967	1170.559	4.10	285.502	2.271
		3	1.0317	65.03			1172.00	672.40	1187.80	515.4	2.2740	15.649	79.313	19.972	5.038	74.775	102.0	11.754	0.961	1152.450	3.90	295.500	2.274
	RATA-RATA				64.98	2.3946	2.6635	1168.20	667.30	1181.50	514.20	2.2719	15.6347	79.240	20.045	5.125	74.433	98.0	11.754	0.962	1108.509	4.00	277.211
115	1	1.0317	65.17			1161.40	659.50	1173.70	514.2	2.2587	15.544	78.779	20.510	5.677	72.320	96.0	11.754	0.958	1081.368	3.80	284.571	2.259	
	7.10	2	1.0317	64.93	2.3946	2.6635	1169.90	670.30	1185.70	515.40	2.2699	15.621	79.171	20.115	5.208	74.108	98.0	11.754	0.963	1109.416	4.10	270.589	2.270
		3	1.0317	65.13			1178.20	674.20	1193.30	519.1	2.2697	15.620	79.164	20.122	5.216	74.078	90.0	11.754	0.959	1014.884	4.00	253.721	2.270
	RATA-RATA				65.08	2.3946	2.6635	1169.83	668.00	1184.23	516.23	2.2661	15.5948	79.038	20.249	5.367	73.502	94.7	11.7540	0.960	1068.556	3.97	269.627
100	1	1.0317	65.33			1173.10	669.60	1187.80	518.20	2.2638	15.579	78.959	20.329	5.462	73.130	93.0	11.754	0.956	1044.615	3.40	307.240	2.264	
	7.10	2	1.0317	66.63	2.3946	2.6635	1168.10	668.40	1184.90	516.5	2.2616	15.564	78.881	20.408	5.555	72.778	89.0	11.754	0.931	974.186	3.40	286.525	2.262
		3	1.0317	66.97			1168.80	669.10	1185.50	516.4	2.2634	15.576	78.943	20.345	5.481	73.061	85.0	11.754	0.925	924.158	3.60	256.711	2.263
	RATA-RATA				66.31	2.3946	2.6635	1170.00	669.03	1186.07	517.03	2.2629	15.5730	78.928	20.361	5.499	72.990	89.0	11.7540	0.937	980.986	3.47	283.492

- |   |                                 |    |                                 |                |      |        |        |
|---|---------------------------------|----|---------------------------------|----------------|------|--------|--------|
| 1 | GSB = BERAT JENIS GABUNGAN      | 6  | M = (K x (100-A)) / F           | Bj Teori Max = | 6,65 | 2.3946 | 2.3946 |
| 2 | GSB = 2.6397                    | 7  | N = 100 - ((K x (100-A)) / GSB) |                | 6,65 | 2.3946 |        |
| 3 | F = (100-A) / ((100/E) - (A/C)) | 8  | O = (100 x (E-K)) / E           |                | 6,65 | 2.3946 |        |
| 5 | L = (A x K) / C                 | 10 |                                 |                | 6,65 | 2.3946 |        |

**TABEL PERHITUNGAN JOB MIX FORMULA (JMF)**

**Tabel Pembagian Butir Agregat Halus dan Agregat Kasar Pada Gradasi Batas Tengah**

Saringan	Diameter	% Lolos	%Tertahan	PB
3/4"	19	100		
1/2"	12.5	95	5	CA= 66.45
3/8"	9.5	81	14	
No.4	4.75	53	28	
No.8	2.36	33.55	19.45	
No.16	1.18	22.3	11.25	FA= 26.55
No.30	0.6	16.05	6.25	
No.50	0.3	12.25	3.8	
No.100	0.15	9.5	2.75	
No.200	0.075	7	2.5	
Pan	-	0	7	7

**Kadar Aspal Optimum = 6.75%**

**JMF**

Fraksi	% Tertahan	Berat Jenis			% Penyerapan	BJ Terpakai	[2] / [7]
		Bulk	SSD	Apparent			
1	2	3	4	5	6	7	8
Kasar	66.45	2.6513	2.6518	2.6528	0.0220	2.6528	25.05
Halus	26.55	2.5377	2.6039	2.7177	2.6104	2.6277	10.10
Filler	<b>7.00</b>					3.1500	2.22
Total							37.38

Kadar Aspal (%)	BJ Aspal (gr/cm <sup>3</sup> )	[9] / [10]	$\frac{\sum[8] \times \{(100-[9])/100\}}{[9]}$	[11] + [12]	BJ Teori Max 100 / [13]
9	10	11	12	13	14
6.75	1.0317	6.54	34.85	41.39	2.4158

Diameter Benda Uji = 10.16 cm  
 Tinggi Benda Uji = 6.35 cm  
 Volume Benda Uji =  $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t$   
 =  $\frac{1}{4} \times \pi \times (10.16)^2 \times (6.35)$  = 514.8148 cm<sup>3</sup>

**Perhitungan untuk Kadar Aspal Optimum 6.75 % :**

Berat Total = Volume Benda Uji x BJ Teori Max x 0.96  
 = 514.8148 x 2.4158 x 0.96 = 1193.9 gr  
 Berat Aspal = Kadar Aspal x Berat Total  
 = 6.75% x 1193.9 = 80.6 gr  
 Berat Agregat = Berat Total - Berat Aspal  
 = 1193.9 - 80.6 = 1113.3 gr

Catatan :

0.96 didapat dari : 100% - void = 100% - 4% = 96% = 0.96



**JMF**

Saringan	% Lolos	% Tertahan	Kadar Aspal (%)	Total
			6.75	15 Benda uji
19	100	0	0	0
12.5	95.00	5.00	55.7	835
9.5	81.00	14.00	155.9	2338
4.75	53.00	28.00	311.7	4676
2.36	33.55	19.45	216.5	3248
1.18	22.30	11.25	125.2	1879
0.6	16.05	6.25	69.6	1044
0.3	12.25	3.80	42.3	635
0.15	9.50	2.75	30.6	459
0.075	7.00	2.50	27.8	417
Pan	0	7	77.9	1169
Berat Total Agregat (gr)			1113.3	16700.0
Berat Aspal (gr)			80.6	1208.8
Berat Total Benda Uji (gr)			1193.9	17908.8
BJ Teori Max			2.4158	-

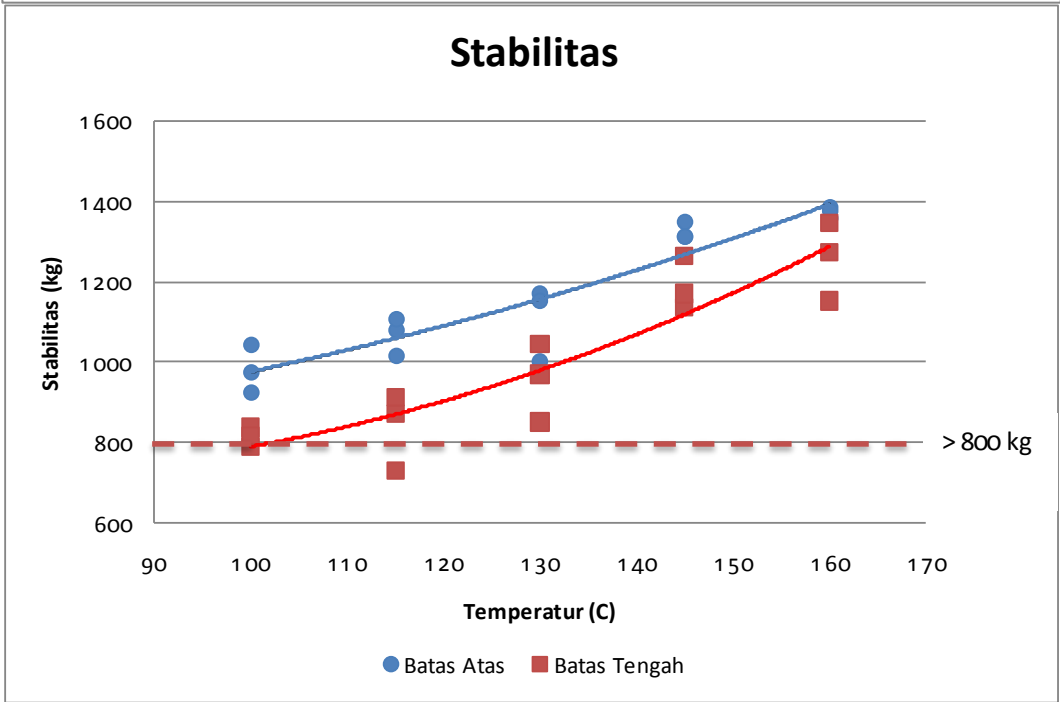
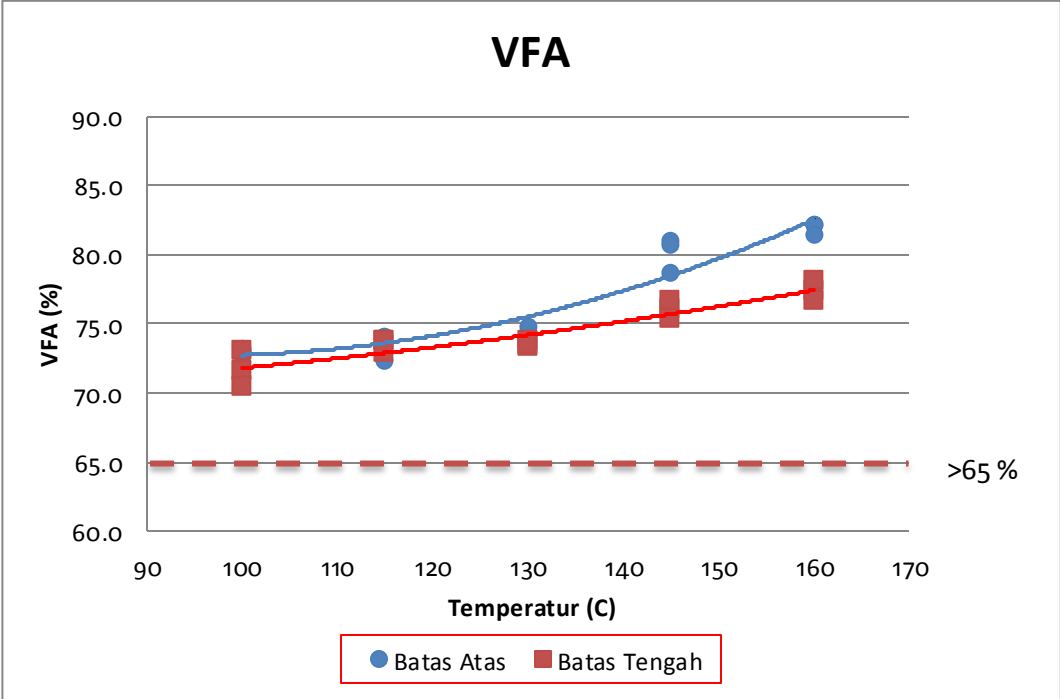
**Data Hasil Pengukuran & Pengujian Benda Uji Marshall Batas Tengah (KAO = 6,45%)**

Variasi Temperatur (°C)	Nomor Benda Uji	Tinggi Benda Uji			Tinggi Benda Uji	Berat Kering (gr)	Berat Dalam air	Berat Jenuh	Pembacaan Stabilitas	Flow
		1	2	3	(mm)	(gram)	(gram)	(gram)	(kg)	(mm)
160	1	66.83	66.99	66.77	66.86	1154.48	658.37	1157.13	107.0	4.5
	2	67.15	66.67	67.14	66.99	1164.13	665.98	1168.00	110.0	4.8
	3	67.05	66.51	66.74	66.77	1153.09	656.87	1156.00	104.0	4.9
<b>Rata-rata</b>					<b>66.87</b>	<b>1157.23</b>	<b>660.41</b>	<b>1160.38</b>	<b>107.00</b>	<b>4.73</b>
145	1	66.83	67.48	68.69	67.67	1160.80	661.63	1164.69	120.0	4.2
	2	67.79	67.44	67.9	67.71	1161.40	662.96	1165.63	108.0	4.1
	3	66.49	67.06	68.33	67.29	1154.60	656.87	1158.13	110.0	3.5
<b>Rata-rata</b>					<b>67.56</b>	<b>1158.93</b>	<b>660.49</b>	<b>1162.82</b>	<b>112.67</b>	<b>3.93</b>
130	1	69.05	69.02	69.08	69.05	1158.87	660.58	1165.81	84.0	4.5
	2	68.39	68	67.76	68.05	1158.79	660.08	1165.77	93.0	4.3
	3	67.65	67.38	67.84	67.62	1159.22	660.89	1166.69	99.0	3.6
<b>Rata-rata</b>					<b>68.24</b>	<b>1158.96</b>	<b>660.52</b>	<b>1166.09</b>	<b>92.00</b>	<b>4.13</b>
115	1	69.37	68.3	68.36	68.68	1158.86	660.00	1165.32	85.0	3.0
	2	69.28	68.24	68.44	68.65	1159.12	660.78	1166.19	89.0	4.0
	3	69.76	69.07	68.27	69.03	1159.48	661.05	1167.63	72.0	3.8
<b>Rata-rata</b>					<b>68.79</b>	<b>1159.15</b>	<b>660.61</b>	<b>1166.38</b>	<b>82.00</b>	<b>3.60</b>
100	1	70.08	69.54	69.14	69.59	1160.89	661.78	1170.88	84.0	3.7
	2	70.15	68.84	69.6	69.53	1159.65	661.35	1167.97	79.0	3.4
	3	70.07	69.31	69.43	69.60	1157.49	656.55	1165.88	82.0	3.5
<b>Rata-rata</b>					<b>69.57</b>	<b>1159.34</b>	<b>659.89</b>	<b>1168.24</b>	<b>81.67</b>	<b>3.53</b>

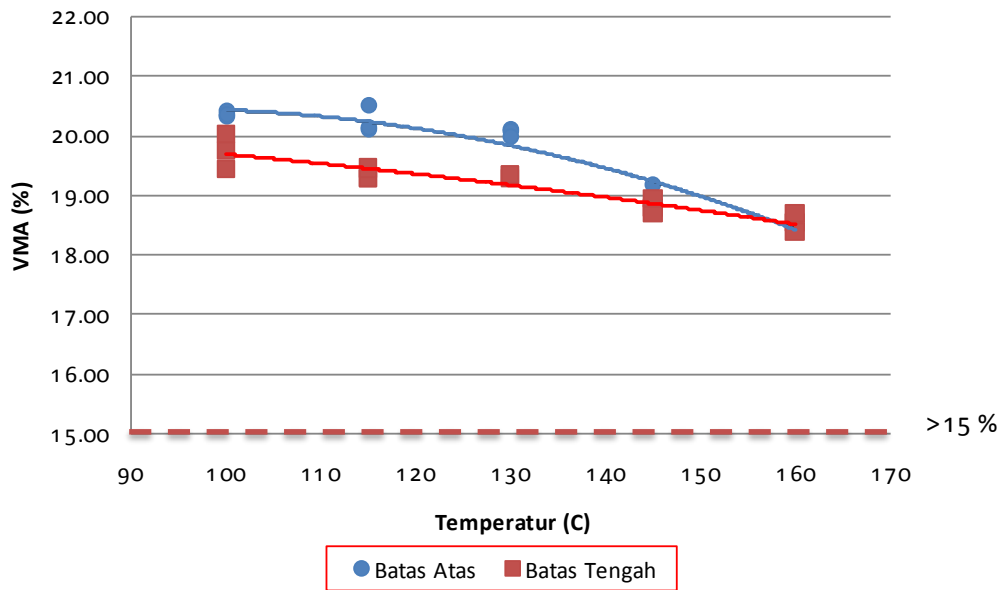
TABEL PENGUJIAN GRADASI BATAS TENGAH

Variasi Temperatur (°C)	KADAR ASPAL (%)	NOMOR BENDA UJI	BERAT JENIS ASPAL	TINGGI BENDA UJI RERATA	BERAT JENIS (gr/cm <sup>3</sup> )		BERAT BENDA UJI			VOLUME BULK (cm <sup>3</sup> )	BERAT JENIS BULK GMB (gr/cm <sup>3</sup> )	% VOLUME		% PORI			STABILITAS				FLOW (mm)	MARSHALL QUOTIENT (kg/mm)	KEPADATAN (gr/cm <sup>3</sup> )
					GMM	GSE	DI UDARA (gr)	DI AIR (gr)	KONDISI SSD (gr)			ASPAL TERHADAP CAMPURAN	AGREGAT EFEKTIF TERHADAP CAMPURAN	VMA	VIM	VFA	BACA SEBELUM KOREKSI	ANGKA KALIBRASI ALAT	KORELASI TINGGI	NILAI SESUDAH KOREKSI			
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
160	1	1.0317	66.86			1154.48	658.37	1157.13	498.76	2.3147	15.144	80.671	18.524	4.185	77.408	107.0	11.754	0.916	1151.928	4.50	255.984	2.315	
	6.75	2	1.0317	66.99	2.4158	2.6756	1164.13	665.98	1168.00	502.02	2.3189	15.172	80.817	18.377	4.011	78.171	110.0	11.754	1.040	1344.658	4.80	280.137	2.319
		3	1.0317	66.77			1153.09	656.87	1156.00	499.13	2.3102	15.115	80.514	18.683	4.371	76.603	104.0	11.754	1.040	1271.313	4.90	259.452	2.310
	RATA-RATA			66.87	2.4158	2.6756	1157.23	660.41	1160.38	499.97	2.3146	15.1435	80.667	18.528	4.189	77.394	107.0	11.754	0.999	1255.966	4.73	265.191	2.315
145	1	1.0317	67.67			1160.80	661.63	1164.69	503.06	2.3075	15.097	80.419	18.778	4.484	76.122	120.0	11.754	0.896	1263.555	4.20	300.846	2.307	
	6.75	2	1.0317	67.71	2.4158	2.6756	1161.40	662.96	1165.63	502.67	2.3105	15.116	80.523	18.673	4.360	76.649	108.0	11.754	0.895	1135.824	4.10	277.030	2.310
		3	1.0317	67.29			1154.60	656.87	1158.13	501.26	2.3034	15.070	80.277	18.922	4.653	75.410	110.0	11.754	0.905	1170.326	3.50	334.379	2.303
	RATA-RATA			67.56	2.4158	2.6756	1158.93	660.49	1162.82	502.33	2.3071	15.0945	80.406	18.791	4.499	76.061	112.7	11.754	0.899	1189.902	3.93	304.085	2.307
130	1	1.0317	69.05			1158.87	660.58	1165.81	505.23	2.2937	15.007	79.941	19.262	5.052	73.770	84.0	11.754	0.861	850.343	4.50	188.965	2.294	
	6.75	2	1.0317	68.05	2.4158	2.6756	1158.79	660.08	1165.77	505.69	2.2915	14.992	79.862	19.341	5.145	73.397	93.0	11.754	0.886	968.779	4.30	225.298	2.292
		3	1.0317	67.62			1159.22	660.89	1166.69	505.8	2.2919	14.995	79.875	19.328	5.131	73.455	99.0	11.754	0.897	1043.693	3.60	289.915	2.292
	RATA-RATA			68.24	2.4158	2.6756	1158.96	660.52	1166.09	505.57	2.2924	14.9980	79.893	19.310	5.109	73.541	92.0	11.754	0.881	954.272	4.13	234.726	2.292
115	1	1.0317	68.68			1158.86	660.00	1165.32	505.32	2.2933	15.004	79.926	19.277	5.070	73.699	85.0	11.754	0.871	869.791	3.00	289.930	2.293	
	6.75	2	1.0317	68.65	2.4158	2.6756	1159.12	660.78	1166.19	505.41	2.2934	15.005	79.929	19.273	5.066	73.717	89.0	11.754	0.871	911.333	4.00	227.833	2.293
		3	1.0317	69.03			1159.48	661.05	1167.63	506.58	2.2888	14.975	79.770	19.434	5.255	72.958	72.0	11.754	0.862	729.218	3.80	191.900	2.289
	RATA-RATA			68.79	2.4158	2.6756	1159.15	660.61	1166.38	505.77	2.2919	14.9947	79.875	19.328	5.130	73.458	82.0	11.7540	0.868	836.781	3.60	236.554	2.292
100	1	1.0317	69.59			1160.89	661.78	1170.88	509.10	2.2803	14.919	79.471	19.736	5.610	71.576	84.0	11.754	0.848	837.096	3.70	226.242	2.280	
	6.75	2	1.0317	69.53	2.4158	2.6756	1159.65	661.35	1167.97	506.62	2.2890	14.976	79.775	19.429	5.249	72.983	79.0	11.754	0.849	788.585	3.40	231.937	2.289
		3	1.0317	69.60			1157.49	656.55	1165.88	509.33	2.2726	14.869	79.203	20.007	5.929	70.367	82.0	11.754	0.847	816.764	3.50	233.361	2.273
	RATA-RATA			69.57	2.4158	2.6756	1159.34	659.89	1168.24	508.35	2.2806	14.9212	79.483	19.724	5.596	71.642	81.7	11.7540	0.848	814.148	3.53	230.513	2.281

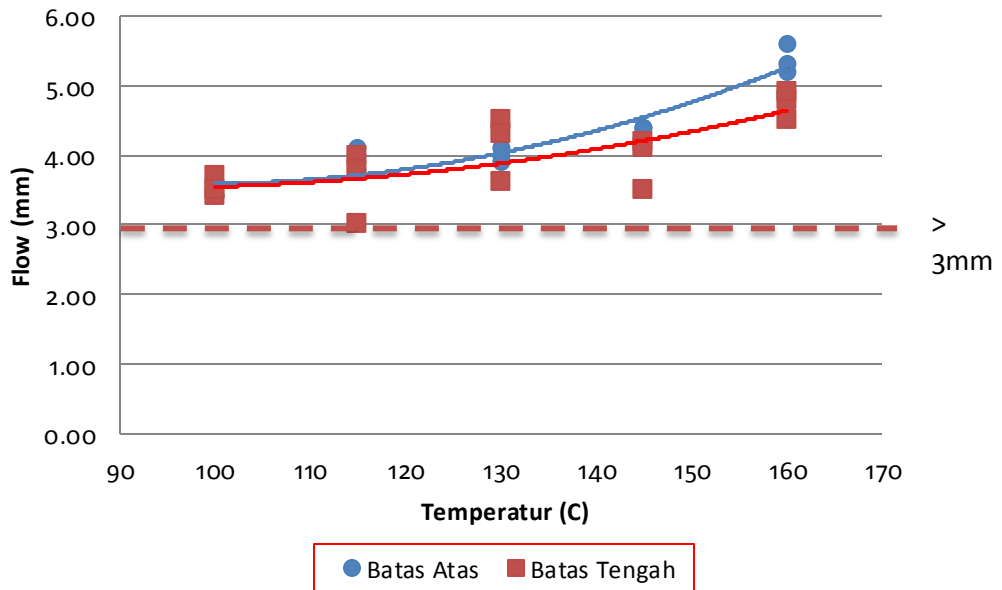
1	GSB = BERAT JENIS GABUNGAN	5	M = $(K \times (100 - A)) / F$	Bj Teori Max =	6,45	2,4158	2,4158
2	GSB = $2,6492$	6	N = $100 - ((K \times (100 - A)) / GSB)$		6,45	2,4158	
3	F = $(100 - A) / ((100 / E) - (A / C))$	7	O = $(100 \times (E - K)) / E$		6,45	2,4158	
4	L = $(A \times K) / C$	8			6,45	2,4158	



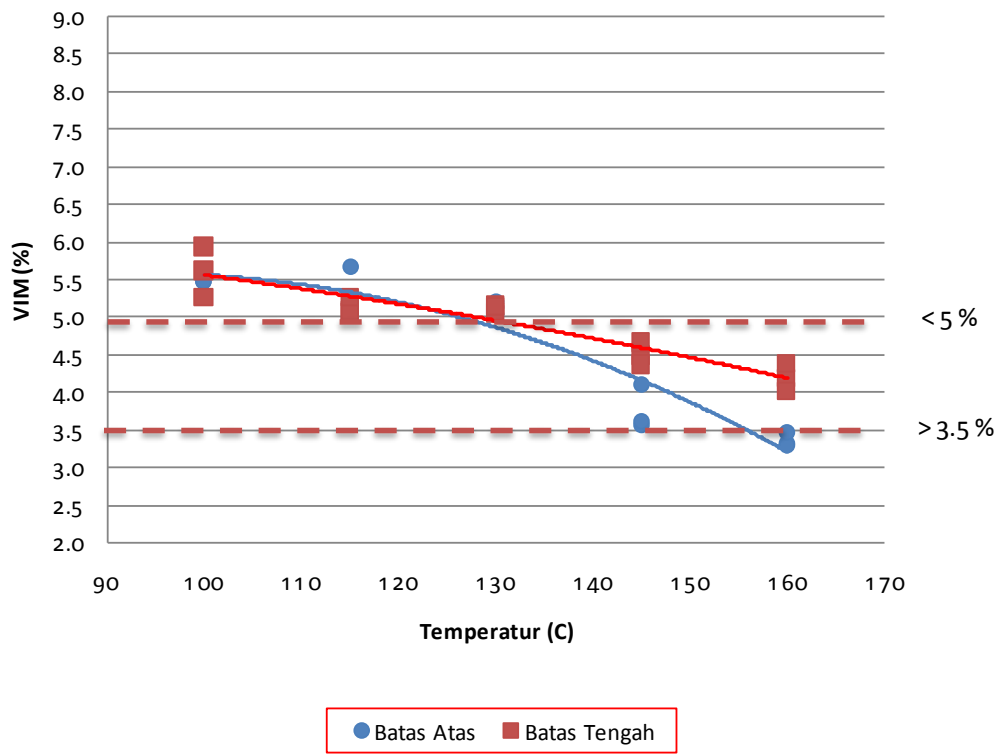
### VMA



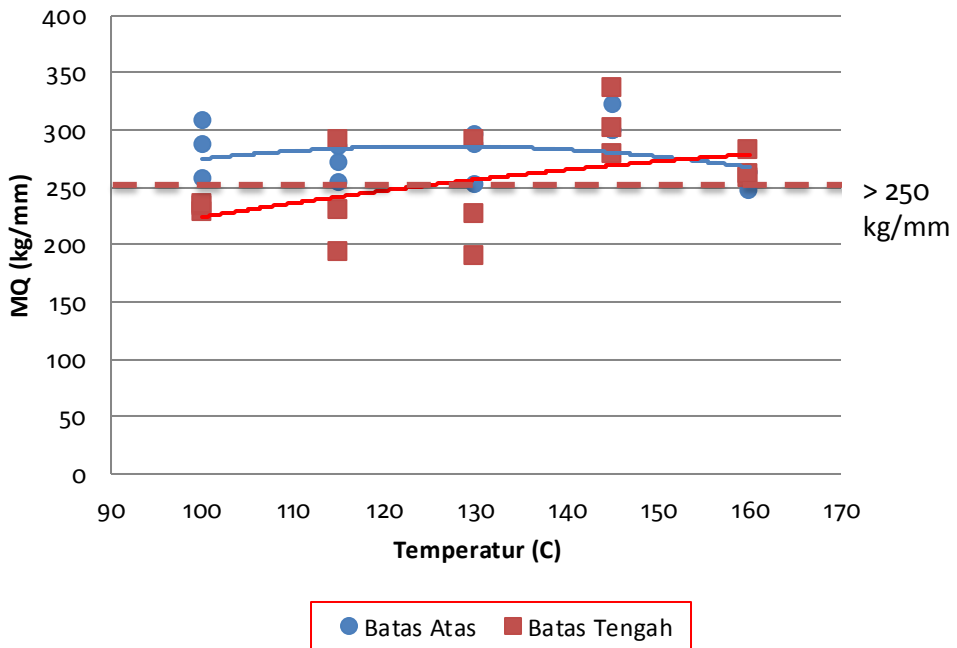
### Flow



### VIM



### MQ



# LAMPIRAN C

**(Gambar Alat dan Pengujian di  
Laboratorium)**



Gambar Alat Pada Pengujian Penetrasi Bahan-bahan Bitumen



Gambar Alat Pada Pengujian Berat Jenis Bitumen Dan Ter





Gambar Alat Pada Pengujian Titik Lembek Aspal Dan Ter



Gambar Alat Pada Pengujian Daktilitas Bahan-bahan Bitumen



Gambar Alat Pada Pengujian Kehilangan Berat Minyak Dan Aspal



Gambar Alat Pada Pengujian Kekuatan Agregat Akibat Tumbukan (AIV)



Gambar Alat Pada Pengujian Kekuatan Agregat Akibat Tekanan (ACV)



Gambar Alat Pengujian Berat Jenis Agregat Halus



Gambar Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar



Gambar Alat Pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin Los Angeles



Gambar Proses Pemeriksaan Suhu Di *Mold* Sebelum Dipadatkan



Gambar Proses Pemasakan Sampel



Gambar Proses Pendinginan Benda Uji Setelah Dipadatkan



Gambar Proses Pembukaan Sampel Dari *Mold*



Gambar Proses Perendaman Aspal Beton Di Dalam *Water Bath* Dengan 60°C  
Selama 30 Menit



Gambar Proses Pengujian *Marshall* dan *Flow*



Gambar Benda Uji Setelah Di Uji *Marshall*



# LAMPIRAN D

# LAMPIRAN D

**(Surat Rekomendasi)**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Serli Carlina  
NPM : 0915011131  
Jurusan : Teknik Sipil  
Judul : Pengaruh Variasi Temperatur Pematatan Terhadap Nilai Stabilitas Marshall pada Laston

No	Tanggal	KETERANGAN	PARAF	
	3-10-2013	lengkapi + Diagram		
	10-10-2013	gk campuran lengkap + Def Pus (+5 butir + 5 TA) + Perbaikan catatan 2		
	28/10 2013	ada Seminar		
	11/11 - 2013	Perbaiki: tabel → Ajukan Formasi		

Bandar Lampung,

2013

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Ir. Priyo Pratomo, M.T.  
NIP: 195309261985031003

Ir. Hadi Ali, M.T.  
NIP: 195706191989031002



KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Serli Carlina  
NPM : 0915011131  
Jurusan : Teknik Sipil  
Judul : Pengaruh Variasi Temperatur Pemadatan Terhadap Nilai Stabilitas Marshall pada Laston

No	Tanggal	KETERANGAN	PARAF
	26-3-2014	Perbaiki sesuai coretan	
	7-4-2014	Sesuaikan Catatan yg lama di bawah	
	30-4-2014	Konsultasi ke 3 Pembimbing II	
	2/5-2014	Pemrosesan laporan atas... Perbaiki kes. stn. trial	

Bandar Lampung, 2013

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Ir. Priyo Pratomo, M.T.  
NIP: 195309261985031003

Ir. Hadi Ali, M.T.  
NIP: 195706191989031002



KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Serli Carlina  
NPM : 0915011131  
Jurusan : Teknik Sipil  
Judul : Pengaruh Variasi Temperatur Pematatan Terhadap Nilai Stabilitas Marshall pada Laston

No	Tanggal	KETERANGAN	PARAF
	23/2014 /5	all konsep	
		- Perbaikan → Substansi Pemeriksaan	
		- Ajukan Skripsi Konsep	

Bandar Lampung,

2013

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Ir. Privo Pratomo, M.T.  
NIP: 195309261985031003

Ir. Hadi Ali, M.T.  
NIP: 195706191989031002



DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL  
Jl. Prof.DR.Soemantri Brojonegoro No. 1 Gedung Meneng Bandar Lampung

Nomor : 1056 /UN26/5.2/DT/2013  
Prihal : Izin Penelitian

18 November 2013

Yth . Kepala Laboratorium Inti Jala Raya  
Fakultas Teknik Universitas Lampung  
Bandar Lampung

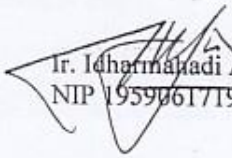
Dengan hormat,

Sehubungan dengan pelaksanaan Skripsi bagi mahasiswa/i kami memohon kesediaannya Bapak memberikan izin penelitian mahasiswa kami atas nama :

Nama	Serli Carlina
NPM	0915011131
Jurusan	Teknik Sipil
Judul Skripsi	Pengaruh Variasi Temperatur Pemasangan Terhadap Nilai Stabilitas Marshal Pada Laston (AC-WC)

Demikian atas Bantuan dan kerjasamanya yang baik kami ucapkan terima kasih.

Ketua Jurusan Teknik Sipil

  
Ir. Idharmahadi Adha, MT  
NIP 195906171988031003



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN RI  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL

Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Gedung Meneng, Bandar Lampung

: 1002 /UN26/5.2/DT/2013  
: Undangan Seminar I

11 November 2013

Hadi Ali, M.T  
Fakultas Teknik Universitas Lampung  
Lampung

Sehubungan dengan telah melengkapinya persyaratan akademis yudisium di Fakultas Teknik Universitas Lampung, maka kami sampaikan kehadiran Bapak/Ibu pada :

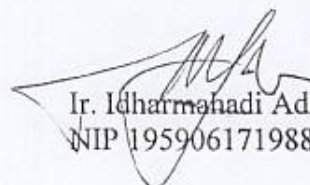
tanggal : Rabu / 13 November 2013  
: 14. 00 WIB s/d selesai  
: Ruang Seminar Gedung E Fakultas Teknik Unila.

tema : Ir. Priyo Pratomo, M.T.  
: Ir. Hadi Ali, M.T  
: Dr, Rahayu Sulistyorini, ST.M.T.

: Serli Carlina  
: 0915011131  
: Pengaruh Variasi Temperatur Pemadatan Terhadap Nilai Stabilitas Marshal Pada Laston (AC-WC)

Demikian undangan ini disampaikan atas perhatian dan kerjasamanya yang baik kami ucapkan terima kasih.

Ketua Jurusan Teknik Sipil

  
Ir. Idharmahadi Adha, MT  
NIP 195906171988031003



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN RI**  
**UNIVERSITAS LAMPUNG**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Gedung Meneng, Bandar Lampung

: 1002 /UN26/5.2/DT/2013  
: Undangan Seminar I

11 November 2013

Priyo Pratomo, M.T.  
Fakultas Teknik Universitas Lampung  
Bandar Lampung

Sehubungan dengan melengkapi persyaratan akademis yudisium di Fakultas Teknik Universitas Lampung, maka kami mengundang kehadiran Bapak/Ibu pada :

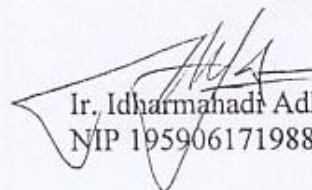
**Tanggal** : Rabu / 13 November 2013  
: 14. 00 WIB s/d selesai  
: Ruang Seminar Gedung E Fakultas Teknik Unila.

**Daftar Hadir** : Ir. Priyo Pratomo, M.T.  
**Daftar Hadir** : Ir. Hadi Ali, M.T.  
: Dr, Rahayu Sulistyorini, ST.M.T.

: Serli Carlina  
: 0915011131  
: Pengaruh Variasi Temperatur Pematatan Terhadap Nilai Stabilitas Marshal Pada Laston (AC-WC)

Demikian undangan ini kami sampaikan dengan perhatian dan kerjasama yang baik kami ucapkan terima kasih.

Ketua Jurusan Teknik Sipil

  
Ir. Idharmahadi Adha, MT  
NIP 195906171988031003



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN RI  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL

Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Gedung Meneng, Bandar Lampung

Nomor : 1002 /UN26/5.2/DT/2013  
Hal : Undangan Seminar I

11 November 2013

Yth. Dr, Rahayu Sulistyorini, ST.M.T.  
Dosen Fakultas Teknik Universitas Lampung  
Bandar Lampung

Untuk melengkapi persyaratan akademis yudisium di Fakultas Teknik Universitas Lampung, maka kami mengharapkan kehadiran Bapak/Ibu pada :

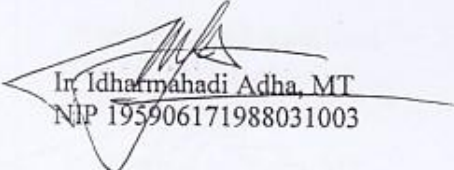
Hari / tanggal : Rabu / 13 November 2013  
Pukul : 14. 00 WIB s/d selesai  
Tempat : Ruang Seminar Gedung E Fakultas Teknik Unila.

Pembimbing I : Ir. Priyo Pratomo, M.T.  
Pembimbing II : Ir. Hadi Ali, M.T  
Penguji : Dr, Rahayu Sulistyorini, ST.M.T.

Nama : Serli Carlina  
NPM : 0915011131  
Judul : Pengaruh Variasi Temperatur Pemasangan Terhadap Nilai Stabilitas Marshal Pada Laston (AC-WC)

Demikian atas perhatian dan kerjasama yang baik kami ucapkan terima kasih.

Ketua Jurusan Teknik Sipil

  
Ir. Idhatmahadi Adha, MT  
NIP 195906171988031003





KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN RI  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL

Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Gedung Meneng, Bandar Lampung

Nomor : 422/UN26/5.2/DT/2014  
Hal : Undangan Seminar II

6 Mei 2014

Yth Dr, Rahayu Sulistyorini, ST.M.T.  
Dosen Fakultas Teknik Universitas Lampung  
Di Bandar Lampung

Untuk melengkapi persyaratan akademis yudisium di Fakultas Teknik Universitas Lampung, maka kami mengharapkan kehadiran Bapak/Ibu pada :

Hari / tanggal : Jum'at / 9 Mei 2014  
Pukul : 08.15 Wib s/d selesai  
Tempat : Ruang seminar Gedung E Fakultas Teknik Unila.

Pembimbing I : Ir. Priyo Pratomo, M.T.  
Pembimbing II : Ir. Hadi Ali, M.T  
Penguji : Dr, Rahayu Sulistyorini, ST.M.T.

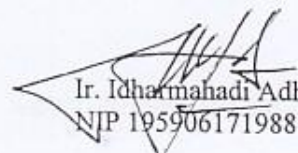
Nama : Serli Carlina

NPM : 0915011131

Judul : Pengaruh Variasi Temperatur Pematatan Terhadap Nilai Stabilitas Marshal Pada Laston (AC-WC)

Demikian atas perhatian dan kerjasama yang baik kami ucapkan terima kasih.

Ketua Jurusan Teknik Sipil

  
Ir. Idharmahadi Adha, MT  
NIP 195906171988031003



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL

Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Gedung Meneng, Bandar Lampung

Nomor : 472 /UN26/5.2/DT/2014

23 Mei 2014

Judul : Undangan Komprehensif

Disampaikan oleh :  
Drs. Dr. Rahayu Sulistyorini, S.T., M.T.  
Dosen Fakultas Teknik Universitas Lampung  
Bandar Lampung

Untuk melengkapi persyaratan akademis yudisium di Fakultas Teknik Universitas Lampung, maka kami mengharap kehadiran Bapak pada :

Tanggal / tanggal : Jum'at, 30 Mei 2014

Waktu : 08:00 WIB

Lokasi : Ruang Seminar Gedung E Fakultas Teknik

Pembimbing I : Ir. Priyo Pratomo, M.T.

Pembimbing II : Ir. Hadi Ali, M.T.

Penguji : Dr. Rahayu Sulistyorini, S.T., M.T.


Nama : Serli Carlina

NPM : 0915011131

Judul : Pengaruh Variasi Temperatur Pemadatan Terhadap Nilai Stabilitas *Marshall* pada Laston (AC-WC)

Demikian atas perhatian dan kerjasama yang baik kami ucapkan terima kasih.

Ketua Jurusan Teknik Sipil

  
Ir. Idharmahadi Adha, M.T.  
NIP. 195906171938031003



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL

Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Gedung Meneng, Bandar Lampung

Nomor : 472 /UN26/5.2/DT/2014

23 Mei 2014

Hal : Undangan Komprehensif

Yth. Ir. Hadi Ali, M.T.  
Dosen Fakultas Teknik Universitas Lampung  
di Bandar Lampung

Untuk melengkapi persyaratan akademis yudisium di Fakultas Teknik Universitas Lampung, maka kami mengharapkan kehadiran Bapak pada :

Hari / tanggal : Jum'at, 30 Mei 2014  
Pukul : 08.00 WIB  
Tempat : Ruang Seminar Gedung E Fakultas Teknik

Pembimbing I : Ir. Priyo Pratomo, M.T.  
Pembimbing II : Ir. Hadi Ali, M.T.  
Penguji : Dr. Rahayu Sulistyorini, S.T., M.T.

Nama : Serli Carlina  
NPM : 0915011131  
Judul : Pengaruh Variasi Temperatur Pemasakan Terhadap Nilai Stabilitas Marshall Pada Laston (AC-WC)

Demikian atas perhatian dan kerjasama yang baik kami ucapkan terima kasih.

Ketua Jurusan Teknik Sipil

  
Ir. Idharmahadi Adha, M.T.  
NIP. 195906171988031003



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL

Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Gedung Meneng, Bandar Lampung

Nomor : 472 /UN26/5.2/DT/2014  
Hal : Undangan Komprehensif

23 Mei 2014

Yth. Ir. Priyo Pratomo, M.T.  
Dosen Fakultas Teknik Universitas Lampung  
di Bandar Lampung

Untuk melengkapi persyaratan akademis yudisium di Fakultas Teknik Universitas Lampung, maka kami mengharapkan kehadiran Bapak pada :

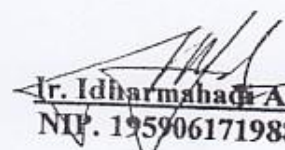
Hari / tanggal : Jum'at, 30 Mei 2014  
Pukul : 08.00 WIB  
Tempat : Ruang Seminar Gedung E Fakultas Teknik

Pembimbing I : Ir. Priyo Pratomo, M.T.  
Pembimbing II : Ir. Hadi Ali, M.T.  
Penguji : Dr. Rahayu Sulistyorini, S.T., M.T.

Nama : Serli Carlina  
NPM : 0915011131  
Judul : Pengaruh Variasi Temperatur Pematatan Terhadap Nilai Stabilitas Marshall Pada Laston (AC-WC)

Demikian atas perhatian dan kerjasama yang baik kami ucapkan terima kasih.

Ketua Jurusan Teknik Sipil

  
Ir. Idharmahadi Adha, M.T.  
NIP. 195906171988031003