

*Dalam tiap jerih payah ada keuntungan,
tetapi kata-kata belaka mendatangkan
kekurangan saja.*

(Amsal 14 : 23)

*Kupersembahkan untuk Papa, Mama,
Adik dan semua orang yang kusayangi.*

LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

SNI. 03 – 1969 – 1990

Berat benda uji kering oven	BK	1941,8
Berat benda uji kering permukaan jenuh	BJ	1965,7
Berat benda uji dalam air	BA	1239,8

Berat Jenis Bulk	$\frac{BK}{BJ - BA}$	2,675
Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh	$\frac{BJ}{BJ - BA}$	2,708
Berat Jenis Apparent	$\frac{BK}{BK - BA}$	2,766
Penyerapan	$\frac{BJ - BK}{BA} \times 100\%$	1,928

Lampiran 2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

SNI. 03 – 1970 – 1990

Berat benda uji kering permukaan jenuh	500	500
Berat benda uji kering oven	BK	488,6
Berat piknometer diisi air (25°C)	B	2.123,2
Berat piknometer + benda uji + air (25 °C)	B ₁	2.438,5
Berat Jenis Bulk	$\frac{BK}{(B + 500 - B_1)}$	2,648
Berat Jenis Kering Permukaan	$\frac{500}{(B + 500 - B_1)}$	2,707
Berat Jenis Semu (Apparent)	$\frac{BK}{(B + BK - B_1)}$	2,819
Penyerapan (Absorption)	$\frac{(500 - BK)}{BK} \times 100\%$	2,062

Lampiran 3 Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar

SNI 03 – 1968 - 1990

Berat Bahan Kering = 1.150 gram

Saringan	Berat Tertahan	Jumlah Berat Tertahan	Jumlah Persen	
			Tertahan	Lewat
76,2 (3 inch)				
63,5 (2½ inch)				
50,8 (2 inch)				
36,1 (1½ inch)				
25,4 (1 inch)	-	-	-	100
19,1 (¾ inch)	489,8	115	10	90
12,7 (½ inch)	588,3	115	10	80
9,52 (⅜ inch)	417,2	230	20	60
No. 4	18,3	201,25	17,5	42,5
No. 8	489,8	218,5	19	90
No. 30	13,4	63,25	5,5	23,5
No. 50	3,4	69	6	18
No. 100	3,4	57,5	5	12
No. 200	5,9	80,5	7	7
Pan	10,3	1150	100	0

Lampiran 4 Pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles

SNI 03 – 2417 – 1991

Gradasi Pemeriksaan		=Agregat Kasar	
Saringan		I	II
Lewat	Tertahan	Berat (a)	Berat (b)
76,2 mm (3 inch)	63,5 mm (2 ½ inch)	2500 2500	2500 2500
63,5 mm (2 ½ inch)	50,8 mm (2 inch)		
50,8 mm (2 inch)	37,5 mm (1½ inch)		
37,5 mm (1½ inch)	25,4 mm (1 inch)		
25,4 mm (1 inch)	19,0 mm (¾ inch)		
19,0 mm (¾ inch)	12,5 mm (½ inch)		
12,5 mm (½ inch)	9,5 mm (⅜ inch)		
9,5 mm (⅜ inch)	6,3 mm (¼ inch)		
6,3 mm (¼ inch)	4,75 mm (No. 4)		
4,75 mm (No. 4)	2,36 mm (No. 8)		
Jumlah Berat		5000	5000
Berat tertahan saringan no. 12 sesudah percobaan (b)		3650,3	3996,2

I. a	=	5000	gram	II. a	=	5000	gram
b	=	<u>3650,3</u>	<u>gram</u>	b	=	<u>3996,2</u>	<u>gram</u>
a-b	=	1349,7	gram	a-b	=	1003,8	gram

$$\text{Keausan I} = \frac{a-b}{a} \times 100\% = 27,0 \%$$

$$\text{Keausan II} = \frac{a-b}{a} \times 100\% = 20,1 \%$$

$$\text{Keausan rata-rata} = 23,5\%$$

**Lampiran 5 Komposisi Campuran Beraspal tanpa Penambahan Polymer Elastomer / Polymer Plastomer
Untuk Menentukan Kadar Aspal Optimum**

Ukuran Saringan	Bukaan (mm)	Berat Tertahan (gr)	Berat Jenis		Komposisi Campuran Terhadap Berat Total Campuran (%)					
			Bulk	Apparent	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	Rata-rata
½ inch	12,7	115	2,675	2,766	9,50	9,45	9,40	9,35	9,30	
3/8 inch	9,52	115	2,675	2,766	9,50	9,45	9,40	9,35	9,30	
No. 4	4,76	230	2,675	2,766	19,00	18,90	18,80	18,70	18,60	
No. 8	2,38	201,25	2,648	2,819	16,63	16,54	16,45	16,36	16,28	
No. 30	0,59	218,5	2,648	2,819	18,05	17,96	17,86	17,77	17,67	
No. 50	0,279	63,25	2,648	2,819	5,23	5,20	5,17	5,14	5,12	
No. 100	0,149	69	2,648	2,819	5,70	5,67	5,64	5,61	5,58	
No. 200	0,074	57,5	2,648	2,819	4,75	4,73	4,70	4,68	4,65	
Pan		80,5	2,648	2,819	6,65	6,62	6,58	6,55	6,51	
Berat Jenis Aspal (Gb)					1,030	1,030	1,030	1,030	1,030	1,030
Berat Jenis Bulk Agregat Total (Gsb)					2,659	2,659	2,659	2,659	2,659	2,659
Berat Jenis Apparent Agregat Total (Gsa)					2,798	2,798	2,798	2,798	2,798	2,798
Berat Jenis Efektif Agregat Total (Gse)					2,728	2,728	2,728	2,728	2,728	2,728
Berat Jenis Maksimum Agregat Total (Gmm)					2,520	2,501	2,483	2,464	2,446	2,483
Kadar Aspal Terserap (Pba), %					0,986	0,986	0,986	0,986	0,986	0,986
Kadar Aspal Efektif (Pbe), %					4,064	4,569	5,073	5,578	6,083	5,073

**Lampiran 6 Hasil Pengujian Marshall tanpa Penambahan Polymer Elastomer / Polymer Plastomer
Untuk Menentukan Kadar Aspal Optimum**

Kalibrasi Proving Ring : 13,170 kg/div

No Benda Uji	Kadar Aspal Terhadap Campuran (%)	Berat Benda Uji			Isi Benda Uji (gr)	Berat Jenis Campuran		VMA (%)	VIM (%)	VFB (%)	Pembacaan Stabilitas (div)	Koreksi	Stabilitas (kg)	Pelehan (mm)	Marshall Quotient (kg/mm)	Kadar Aspal Efektif (%)
		Kering	SSD	Dalam Air		Padat (Bulk)	Maksimum Teoritis									
1	5,0	1.152,3	1.159,1	669,2	489,9	2,35	2,52	16,0	6,7	58,2	78	1,09	1.119,7	3,1	361,2	4,1
2	5,0	1.162,9	1.167,4	672,6	494,8	2,35	2,52	16,0	6,8	57,9	77	1,09	1.105,4	3,2	345,4	4,7
3	5,0	1.168,1	1.173,7	677,6	496,1	2,35	2,52	15,9	6,6	58,5	79	1,04	1.082,0	3,3	327,9	4,7
Rata-rata					493,6	2,35	2,52	15,9	6,7	58,2			1.102,4	3,2	344,8	4,5
1	5,5	1.169,6	1.173,6	677,1	496,5	2,36	2,50	16,3	5,8	64,2	89	1,04	1.219,0	3,4	358,5	4,6
2	5,5	1.171,0	1.175,1	683,1	492,0	2,38	2,50	15,4	4,8	68,5	88	1,09	1.263,3	3,6	350,9	4,6
3	5,5	1.170,2	1.174,3	679,7	494,6	2,37	2,50	15,9	5,4	66,0	87	1,09	1.248,9	3,5	356,8	4,6
Rata-rata					494,4	2,37	2,50	15,9	5,4	66,2			1.243,7	3,5	355,4	4,6
1	6,0	1.170,3	1.176,8	683,3	493,5	2,37	2,48	16,2	4,5	72,3	96	1,09	1.378,1	3,5	393,7	5,1
2	6,0	1.171,1	1.177,7	682,7	495,0	2,37	2,48	16,4	4,7	71,3	94	1,09	1.349,4	3,4	396,9	5,1
3	6,0	1.168,8	1.175,4	683,5	491,9	2,38	2,48	16,0	4,3	73,2	95	1,09	1.363,8	3,8	358,9	5,1
Rata-rata					493,5	2,37	2,48	16,2	4,5	72,2			1.363,8	3,6	383,2	5,1
1	6,5	1.171,0	1.180,2	684,5	495,7	2,36	2,46	16,9	4,1	75,6	89	1,04	1.219,0	3,4	358,5	5,6
2	6,5	1.170,1	1.176,6	682,8	493,8	2,37	2,46	16,7	3,8	77,0	88	1,09	1.263,3	3,6	350,9	5,6
3	6,5	1.171,7	1.180,0	684,7	495,3	2,37	2,46	16,8	4,0	76,2	90	1,09	1.292,0	3,5	369,1	5,6
Rata-rata					494,9	2,37	2,46	16,8	4,0	76,3			1.258,1	3,5	359,5	5,6
1	7,0	1.169,7	1.176,2	683,7	492,5	2,38	2,45	16,9	2,9	82,9	86	1,09	1.234,6	3,8	324,9	6,1
2	7,0	1.171,6	1.176,9	683,4	493,5	2,37	2,45	17,0	2,9	82,7	84	1,09	1.205,8	4,0	301,5	6,1
3	7,0	1.169,6	1.176,2	683,0	493,2	2,37	2,45	17,0	3,0	82,2	85	1,09	1.220,2	4,2	290,5	6,1
Rata-rata					493,1	2,37	2,45	17,0	3,0	82,6			1.220,2	4,0	305,6	6,1

BJ bulk agregat	: 2,659	Bj. efektif agregat	: 2,728	Bj. Aspal	: 1,030	Absorpsi aspal	: 0,986	Bj. maksimum agregat total (Gmm)	: 2,483
-----------------	---------	---------------------	---------	-----------	---------	----------------	---------	----------------------------------	---------

Lampiran 7 Komposisi Campuran Beraspal dengan Penambahan 1% Polymer Elastomer Untuk Menentukan Kadar Aspal Optimum

Ukuran Saringan	Bukaan (mm)	Berat Tertahan (gr)	Berat Jenis		Komposisi Campuran Terhadap Berat Total Campuran (%)					
			Bulk	Apparent	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	Rata-rata
½ inch	12,7	115	2,675	2,766	9,50	9,45	9,40	9,35	9,30	
3/8 inch	9,52	115	2,675	2,766	9,50	9,45	9,40	9,35	9,30	
No. 4	4,76	230	2,675	2,766	19,00	18,90	18,80	18,70	18,60	
No. 8	2,38	201,25	2,648	2,819	16,63	16,54	16,45	16,36	16,28	
No. 30	0,59	218,5	2,648	2,819	18,05	17,96	17,86	17,77	17,67	
No. 50	0,279	63,25	2,648	2,819	5,23	5,20	5,17	5,14	5,12	
No. 100	0,149	69	2,648	2,819	5,70	5,67	5,64	5,61	5,58	
No. 200	0,074	57,5	2,648	2,819	4,75	4,73	4,70	4,68	4,65	
Pan		80,5	2,648	2,819	6,65	6,62	6,58	6,55	6,51	
Berat Jenis Aspal (Gb)					1,027	1,027	1,027	1,027	1,027	1,027
Berat Jenis Bulk Agregat Total (Gsb)					2,659	2,659	2,659	2,659	2,659	2,659
Berat Jenis Apparent Agregat Total (Gsa)					2,798	2,798	2,798	2,798	2,798	2,798
Berat Jenis Efektif Agregat Total (Gse)					2,728	2,728	2,728	2,728	2,728	2,728
Berat Jenis Maksimum Agregat Total (Gmm)					2,519	2,500	2,482	2,463	2,445	2,482
Kadar Aspal Terserap (Pba), %					0,983	0,983	0,983	0,983	0,983	0,983
Kadar Aspal Efektif (Pbe), %					4,066	4,571	5,076	5,581	6,086	5,076

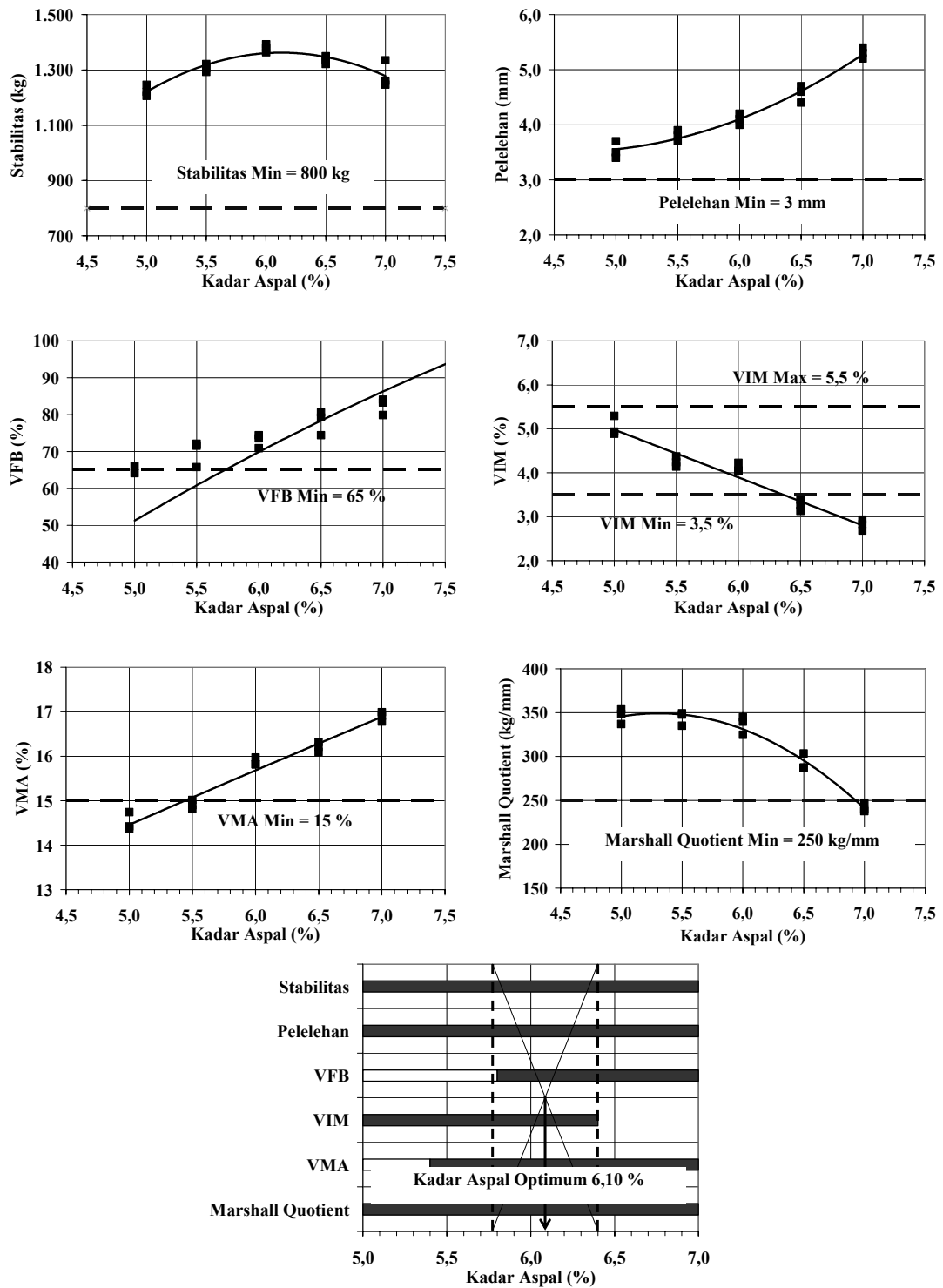
Lampiran 8 Hasil Pengujian Marshall dengan Penambahan 1% Polymer Elastomer Untuk Menentukan Kadar Aspal Optimum

Kalibrasi Proving Ring : 13,170 kg/div

No Benda Uji	Kadar Aspal Terhadap Campuran (%)	Berat Benda Uji			Isi Benda Uji (gr)	Berat Jenis Campuran		VMA (%)	VIM (%)	VFB (%)	Pembacaan Stabilitas (div)	Koreksi	Stabilitas (kg)	Pelehan (mm)	Marshall Quotient (kg/mm)	Kadar Aspal Efektif (%)
		Kering	SSD	Dalam Air		Padat (Bulk)	Maksimum Teoritis									
1	5,0	1.166,1	1.170,0	681,3	488,7	2,39	2,52	14,74	5,29	64,09	85	1,09	1.220,2	3,5	348,6	4,1
2	5,0	1.155,3	1.158,7	676,6	482,1	2,40	2,52	14,37	4,89	66,01	83	1,14	1.246,1	3,7	336,8	4,7
3	5,0	1.164,5	1.170,5	684,3	486,2	2,40	2,52	14,42	4,94	65,77	84	1,09	1.205,8	3,4	354,7	4,7
Rata-rata					485,7	2,39	2,52	14,51	5,04	65,29			1.224,1	3,5	346,7	4,5
1	5,5	1.171,1	1.173,1	684,0	489,1	2,39	2,50	14,9	4,2	71,6	91	1,09	1.306,3	3,9	335,0	4,6
2	5,5	1.172,8	1.174,8	685,5	489,3	2,40	2,50	14,8	4,1	72,1	90	1,09	1.292,0	3,7	349,2	4,6
3	5,5	1.170,9	1.172,7	683,0	489,7	2,39	2,50	15,0	4,4	70,9	92	1,09	1.320,7	3,8	347,5	4,6
Rata-rata					489,4	2,39	2,50	14,9	4,2	71,5			1.306,3	3,8	343,9	4,6
1	6,0	1.173,0	1.176,8	684,2	492,6	2,38	2,48	15,8	4,0	74,4	97	1,09	1.392,5	4,1	339,6	5,1
2	6,0	1.173,8	1.177,9	684,0	493,9	2,38	2,48	16,0	4,2	73,6	95	1,09	1.363,8	4,2	324,7	5,1
3	6,0	1.171,5	1.175,4	683,4	492,0	2,38	2,48	15,8	4,0	74,4	96	1,09	1.378,1	4,0	344,5	5,1
Rata-rata					492,8	2,38	2,48	15,9	4,1	74,1			1.378,1	4,1	336,3	5,1
1	6,5	1.176,0	1.177,8	684,9	492,9	2,39	2,46	16,1	3,1	80,6	93	1,09	1.335,0	4,4	303,4	5,6
2	6,5	1.176,5	1.178,8	684,4	494,4	2,38	2,46	16,3	3,4	79,3	94	1,09	1.349,4	4,7	287,1	5,6
3	6,5	1.174,9	1.176,9	683,8	493,1	2,38	2,46	16,2	3,3	79,9	92	1,09	1.320,7	4,6	287,1	5,6
Rata-rata					493,5	2,38	2,46	16,2	3,3	79,9			1.335,0	4,6	292,5	5,6
1	7,0	1.180,3	1.184,2	688,1	496,1	2,38	2,44	16,8	2,7	84,0	91	1,04	1.246,4	5,2	239,7	6,1
2	7,0	1.175,4	1.177,8	683,0	494,8	2,38	2,44	16,9	2,8	83,3	93	1,09	1.335,0	5,4	247,2	6,1
3	7,0	1.178,0	1.181,3	684,9	496,4	2,37	2,44	17,0	2,9	82,8	92	1,04	1.260,1	5,3	237,8	6,1
Rata-rata					495,8	2,38	2,44	16,9	2,8	83,4			1.280,5	5,3	241,6	6,1

BJ bulk agregat	: 2,659	Bj. efektif agregat	: 2,728	Bj. Aspal	: 1,027	Absorpsi aspal	: 0,983	Bj. maksimum agregat total (Gmm)	: 2,482
-----------------	---------	---------------------	---------	-----------	---------	----------------	---------	----------------------------------	---------

Lampiran 9 Grafik Hubungan Kadar Aspal Yang Telah Ditambah 1% Polymer Elastomer dengan Parameter Marshall



Lampiran 10 Komposisi Campuran Beraspal dengan Penambahan 3% Polymer Elastomer Untuk Menentukan Kadar Aspal Optimum

Ukuran Saringan	Bukaan (mm)	Berat Tertahan (gr)	Berat Jenis		Komposisi Campuran Terhadap Berat Total Campuran (%)					
			Bulk	Apparent	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	Rata-rata
½ inch	12,7	115	2,675	2,766	9,50	9,45	9,40	9,35	9,30	
3/8 inch	9,52	115	2,675	2,766	9,50	9,45	9,40	9,35	9,30	
No. 4	4,76	230	2,675	2,766	19,00	18,90	18,80	18,70	18,60	
No. 8	2,38	201,25	2,648	2,819	16,63	16,54	16,45	16,36	16,28	
No. 30	0,59	218,5	2,648	2,819	18,05	17,96	17,86	17,77	17,67	
No. 50	0,279	63,25	2,648	2,819	5,23	5,20	5,17	5,14	5,12	
No. 100	0,149	69	2,648	2,819	5,70	5,67	5,64	5,61	5,58	
No. 200	0,074	57,5	2,648	2,819	4,75	4,73	4,70	4,68	4,65	
Pan		80,5	2,648	2,819	6,65	6,62	6,58	6,55	6,51	
Berat Jenis Aspal (Gb)					1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028
Berat Jenis Bulk Agregat Total (Gsb)					2,659	2,659	2,659	2,659	2,659	2,659
Berat Jenis Apparent Agregat Total (Gsa)					2,798	2,798	2,798	2,798	2,798	2,798
Berat Jenis Efektif Agregat Total (Gse)					2,728	2,728	2,728	2,728	2,728	2,728
Berat Jenis Maksimum Agregat Total (Gmm)					2,520	2,501	2,482	2,463	2,445	2,482
Kadar Aspal Terserap (Pba), %					0,984	0,984	0,984	0,984	0,984	0,984
Kadar Aspal Efektif (Pbe), %					4,065	4,570	5,075	5,580	6,085	5,075

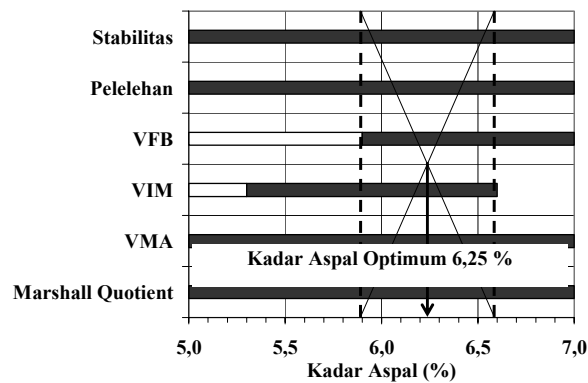
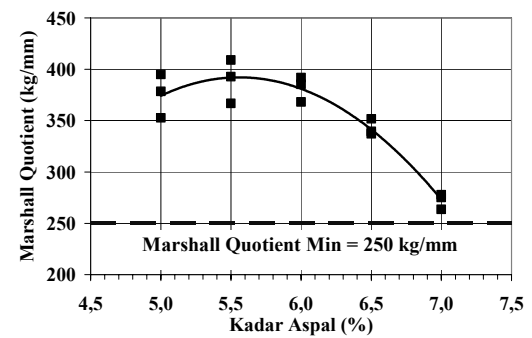
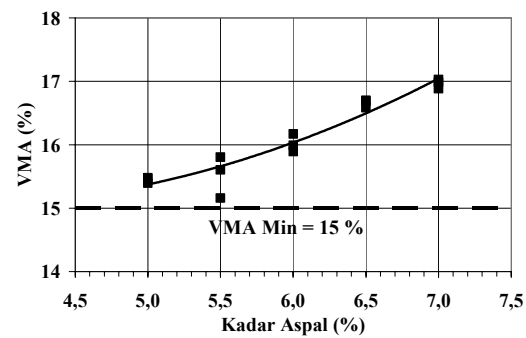
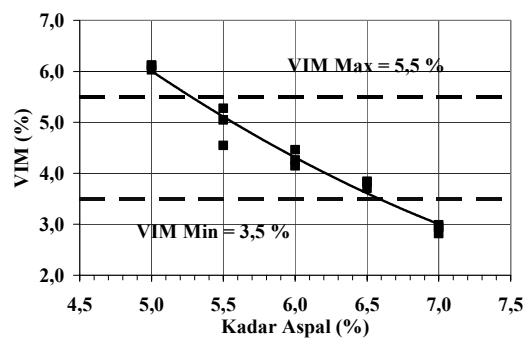
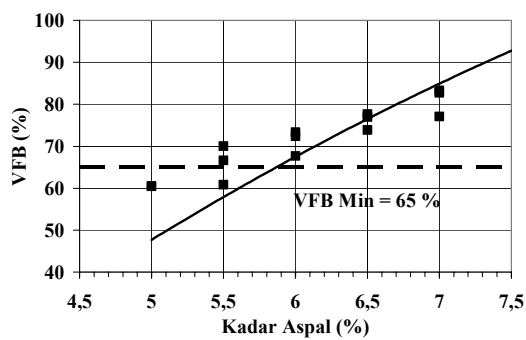
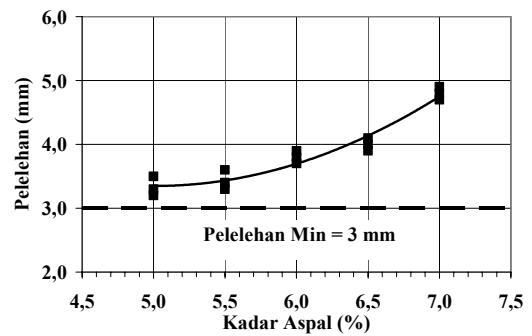
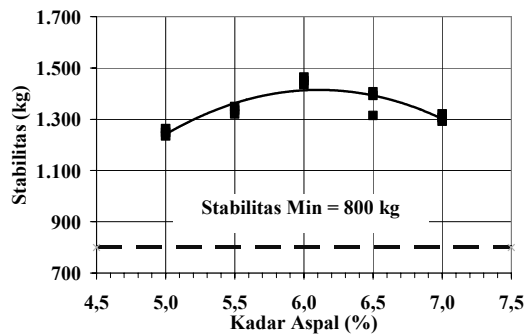
Lampiran 11 Hasil Pengujian Marshall dengan Penambahan 3% Polymer Elastomer Untuk Menentukan Kadar Aspal Optimum

Kalibrasi Proving Ring : 13,170 kg/div

No Benda Uji	Kadar Aspal Terhadap Campuran (%)	Berat Benda Uji			Isi Benda Uji (gr)	Berat Jenis Campuran		VMA (%)	VIM (%)	VFB (%)	Pembacaan Stabilitas (div)	Koreksi	Stabilitas (kg)	Pelelehan (mm)	Marshall Quotient (kg/mm)	Kadar Aspal Efektif (%)
		Kering	SSD	Dalam Air		Padat (Bulk)	Maksimum Teoritis									
1	5,0	1.156,4	1.161,8	673,0	488,8	2,37	2,52	15,5	6,1	60,5	87	1,09	1.248,9	3,3	378,5	4,1
2	5,0	1.160,3	1.164,3	673,8	490,5	2,37	2,52	15,5	6,1	60,4	86	1,09	1.234,6	3,5	352,7	4,7
3	5,0	1.167,1	1.172,7	679,8	492,9	2,37	2,52	15,4	6,0	60,8	88	1,09	1.263,3	3,2	394,8	4,7
Rata-rata					490,7	2,37	2,52	15,4	6,1	60,6			1.248,9	3,3	375,3	4,5
1	5,5	1.169,7	1.173,1	679,3	493,8	2,37	2,50	15,8	5,3	66,6	92	1,09	1.320,7	3,6	366,9	4,6
2	5,5	1.171,3	1.174,7	684,0	490,7	2,39	2,50	15,2	4,5	70,0	93	1,09	1.335,0	3,4	392,7	4,6
3	5,5	1.169,9	1.173,3	680,6	492,7	2,37	2,50	15,6	5,0	67,7	94	1,09	1.349,4	3,3	408,9	4,6
Rata-rata					492,4	2,38	2,50	15,5	5,0	68,1			1.335,0	3,4	389,5	4,6
1	6,0	1.171,7	1.176,8	683,7	493,1	2,38	2,48	16,0	4,3	73,4	101	1,09	1.449,9	3,7	391,9	5,1
2	6,0	1.172,5	1.177,8	683,3	494,5	2,37	2,48	16,2	4,5	72,4	100	1,09	1.435,5	3,9	368,1	5,1
3	6,0	1.170,2	1.175,4	683,5	491,9	2,38	2,48	15,9	4,1	73,9	102	1,09	1.464,2	3,8	385,3	5,1
Rata-rata					493,2	2,38	2,48	16,0	4,3	73,2			1.449,9	3,8	381,8	5,1
1	6,5	1.173,7	1.181,2	685,7	495,5	2,37	2,46	16,7	3,8	77,0	96	1,04	1.314,9	3,9	337,2	5,6
2	6,5	1.171,3	1.176,5	682,7	493,8	2,37	2,46	16,6	3,7	77,6	97	1,09	1.392,5	4,1	339,6	5,6
3	6,5	1.173,4	1.180,1	684,8	495,3	2,37	2,46	16,7	3,8	77,1	98	1,09	1.406,8	4,0	351,7	5,6
Rata-rata					494,9	2,37	2,46	16,7	3,8	77,2			1.371,4	4,0	342,8	5,6
1	7,0	1.171,7	1.177,1	684,0	493,1	2,38	2,45	16,9	2,8	83,3	92	1,09	1.320,7	4,8	275,1	6,1
2	7,0	1.172,6	1.177,1	683,0	494,1	2,37	2,45	17,0	2,9	82,7	90	1,09	1.292,0	4,9	263,7	6,1
3	7,0	1.171,3	1.176,7	682,9	493,8	2,37	2,45	17,0	3,0	82,5	91	1,09	1.306,3	4,7	277,9	6,1
Rata-rata					493,7	2,37	2,45	17,0	2,9	82,8			1.306,3	4,8	272,3	6,1

BJ bulk agregat	: 2,659	Bj. efektif agregat	: 2,728	Bj. Aspal	: 1,028	Absorpsi aspal	: 0,984	Bj. maksimum agregat total (Gmm)	: 2,482
-----------------	---------	---------------------	---------	-----------	---------	----------------	---------	----------------------------------	---------

Lampiran 12 Grafik Hubungan Kadar Aspal Yang Telah Ditambah 3% Polymer Elastomer dengan Parameter Marshall



Lampiran 13 Komposisi Campuran Beraspal dengan Penambahan 5% Polymer Elastomer Untuk Menentukan Kadar Aspal Optimum

Ukuran Saringan	Bukaan (mm)	Berat Tertahan (gr)	Berat Jenis		Komposisi Campuran Terhadap Berat Total Campuran (%)					
			Bulk	Apparent	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	Rata-rata
½ inch	12,7	115	2,675	2,766	9,50	9,45	9,40	9,35	9,30	
3/8 inch	9,52	115	2,675	2,766	9,50	9,45	9,40	9,35	9,30	
No. 4	4,76	230	2,675	2,766	19,00	18,90	18,80	18,70	18,60	
No. 8	2,38	201,25	2,648	2,819	16,63	16,54	16,45	16,36	16,28	
No. 30	0,59	218,5	2,648	2,819	18,05	17,96	17,86	17,77	17,67	
No. 50	0,279	63,25	2,648	2,819	5,23	5,20	5,17	5,14	5,12	
No. 100	0,149	69	2,648	2,819	5,70	5,67	5,64	5,61	5,58	
No. 200	0,074	57,5	2,648	2,819	4,75	4,73	4,70	4,68	4,65	
Pan		80,5	2,648	2,819	6,65	6,62	6,58	6,55	6,51	
Berat Jenis Aspal (Gb)					1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025
Berat Jenis Bulk Agregat Total (Gsb)					2,659	2,659	2,659	2,659	2,659	2,659
Berat Jenis Apparent Agregat Total (Gsa)					2,798	2,798	2,798	2,798	2,798	2,798
Berat Jenis Efektif Agregat Total (Gse)					2,728	2,728	2,728	2,728	2,728	2,728
Berat Jenis Maksimum Agregat Total (Gmm)					2,519	2,500	2,481	2,462	2,444	2,481
Kadar Aspal Terserap (Pba), %					0,981	0,981	0,981	0,981	0,981	0,981
Kadar Aspal Efektif (Pbe), %					4,068	4,573	5,078	5,583	6,088	5,078

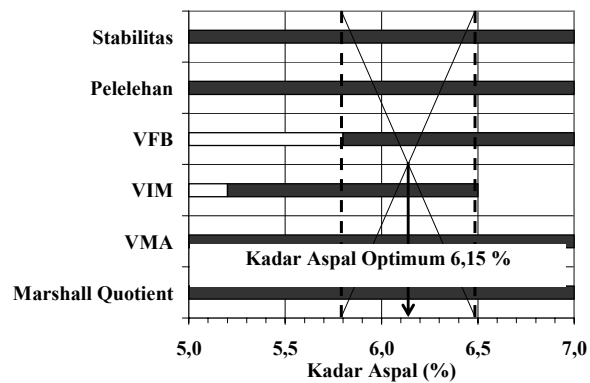
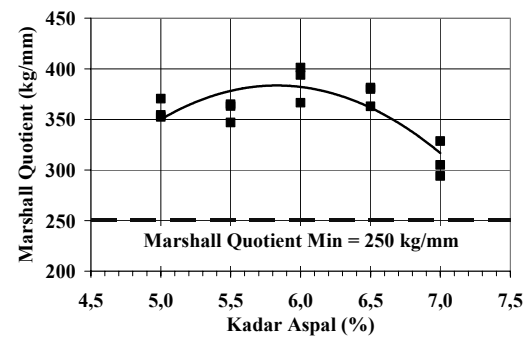
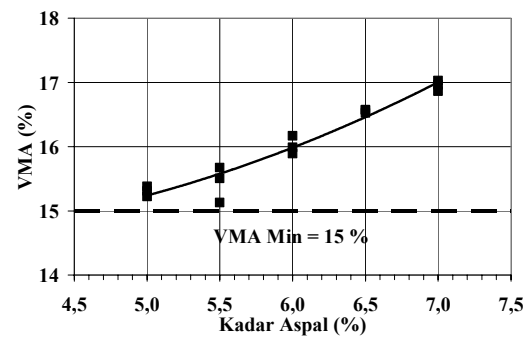
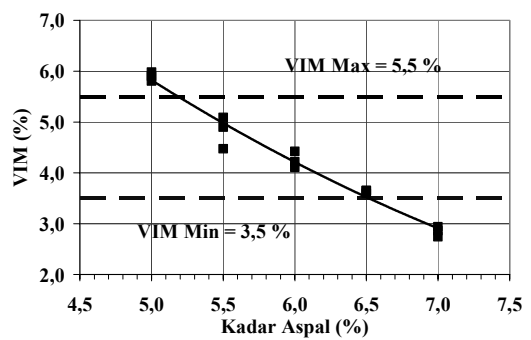
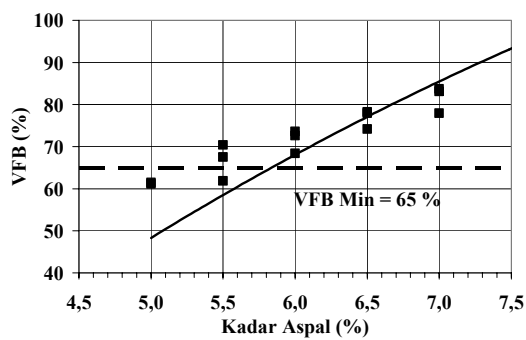
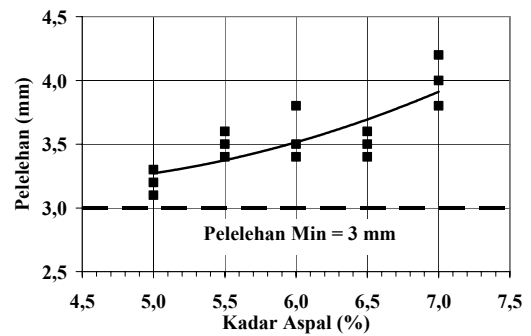
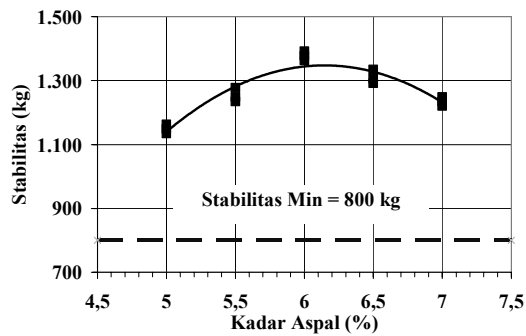
Lampiran 14 Hasil Pengujian Marshall dengan Penambahan 5% Polymer Elastomer Untuk Menentukan Kadar Aspal Optimum

Kalibrasi Proving Ring : 13,170 kg/div

No Benda Uji	Kadar Aspal Terhadap Campuran (%)	Berat Benda Uji			Isi Benda Uji (gr)	Berat Jenis Campuran		VMA (%)	VIM (%)	VFB (%)	Pembacaan Stabilitas (div)	Koreksi	Stabilitas (kg)	Pelehan (mm)	Marshall Quotient (kg/mm)	Kadar Aspal Efektif (%)
		Kering	SSD	Dalam Air		Padat (Bulk)	Maksimum Teoritis									
1	5,0	1.158,3	1.163,6	674,5	489,1	2,37	2,52	15,4	6,0	61,1	80	1,09	1.148,4	3,1	370,5	4,1
2	5,0	1.159,5	1.163,5	674,3	489,2	2,37	2,52	15,3	5,9	61,4	79	1,09	1.134,1	3,2	354,4	4,7
3	5,0	1.166,6	1.172,3	680,6	491,7	2,37	2,52	15,2	5,8	61,9	81	1,09	1.162,8	3,3	352,4	4,7
Rata-rata					490,0	2,37	2,52	15,3	5,9	61,5			1.148,4	3,2	359,1	4,5
1	5,5	1.170,1	1.173,3	680,1	493,2	2,37	2,50	15,7	5,1	67,5	86	1,09	1.234,6	3,4	363,1	4,6
2	5,5	1.171,7	1.174,9	684,2	490,7	2,39	2,50	15,1	4,5	70,4	87	1,09	1.248,9	3,6	346,9	4,6
3	5,5	1.170,3	1.173,4	681,1	492,3	2,38	2,50	15,5	4,9	68,4	89	1,09	1.277,6	3,5	365,0	4,6
Rata-rata					492,1	2,38	2,50	15,4	4,8	68,8			1.253,7	3,5	358,4	4,6
1	6,0	1.171,7	1.176,8	683,7	493,1	2,38	2,48	16,0	4,2	73,6	96	1,09	1.378,1	3,5	393,7	5,1
2	6,0	1.172,5	1.177,8	683,3	494,5	2,37	2,48	16,2	4,4	72,6	95	1,09	1.363,8	3,4	401,1	5,1
3	6,0	1.170,2	1.175,4	683,5	491,9	2,38	2,48	15,9	4,1	74,2	97	1,09	1.392,5	3,8	366,4	5,1
Rata-rata					493,2	2,38	2,48	16,0	4,2	73,5			1.378,1	3,6	387,1	5,1
1	6,5	1.173,6	1.179,7	685,0	494,7	2,37	2,46	16,6	3,6	78,0	90	1,09	1.292,0	3,4	380,0	5,6
2	6,5	1.172,6	1.177,3	683,3	494,0	2,37	2,46	16,5	3,6	78,2	91	1,09	1.306,3	3,6	362,9	5,6
3	6,5	1.173,3	1.179,0	684,4	494,6	2,37	2,46	16,6	3,7	77,9	93	1,09	1.335,0	3,5	381,4	5,6
Rata-rata					494,4	2,37	2,46	16,6	3,6	78,1			1.311,1	3,5	374,8	5,6
1	7,0	1.173,9	1.179,2	685,3	493,9	2,38	2,44	16,9	2,7	83,7	87	1,09	1.248,9	3,8	328,7	6,1
2	7,0	1.173,2	1.177,3	683,1	494,2	2,37	2,44	17,0	2,9	83,1	85	1,09	1.220,2	4,0	305,1	6,1
3	7,0	1.173,0	1.178,1	683,6	494,5	2,37	2,44	17,0	2,9	82,7	86	1,09	1.234,6	4,2	293,9	6,1
Rata-rata					494,2	2,37	2,44	17,0	2,8	83,2			1.234,6	4,0	309,2	6,1

BJ bulk agregat	: 2,659	Bj. efektif agregat	: 2,728	Bj. Aspal	: 1,025	Absorpsi aspal	: 0,981	Bj. maksimum agregat total (Gmm)	: 2,481
-----------------	---------	---------------------	---------	-----------	---------	----------------	---------	----------------------------------	---------

Lampiran 15 Grafik Hubungan Kadar Aspal Yang Telah Ditambah 5% Polymer Elastomer dengan Parameter Marshall



Lampiran 16 Komposisi Campuran Beraspal dengan Penambahan 1% Polymer Plastomer Untuk Menentukan Kadar Aspal Optimum

Ukuran Saringan	Bukaan (mm)	Berat Tertahan (gr)	Berat Jenis		Komposisi Campuran Terhadap Berat Total Campuran (%)					
			Bulk	Apparent	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	Rata-rata
½ inch	12,7	115	2,675	2,766	9,50	9,45	9,40	9,35	9,30	
3/8 inch	9,52	115	2,675	2,766	9,50	9,45	9,40	9,35	9,30	
No. 4	4,76	230	2,675	2,766	19,00	18,90	18,80	18,70	18,60	
No. 8	2,38	201,25	2,648	2,819	16,63	16,54	16,45	16,36	16,28	
No. 30	0,59	218,5	2,648	2,819	18,05	17,96	17,86	17,77	17,67	
No. 50	0,279	63,25	2,648	2,819	5,23	5,20	5,17	5,14	5,12	
No. 100	0,149	69	2,648	2,819	5,70	5,67	5,64	5,61	5,58	
No. 200	0,074	57,5	2,648	2,819	4,75	4,73	4,70	4,68	4,65	
Pan		80,5	2,648	2,819	6,65	6,62	6,58	6,55	6,51	
Berat Jenis Aspal (Gb)					1,027	1,027	1,027	1,027	1,027	1,027
Berat Jenis Bulk Agregat Total (Gsb)					2,659	2,659	2,659	2,659	2,659	2,659
Berat Jenis Apparent Agregat Total (Gsa)					2,798	2,798	2,798	2,798	2,798	2,798
Berat Jenis Efektif Agregat Total (Gse)					2,728	2,728	2,728	2,728	2,728	2,728
Berat Jenis Maksimum Agregat Total (Gmm)					2,519	2,500	2,482	2,463	2,445	2,482
Kadar Aspal Terserap (Pba), %					0,983	0,983	0,983	0,983	0,983	0,983
Kadar Aspal Efektif (Pbe), %					4,066	4,571	5,076	5,581	6,086	5,076

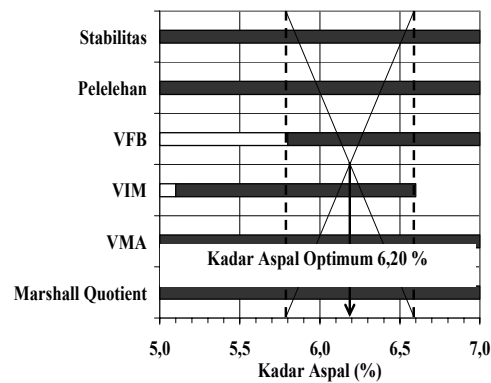
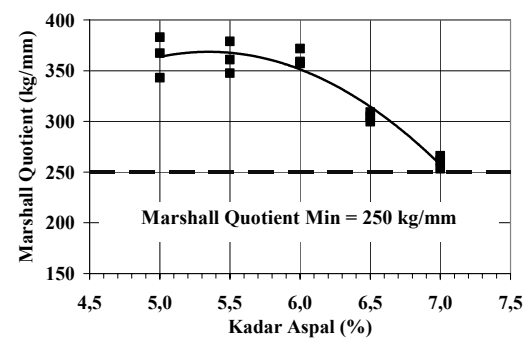
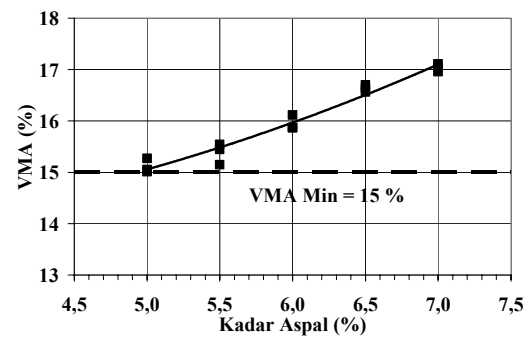
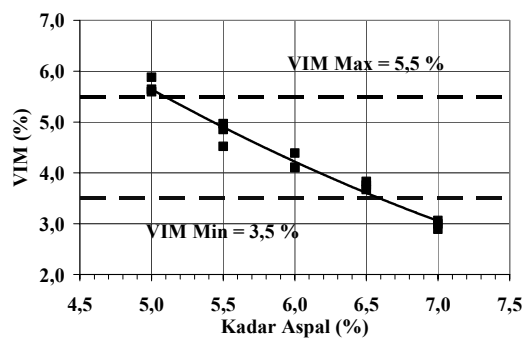
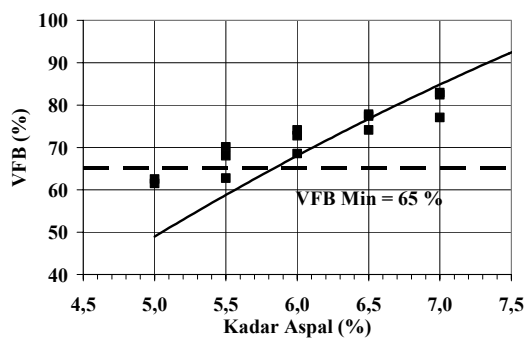
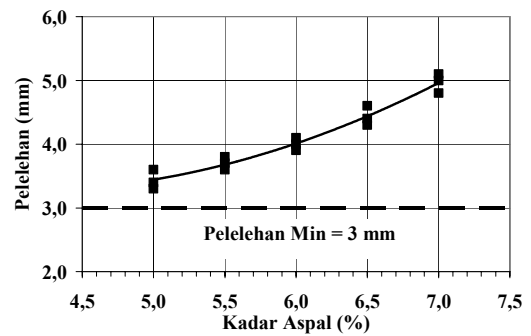
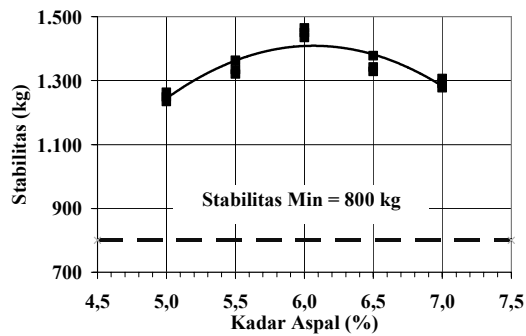
Lampiran 17 Hasil Pengujian Marshall dengan Penambahan 1% Polymer Plastomer Untuk Menentukan Kadar Aspal Optimum

Kalibrasi Proving Ring : 13,170 kg/div

No Benda Uji	Kadar Aspal Terhadap Campuran (%)	Berat Benda Uji			Isi Benda Uji (gr)	Berat Jenis Campuran		VMA (%)	VIM (%)	VFB (%)	Pembacaan Stabilitas (div)	Koreksi	Stabilitas (kg)	Pelehan (mm)	Marshall Quotient (kg/mm)	Kadar Aspal Efektif (%)
		Kering	SSD	Dalam Air		Padat (Bulk)	Maksimum Teoritis									
1	5,0	1.160,5	1.165,9	676,5	489,4	2,37	2,52	15,3	5,9	61,5	87	1,09	1.248,9	3,4	367,3	4,1
2	5,0	1.158,7	1.162,8	675,4	487,4	2,38	2,52	15,1	5,6	62,5	86	1,09	1.234,6	3,6	342,9	4,7
3	5,0	1.165,7	1.171,7	681,6	490,1	2,38	2,52	15,0	5,6	62,7	88	1,09	1.263,3	3,3	382,8	4,7
Rata-rata					489,0	2,38	2,52	15,1	5,7	62,2			1.248,9	3,4	364,4	4,5
1	5,5	1.171,0	1.173,8	681,0	492,8	2,38	2,50	15,5	5,0	68,1	92	1,09	1.320,7	3,8	347,5	4,6
2	5,5	1.172,4	1.175,2	684,1	491,1	2,39	2,50	15,1	4,5	70,1	93	1,09	1.335,0	3,7	360,8	4,6
3	5,5	1.171,4	1.174,1	681,7	492,4	2,38	2,50	15,4	4,9	68,6	95	1,09	1.363,8	3,6	378,8	4,6
Rata-rata					492,1	2,38	2,50	15,4	4,8	68,9			1.339,8	3,7	362,4	4,6
1	6,0	1.174,3	1.177,9	684,4	493,5	2,38	2,48	15,9	4,1	74,1	100	1,09	1.435,5	4,0	358,9	5,1
2	6,0	1.174,7	1.178,7	683,6	495,1	2,37	2,48	16,1	4,4	72,8	102	1,09	1.464,2	4,1	357,1	5,1
3	6,0	1.173,2	1.176,9	683,9	493,0	2,38	2,48	15,9	4,1	74,1	101	1,09	1.449,9	3,9	371,8	5,1
Rata-rata					493,9	2,38	2,48	16,0	4,2	73,7			1.449,9	4,0	362,6	5,1
1	6,5	1.176,9	1.182,9	686,4	496,5	2,37	2,46	16,6	3,8	77,4	97	1,04	1.328,6	4,3	309,0	5,6
2	6,5	1.173,9	1.177,9	683,1	494,8	2,37	2,46	16,6	3,7	77,8	96	1,09	1.378,1	4,6	299,6	5,6
3	6,5	1.175,8	1.181,2	684,8	496,4	2,37	2,46	16,7	3,8	77,1	98	1,04	1.342,3	4,4	305,1	5,6
Rata-rata					495,9	2,37	2,46	16,6	3,8	77,4			1.349,7		304,5	5,6
1	7,0	1.174,4	1.178,9	684,2	494,7	2,37	2,44	17,0	2,9	82,9	90	1,09	1.292,0	5,1	253,3	6,1
2	7,0	1.174,8	1.178,5	683,1	495,4	2,37	2,44	17,1	3,0	82,4	91	1,09	1.306,3	5,0	261,3	6,1
3	7,0	1.174,0	1.178,5	683,1	495,4	2,37	2,44	17,1	3,1	82,1	89	1,09	1.277,6	4,8	266,2	6,1
Rata-rata					495,2	2,37	2,44	17,0	3,0	82,5			1.292,0	5,0	260,3	6,1

BJ bulk agregat	: 2,659	Bj. efektif agregat	: 2,728	Bj. Aspal	: 1,027	Absorpsi aspal	: 0,983	Bj. maksimum agregat total (Gmm)	: 2,482
-----------------	---------	---------------------	---------	-----------	---------	----------------	---------	----------------------------------	---------

Lampiran 18 Grafik Hubungan Kadar Aspal Yang Telah Ditambah 1% Polymer Plastomer dengan Parameter Marshall



Lampiran 19 Komposisi Campuran Beraspal dengan Penambahan 3% Polymer Plastomer Untuk Menentukan Kadar Aspal Optimum

Ukuran Saringan	Bukaan (mm)	Berat Tertahan (gr)	Berat Jenis		Komposisi Campuran Terhadap Berat Total Campuran (%)					
			Bulk	Apparent	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	Rata-rata
½ inch	12,7	115	2,675	2,766	9,50	9,45	9,40	9,35	9,30	
3/8 inch	9,52	115	2,675	2,766	9,50	9,45	9,40	9,35	9,30	
No. 4	4,76	230	2,675	2,766	19,00	18,90	18,80	18,70	18,60	
No. 8	2,38	201,25	2,648	2,819	16,63	16,54	16,45	16,36	16,28	
No. 30	0,59	218,5	2,648	2,819	18,05	17,96	17,86	17,77	17,67	
No. 50	0,279	63,25	2,648	2,819	5,23	5,20	5,17	5,14	5,12	
No. 100	0,149	69	2,648	2,819	5,70	5,67	5,64	5,61	5,58	
No. 200	0,074	57,5	2,648	2,819	4,75	4,73	4,70	4,68	4,65	
Pan		80,5	2,648	2,819	6,65	6,62	6,58	6,55	6,51	
Berat Jenis Aspal (Gb)					1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028
Berat Jenis Bulk Agregat Total (Gsb)					2,659	2,659	2,659	2,659	2,659	2,659
Berat Jenis Apparent Agregat Total (Gsa)					2,798	2,798	2,798	2,798	2,798	2,798
Berat Jenis Efektif Agregat Total (Gse)					2,728	2,728	2,728	2,728	2,728	2,728
Berat Jenis Maksimum Agregat Total (Gmm)					2,520	2,501	2,482	2,463	2,445	2,482
Kadar Aspal Terserap (Pba), %					0,984	0,984	0,984	0,984	0,984	0,984
Kadar Aspal Efektif (Pbe), %					4,065	4,570	5,075	5,580	6,085	5,075

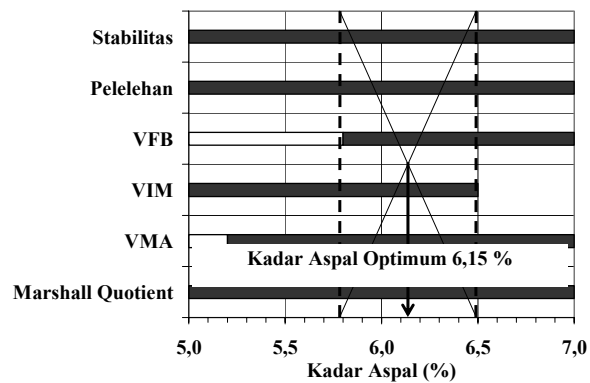
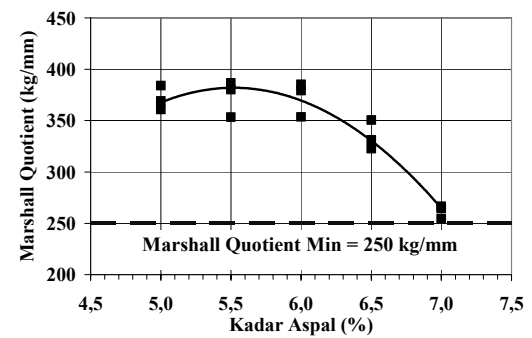
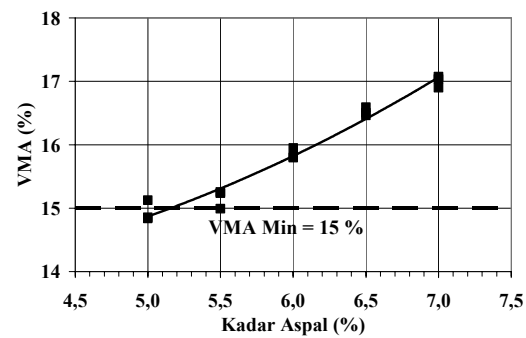
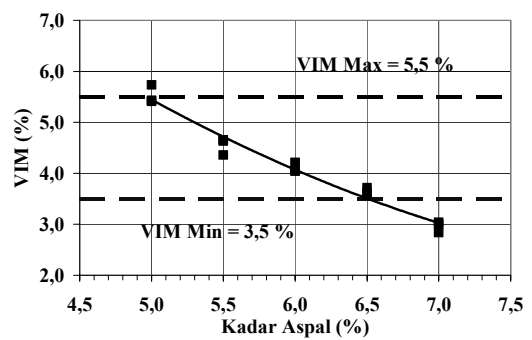
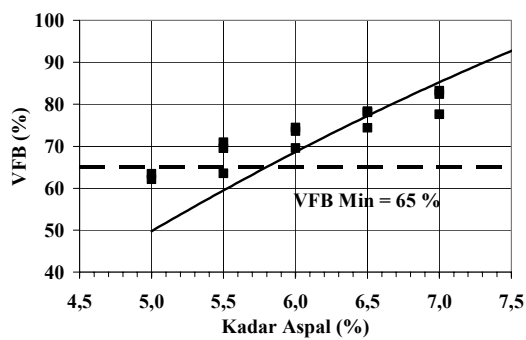
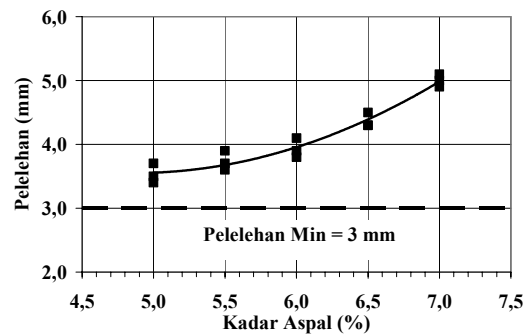
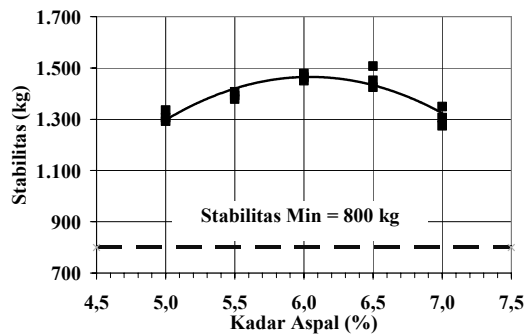
Lampiran 20 Hasil Pengujian Marshall dengan Penambahan 3% Polymer Plastomer Untuk Menentukan Kadar Aspal Optimum

Kalibrasi Proving Ring : 13,170 kg/div

No Benda Uji	Kadar Aspal Terhadap Campuran (%)	Berat Benda Uji			Isi Benda Uji (gr)	Berat Jenis Campuran		VMA (%)	VIM (%)	VFB (%)	Pembacaan Stabilitas (div)	Koreksi	Stabilitas (kg)	Pelelehan (mm)	Marshall Quotient (kg/mm)	Kadar Aspal Efektif (%)
		Kering	SSD	Dalam Air		Padat (Bulk)	Maksimum Teoritis									
1	5,0	1.162,5	1.167,4	678,0	489,4	2,38	2,52	15,1	5,7	62,1	90	1,09	1.292,0	3,5	369,1	4,1
2	5,0	1.157,4	1.161,2	675,5	485,7	2,38	2,52	14,9	5,4	63,4	93	1,09	1.335,0	3,7	360,8	4,7
3	5,0	1.165,5	1.171,4	682,4	489,0	2,38	2,52	14,8	5,4	63,5	91	1,09	1.306,3	3,4	384,2	4,7
Rata-rata					488,0	2,38	2,52	14,9	5,5	63,0			1.311,1	3,5	371,4	4,5
1	5,5	1.170,2	1.172,9	682,1	490,8	2,38	2,50	15,3	4,7	69,5	97	1,09	1.392,5	3,6	386,8	4,6
2	5,5	1.171,7	1.174,3	684,4	489,9	2,39	2,50	15,0	4,4	70,9	96	1,09	1.378,1	3,9	353,4	4,6
3	5,5	1.170,7	1.173,2	682,3	490,9	2,38	2,50	15,2	4,6	69,6	98	1,09	1.406,8	3,7	380,2	4,6
Rata-rata					490,5	2,39	2,50	15,2	4,5	70,0			1.392,5	3,7	373,5	4,6
1	6,0	1.174,6	1.177,5	684,3	493,2	2,38	2,48	15,8	4,0	74,4	101	1,09	1.449,9	4,1	353,6	5,1
2	6,0	1.175,1	1.178,4	684,1	494,3	2,38	2,48	16,0	4,2	73,6	102	1,09	1.464,2	3,8	385,3	5,1
3	6,0	1.173,5	1.176,5	683,7	492,8	2,38	2,48	15,8	4,1	74,4	103	1,09	1.478,6	3,9	379,1	5,1
Rata-rata					493,4	2,38	2,48	15,9	4,1	74,1			1.464,2	3,9	372,7	5,1
1	6,5	1.178,0	1.183,0	687,1	495,9	2,38	2,46	16,5	3,6	78,3	104	1,04	1.424,5	4,3	331,3	5,6
2	6,5	1.174,3	1.177,7	683,1	494,6	2,37	2,46	16,5	3,6	78,1	105	1,09	1.507,3	4,3	350,5	5,6
3	6,5	1.176,4	1.180,9	684,9	496,0	2,37	2,46	16,6	3,7	77,6	106	1,04	1.451,9	4,5	322,6	5,6
Rata-rata					495,5	2,37	2,46	16,5	3,6	78,0			1.461,2	4,4	334,8	5,6
1	7,0	1.175,5	1.179,5	684,7	494,8	2,38	2,45	16,9	2,8	83,2	94	1,09	1.349,4	5,1	264,6	6,1
2	7,0	1.175,0	1.178,3	682,9	495,4	2,37	2,45	17,0	3,0	82,4	91	1,09	1.306,3	4,9	266,6	6,1
3	7,0	1.174,7	1.178,7	683,2	495,5	2,37	2,45	17,1	3,0	82,2	93	1,04	1.273,8	5,0	254,8	6,1
Rata-rata					495,2	2,37	2,45	17,0	3,0	82,6			1.309,8	5,0	262,0	6,1

BJ bulk agregat	: 2,659	Bj. efektif agregat	: 2,728	Bj. Aspal	: 1,028	Absorpsi aspal	: 0,984	Bj. maksimum agregat total (Gmm)	: 2,482
-----------------	---------	---------------------	---------	-----------	---------	----------------	---------	----------------------------------	---------

Lampiran 21 Grafik Hubungan Kadar Aspal Yang Telah Ditambah 3% Polymer Plastomer dengan Parameter Marshall



Lampiran 22 Komposisi Campuran Beraspal dengan Penambahan 5% Polymer Plastomer Untuk Menentukan Kadar Aspal Optimum

Ukuran Saringan	Bukaan (mm)	Berat Tertahan (gr)	Berat Jenis		Komposisi Campuran Terhadap Berat Total Campuran (%)					
			Bulk	Apparent	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	Rata-rata
½ inch	12,7	115	2,675	2,766	9,50	9,45	9,40	9,35	9,30	
3/8 inch	9,52	115	2,675	2,766	9,50	9,45	9,40	9,35	9,30	
No. 4	4,76	230	2,675	2,766	19,00	18,90	18,80	18,70	18,60	
No. 8	2,38	201,25	2,648	2,819	16,63	16,54	16,45	16,36	16,28	
No. 30	0,59	218,5	2,648	2,819	18,05	17,96	17,86	17,77	17,67	
No. 50	0,279	63,25	2,648	2,819	5,23	5,20	5,17	5,14	5,12	
No. 100	0,149	69	2,648	2,819	5,70	5,67	5,64	5,61	5,58	
No. 200	0,074	57,5	2,648	2,819	4,75	4,73	4,70	4,68	4,65	
Pan		80,5	2,648	2,819	6,65	6,62	6,58	6,55	6,51	
Berat Jenis Aspal (Gb)					1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025
Berat Jenis Bulk Agregat Total (Gsb)					2,659	2,659	2,659	2,659	2,659	2,659
Berat Jenis Apparent Agregat Total (Gsa)					2,798	2,798	2,798	2,798	2,798	2,798
Berat Jenis Efektif Agregat Total (Gse)					2,728	2,728	2,728	2,728	2,728	2,728
Berat Jenis Maksimum Agregat Total (Gmm)					2,519	2,500	2,481	2,462	2,444	2,481
Kadar Aspal Terserap (Pba), %					0,981	0,981	0,981	0,981	0,981	0,981
Kadar Aspal Efektif (Pbe), %					4,068	4,573	5,078	5,583	6,088	5,078

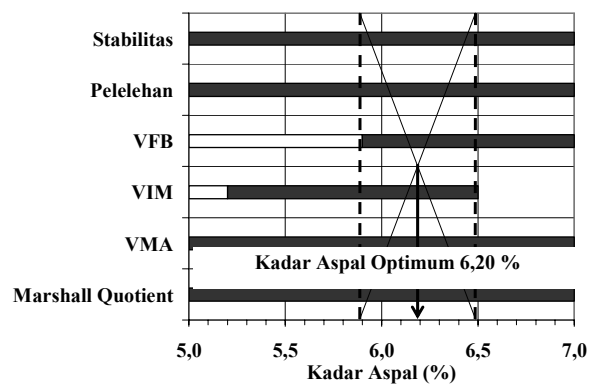
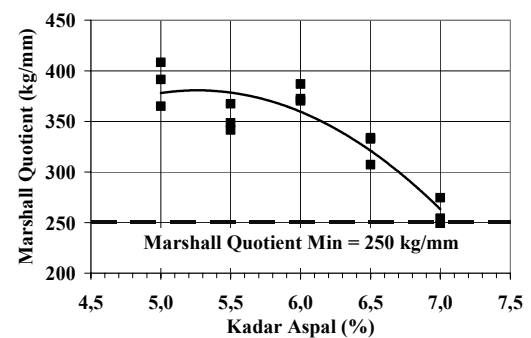
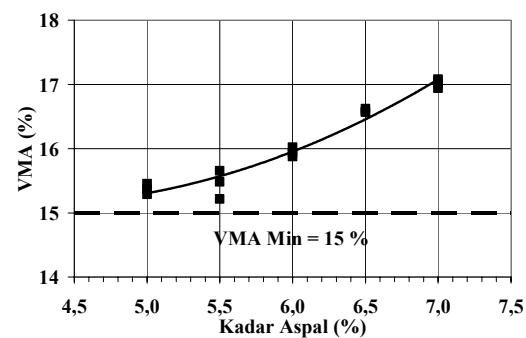
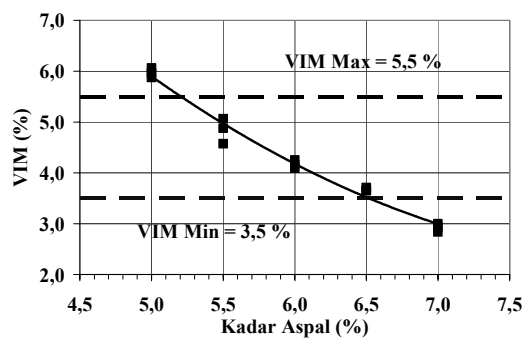
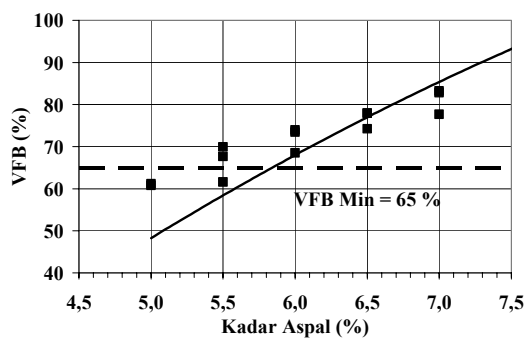
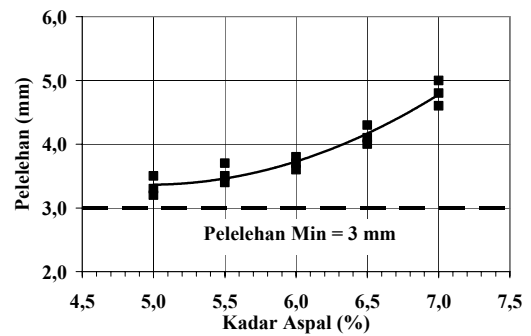
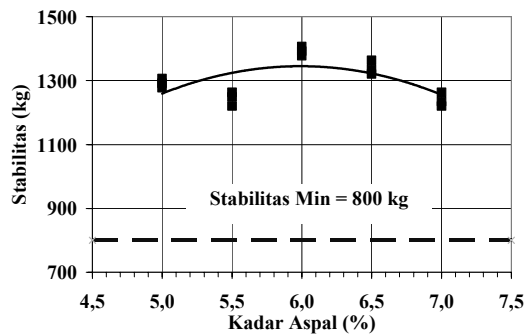
Lampiran 23 Hasil Pengujian Marshall dengan Penambahan 5% Polymer Plastomer Untuk Menentukan Kadar Aspal Optimum

Kalibrasi Proving Ring : 13,170 kg/div

No Benda Uji	Kadar Aspal Terhadap Campuran (%)	Berat Benda Uji			Isi Benda Uji (gr)	Berat Jenis Campuran		VMA (%)	VIM (%)	VFB (%)	Pembacaan Stabilitas (div)	Koreksi	Stabilitas (kg)	Pelelehan (mm)	Marshall Quotient (kg/mm)	Kadar Aspal Efektif (%)
		Kering (gr)	SSD (gr)	Dalam Air (gr)		Padat (Bulk)	Maksimum Teoritis									
1	5,0	1.157,8	1.163,4	674,1	489,3	2,37	2,52	15,5	6,1	60,8	90	1,09	1.292,0	3,3	391,5	4,1
2	5,0	1.159,9	1.164,0	674,3	489,7	2,37	2,52	15,4	6,0	61,2	89	1,09	1.277,6	3,5	365,0	4,7
3	5,0	1.166,7	1.172,4	680,3	492,1	2,37	2,52	15,3	5,9	61,6	91	1,09	1.306,3	3,2	408,2	4,7
Rata-rata					490,4	2,37	2,52	15,4	6,0	61,2			1.292,0	3,3	388,3	4,5
1	5,5	1.168,5	1.172,0	679,6	492,4	2,37	2,50	15,7	5,1	67,6	88	1,09	1.263,3	3,7	341,4	4,6
2	5,5	1.169,8	1.173,0	682,6	490,4	2,39	2,50	15,2	4,6	69,9	85	1,09	1.220,2	3,5	348,6	4,6
3	5,5	1.169,9	1.173,3	681,3	492,0	2,38	2,50	15,5	4,9	68,5	87	1,09	1.248,9	3,4	367,3	4,6
Rata-rata					491,6	2,38	2,50	15,5	4,8	68,7			1.244,1	3,5	352,5	4,6
1	6,0	1.172,7	1.176,7	683,5	493,2	2,38	2,48	15,9	4,2	73,9	98	1,09	1.406,8	3,8	370,2	5,1
2	6,0	1.173,4	1.177,7	683,7	494,0	2,38	2,48	16,0	4,3	73,5	96	1,09	1.378,1	3,7	372,5	5,1
3	6,0	1.171,6	1.175,7	683,3	492,4	2,38	2,48	15,9	4,1	74,2	97	1,09	1.392,5	3,6	386,8	5,1
Rata-rata					493,2	2,38	2,48	15,9	4,2	73,9			1.392,5	3,7	376,5	5,1
1	6,5	1.175,2	1.181,3	685,9	495,4	2,37	2,46	16,6	3,7	78,0	93	1,09	1.335,0	4,0	333,8	5,6
2	6,5	1.172,9	1.177,4	683,0	494,4	2,37	2,46	16,6	3,6	78,0	92	1,09	1.320,7	4,3	307,1	5,6
3	6,5	1.174,3	1.179,9	684,6	495,3	2,37	2,46	16,6	3,7	77,7	95	1,09	1.363,8	4,1	332,6	5,6
Rata-rata					495,0	2,37	2,46	16,6	3,7	77,9			1.339,8	4,1	324,5	5,6
1	7,0	1.173,7	1.178,8	684,5	494,3	2,37	2,44	16,9	2,8	83,2	85	1,09	1.220,2	4,8	254,2	6,1
2	7,0	1.173,6	1.177,7	683,0	494,7	2,37	2,44	17,0	2,9	82,8	86	1,09	1.234,6	5,0	246,9	6,1
3	7,0	1.173,2	1.178,2	683,3	494,9	2,37	2,44	17,1	3,0	82,4	88	1,09	1.263,3	4,6	274,6	6,1
Rata-rata					494,6	2,37	2,44	17,0	2,9	82,8			1.239,3	4,8	258,6	6,1

BJ bulk agregat	: 2,659	Bj. efektif agregat	: 2,728	Bj. Aspal	: 1,025	Absorpsi aspal	: 0,981	Bj. maksimum agregat total (Gmm)	: 2,481
-----------------	---------	---------------------	---------	-----------	---------	----------------	---------	----------------------------------	---------

Lampiran 24 Grafik Hubungan Kadar Aspal Yang Telah Ditambah 5% Polymer Plastomer dengan Parameter Marshall



Lampiran 25 Contoh Perhitungan Komposisi Campuran

Contoh perhitungan menggunakan data komposisi campuran beraspal tanpa penambahan polymer elastomer / polymer plastomer untuk menentukan kadar aspal optimum.

1. Kadar aspal optimum perkiraan (P_b) = 6 %
2. Berat jenis aspal (G_b) = 1,030 (Diketahui)
3. Berat jenis bulk agregat kasar ($G_{1..3}$) = 2,675 (Diketahui)
4. Berat jenis apparent agregat kasar ($G_{1..3}$) = 2,766 (Diketahui)
5. Berat jenis bulk agregat halus ($G_{4..9}$) = 2,648 (Diketahui)
6. Berat jenis apparent agregat halus ($G_{4..9}$) = 2,819 (Diketahui)
7. Berat tertahan saringan $\frac{1}{2}$ inch (B_1) = 115 gr (Diketahui)
8. Berat tertahan saringan $\frac{3}{8}$ inch (B_2) = 115 gr (Diketahui)
9. Berat tertahan saringan No. 4 (B_3) = 230 gr (Diketahui)
10. Berat tertahan saringan No. 8 (B_4) = 201,25 gr (Diketahui)
11. Berat tertahan saringan No. 30 (B_5) = 218,5 gr (Diketahui)
12. Berat tertahan saringan No. 50 (B_6) = 63,25 gr (Diketahui)
13. Berat tertahan saringan No. 100 (B_7) = 69 gr (Diketahui)
14. Berat tertahan saringan No. 200 (B_8) = 57,5 gr (Diketahui)
15. Berat lolos saringan No. 200 (Pan) (B_9) = 80,5 gr (Diketahui)
16. Berat total agregat = $\sum_{n=0}^i B_i$
= 1150 gr
17. Persen berat tertahan saringan (P) =
$$\frac{B_i}{\frac{\sum_{n=0}^i B_i}{(100\% - P_b)}}$$

18. Persen berat tertahan saringan ½ inch (P ₁)	= 9,40	%
19. Persen berat tertahan saringan ¾ inch (P ₂)	= 9,40	%
20. Persen berat tertahan saringan No. 4 (P ₃)	= 18,80	%
21. Persen berat tertahan saringan No. 8 (P ₄)	= 16,45	%
22. Persen berat tertahan saringan No. 30 (P ₅)	= 17,86	%
23. Persen berat tertahan saringan No. 50 (P ₆)	= 5,170	%
24. Persen berat tertahan saringan No. 100 (P ₇)	= 5,64	%
25. Persen berat tertahan saringan No. 200 (P ₈)	= 4,70	%
26. Persen berat lolos saringan No. 200 (pan) (P ₉)	= 6,58	%

$$27. \text{ Berat Jenis Bulk Agregat Total (G}_{sb}) = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{G_1} + \frac{P_2}{G_2} + \dots + \frac{P_n}{G_n}}$$

$$= \frac{9,4 + 9,4 + 18,8 + 16,45 + 17,86 + 5,17 + 5,64 + 4,7 + 6,58}{\frac{9,4}{2,675} + \frac{9,4}{2,675} + \frac{18,8}{2,675} + \frac{16,45}{2,648} + \frac{17,86}{2,648} + \frac{5,17}{2,648} + \frac{5,64}{2,648} + \frac{4,7}{2,648} + \frac{6,58}{2,648}}$$

$$= 2,659$$

$$28. \text{ Berat Jenis Apparent Agregat Total (G}_{sa}) = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{G_1} + \frac{P_2}{G_2} + \dots + \frac{P_n}{G_n}}$$

$$= \frac{9,4 + 9,4 + 18,8 + 16,45 + 17,86 + 5,17 + 5,64 + 4,7 + 6,58}{\frac{9,4}{2,766} + \frac{9,4}{2,766} + \frac{18,8}{2,766} + \frac{16,45}{2,819} + \frac{17,86}{2,819} + \frac{5,17}{2,819} + \frac{5,64}{2,819} + \frac{4,7}{2,819} + \frac{6,58}{2,819}}$$

$$= 2,798$$

$$29. \text{ Berat Jenis Efektif Agregat Total (G}_{se}) = \frac{G_{sa} + G_{se}}{2}$$

$$= \frac{2,659 + 2,798}{2}$$

$$= 2,728$$

$$30. \text{ Berat Jenis Maksimum Agregat Total } (G_{mm}) = \frac{P_{mm}}{\frac{P_s}{G_{se}} + \frac{P_b}{G_b}}$$

$$= \frac{100\%}{\frac{94\%}{2,728} + \frac{6\%}{1,03}}$$

$$= 2,483$$

$$31. \text{ Kadar Aspal Terserap } (P_{ba}) = 100 \cdot \frac{G_{se} - G_{sb}}{G_{se} \cdot G_{sb}} \cdot G_b$$

$$= 100 \cdot \frac{2,728 - 2,659}{2,728 \cdot 2,659} \cdot 1,03$$

$$= 0,986 \quad \%$$

$$32. \text{ Kadar Aspal Efektif } (P_{be}) = P_b - \frac{P_{ba}}{100} \cdot P_s$$

$$= 6 - \frac{0,911}{100} \cdot 94$$

$$= 5,073 \quad \%$$

Lampiran 26 Hasil Pengujian Marshall dengan Penambahan Polymer Elastomer pada Kadar Optimum

Kalibrasi Proving Ring : 13,170 kg/div

No Benda Uji	Kadar Aspal Terhadap Campuran (%)	Kadar Elastomer (%)	Berat Benda Uji			Isi Benda Uji (gr)	Berat Jenis Campuran		VMA (%)	VIM (%)	VFB (%)	Pembacaan Stabilitas (div)	Koreksi	Stabilitas (kg)	Pelelehan (mm)	Marshall Quotient (kg/mm)	Kadar Aspal Efektif (%)
			Kering	SSD	Dalam Air		Padat (Bulk)	Maksimum Teoritis									
1	6,30	0	1.180,9	1.183,8	684,7	499,1	2,4	2,5	16,6	4,3	74,3	90	1,04	1.232,7	3,6	342,4	5,4
2	6,30	0	1.183,3	1.185,9	686,6	499,3	2,4	2,5	16,5	4,1	75,1	92	1,04	1.260,1	3,5	360,0	5,4
3	6,30	0	1.183,9	1.186,9	687,0	499,9	2,4	2,5	16,5	4,2	74,8	91	1,04	1.246,4	3,8	328,0	5,4
Rata-rata						499,4	2,4	2,5	16,5	4,2	74,7			1.246,4	3,6	343,5	5,4
1	6,10	1	1.218,2	1.221,0	705,9	515,1	2,4	2,5	16,5	4,6	72,1	107	1,00	1.409,2	3,7	380,9	5,2
2	6,10	1	1.220,9	1.224,0	708,2	515,8	2,4	2,5	16,4	4,5	72,5	108	1,00	1.422,4	4,2	338,7	5,2
3	6,10	1	1.205,5	1.208,4	699,2	509,2	2,4	2,5	16,4	4,5	72,6	109	1,00	1.435,5	4,1	350,1	5,2
Rata-rata						513,4	2,4	2,5	16,4	4,5	72,4			1.422,4	4,0	356,5	5,2
1	6,25	3	1.199,8	1.203,3	696,3	507,0	2,4	2,5	16,6	4,3	73,9	110	1,04	1.506,6	4,3	350,4	5,3
2	6,25	3	1.205,6	1.209,0	699,3	509,7	2,4	2,5	16,6	4,4	73,7	112	1,00	1.475,0	4,0	368,8	5,3
3	6,25	3	1.200,5	1.204,0	696,8	507,2	2,4	2,5	16,5	4,3	74,0	111	1,04	1.520,3	3,9	389,8	5,3
Rata-rata						508,0	2,4	2,5	16,6	4,3	73,9			1.500,7	4,1	369,7	5,3
1	6,15	5	1.200,3	1.203,6	696,5	507,1	2,4	2,5	16,4	4,4	73,0	116	1,04	1.588,8	4,5	353,1	5,2
2	6,15	5	1.201,6	1.204,5	696,8	507,7	2,4	2,5	16,5	4,5	73,0	117	1,04	1.602,5	3,5	457,9	5,2
3	6,15	5	1.200,2	1.203,4	696,1	507,3	2,4	2,5	16,5	4,5	72,8	119	1,04	1.629,9	4,4	370,4	5,2
Rata-rata						507,4	2,4	2,5	16,5	4,5	72,9			1.607,1	4,1	393,8	5,2

BJ bulk agregat	: 2,659	Bj. efektif agregat	: 2,728	Bj. aspal	: 1,030	Absorpsi aspal	: 0,986	Bj. maksimum agregat total (Gmm)	: 2,483
-----------------	---------	---------------------	---------	-----------	---------	----------------	---------	----------------------------------	---------

Lampiran 27 Hasil Pengujian Perendaman Marshall dengan Penambahan Polymer Elastomer pada Kadar Optimum

Kalibrasi Proving Ring : 13,170 kg/div

No Benda Uji	Kadar Aspal Terhadap Campuran (%)	Kadar Elastomer (%)	Berat Benda Uji			Isi Benda Uji (gr)	Berat Jenis Campuran		VMA (%)	VIM (%)	VFB (%)	Pembacaan Stabilitas (div)	Koreksi	Stabilitas (kg)	Pelelehan (mm)	Marshall Quotient (kg/mm)	Kadar Aspal Efektif (%)
			Kering	SSD	Dalam Air		Padat (Bulk)	Maksimum Teoritis									
1	6,30	0	1.196,8	1.199,7	695,2	504,5	2,4	2,5	16,4	4,0	75,5	77	1,04	1.054,7	3,9	270,4	5,4
2	6,30	0	1.199,3	1.201,8	697,2	504,6	2,4	2,5	16,2	3,8	76,4	79	1,04	1.082,0	4,0	270,5	5,4
3	6,30	0	1.199,9	1.202,7	697,4	505,3	2,4	2,5	16,3	3,9	76,0	78	1,04	1.068,4	3,7	288,7	5,4
Rata-rata						504,8	2,4	2,5	16,3	3,9	76,0			1.068,4	3,9	276,6	5,4
1	6,10	1	1.205,0	1.207,7	700,2	507,5	2,4	2,5	16,1	4,2	73,9	90	1,04	1.232,7	4,1	300,7	5,2
2	6,10	1	1.207,1	1.210,1	702,2	507,9	2,4	2,5	16,1	4,1	74,3	91	1,04	1.246,4	4,2	296,8	5,2
3	6,10	1	1.201,0	1.203,8	698,3	505,5	2,4	2,5	16,1	4,2	74,2	92	1,04	1.260,1	4,6	273,9	5,2
Rata-rata						507,0	2,4	2,5	16,1	4,2	74,1			1.246,4	4,3	290,5	5,2
1	6,25	3	1.215,9	1.219,5	707,2	512,3	2,4	2,5	16,3	4,0	75,2	105	1,00	1.382,9	4,5	307,3	5,3
2	6,25	3	1.216,5	1.219,9	707,2	512,7	2,4	2,5	16,3	4,1	75,1	102	1,00	1.343,3	4,3	312,4	5,3
3	6,25	3	1.214,9	1.218,5	706,7	511,8	2,4	2,5	16,3	4,0	75,3	106	1,00	1.396,0	4,0	349,0	5,3
Rata-rata						512,3	2,4	2,5	16,3	4,0	75,2			1.374,1	4,3	322,9	5,3
1	6,15	5	1.218,9	1.222,5	708,9	513,6	2,4	2,5	16,2	4,2	74,2	112	1,00	1.475,0	3,9	378,2	5,2
2	6,15	5	1.219,1	1.222,2	708,5	513,7	2,4	2,5	16,2	4,2	74,2	113	1,00	1.488,2	4,4	338,2	5,2
3	6,15	5	1.203,7	1.207,2	700,1	507,1	2,4	2,5	16,2	4,2	74,3	110	1,04	1.506,6	4,6	327,5	5,2
Rata-rata						511,5	2,4	2,5	16,2	4,2	74,2			1.490,0	4,3	348,0	5,2

BJ bulk agregat	: 2,659	Bj. efektif agregat	: 2,728	Bj. aspal	: 1,030	Absorpsi aspal	: 0,986	Bj. maksimum agregat total (Gmm)	: 2,483
-----------------	---------	---------------------	---------	-----------	---------	----------------	---------	----------------------------------	---------

Lampiran 28 Hasil Pengujian Marshall dengan Penambahan Polymer Plastomer pada Kadar Optimum

Kalibrasi Proving Ring : 13,170 kg/div

No Benda Uji	Kadar Aspal Terhadap Campuran (%)	Kadar Plastomer (%)	Berat Benda Uji			Isi Benda Uji (gr)	Berat Jenis Campuran		VMA (%)	VIM (%)	VFB (%)	Pembacaan Stabilitas (div)	Koreksi	Stabilitas (kg)	Pelelehan (mm)	Marshall Quotient (kg/mm)	Kadar Aspal Efektif (%)
			Kering	SSD	Dalam Air		Padat (Bulk)	Maksimum Teoritis									
1	6,30	0	1.180,9	1.183,8	684,7	499,1	2,4	2,5	16,6	4,3	74,3	90	1,04	1.232,7	3,6	342,4	5,4
2	6,30	0	1.183,3	1.185,9	686,6	499,3	2,4	2,5	16,5	4,1	75,1	92	1,04	1.260,1	3,5	360,0	5,4
3	6,30	0	1.183,9	1.186,9	687,0	499,9	2,4	2,5	16,5	4,2	74,8	91	1,04	1.246,4	3,8	328,0	5,4
Rata-rata						499,4	2,4	2,5	16,5	4,2	74,7			1.246,4	3,6	343,5	5,4
1	6,20	1	1.189,2	1.191,2	689,0	502,2	2,4	2,5	16,5	4,3	73,7	100	1,04	1.369,7	4,1	334,1	5,3
2	6,20	1	1.191,2	1.193,2	690,6	502,6	2,4	2,5	16,4	4,2	74,1	103	1,04	1.410,8	4,5	313,5	5,3
3	6,20	1	1.185,5	1.187,5	687,3	500,2	2,4	2,5	16,4	4,2	74,1	102	1,04	1.397,1	3,6	388,1	5,3
Rata-rata						501,7	2,4	2,5	16,4	4,3	74,0			1.392,5	4,1	345,2	5,3
1	6,15	3	1.202,1	1.203,2	696,0	507,2	2,4	2,5	16,3	4,3	73,6	108	1,04	1.479,3	3,8	389,3	5,2
2	6,15	3	1.200,4	1.202,9	695,4	507,5	2,4	2,5	16,5	4,5	72,7	111	1,04	1.520,3	4,2	362,0	5,2
3	6,15	3	1.199,3	1.202,1	695,3	506,8	2,4	2,5	16,5	4,5	72,9	110	1,04	1.506,6	4,1	367,5	5,2
Rata-rata						507,2	2,4	2,5	16,4	4,4	73,1			1.502,1	4,0	372,9	5,2
1	6,20	5	1.202,8	1.205,8	697,3	508,5	2,4	2,5	16,5	4,4	73,2	116	1,00	1.527,7	4,2	363,7	5,3
2	6,20	5	1.202,9	1.205,2	696,7	508,5	2,4	2,5	16,5	4,4	73,2	115	1,00	1.514,6	3,5	432,7	5,3
3	6,20	5	1.187,9	1.190,8	688,7	502,1	2,4	2,5	16,5	4,4	73,3	112	1,04	1.534,0	3,8	403,7	5,3
Rata-rata						506,4	2,4	2,5	16,5	4,4	73,2			1.525,4	3,8	400,1	5,3

BJ bulk agregat	: 2,659	Bj. efektif agregat	: 2,728	Bj. aspal	: 1,030	Absorpsi aspal	: 0,986	Bj. maksimum agregat total (Gmm)	: 2,483
-----------------	---------	---------------------	---------	-----------	---------	----------------	---------	----------------------------------	---------

Lampiran 29 Hasil Pengujian Perendaman Marshall dengan Penambahan Polymer Plastomer pada Kadar Optimum

Kalibrasi Proving Ring : 13,170 kg/div

No Benda Uji	Kadar Aspal Terhadap Campuran (%)	Kadar Plastomer (%)	Berat Benda Uji			Isi Benda Uji (gr)	Berat Jenis Campuran		VMA (%)	VIM (%)	VFB (%)	Pembacaan Stabilitas (div)	Koreksi	Stabilitas (kg)	Pelelehan (mm)	Marshall Quotient (kg/mm)	Kadar Aspal Efektif (%)
			Kering (gr)	SSD (gr)	Dalam Air (gr)		Padat (Bulk)	Maksimum Teoritis									
1	6,30	0	1.196,8	1.199,7	695,2	504,5	2,4	2,5	16,4	4,0	75,5	77	1,04	1.054,7	3,9	270,4	5,4
2	6,30	0	1.199,3	1.201,8	697,2	504,6	2,4	2,5	16,2	3,8	76,4	79	1,04	1.082,0	4,0	270,5	5,4
3	6,30	0	1.199,9	1.202,7	697,4	505,3	2,4	2,5	16,3	3,9	76,0	78	1,04	1.068,4	3,7	288,7	5,4
Rata-rata						504,8	2,4	2,5	16,3	3,9	76,0			1.068,4	3,9	276,6	5,4
1	6,20	1	1.235,3	1.237,8	717,0	520,8	2,4	2,5	16,3	4,2	74,4	90	1,00	1.185,3	4,3	275,7	5,3
2	6,20	1	1.238,0	1.240,8	719,4	521,4	2,4	2,5	16,2	4,1	74,9	93	1,00	1.224,8	4,6	266,3	5,3
3	6,20	1	1.222,4	1.225,0	710,2	514,8	2,4	2,5	16,2	4,1	74,9	92	1,00	1.211,6	3,6	336,6	5,3
Rata-rata						519,0	2,4	2,5	16,3	4,1	74,8			1.207,3	4,2	292,8	5,3
1	6,15	3	1.216,9	1.220,3	707,5	512,8	2,4	2,5	16,2	4,2	74,2	102	1,00	1.343,3	4,3	312,4	5,2
2	6,15	3	1.222,4	1.225,5	710,2	515,3	2,4	2,5	16,3	4,2	74,0	104	1,00	1.369,7	4,4	311,3	5,2
3	6,15	3	1.217,6	1.220,9	707,8	513,1	2,4	2,5	16,2	4,2	74,1	103	1,00	1.356,5	4,6	294,9	5,2
Rata-rata						513,7	2,4	2,5	16,2	4,2	74,1			1.356,5	4,4	306,2	5,2
1	6,20	5	1.216,9	1.220,3	707,4	512,9	2,4	2,5	16,3	4,1	74,6	106	1,00	1.396,0	4,5	310,2	5,3
2	6,20	5	1.218,1	1.221,1	707,6	513,5	2,4	2,5	16,3	4,2	74,5	105	1,00	1.382,9	4,4	314,3	5,3
3	6,20	5	1.216,8	1.220,1	706,9	513,2	2,4	2,5	16,4	4,2	74,3	107	1,00	1.409,2	3,7	380,9	5,3
Rata-rata						513,2	2,4	2,5	16,3	4,2	74,4			1.396,0	4,2	335,1	5,3

BJ bulk agregat : 2,659	Bj. efektif agregat : 2,728	Bj. Aspal : 1,030	Absorpsi aspal : 0,986	Bj. maksimum agregat total (Gmm) : 2,483
-------------------------	-----------------------------	-------------------	------------------------	--

Lampiran 30 Contoh Perhitungan Marshall

Contoh perhitungan menggunakan data hasil pengujian Marshall untuk benda uji

No. 1 tanpa penambahan polymer elastomer / plastomer:

1. Berat jenis bulk agregat = 2,659 (Diketahui)
2. Berat jenis eff. agregat = 2,728 (Diketahui)
3. Berat jenis aspal = 1,030 (Diketahui)
4. Kalibrasi proving ring = 13,17 kg/div (Diketahui)
5. Kadar aspal = 6,30 %
6. Berat benda uji kering = 1.152,3 gr (Diketahui)
7. Berat benda uji SSD = 1.159,1 gr (Diketahui)
8. Berat benda uji dalam air = 692,2 gr (Diketahui)
9. Berat jenis air (γ_{air}) = 1 gr/cm³ (Diketahui)
10. Isi benda uji =
$$\frac{(\text{Berat benda uji SSD} - \text{Berat benda uji dalam air})}{\gamma_{air}}$$

$$= \frac{(1.159,1 - 1.152,3)}{1}$$

$$= 489,9 \text{ cm}^3$$
11. Berat jenis camp. padat =
$$\frac{\text{Berat benda uji kering}}{\text{Isi benda uji}}$$

$$= \frac{1.152,3}{489,9}$$

$$= 2,4$$
12. Berat jenis camp. maks =
$$= \frac{100}{\frac{100 - \text{Kadar aspal}}{\text{Berat jenis eff. agregat}} + \frac{\text{Kadar aspal}}{\text{Berat jenis aspal}}}$$

$$= \frac{100}{\frac{100 - 6,30}{2.728} + \frac{6,30}{1.030}}$$

$$= 2,5$$

$$13. \text{ VMA} = 100 - (100 - \text{Kadar aspal}) \cdot \frac{\text{Berat jenis camp. padat}}{\text{Berat jenis bulk agregat}}$$

$$= 100 - (100 - 6,28) \cdot \frac{2,4}{2,659}$$

$$= 16,0\%$$

$$14. \text{ VIM} = 100 - 100 \cdot \frac{\text{Berat jenis camp. padat}}{\text{Berat jenis camp. maks}}$$

$$= 100 - 100 \cdot \frac{2,4}{2,5}$$

$$= 6,7 \%$$

$$15. \text{ VFB} = 100 \cdot \frac{\text{VMA} - \text{VIM}}{\text{VMA}}$$

$$= 100 \cdot \frac{16,6 - 4,3}{16,6}$$

$$= 58,2 \%$$

$$16. \text{ Pembacaan stabilitas} = 78 \quad \text{div} \quad (\text{Diketahui})$$

$$17. \text{ Koreksi} = 1,09 \quad (\text{Tabel Koreksi Volume})$$

$$18. \text{ Stabilitas terkoreksi} = \text{Pembacaan stabilitas} \cdot \text{Koreksi} \cdot \text{Kalibrasi proving ring}$$

$$= 78 \cdot 1,09 \cdot 13,17$$

$$= 1.119,7 \quad \text{kg}$$

$$19. \text{ Pelelehan} = 3,1 \text{ mm} \quad (\text{Diketahui})$$

$$20. \text{ Marshall Quotient} = \frac{\text{Stabilitas terkoreksi}}{\text{Pelelehan}}$$

$$= \frac{1.119,7}{3,1}$$

$$= 361,2 \quad \text{kg/mm}$$

$$21. \text{ Kadar Aspal Efektif} = \text{Kadar aspal} - \text{Absorpsi aspal} \bullet \frac{100 - \text{Kadar aspal}}{100}$$

$$= 6,30 - 0,986 \bullet \frac{100 - 6,28}{100}$$

$$= 4,1 \quad \%$$

Lampiran 31 Contoh Perhitungan Analisis Statistik Menggunakan Metode

Analysis of Variance (ANOVA)

Contoh perhitungan menggunakan data hasil uji Marshall untuk stabilitas.

Diketahui data hasil uji Marshall untuk stabilitas:

Benda Uji	% Penambahan Polymer Elastomer Terhadap Aspal			
	0%	1%	3%	5%
1	1.054,7	1.232,7	1.382,9	1.475,0
2	1.082,0	1.246,4	1.343,3	1.488,2
3	1.068,4	1.260,1	1.396,0	1.506,6

$$1. \text{Count } (n_{0\%-5\%}) = \text{Jumlah data setiap group}$$

$$= 3$$

$$2. \text{Sum } (T_{0\%}) = X_1 + X_2 + X_3$$

$$= 1.054,7 + 1.082,0 + 1.068,4$$

$$= 3.205,1$$

$$(T_{1\%}) = 3.739,2$$

$$(T_{3\%}) = 4.122,2$$

$$(T_{5\%}) = 4.469,9$$

$$3. \text{Average } (\bar{Y}_{1\%}) = \frac{T}{n}$$

$$= \frac{3.205,1}{3}$$

$$= 1.068,4$$

$$\bar{Y}_{1\%} = 1.246,4$$

$$\bar{Y}_{3\%} = 1.374,1$$

$$\begin{aligned} \bar{Y}_{5\%} &= 1.490,0 \\ 4. T &= \sum_{i=1}^{n_j} T_j \\ &= 3.205,1 + 3.739,2 + 4.122,2 + 4.469,9 \\ &= 15.536,4 \\ 5. N &= n \cdot \text{group} \\ &= 3 \cdot 4 \\ &= 12 \\ 6. \sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}^2 &= X_1^2 + X_2^2 + X_3^2 \\ \sum X_{0\%} &= 3.424.492,9 \\ \sum X_{1\%} &= 4.660.979,9 \\ \sum X_{3\%} &= 5.665.708,3 \\ \sum X_{5\%} &= 6.660.500,2 \\ 7. \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}^2 &= 20.411.681,4 \\ 8. SS_{\text{total}} &= \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}^2 - \frac{T^2}{N} \\ &= 20.411.681,4 - \frac{15.536,4^2}{12} \\ &= 296.741,6 \\ 9. SS_{\text{BETWEEN}} &= \sum_{j=1}^k \frac{T_j^2}{n_j} - \frac{T^2}{N} \end{aligned}$$

$$= \left(\frac{3.205,1^2}{3} + \frac{3.739,2^2}{3} + \frac{4.122,2^2}{3} + \frac{4.469,9^2}{3} + \frac{3.711,123^2}{3} \right) - \frac{15.536,4^2}{12}$$

$$= 293.983,8$$

$$10. SS_{\text{within group}} = SS_{\text{total}} - SS_{\text{BETWEEN group}}$$

$$= 296.741,6 - 293.983,8$$

$$= 2.757,8$$

$$11. df_{\text{total}} = N - 1$$

$$= 12 - 1$$

$$= 11$$

$$12. df_{\text{between groups}} = n_{\text{group}} - 1$$

$$= 4 - 1$$

$$= 3$$

$$13. df_{\text{within group}} = df_{\text{total}} - df_{\text{between groups}}$$

$$= 11 - 3$$

$$= 8$$

$$14. MS_{\text{between group}} = \frac{SS_{\text{between group}}}{df_{\text{between group}}}$$

$$= \frac{293.983,8}{3}$$

$$= 97.994,6$$

$$15. MS_{\text{within group}} = \frac{SS_{\text{within group}}}{df_{\text{within group}}}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{2.757,8}{8} \\ &= 344,7 \\ 16. F &= \frac{MS_{\text{between group}}}{MS_{\text{within group}}} \\ &= \frac{97.994,6}{344,7} \\ &= 284,3 \\ 17. F_{\text{crit}} &= 4,066 \quad (\text{Dari tabel Distribusi F}) \end{aligned}$$

**Lampiran 32 Contoh Perhitungan Analisis Statistik Menggunakan Metode
Student-Newman-Keuls**

Contoh perhitungan menggunakan hasil *analysis of variance* untuk stabilitas.

Diketahui data hasil *analysis of variance* untuk stabilitas :

Groups	Count	Sum	Average	Variance
0%	3	3.205,1	1.068,4	187,6
1%	3	3.739,2	1.246,4	187,6
3%	3	4.122,2	1.374,1	751,6
5%	3	4.469,9	1.490,0	252,1

Source of Variation	SS	Df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	293.983,8	3	97.994,6	284,3	1,83E-08	4,066
Within Groups	2.757,8	8	344,7			
Total	296.741,6	11				

1. Data rata-rata diurutkan dari yang terkecil hingga yang terbesar kecuali untuk rata-rata pembanding.

Groups	1%	3%	5%
Average	1.246,4	1.374,1	1.490,0

$$\begin{aligned}
 2. \text{ Standard Error Mean (S)} &= \sqrt{\frac{MS_{\text{within groups}}}{n}} \\
 &= \sqrt{\frac{344,7}{3}} \\
 &= 10,7
 \end{aligned}$$

3. Wilayah Nyata Student (Dari Tabel Upper Percentage of Studentized Range)

$$a \quad p = 2 \quad \text{dan} \quad df_{\text{within groups}} = 8 \quad \rightarrow \quad wp = 3,26$$

$$b \quad p = 3 \quad \text{dan} \quad df_{\text{within groups}} = 8 \quad \rightarrow \quad wp = 4,04$$

$$c \quad p = 4 \quad \text{dan} \quad df_{\text{within groups}} = 8 \quad \rightarrow \quad wp = 4,53$$

4. Wilayah Nyata Terpendek (W_p)

$$= wp \cdot S$$

$$a \quad p = 2 \quad \rightarrow \quad W_p = 3,03 \cdot 10,7$$

$$= 32,4$$

$$b \quad p = 3 \quad \rightarrow \quad W_p = 4,04 \cdot 10,7$$

$$= 43,2$$

$$c \quad p = 4 \quad \rightarrow \quad W_p = 4,53 \cdot 10,7$$

$$= 48,5$$

$$5. \quad \text{Wilayah}_{i-j} = Y_j - Y_i$$

$$= 178$$

6. Kesimpulan diperoleh dengan membandingkan nilai Wilayah dengan Wilayah Nyata Terpendek (W_p). Jika $\text{Wilayah} > W_p$, menunjukkan nilai yang dibandingkan berbeda nyata dengan nilai pembanding dan jika $\text{Wilayah} < W_p$, menunjukkan nilai yang dibandingkan perbedaannya tidak nyata dengan nilai pembanding.

Lampiran 33 Koreksi Stabilitas Marshall

Volume Benda Uji (mm ³)	Tinggi Benda Uji		Koreksi Stabilitas Marshall
	Inci	mm	
202 – 213	1	25,40	5,56
214 – 225	1 1/6	29,63	5,00
226 – 237	1 1/8	28,58	4,55
238 – 250	1 3/16	30,16	4,17
251 – 264	1 ¼	31,75	3,86
265 – 276	1 5/16	33,34	3,57
277 – 289	1 3/8	34,93	3,33
290 – 301	1 7/16	36,51	3,03
302 – 316	1 ½	38,10	2,78
317 – 328	1 9/16	39,69	2,50
329 – 340	1 5/8	41,28	2,27
341 – 353	1 11/16	42,86	2,08
354 – 367	1 ¾	44,45	1,92
368 – 379	1 13/16	46,04	1,79
380 – 392	1 7/8	47,63	1,67
393 – 405	1 15/16	49,21	1,56
406 – 420	2	50,80	1,47
421 – 431	2 1/6	55,03	1,39
432 – 443	2 1/8	53,98	1,32
444 – 456	2 3/16	55,56	1,25
457 – 470	2 ¼	57,15	1,19
471 – 482	2 5/16	58,74	1,14
483 – 495	2 3/8	60,33	1,09
496 – 508	2 7/16	61,91	1,04
509 – 522	2 1/2	63,50	1,00
523 – 535	2 9/16	65,09	0,96
536 – 546	2 5/8	66,68	0,93
547 – 559	2 11/16	68,26	0,89
560 – 573	2 3/4	69,85	0,86
574 – 585	2 13/16	71,44	0,83
586 – 598	2 7/8	73,03	0,81
599 – 610	2 15/16	74,61	0,78
611 – 625	3	76,20	0,76

Lampiran 34 Tabel Upper 5% Point of Studentized Range

Denominator <i>df</i>	α	Number of Treatment Means <i>p</i>																		
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
5	0,05	3,64	4,60	5,22	5,67	6,03	6,33	6,58	6,80	6,99	7,17	7,32	7,47	7,60	7,72	7,83	7,93	8,03	8,12	8,21
	0,01	5,70	6,97	7,00	8,42	8,91	9,32	9,67	9,97	10,24	10,48	10,70	10,89	11,08	11,24	11,40	11,55	11,68	11,81	11,93
6	0,05	3,46	4,34	4,90	5,31	5,63	5,89	6,12	6,32	6,49	6,65	6,79	6,92	7,03	7,14	7,24	7,34	7,43	7,51	7,59
	0,01	5,24	6,33	7,03	7,56	7,97	8,32	8,61	8,87	9,10	9,30	9,49	9,65	9,81	9,95	10,08	10,21	10,32	10,43	10,54
7	0,05	3,34	4,16	4,68	5,06	5,36	5,61	5,82	6,00	6,16	6,30	6,43	6,55	6,66	6,76	6,85	6,94	7,02	7,09	7,17
	0,01	4,95	5,92	6,54	7,01	7,37	7,68	7,94	8,17	8,37	8,55	8,71	8,86	9,00	9,12	9,24	9,35	9,46	9,55	9,65
8	0,05	3,26	4,04	4,53	4,89	5,17	5,40	5,60	5,77	5,92	6,05	6,18	6,29	6,39	6,48	6,57	6,65	6,73	6,80	6,87
	0,01	4,74	5,63	6,20	6,63	6,96	7,24	7,47	7,68	7,87	8,03	8,18	8,31	8,44	8,55	8,66	8,76	8,85	8,94	9,03
9	0,05	3,20	3,95	4,42	4,76	5,02	5,24	5,43	5,60	5,74	5,87	5,98	6,09	6,19	6,28	6,36	6,44	6,51	6,58	6,64
	0,01	4,60	5,43	5,96	6,35	6,66	6,91	7,13	7,32	7,49	7,65	7,78	7,91	8,03	8,13	8,23	8,32	8,41	8,49	8,57
10	0,05	3,15	3,88	4,33	4,65	4,91	5,12	5,30	5,46	5,60	5,72	5,83	5,93	6,03	6,11	6,20	6,27	6,34	6,40	6,47
	0,01	4,48	5,27	5,77	6,14	6,43	6,67	6,87	7,05	7,21	7,36	7,48	7,60	7,71	7,81	7,91	7,99	8,07	8,15	8,22
11	0,05	3,11	3,62	4,26	4,57	4,82	5,03	5,20	5,35	5,49	5,61	5,71	5,81	5,90	5,99	6,06	6,14	6,20	6,26	6,33
	0,01	4,39	5,14	5,62	5,97	6,25	6,48	6,67	6,84	6,99	7,13	7,25	7,36	7,46	7,56	7,65	7,73	7,81	7,88	7,95
12	0,05	3,08	3,77	4,20	4,51	4,75	4,95	5,12	5,27	5,40	5,51	5,62	5,71	5,80	5,88	5,95	6,03	6,09	6,15	6,21
	0,01	4,32	5,04	5,50	5,84	6,10	6,32	6,51	6,67	6,81	6,94	7,06	7,17	7,26	7,36	7,44	7,52	7,59	7,66	7,73
13	0,05	3,06	3,73	4,15	4,45	4,69	4,88	5,05	5,19	5,32	5,43	5,53	5,63	5,71	5,79	5,86	5,93	6,00	6,05	6,11
	0,01	4,26	4,96	5,40	5,73	5,98	6,19	6,37	6,53	6,67	6,79	6,90	7,01	7,10	7,19	7,27	7,34	7,42	7,48	7,55
14	0,05	3,03	3,70	4,11	4,41	4,64	4,83	4,99	5,13	5,25	5,36	5,46	5,55	5,64	5,72	5,79	5,85	5,92	5,97	6,03
	0,01	4,21	4,89	5,32	5,63	5,88	6,08	6,26	6,41	6,54	6,66	6,77	6,87	6,96	7,05	7,12	7,20	7,27	7,33	7,39
15	0,05	3,01	3,67	4,08	4,37	4,60	4,78	4,94	5,08	5,20	5,31	5,40	5,49	5,58	5,65	5,72	5,79	5,85	5,90	5,96
	0,01	4,17	4,83	5,25	5,56	5,80	5,99	6,16	6,31	6,44	6,55	6,66	6,76	6,84	6,93	7,00	7,07	7,14	7,20	7,26
16	0,05	3,00	3,65	4,05	4,33	4,56	4,74	4,90	5,03	5,15	5,26	5,35	5,44	5,52	5,59	5,66	5,72	5,79	5,84	5,90
	0,01	4,13	4,78	5,19	5,49	5,72	5,92	6,08	6,22	6,35	6,46	6,56	6,66	6,74	6,82	6,90	6,97	7,03	7,09	7,15
17	0,05	2,98	3,63	4,02	4,30	4,52	4,71	4,86	4,99	5,11	5,21	5,31	5,39	5,47	5,55	5,61	5,68	5,74	5,79	5,84
	0,01	4,10	4,74	5,14	5,43	5,66	5,85	6,01	6,15	6,27	6,38	6,48	6,57	6,66	6,73	6,80	6,87	6,94	7,00	7,05
18	0,05	2,97	3,61	4,00	4,28	4,49	4,67	4,82	4,96	5,07	5,17	5,27	5,35	5,43	5,50	5,57	5,63	5,69	5,74	5,79
	0,01	4,07	4,70	5,09	5,38	5,60	5,79	5,94	6,08	6,20	6,31	6,41	6,50	6,58	6,65	6,72	6,79	6,85	6,91	6,96
19	0,05	2,96	3,59	3,98	4,25	4,47	4,65	4,79	4,92	5,04	5,14	5,23	5,32	5,39	5,46	5,53	5,59	5,67	5,70	5,75
	0,01	4,05	4,67	5,05	5,33	5,55	5,73	5,89	6,02	6,14	6,25	6,34	6,43	6,51	6,58	6,65	6,72	6,78	6,84	6,89
20	0,05	2,95	3,58	3,96	4,23	4,45	4,62	4,77	4,90	5,01	5,11	5,20	5,28	5,36	5,43	5,49	5,55	5,61	5,66	5,71
	0,01	4,02	4,64	5,02	5,29	5,51	5,69	5,84	5,97	6,09	6,19	6,29	6,37	6,45	6,52	6,59	6,65	6,71	6,76	6,82
24	0,05	2,92	3,53	3,90	4,17	4,37	4,54	4,68	4,81	4,92	5,01	5,10	5,18	5,25	5,32	5,38	5,44	5,50	5,54	5,59
	0,01	3,96	4,54	4,91	5,17	5,37	5,54	5,69	5,81	5,92	6,02	6,11	6,19	6,26	6,33	6,39	6,45	6,51	6,56	6,61
30	0,05	2,89	3,49	3,84	4,10	4,30	4,46	4,60	4,72	4,83	4,92	5,00	5,08	5,15	5,21	5,27	5,33	5,38	5,43	5,48
	0,01	3,89	4,45	4,80	5,05	5,24	5,40	5,54	5,65	5,76	5,85	5,93	6,01	6,08	6,14	6,20	6,26	6,31	6,36	6,41
40	0,05	2,86	3,44	3,79	4,04	4,23	4,39	4,52	4,63	4,74	4,82	4,91	4,98	5,05	5,11	5,16	5,22	5,27	5,31	5,36
	0,01	3,82	4,37	4,70	4,93	5,11	5,27	5,39	5,50	5,60	5,69	5,77	5,84	5,90	5,96	6,02	6,07	6,12	6,17	6,21
60	0,05	2,83	3,40	3,74	3,98	4,16	4,31	4,44	4,55	4,65	4,73	4,81	4,80	4,94	5,00	5,06	5,11	5,16	5,20	5,24
	0,01	3,76	4,28	4,60	4,82	4,99	5,13	5,25	5,36	5,45	5,53	5,60	5,67	5,73	5,79	5,84	5,89	5,93	5,98	6,02
120	0,05	2,80	3,36	3,69	3,92	4,10	4,24	4,36	4,48	4,56	4,64	4,72	4,78	4,84	4,90	4,95	5,00	5,05	5,09	5,13
	0,01	3,70	4,20	4,50	4,71	4,87	5,01	5,12	5,21	5,30	5,38	5,44	5,51	5,56	5,61	5,66	5,71	5,75	5,79	5,83
∞	0,05	2,77	3,31	3,63	3,86	4,03	4,17	4,29	4,39	4,47	4,55	4,62	4,68	4,74	4,80	4,85	4,89	4,93	4,97	5,01
	0,01	3,64	4,12	4,40	4,60	4,76	4,88	4,99	5,08	5,16	5,23	5,29	5,33	5,40	5,45	5,49	5,54	5,57	5,61	5,65

