

BAB V HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pengujian

5.1.1 Hasil Pengujian Material

Pengujian material terdiri dari pengujian agregat, pengujian aspal dan pengujian berat jenis pada *filler*. Hasil pengujian material adalah sebagai berikut.

1. Pengujian Agregat

Pengujian agregat terdiri dari pengujian agregat kasar, agregat halus dan *filler*. Data yang diperoleh dari pengujian ini telah memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010, Revisi 3. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.1, Tabel 5.2 dan Tabel 5.3 berikut.

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Agregat Kasar

No.	Jenis Pengujian	Nilai Persyaratan	Hasil	Keterangan
1	Berat Jenis	> 2,5	2,525	Memenuhi
2	Penyerapan Agregat Terhadap Air (%)	< 3,0	2,730	Memenuhi
3	Kelekatan Agregat Terhadap Aspal (%)	> 95	97	Memenuhi
4	Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i> (%)	< 40	24,690	Memenuhi

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Agregat Halus

No.	Jenis Pengujian	Nilai Persyaratan	Hasil	Keterangan
1	Berat Jenis	> 2,5	2,595	Memenuhi
2	Penyerapan Agregat Terhadap Air (%)	< 3,0	1,180	Memenuhi
3	<i>Sand Equivalent</i> (%)	> 50	80,856	Memenuhi

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Filler

No.	Jenis Pengujian	Jenis Filler	Hasil
1	Berat Jenis	Debu Batu	2,70
2	Berat Jenis	Bubuk Talk	2,44

2. Pengujian Aspal

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah Penetrasi 60/70 dari Pertamina yang sudah tersedia di Laboratorium Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia. Hasil data yang diperoleh dari pengujian ini telah memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010, Revisi 3. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.4. Tabel hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 5.4 Hasil Pengujian Aspal Pertamina Pen 60/70

No.	Jenis Pengujian	Nilai Persyaratan	Hasil	Keterangan
1	Pemeriksaan Berat Jenis Aspal	> 1	1,055	Memenuhi
2	Pemeriksaan Kelarutan Aspal dalam CCL4 (%)	> 99	99,61	Memenuhi
3	Pemeriksaan Daktilitas (cm)	> 100	164	Memenuhi
4	Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar (°C)	> 232	270	Memenuhi
5	Pemeriksaan Penetrasi Aspal (0,1 mm)	60 - 70	61,50	Memenuhi
6	Pemeriksaan Titik Lembek Aspal (°C)	> 48	48	Memenuhi

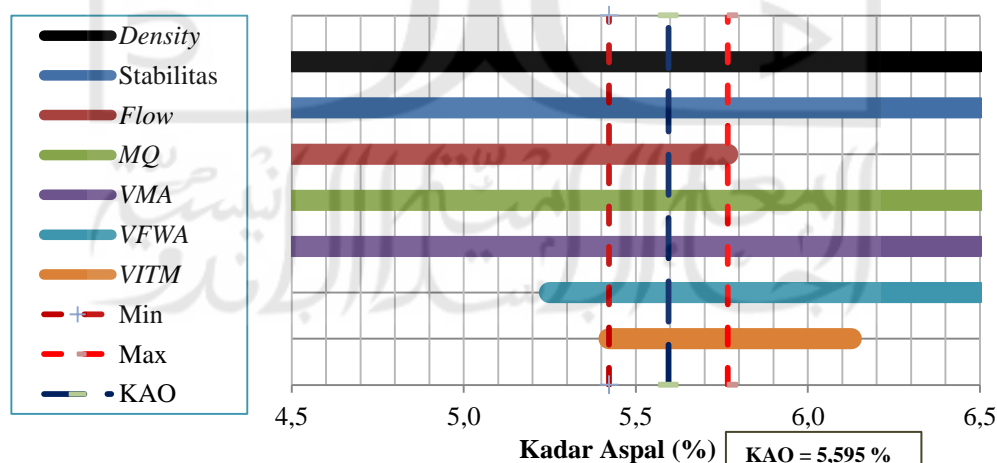
5.1.2 Hasil Pemeriksaan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Pemeriksaan kadar aspal optimum menggunakan pengujian *Marshall* dengan mendapatkan nilai-nilai karakteristik *Marshall* yaitu stabilitas (*stability*), kelelahan (*flow*), *VMA* (*Void in Mineral Aggregate*), *VFWA* (*Void Filled With Asphalt*), *VITM* (*Void in the Total Mix*), *MQ* (*Marshall Quotient*), dan kepadatan (*density*) dari campuran AC-WC dengan bahan ikat aspal Pertamina Pen 60/70.

Untuk mengetahui kadar aspal optimum pada campuran AC-WC maka penelitian dilakukan di Laboratorium Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia dengan variasi *filler* bubuk talk 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%, ditentukan berdasarkan kriteria parameter yang terdapat pada persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010, Revisi 3 pada Tabel 3.6, Pada Pengujian *Marshall* yang memenuhi seluruh kriteria parameter tersebut akan didapatkan nilai batas maksimum dan batas minimum. Nilai kadar aspal optimum (KAO) akan didapatkan dari nilai tengah antara nilai batas maksimum dan minimum. Hasil pengujian *Marshall* tiap variasi kadar *filler* untuk KAO dapat dilihat pada Tabel 5.5 sampai Tabel 5.9. Hasil dari analisis tersebut digambarkan yang dapat dilihat pada Gambar 5.1 sampai dengan Gambar 5.5 adalah sebagai berikut.

Tabel 5.5 Hasil Pengujian *Marshall* dengan Substitusi *Filler* Bubuk Talk 0%

Kadar Aspal (%)	<i>Stability</i> (kg)	<i>Flow</i> (mm)	<i>MQ</i> (kg/mm)	<i>VMA</i> (%)	<i>VFWA</i> (%)	<i>VITM</i> (%)	<i>Density</i> (gr/cc)
4,50	1154,39	2,73	450,93	15,43	53,00	7,25	2,24
5,00	1473,67	3,17	462,37	15,15	61,56	5,82	2,26
5,50	1547,59	3,80	416,35	15,23	68,61	4,79	2,27
6,00	1414,56	4,17	342,83	15,34	75,50	3,76	2,28
6,50	1281,81	4,43	293,70	15,50	81,99	2,79	2,29

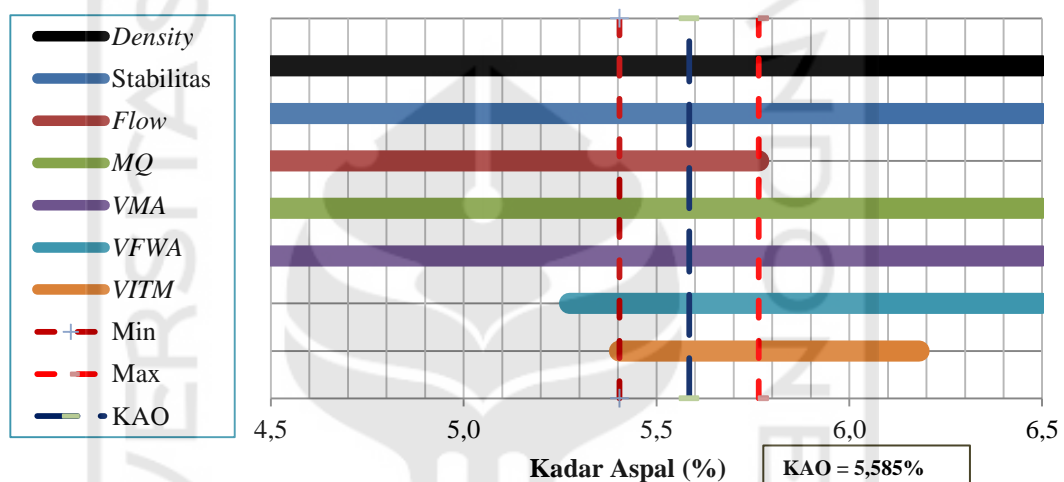


Gambar 5.1 Penentuan Kadar Aspal Optimum pada Substitusi *Filler* Bubuk Talk 0%

Pada Gambar 5.1 menunjukkan bahwa dengan proporsi campuran 0% *filler* bubuk talk dan 100% *filler* debu batu didapatkan nilai KAO sebesar 5,595%.

Tabel 5.6 Hasil Pengujian Marshall dengan Substitusi Filler Bubuk Talk 25%

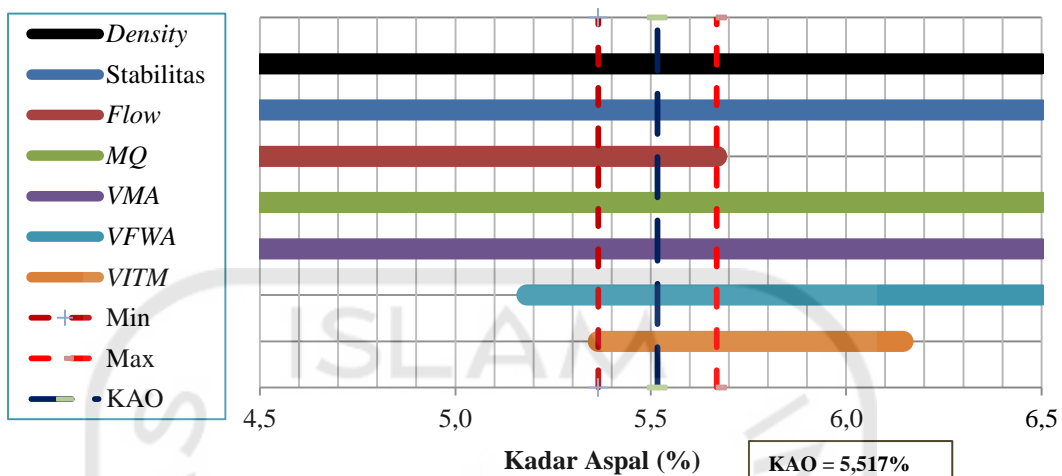
Kadar Aspal (%)	Stability (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)	VMA (%)	VFWA (%)	VITM (%)	Density (gr/cc)
4,50	1416,75	3,20	448,56	15,43	52,96	7,26	2,24
5,00	1607,11	3,50	471,79	15,26	61,04	5,94	2,26
5,50	1623,47	3,70	447,27	15,25	68,50	4,80	2,27
6,00	1513,44	4,30	358,49	15,36	75,37	3,78	2,28
6,50	1451,81	4,50	327,66	15,65	81,03	2,97	2,28

**Gambar 5.2 Penentuan Kadar Aspal Optimum pada Substitusi Filler Bubuk Talk 25%**

Pada Gambar 5.2 diatas menunjukkan bahwa dengan proporsi campuran 25% *filler* bubuk talk dan 75% *filler* debu batu didapatkan KAO sebesar 5,585%.

Tabel 5.7 Hasil Pengujian Marshall dengan Substitusi Filler Bubuk Talk 50%

Kadar Aspal (%)	Stability (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)	VMA (%)	VFWA (%)	VITM (%)	Density (gr/cc)
4,50	1321,11	3,10	426,16	15,09	54,40	6,88	2,25
5,00	1517,40	3,20	474,19	15,07	61,94	5,74	2,26
5,50	1752,59	3,67	477,98	15,18	68,86	4,73	2,27
6,00	1776,33	4,60	386,16	15,32	75,61	3,74	2,28
6,50	1659,22	4,70	353,03	15,68	80,90	2,99	2,28

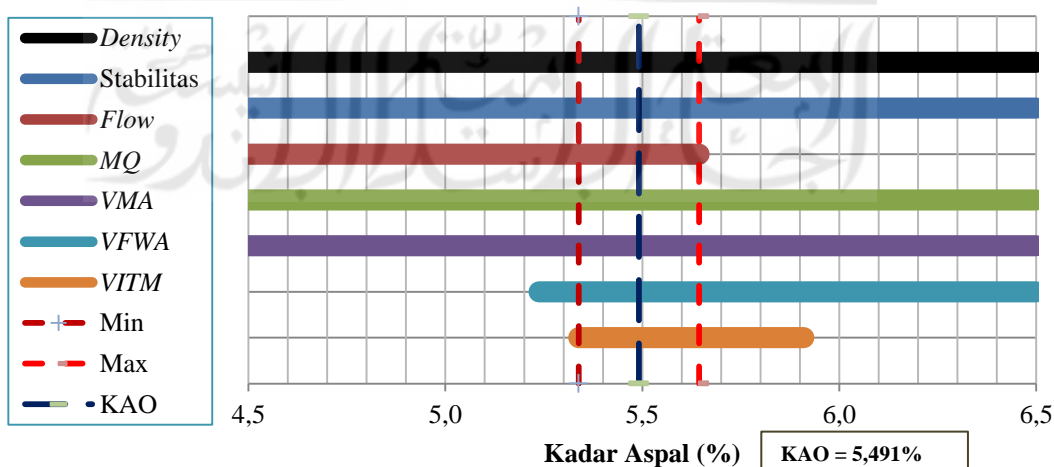


Gambar 5.3 Penentuan Kadar Aspal Optimum pada Substitusi *Filler* Bubuk Talk 50%

Pada Gambar 5.3 diatas menunjukkan bahwa dengan proporsi campuran 50% *filler* bubuk talk dan 50% *filler* debu batu didapatkan KAO sebesar 5,517%.

Tabel 5.8 Hasil Pengujian *Marshall* dengan Substitusi *Filler* Bubuk Talk 75%

Kadar Aspal (%)	Stability (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)	VMA (%)	VFWA (%)	VITM (%)	Density (gr/cc)
4,50	1373,23	3,43	449,29	15,40	53,12	7,22	2,24
5,00	1550,79	3,43	456,07	15,34	60,63	6,04	2,25
5,50	1790,64	3,90	462,72	15,00	69,84	4,52	2,28
6,00	1666,59	4,20	396,49	15,02	77,38	3,40	2,29
6,50	1461,43	4,77	308,72	15,23	83,71	2,48	2,29



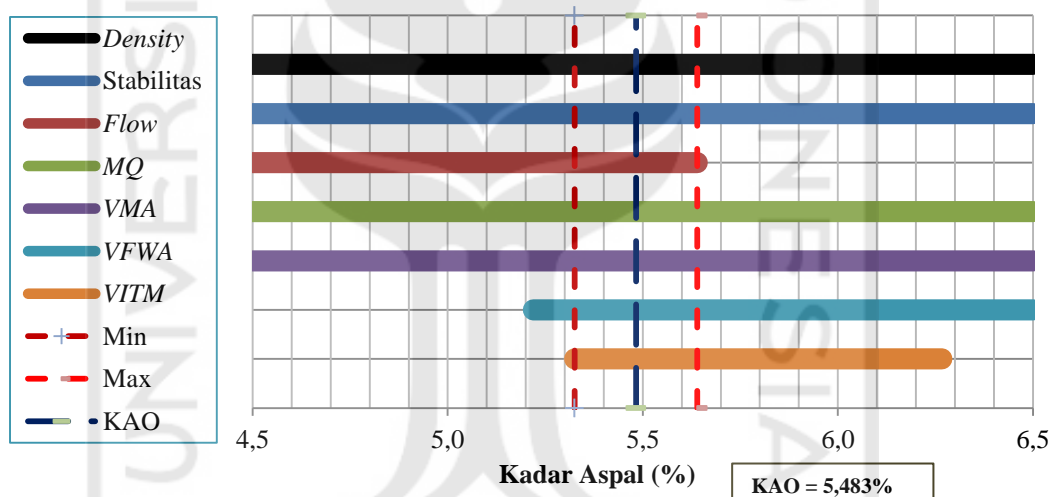
Gambar 5.4 Penentuan Kadar Aspal Optimum pada Substitusi *Filler* Bubuk Talk 75%

Pada Gambar 5.4 diatas menunjukkan bahwa dengan proporsi campuran 75% *filler* bubuk talk dan 25% *filler* debu batu didapatkan KAO sebesar 5,491%.

Tabel 5.9 Hasil Pengujian Marshall dengan Subtitusi Filler Bubuk Talk

100%

Kadar Aspal (%)	Stability (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)	VMA (%)	VFWA (%)	VITM (%)	Density (gr/cc)
4,50	1379,11	3,43	401,68	15,41	53,07	7,23	2,24
5,00	1685,05	3,47	486,07	15,23	61,14	5,92	2,26
5,50	1819,14	3,80	478,72	15,08	69,40	4,61	2,27
6,00	1867,74	4,87	383,78	15,49	74,58	3,94	2,27
6,50	1793,37	5,60	320,24	15,72	80,64	3,04	2,28



Gambar 5.5 Penentuan Kadar Aspal Optimum pada Subtitusi Filler Bubuk Talk 100%

Pada Gambar 5.5 diatas menunjukkan bahwa dengan proporsi campuran 0% *filler* bubuk talk dan 100% *filler* debu batu didapatkan nilai KAO sebesar 5,483%.

Tabel 5.10 Rekapitulasi Kadar Aspal Optimum

Kadar Filler Pengganti	KAO min. (%)	KAO maks. (%)	KAO (%)
0%	5,422	5,767	5,595
25%	5,404	5,765	5,585
50%	5,365	5,669	5,517
75%	5,339	5,644	5,491
100%	5,325	5,640	5,483

Data-data seperti karakteristik *Marshall*, *ITS*, dan *Cantabro* dengan parameter penggunaan *filler* pengganti bubuk talk pada tiap variasi terhadap karakteristik campuran *AC-WC* dianalisis menggunakan analisis statistik *Anova* satu arah. Hasil rekapitulasi analisis menggunakan *Anova* satu arah dilihat pada Tabel 5.11 dan Tabel 5.12 Hasil analisis selengkapnya dilihat pada Lampiran.

Tabel 5.11 Rekapitulasi Data Uji Statistika *Anova* Satu Arah untuk Pengaruh *Filler* Bubuk Talk terhadap Karakteristik *Marshall*

Parameter	Hasil Analisis	Keterangan
Stabilitas	Signifikan	H _a Diterima
<i>Flow</i>	Tidak Signifikan	H ₀ Diterima
<i>MQ</i>	Tidak Signifikan	H ₀ Diterima
<i>VMA</i>	Tidak Signifikan	H ₀ Diterima
<i>VFWA</i>	Tidak Signifikan	H ₀ Diterima
<i>VITM</i>	Tidak Signifikan	H ₀ Diterima
<i>Density</i>	Tidak Signifikan	H ₀ Diterima

Tabel 5.12 Rekapitulasi Data Uji Statistika *Anova* Satu Arah untuk Pengaruh *Filler* Bubuk Talk terhadap *ITS*, dan *Cantabro*

Parameter	Hasil Analisis	Keterangan
<i>ITS</i>	Signifikan	H _a Diterima
<i>Cantabro</i>	Tidak Signifikan	H ₀ Diterima

Keterangan :

H₀ Diterima : Tidak terdapat pengaruh yang signifikan pada penggunaan bubuk Talk sebagai *filler* pengganti pada karakteristik campuran *AC-WC*

H_a Diterima : Terdapat pengaruh yang signifikan pada penggunaan bubuk talk Sebagai *filler* pengganti pada karakteristik campuran *AC-WC*

5.1.3 Desain Kebutuhan Material pada Kadar Aspal Optimum

Desain kebutuhan material pada kadar aspal optimum terdiri dari kebutuhan agregat, aspal, dan *filler*.

1. Kebutuhan Agregat Pada Kadar Aspal Optimum

Adapun kebutuhan agregat pada variasi pengganti *filler* 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%, dengan Kadar Aspal Optimum pada Tabel 5.10 untuk setiap variasi *filler* pengganti, dapat dilihat pada Tabel 5.13 sampai dengan Tabel 5.17 adalah sebagai berikut.

Tabel 5.13 Kebutuhan Agregat *Filler* Bubuk Talk 0% pada KAO 5,595%

Ukuran Saringan		% Berat Agregat yang Lolos		Berat Agregat Tertahan (gram)	
No.	(mm)	Batas Tengah	% Tertahan	Tertahan	Jumlah
1"	25,4				
3/4"	19	100	0	0	
1/2"	12,5	95	5	56,64	56,64
3/8"	9,5	81	14	158,60	215,24
No. 4	4,75	61	20	226,57	441,82
No. 8	2,36	46	15	169,93	611,75
No. 16	1,18	36	10	113,29	725,03
No. 30	0,6	27	9	101,96	826,99
No. 50	0,3	19	8	90,63	917,62
No. 100	0,15	12	7	79,30	996,92
No. 200	0,075	6	6	67,97	1064,89
<i>Filler</i>			6	67,97	1132,86
		Jumlah	100	1132,86	

Tabel 5.14 Kebutuhan Agregat *Filler* Bubuk Talk 25% pada KAO 5,585%

Ukuran Saringan		% Berat Agregat yang Lolos		Berat Agregat Tertahan (gram)	
No.	(mm)	Batas Tengah	% Tertahan	Tertahan	Jumlah
1"	25,4				
3/4"	19	100	0	0	
1/2"	12,5	95	5	56,65	56,65
3/8"	9,5	81	14	158,62	215,27
No. 4	4,75	61	20	226,60	441,86
No. 8	2,36	46	15	169,95	611,81
No. 16	1,18	36	10	113,30	725,11
No. 30	0,6	27	9	101,97	827,08
No. 50	0,3	19	8	90,64	917,72
No. 100	0,15	12	7	79,31	997,02
No. 200	0,075	6	6	67,98	1065,00
<i>Filler</i>			6	67,98	1132,98
		Jumlah	100	1132,98	

Tabel 5.15 Kebutuhan Agregat *Filler* Bubuk Talk 50% pada KAO 5,517%

Ukuran Saringan		% Berat Agregat yang Lolos		Berat Agregat Tertahan (gram)	
No.	(mm)	Batas Tengah	% Tertahan	Tertahan	Jumlah
1"	25,4				
3/4"	19	100	0	0	
1/2"	12,5	95	5	56,69	56,69
3/8"	9,5	81	14	158,73	215,42
No. 4	4,75	61	20	226,76	442,18
No. 8	2,36	46	15	170,07	612,25
No. 16	1,18	36	10	113,38	725,63
No. 30	0,6	27	9	102,04	827,67
No. 50	0,3	19	8	90,70	918,37
No. 100	0,15	12	7	79,37	997,74
No. 200	0,075	6	6	68,03	1065,77
<i>Filler</i>			6	68,03	1133,79
		Jumlah	100	1133,79	

Tabel 5.16 Kebutuhan Agregat *Filler* Bubuk Talk 75% pada KAO 5,491%

Ukuran Saringan		% Berat Agregat yang Lolos		Berat Agregat Tertahan (gram)	
No.	(mm)	Batas Tengah	% Tertahan	Tertahan	Jumlah
1"	25,4				
3/4"	19	100	0	0	
1/2"	12,5	95	5	56,71	56,71
3/8"	9,5	81	14	158,77	215,48
No. 4	4,75	61	20	226,82	442,30
No. 8	2,36	46	15	170,12	612,42
No. 16	1,18	36	10	113,41	725,83
No. 30	0,6	27	9	102,07	827,90
No. 50	0,3	19	8	90,73	918,62
No. 100	0,15	12	7	79,39	998,01
No. 200	0,075	6	6	68,05	1066,06
<i>Filler</i>			6	68,05	1134,10
		Jumlah	100	1134,10	

Tabel 5.17 Kebutuhan Agregat *Filler* Bubuk Talk 100% pada KAO 5,483%

Ukuran Saringan		% Berat Agregat yang Lolos		Berat Agregat Tertahan (gram)	
No.	(mm)	Batas Tengah	% Tertahan	Tertahan	Jumlah
1"	25,4				
3/4"	19	100	0	0	
1/2"	12,5	95	5	56,71	56,71
3/8"	9,5	81	14	158,79	215,50
No. 4	4,75	61	20	226,84	442,34
No. 8	2,36	46	15	170,13	612,47
No. 16	1,18	36	10	113,42	725,89
No. 30	0,6	27	9	102,08	827,97
No. 50	0,3	19	8	90,74	918,71
No. 100	0,15	12	7	79,39	998,10
No. 200	0,075	6	6	68,05	1066,16
<i>Filler</i>			6	68,05	1134,21
		Jumlah	100	1134,21	

2. Kebutuhan Aspal dan *Filler* Pada Kadar Aspal Optimum

Kebutuhan aspal dan *filler* yaitu berat dari aspal hasil dari KAO dan berat *filler* berdasarkan variasi penggantian, pada berat jenis untuk masing-masing *filler* yaitu debu batu sebesar 2,70 dan bubuk talk sebesar 2,44. Hal ini berfungsi untuk mengetahui berat antar masing-masing *filler* sehingga dapat melingkupi volume yang sama dengan berat jenis yang berbeda. berdasarkan perbandingan berat jenis seperti pada Tabel 5.18 sebagai berikut.

Tabel 5.18 Kebutuhan Aspal dan *Filler* pada KAO

Kadar <i>Filler</i> Pengganti (%)	Kadar Aspal (%)	Berat Benda Uji (gr)	Berat Aspal (gr)	Berat Agregat (gr)	Berat <i>Filler</i> Debu Batu (gr)	Berat Variasi <i>Filler</i> Pengganti (gr)		
						Debu Batu	Bubuk Talk	Berat Total
0	5,595	1200	67,14	1064,89	67,97	67,97	0,00	67,97
25	5,585	1200	67,02	1065,00	67,98	50,98	15,33	66,32
50	5,517	1200	66,21	1065,77	68,03	34,01	30,69	64,71
75	5,491	1200	65,90	1066,06	68,05	17,01	46,05	63,06
100	5,483	1200	65,79	1066,16	68,05	0,00	61,40	61,40

5.2 Analisis dan Pembahasan

Pembahasan prosedur hasil pengujian yang bertujuan untuk mengetahui kelayakan bubuk talk sebagai *filler* pengganti dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

5.2.1 Karakteristik Material

Pembahasan untuk pengujian karakteristik material adalah pembahasan hasil pengujian agregat, aspal, dan berat jenis *filler* sebagai berikut.

1. Agregat Kasar

Pembahasan terhadap pengujian karakteristik agregat kasar yang digunakan adalah sebagai berikut.

a. Berat Jenis Agregat

Berat jenis adalah perbandingan antara berat satuan volume dari suatu material terhadap berat air terhadap volume yang sama pada temperatur tertentu. Hasil pengujian berat jenis agregat kasar Clereng adalah sebesar 2,525. Nilai berat jenis dari agregat kasar memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu lebih dari 2,5.

b. Penyerapan Agregat Terhadap Air

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui persentase berat air yang dapat diserap pori terhadap berat agregat kering. Agregat yang mempunyai kadar pori yang besar maka lebih banyak membutuhkan aspal karena nilai penyerapannya semakin besar. Hasil pengujian penyerapan agregat kasar Clereng terhadap air adalah sebesar 2,73%. Nilai ini memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu kurang dari 3%.

c. Kelekatan Agregat Terhadap Aspal

Kelekatan agregat terhadap aspal adalah persentase luas permukaan agregat yang terselimuti oleh aspal terhadap permukaan agregat. Hasil pengujian kelekatan agregat terhadap aspal adalah sebesar 97%. Nilai kelekatan agregat terhadap aspal memenuhi persyaratan Bina Marga 2010 yaitu lebih dari 95%.

d. Keausan dengan Mesin *Los Angeles*

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin *Los Angeles*. Nilai

keausan agregat didapat dari perbandingan antara berat Agregat lolos saringan no. 12 yang aus terhadap berat Agregat semula. Hasil pengujian keausan dengan mesin *Los Angeles* pada agregat kasar Clereng adalah sebesar 24,69%. Nilai ini memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu kurang dari 40%.

2. Agregat Halus

Pembahasan terhadap pengujian karakteristik agregat halus yang digunakan adalah sebagai berikut.

a. Berat Jenis Agregat

Berat jenis adalah perbandingan antara berat satuan volume dari suatu material terhadap berat air terhadap volume yang sama pada temperatur tertentu. Hasil pengujian berat jenis agregat halus Clereng adalah sebesar 2,595. Nilai berat jenis dari agregat halus memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu lebih dari 2,5.

b. Penyerapan Agregat Terhadap Air

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui persentase berat air yang dapat diserap pori terhadap berat agregat kering. Agregat yang mempunyai kadar pori yang besar maka lebih banyak membutuhkan aspal karena nilai penyerapannya semakin besar. Hasil pengujian penyerapan agregat kasar Clereng terhadap air adalah sebesar 1,18%. Nilai ini memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu kurang dari 3%.

c. *Sand Equivalent*

Nilai *sand equivalent* agregat halus menunjukkan tingkat kebersihan agregat halus terhadap debu, lumpur, lempung, atau kotoran lainnya. Pada pengujian *sand equivalent* dengan campuran agregat halus Clereng didapatkan hasil adalah sebesar 80,86%. Nilai *sand equivalent* pada agregat halus Clereng memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu lebih dari 50%.

3. Karakteristik Bahan Pengisi (*Filler*)

Pembahasan terhadap pengujian bahan pengisi (*filler*) yang digunakan adalah sebagai berikut.

a. Berat Jenis *Filler* Bubuk Talk

Berat jenis adalah perbandingan antara berat satuan volume dari suatu material terhadap berat air terhadap volume yang sama pada temperatur tertentu. Hasil pengujian berat jenis *filler* bubuk talk adalah sebesar 2,44. Nilai berat jenis *filler* memenuhi persyaratan spesifikasi SNI 15-2531-1992 yaitu kurang dari 8.

b. Berat Jenis *Filler* Debu Batu

Berat jenis adalah perbandingan antara berat satuan volume dari suatu material terhadap berat air terhadap volume yang sama pada temperatur tertentu. Hasil pengujian berat jenis *filler* debu batu adalah sebesar 2,70. Nilai berat jenis *filler* memenuhi persyaratan spesifikasi SNI 15-2531-1992 yaitu kurang dari 8.

Dalam menentukan berat volume perlu diketahui berat jenis pada masing-masing *filler*. Hal ini guna mengetahui perbandingan volume antar *filler* sehingga dapat melingkupi volume yang sama karena berat jenis bubuk talk sebagai *filler* pengganti lebih kecil dari berat jenis *filler* debu batu.

4. Karakteristik Aspal

Pembahasan terhadap pengujian karakteristik aspal yang digunakan adalah sebagai berikut.

a. Berat Jenis Aspal

Berat jenis aspal adalah perbandingan antara berat aspal dan berat air suling dengan volume yang sama pada suhu tertentu. Hasil pengujian berat jenis aspal Pertamina Penetrasi 60/70 adalah sebesar 1,055. Nilai pengujian aspal memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu lebih dari 1,00.

b. Kelarutan dalam Karbon Tetra Klorida (CCL4)

Pengujian kelarutan dengan CCL4 bertujuan untuk mengetahui kelarutan aspal sehingga dapat Mengetahui persentase kemurnian aspal. Semakin besar persentasenya maka semakin kecil kandungan mineral lainnya yang dapat mengganggu ikatan aspal dengan batuan. Hasil pengujian kelarutan aspal dengan CCL4 adalah sebesar 99,61%.

Nilai pengujian kelarutan dengan CCL4 memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu lebih dari 99%.

c. Daktilitas

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sifat kohesi pada aspal yaitu dengan mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara dua cetakan berisi aspal keras sebelum putus pada suhu dan kecepatan tarik tertentu. Hasil pengujian daktilitas adalah sebesar 164 cm. Nilai ini memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu lebih dari 100 cm.

d. Titik Nyala

Pengujian titik nyala menentukan suhu saat aspal mulai menyala singkat yang bertujuan untuk mengetahui batas temperatur dimana aspal masih cukup aman untuk dipanaskan. Hasil pengujian titik nyala adalah sebesar 270°C. Hasil pengujian titik nyala memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu lebih dari 232°C.

e. Penetrasi Aspal

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan tingkat kekerasan aspal dengan memasukkan jarum pada aspal dengan beban dan waktu tertentu. Hasil pengujian penetrasi aspal menunjukkan nilai adalah sebesar 61,5 mm. Nilai pengujian ini memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu antara 60 sampai dengan 70 mm.

f. Titik Lembek

Pengujian titik lembek bertujuan untuk mengetahui temperatur saat aspal mulai menjadi lunak. Hasil pengujian titik lembek aspal adalah sebesar 48°C. Hasil pengujian titik lembek memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu lebih dari 48°C.

5.2.2 Karakteristik *Marshall* untuk Menentukan Kadar Aspal Optimum

Karakteristik *Marshall* merupakan parameter yang penting yang sering digunakan pada pengujian campuran aspal. Adapun nilai-nilai yang dapat ditinjau dari hasil pengujian *Marshall* adalah sebagai berikut.

1. Pengaruh *Filler* Pengganti Bubuk Talk Terhadap Nilai Stabilitas

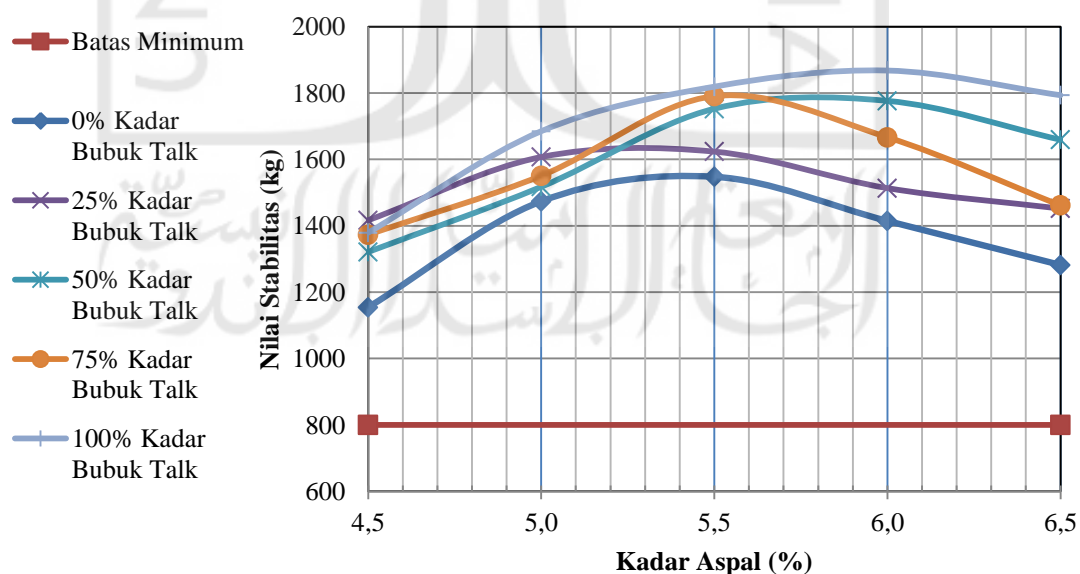
Stabilitas merupakan kemampuan perkerasan untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas tanpa terjadinya perubahan bentuk seperti gelombang dan alur sampai terjadinya kelelahan plastis yang dinyatakan dalam satuan kilogram.

Semakin tinggi nilai stabilitas maka menunjukkan bahwa perkerasan tersebut mampu menahan beban lalu lintas yang besar, dan menyebabkan perkerasan akan menjadi kaku dan bersifat getas, sedangkan stabilitas yang rendah mengakibatkan perkerasan cenderung lebih fleksibel sehingga mudah mengalami *rutting*.

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai grafik stabilitas seperti ditunjukkan pada Tabel 5.19 dan Gambar 5.6 berikut ini.

Tabel 5.19 Nilai Stabilitas dengan Variasi Campuran *Filler* Bubuk Talk

Kadar Aspal (%)	<i>Stability</i> (kg) Variasi <i>Filler</i> Pengganti Bubuk Talk				
	0%	25%	50%	75%	100%
4,50	1154,39	1416,75	1321,11	1373,23	1379,11
5,00	1473,67	1607,11	1517,40	1550,79	1685,05
5,50	1547,59	1623,47	1752,59	1790,64	1819,14
6,00	1414,56	1513,44	1776,33	1666,59	1867,74
6,50	1281,81	1451,81	1659,22	1461,43	1793,37



Gambar 5.6 Grafik Pengaruh *Filler* Pengganti Bubuk Talk Terhadap Nilai Stabilitas untuk Menentukan KAO

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.6 menunjukkan nilai stabilitas mengalami peningkatan seiring penambahan kadar aspal sampai pada batas kadar optimum, akan tetapi menurun setelah melewati batas kadar optimum. Hal ini disebabkan karena aspal yang pada awalnya berfungsi sebagai pengikat antar agregat berubah menjadi pelicin setelah melewati batas kadar optimum.

Secara umum nilai stabilitas pada campuran AC-WC dalam penggunaan *filler* bubuk talk 100% cenderung memiliki nilai stabilitas yang lebih tinggi dibandingkan penggunaan *filler* debu batu 100% pada kadar aspal yang sama.

Hasil pengujian di laboratorium menunjukkan bahwa nilai stabilitas dengan kadar *filler* bubuk talk 0% memiliki nilai stabilitas paling rendah, lalu ketika pada kadar *filler* bubuk talk 25% bubuk talk, nilai stabilitas meningkat dari kadar *filler* bubuk talk 0%, lalu dengan meningkatnya persentase kadar *filler* bubuk talk nilai stabilitas terus meningkat, dan pada kadar *filler* bubuk talk 100% nilai stabilitas mengalami peningkatan tertinggi, dengan nilai stabilitas untuk kadar *filler* bubuk talk 0% sebesar 1547,59 kg dan terus meningkat hingga nilai stabilitas tertinggi di kadar *filler* bubuk talk 100% sebesar 1867,74 kg.

Dari hasil pengujian diatas dapat dilihat dari penggunaan 0% *filler* bubuk talk sampai dengan 100% telah memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010, yaitu minimum 800 kg.

2. Pengaruh *Filler* Pengganti Bubuk Talk Terhadap Nilai *Flow*

Flow merupakan keadaan perubahan bentuk suatu campuran yang terjadi akibat suatu beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam satuan panjang (mm). Kelelehan suatu campuran menunjukkan tingkat kelenturan lapisan perkerasan, tingkat kelelehan tersebut lebih banyak ditentukan oleh aspalnya, terutama sifat daktalitas, aspal yang mempunyai sifat daktalitas rendah dalam campuran akan menghasilkan lapis perkerasan yang fleksibilitasnya rendah.

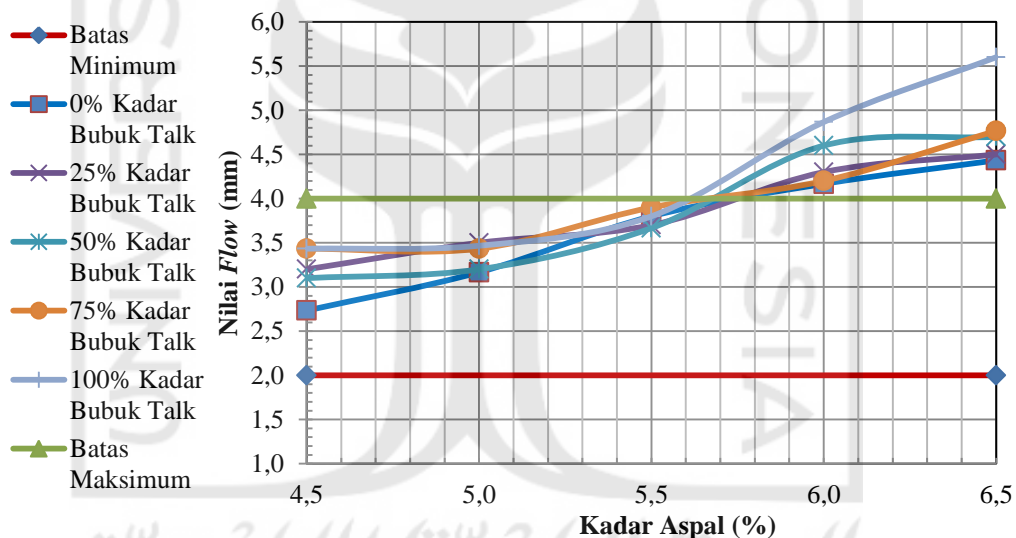
Campuran yang mempunyai *flow* rendah dengan stabilitas tinggi cenderung kaku sehingga mudah mengalami retak apabila menerima beban yang melebihi daya dukungnya. Sebaliknya nilai *flow* yang tinggi dengan stabilitas yang rendah cenderung bersifat plastis dan mudah berubah bentuk bila menerima beban lalu

lintas. Menurut Bina Marga 2010, nilai *flow* untuk beton aspal dengan lalu lintas tinggi yaitu lebih dari 2 mm.

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai grafik *flow* seperti ditunjukkan pada Tabel 5.20 dan Gambar 5.7 berikut ini.

Tabel 5.20 Nilai *Flow* dengan Variasi Campuran *Filler* Bubuk Talk

Kadar Aspal (%)	<i>Flow</i> (mm) Variasi <i>Filler</i> Pengganti Bubuk Talk				
	0%	25%	50%	75%	100%
4,50	2,73	3,20	3,10	3,43	3,43
5,00	3,17	3,50	3,20	3,43	3,47
5,50	3,80	3,70	3,67	3,90	3,80
6,00	4,17	4,30	4,60	4,20	4,87
6,50	4,43	4,50	4,70	4,77	5,60



Gambar 5.7 Grafik Pengaruh *Filler* Pengganti Bubuk Talk Terhadap Nilai *Flow* untuk Menentukan KAO

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.7 secara umum dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kadar aspal maka nilai *flow* semakin tinggi dan campuran akan semakin plastis dan lentur, jika tidak diimbangi dengan nilai stabilitas, pada penggunaan *filler* bubuk talk memiliki nilai *flow* yang cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan *filler* debu batu pada kadar aspal yang sama. Jika campuran aspal terlalu plastis dan lentur maka akan mudah terjadi perubahan bentuk (deformasi) akibat beban lalu lintas.

Hasil pengujian di laboratorium menunjukkan bahwa nilai *flow* dengan kadar *filler* bubuk talk 0% memiliki nilai *flow* paling rendah, lalu ketika pada kadar *filler* bubuk talk 25% bubuk talk nilai *flow* meningkat dari kadar *filler* bubuk talk 0%, lalu pada kadar *filler* bubuk talk 50% nilai *flow* kembali meningkat hingga pada kadar *filler* bubuk talk 100%, pada kadar *filler* bubuk talk 0% nilai *flow* tertingginya sebesar 4,43 mm dan terus meningkat hingga nilai *flow* tertinggi di kadar *filler* bubuk talk 100% sebesar 5,6 mm.

Dari hasil pengujian diatas dapat dilihat dari penggunaan 0% *filler* bubuk talk sampai dengan 100% telah memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010, yaitu minimum 2 mm.

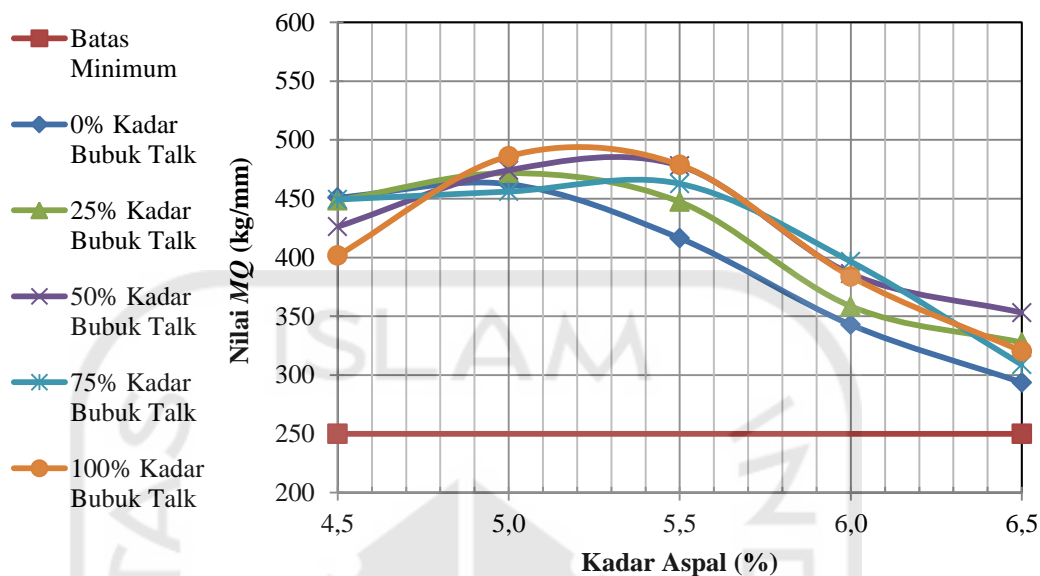
3. Pengaruh *Filler* Pengganti Bubuk Talk Terhadap Nilai *Marshall Quotient*

Nilai *Marshall Quotient* merupakan nilai dari hasil bagi antara stabilitas dengan kelelahan (*flow*). Nilai *Marshall Quotient* digunakan sebagai pendekatan nilai fleksibilitas dari suatu lapis perkerasan. Faktor-faktor yang mempengaruhi *Marshall Quotient* adalah stabilitas dan *flow*. Hal ini berarti bahwa nilai *Marshall Quotient* juga tergantung pada faktor-faktor yang mempengaruhi nilai stabilitas dan *flow*, seperti bentuk agregat, tekstur permukaan, gradasi agregat, daya lekat, kadar aspal, viskositas aspal, jumlah dan temperatur pemadatan. Nilai *Marshall Quotient* sangat dipengaruhi oleh nilai stabilitas maupun kelelahan (*flow*). Stabilitas yang tinggi tidak menjamin nilai *Marshall Quotient* yang tinggi pula bila hal tersebut juga tidak diikuti oleh angka *flow* yang tinggi.

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai grafik *Marshall Quotient* seperti ditunjukkan pada Tabel 5.21 dan Gambar 5.8 berikut ini.

Tabel 5.21 Nilai MQ dengan Variasi Campuran *Filler* Bubuk Talk

Kadar Aspal (%)	<i>MQ</i> (kg/mm) Variasi <i>Filler</i> Pengganti Bubuk Talk				
	0%	25%	50%	75%	100%
4,50	450,93	448,56	426,16	449,29	401,68
5,00	462,37	471,79	474,19	456,07	486,07
5,50	416,35	447,27	477,98	462,72	478,72
6,00	342,83	358,49	386,16	396,49	383,78
6,50	293,70	327,66	353,03	308,72	320,24



Gambar 5.8 Grafik Pengaruh *Filler* Pengganti Bubuk Talk Terhadap Nilai *MQ* untuk Menentukan KAO

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.8 dapat disimpulkan bahwa nilai *Marshall Quotient* akan mengikuti hasil nilai stabilitas dibagi nilai *flow*. Hal ini disebabkan seiring dengan bertambahnya penggantian *filler* bubuk talk terhadap *filler* debu batu yaitu nilai stabilitas semakin tinggi dan nilai *flow* semakin tinggi juga sehingga nilai perbandingan stabilitas dan *flow* semakin rendah. Campuran dengan nilai stabilitas yang tinggi dan *flow* yang tinggi menyebabkan campuran dengan kekakuan yang rendah sehingga cenderung bersifat fleksibilitas.

Hasil pengujian di laboratorium menunjukkan bahwa nilai *MQ* dengan kadar *filler* bubuk talk 0% meningkat hingga pada kadar *filler* bubuk talk 50%, lalu ketika pada kadar *filler* bubuk talk 75% dan kadar *filler* bubuk talk 100% nilai *MQ* mulai turun, lalu dengan meningkatnya persentase kadar *filler* bubuk talk nilai *MQ* semakin tinggi, dan pada kadar *filler* bubuk talk 100% nilai *MQ* memiliki nilai tertinggi, dengan nilai *MQ* untuk kadar *filler* bubuk talk 0% sebesar 293,70 kg/mm dan terus meningkat hingga nilai *MQ* tertinggi di kadar *filler* bubuk talk 100% sebesar 486,07 kg/mm.

Dari hasil pengujian diketahui nilai *Marshall Quotient* kadar *filler* bubuk talk 0% sampai 100% telah memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu minimum 250 kg/mm.

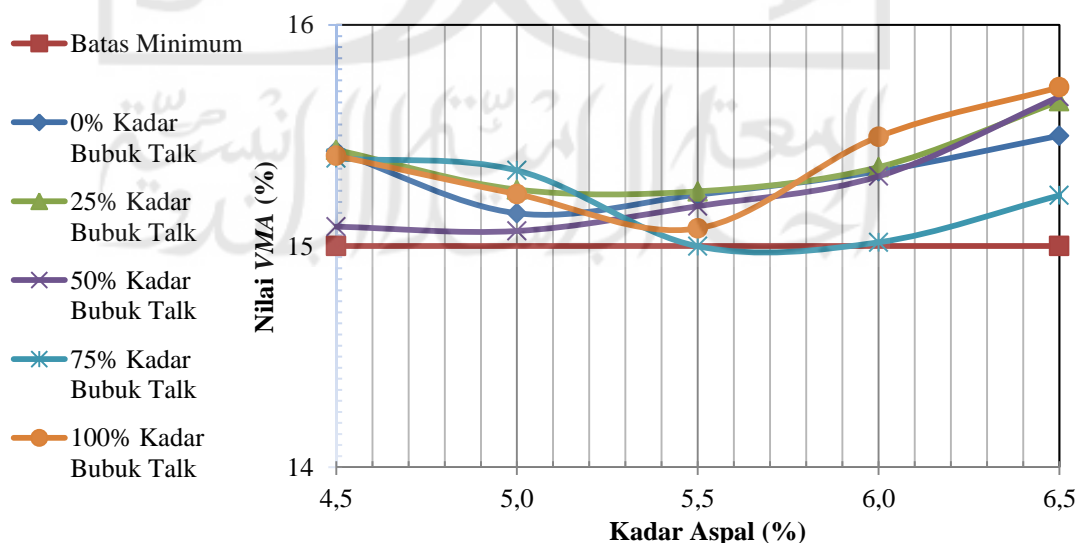
4. Pengaruh *Filler* Pengganti Bubuk Talk Terhadap Nilai *VMA*

VMA (*Void in Mineral Aggregate*) adalah persentase banyaknya pori antara butir-butir agregat dalam campuran, atau bisa dinyatakan sebagai persentase rongga yang dapat ditempati aspal dan udara. Nilai *VMA* dipengaruhi oleh gradasi agregat, jumlah tumbukan, dan kadar aspal. Nilai *VMA* berpengaruh terhadap sifat kekedapan dan keawetan campuran terhadap air dan udara semakin tinggi, namun nilai *VMA* yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan potensi terjadinya *bleeding* pada saat perkerasan menerima beban pada temperatur yang tinggi. Nilai *VMA* yang terlalu rendah akan menyebabkan lapisan kurang dapat mengikat aspal sehingga akan mudah terjadi *raveling*, *striping* dan lain sebagainya.

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai grafik *VMA* seperti ditunjukkan pada Tabel 5.22 dan Gambar 5.9 berikut ini.

Tabel 5.22 Nilai *VMA* dengan Variasi Campuran *Filler* Bubuk Talk

Kadar Aspal (%)	<i>VMA</i> (%) Variasi <i>Filler</i> Pengganti Bubuk Talk				
	0%	25%	50%	75%	100%
4,50	15,43	15,43	15,09	15,40	15,41
5,00	15,15	15,26	15,07	15,34	15,23
5,50	15,23	15,25	15,18	15,00	15,08
6,00	15,34	15,36	15,32	15,02	15,49
6,50	15,50	15,65	15,68	15,23	15,72



Gambar 5.9 Grafik Pengaruh *Filler* Pengganti Bubuk Talk Terhadap Nilai *VMA* untuk Menentukan KAO

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.9 campuran AC-WC yang menggunakan *filler* bubuk talk memiliki nilai *VMA* yang cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan *filler* debu batu, seiring bertambahnya kadar aspal pada campuran yang menggunakan *filler* bubuk talk memiliki nilai *VMA* yang cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan yang menggunakan *filler* debu batu.

Hasil pengujian di laboratorium menunjukkan bahwa nilai *VMA* dengan kadar *filler* bubuk talk 0% menurun hingga pada kadar *filler* bubuk talk 50%, lalu ketika pada kadar *filler* bubuk talk 75% dan kadar *filler* bubuk talk 100% nilai *VMA* mulai naik, lalu dengan meningkatnya persentase kadar *filler* bubuk talk nilai *VMA* semakin tinggi, dan pada kadar *filler* bubuk talk 100% nilai *VMA* memiliki nilai tertinggi, dengan nilai *VMA* terendah untuk kadar *filler* bubuk talk 75% sebesar 15% dan terus meningkat hingga nilai *VMA* tertinggi di kadar *filler* bubuk talk 100% sebesar 15,72%.

Dari hasil pengujian nilai *VMA* dapat dilihat dari penggunaan 0% *filler* bubuk talk sampai dengan 100% telah memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010, yaitu minimum 15%.

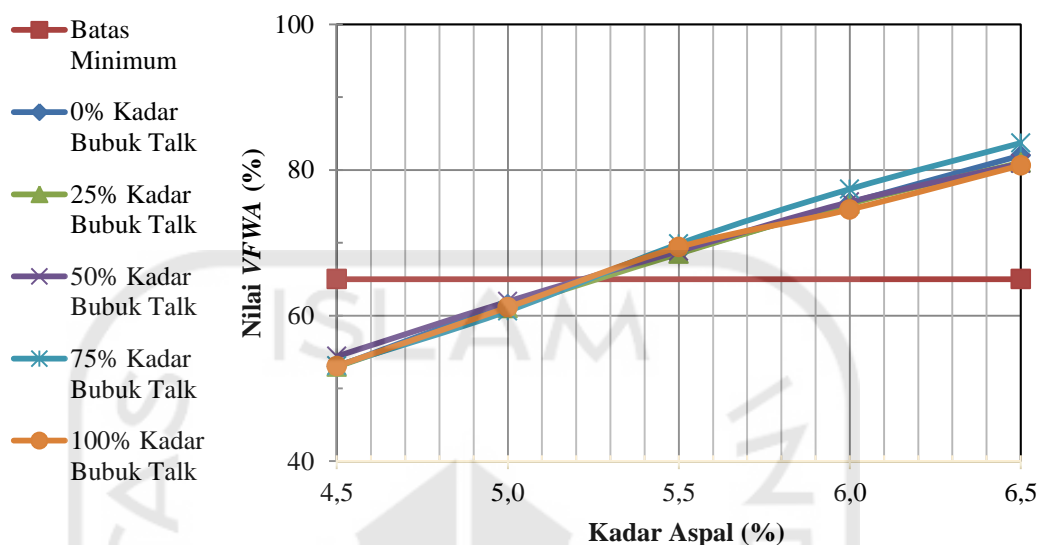
5. Pengaruh *Filler* Pengganti Bubuk Talk Terhadap Nilai *VFWA*

Nilai *VFWA* (*Void Filled With Asphalt*) menunjukkan persentase rongga terisi aspal pada suatu campuran setelah dipadatkan. Besarnya nilai *VFWA* berpengaruh pada kekedapan campuran terhadap keawetan suatu perkerasan. Faktor – faktor yang mempengaruhi nilai *VFWA* adalah gradasi agregat, kadar aspal, jumlah dan temperatur pemadatan.

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai grafik *VFWA* seperti ditunjukkan pada Tabel 5.23 dan Gambar 5.10 berikut ini.

Tabel 5.23 Nilai *VFWA* dengan Variasi Campuran *Filler* Bubuk Talk

Kadar Aspal (%)	<i>VFWA</i> (%) Variasi <i>Filler</i> Pengganti Bubuk Talk				
	0%	25%	50%	75%	100%
4,50	53,00	52,96	54,40	53,12	53,07
5,00	61,56	61,04	61,94	60,63	61,14
5,50	68,61	68,50	68,86	69,84	69,40
6,00	75,50	75,37	75,61	77,38	74,58
6,50	81,99	81,03	80,90	83,71	80,64



Gambar 5.10 Grafik Pengaruh *Filler* Pengganti Bubuk Talk Terhadap Nilai *VFWA* untuk Menentukan *KAO*

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.10 dapat dilihat bahwa seiring dengan penambahan kadar aspal maka nilai *VFWA* semakin meningkat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kadar aspal yang sama, campuran yang menggunakan *filler* bubuk talk nilai *VFWA* cenderung lebih tinggi dibandingkan campuran yang menggunakan *filler* debu batu. Semakin besar nilai *VFWA* semakin kedap campuran terhadap air dan udara.

Hasil pengujian di laboratorium menunjukkan bahwa nilai *VFWA* dengan kadar *filler* bubuk talk lebih tinggi dibandingkan kadar *filler* debu batu, dan pada kadar *filler* bubuk talk 75% nilai *VFWA* memiliki nilai tertinggi, dengan nilai *VFWA* terendah untuk kadar *filler* bubuk talk 25% sebesar 52,96% dan terus meningkat hingga nilai *VFWA* tertinggi di kadar *filler* bubuk talk 75% sebesar 83,71%.

Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa nilai *VFWA* yang menggunakan *filler* pengganti bubuk talk maupun *filler* debu batu tidak memenuhi persyaratan Bina Marga 2010, yaitu minimum sebesar 65% adalah campuran *AC-WC* dengan kadar aspal 4,5% dan 5%.

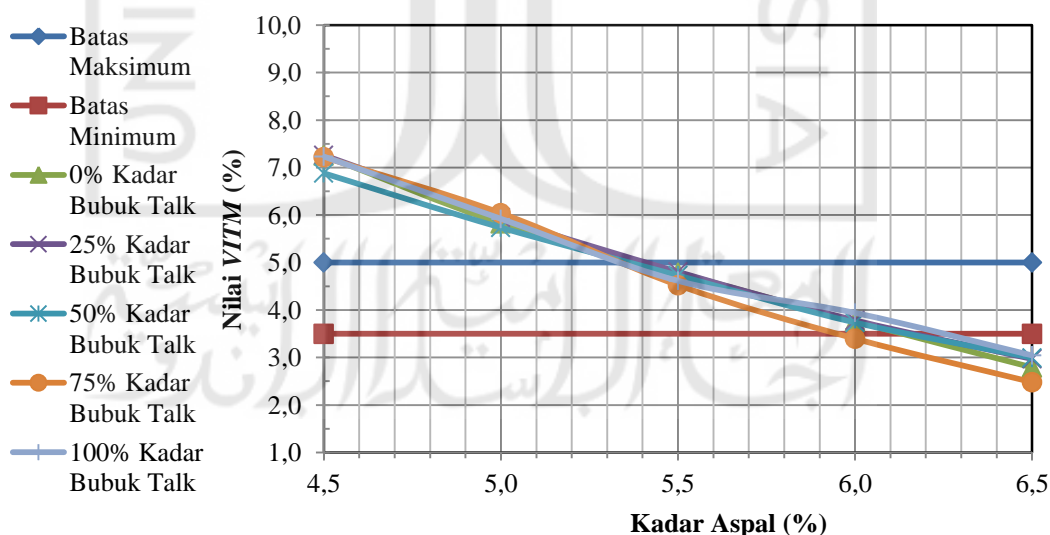
6. Pengaruh *Filler* Pengganti Bubuk Talk Terhadap Nilai *VITM*

VITM (*Void in the Mix*) menunjukkan persentase banyaknya rongga yang terdapat dala suatu campuran terhadap total volume aspal dan agregat. Campuran

yang mempunyai nilai *VITM* kecil akan memperbesar kemungkinan terjadinya *bleeding*. Akibat tingginya temperatur, aspal dalam campuran akan mencair sehingga saat perkerasan menerima beban, aspal akan mengalir di antara rongga agregat. Sebaliknya jika nilai *VITM* tinggi menunjukkan rongga yang terdapat didalam campuran besar sehingga campuran tidak rapat dan tidak kedap terhadap udara dan air. Hal ini mengakibatkan aspal mudah teroksidasi sehingga melemahkan ikatan aspal terhadap agregat. Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai grafik *VITM* seperti ditunjukkan pada Tabel 5.24 dan Gambar 5.11 berikut ini.

Tabel 5.24 Nilai *VITM* dengan Variasi Campuran *Filler* Bubuk Talk

Kadar Aspal (%)	<i>VITM</i> (%) Variasi <i>Filler</i> Pengganti Bubuk Talk				
	0%	25%	50%	75%	100%
4,50	7,25	7,26	6,88	7,22	7,23
5,00	5,82	5,94	5,74	6,04	5,92
5,50	4,79	4,80	4,73	4,52	4,61
6,00	3,76	3,78	3,74	3,40	3,94
6,50	2,79	2,97	2,99	2,48	3,04



Gambar 5.11 Grafik Pengaruh *Filler* Pengganti Bubuk Talk Terhadap Nilai *VITM* untuk Menentukan KAO

Pada Gambar 5.11 dapat dilihat bahwa nilai *VITM* pada campuran seiring bertambahnya kadar aspal dan *filler* pengganti bubuk talk kadar 0% hingga 100%

nilai *VITM* cenderung semakin rendah. Campuran yang menggunakan *filler* bubuk talk nilai *VFWA* cenderung lebih rendah dibandingkan campuran yang menggunakan *filler* debu batu. Semakin rendah nilai *VITM* pada campuran menunjukkan semakin kecil rongga sehingga campuran rapat terhadap air dan udara dan bisa menimbulkan getas.

Hasil pengujian di laboratorium menunjukkan bahwa nilai *VITM* dengan kadar *filler* bubuk talk lebih rendah dibandingkan kadar *filler* debu batu, dan pada kadar *filler* bubuk talk 75% nilai *VITM* memiliki nilai tertinggi, dengan nilai *VITM* tertinggi untuk kadar *filler* bubuk talk 0% sebesar 7,25% dan terus menurun hingga nilai *VITM* terendah di kadar *filler* bubuk talk 75% sebesar 2,48%.

Dapat dilihat bahwa nilai *VITM* yang tidak memenuhi batas minimum dan batas maksimum persyaratan Bina Marga 2010, yaitu sebesar 3,5% - 5,5% adalah campuran pada kadar aspal 4%, 5% dan 6,5%, campuran dengan kadar *filler* bubuk talk 75% pada kadar aspal 6%.

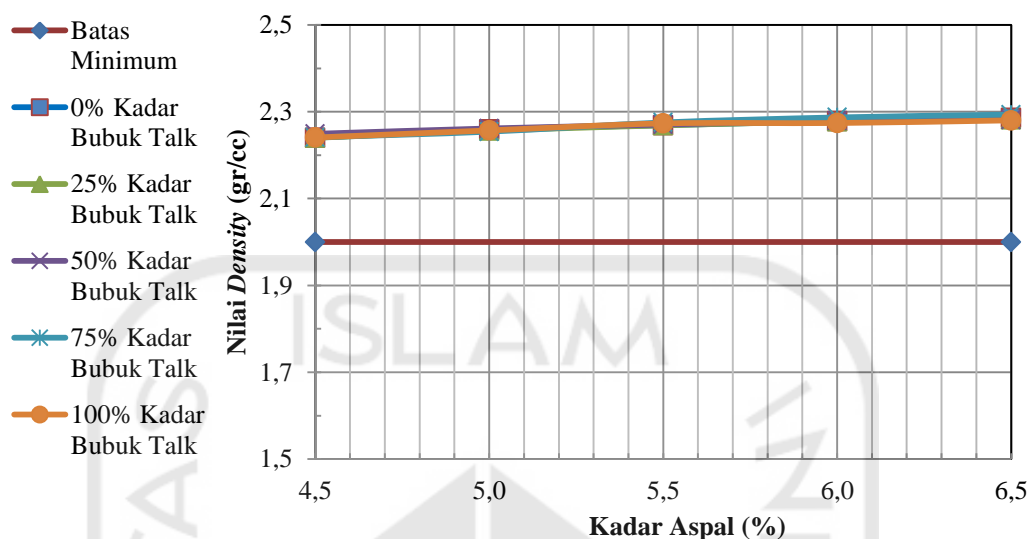
7. Pengaruh *Filler* Pengganti Bubuk Talk Terhadap Nilai *Density*

Density (Kepadatan) menunjukkan kepadatan suatu campuran setelah mengalami pemadatan. Semakin tinggi nilai *density* suatu campuran menunjukkan kerapatannya semakin baik. Nilai dari *density* dipengaruhi oleh bahan penyusun, gradasi campuran, jumlah pemadatan, temperatur pemadatan, kadar aspal suatu campuran. Campuran dengan nilai *density* yang tinggi akan mampu menahan beban yang lebih besar dibandingkan dengan campuran yang memiliki nilai *density* yang rendah.

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai grafik *density* seperti ditunjukkan pada Tabel 5.25 dan Gambar 5.12 berikut ini.

Tabel 5.25 Nilai *Density* dengan Variasi Campuran *Filler* Bubuk Talk

Kadar Aspal (%)	<i>Density</i> (gr/cc) Variasi <i>Filler</i> Pengganti Bubuk Talk				
	0%	25%	50%	75%	100%
4,50	2,24	2,24	2,25	2,24	2,24
5,00	2,26	2,26	2,26	2,25	2,26
5,50	2,27	2,27	2,27	2,28	2,27
6,00	2,28	2,28	2,28	2,29	2,27
6,50	2,29	2,28	2,28	2,29	2,28



Gambar 5.12 Grafik Pengaruh *Filler* Pengganti Bubuk Talk Terhadap Nilai *Density* untuk Menentukan KAO

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.12 dapat dilihat bahwa nilai *density* pada campuran meningkat seiring dengan penambahan kadar aspal sehingga campuran akan semakin padat dan kedap air. Hasil pengujian di laboratorium menunjukkan bahwa nilai *density* semakin tinggi dengan pengaruh kadar aspal, tetapi nilai *density* tidak banyak berubah akibat pengaruh *filler* bubuk talk dibandingkan dengan *filler* debu batu pada kadar aspal yang sama.

Dari hasil pengujian diatas dapat dilihat dari penggunaan 0% *filler* bubuk talk sampai dengan 100% untuk nilai *density* telah memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010, yaitu minimum 2 gr/cc.

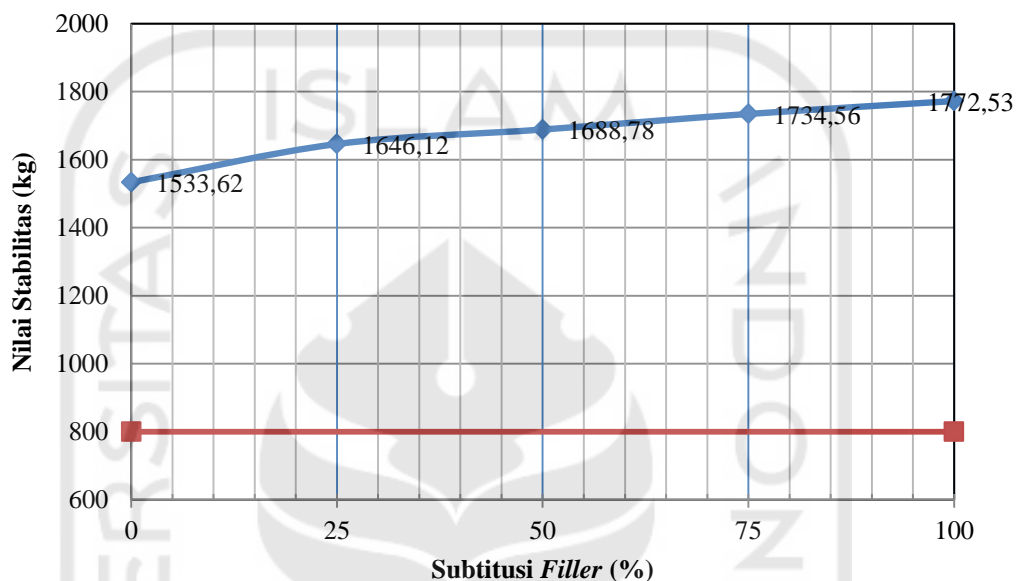
5.2.3 Karakteristik *Marshall* Campuran AC-WC pada KAO dengan Menggunakan Bubuk Talk Sebagai *Filler* Pengganti

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan nilai bahwa berat jenis *filler* bubuk talk memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan *filler* debu batu dan penyerapan *filler* bubuk talk lebih besar dari pada *filler* debu batu dan akan berpengaruh pada campuran AC-WC.

Hasil penelitian penggantian *filler* debu batu dengan *filler* bubuk talk yang digunakan pada campuran AC-WC terlihat bahwa mengalami perubahan dan untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada pembahasan berikut ini.

1. *Stability* (Stabilitas)

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium diperoleh hasil pengaruh *filler* pengganti bubuk talk terhadap nilai stabilitas pada KAO seperti yang ditunjukkan oleh grafik pada Gambar 5.13 berikut ini.



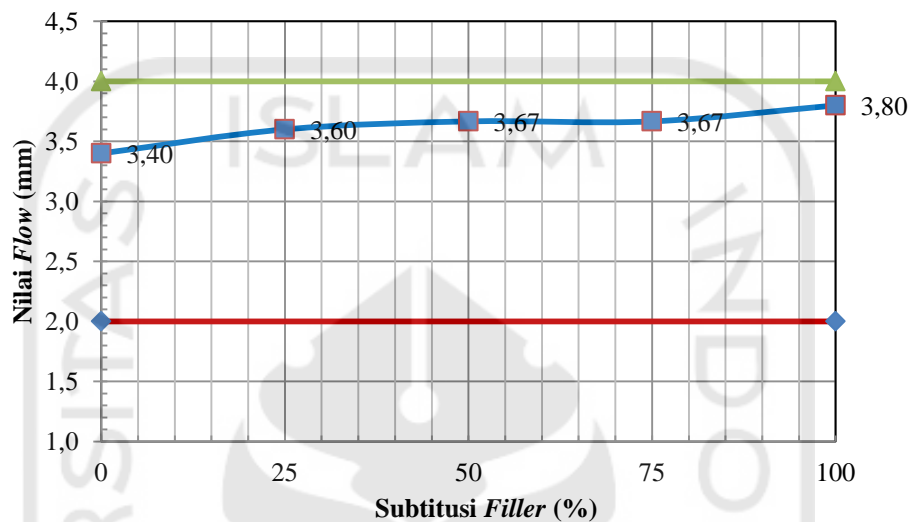
Gambar 5.13 Grafik Pengaruh *Filler* Pengganti Bubuk Talk Terhadap Nilai Stabilitas pada KAO

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.13 di atas dapat dilihat bahwa semakin besar proporsi *filler* bubuk talk pada campuran AC-WC semakin besar nilai stabilitasnya. Pengaruh meningkatnya nilai stabilitas juga dipengaruhi kadar aspal dan kepadatannya, pada penelitian Sukarno dkk. (2018) menunjukkan hasil yang sama dengan penulis. Semakin tinggi nilai stabilitas pada campuran akan semakin kuat dalam menahan beban lalu lintas tetapi juga akan semakin getas.

Nilai signifikansi analisis *Anova* sebesar 0,039 pada tingkat signifikansi 0,05. Hasil signifikansi didapatkan $0,039 < 0,05$ (signifikan) sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan *filler* pengganti bubuk talk berpengaruh pada nilai stabilitas.

2. *Flow* (kelelehan)

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium diperoleh hasil pengaruh *filler* pengganti bubuk talk terhadap nilai *flow* pada KAO seperti yang ditunjukkan oleh grafik pada Gambar 5.14 berikut ini.



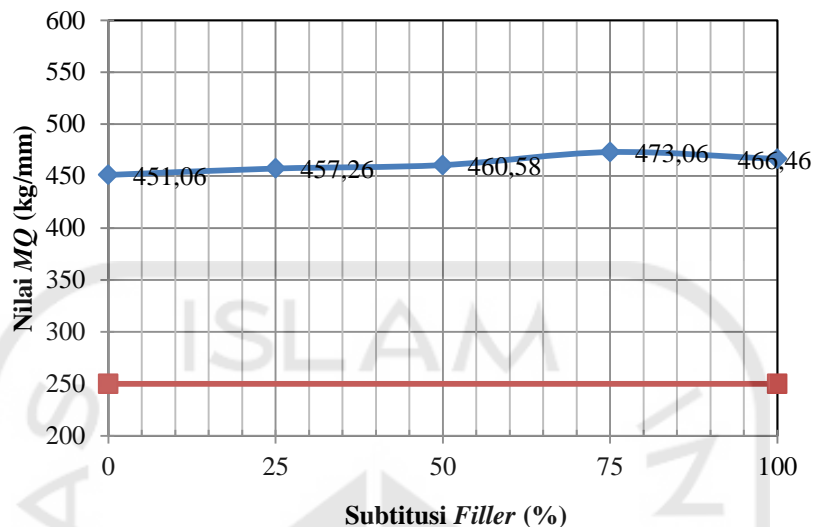
Gambar 5.14 Grafik Pengaruh *Filler* Pengganti Bubuk Talk Terhadap Nilai *Flow* pada KAO

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.14 di atas dapat dilihat bahwa nilai *flow* semakin meningkat seiring dengan meningkatnya proporsi kadar *filler* bubuk talk pada campuran AC-WC. Semakin meningkat nilai *flow* maka campuran akan semakin plastis dan lentur. Hasil tersebut menunjukkan kesamaan pada penelitian Sukarno dkk. (2018) dengan campuran AC-WC.

Nilai signifikansi analisis *Anova* sebesar 0,922 pada tingkat signifikansi 0,05. Hasil signifikansi didapatkan $0,922 > 0,05$ (tidak signifikan) sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan *filler* pengganti bubuk talk tidak berpengaruh pada nilai *flow*.

3. *MQ* (*Marshall Quotient*)

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium diperoleh hasil pengaruh *filler* pengganti bubuk talk terhadap nilai *MQ* pada KAO seperti yang ditunjukkan oleh grafik pada Gambar 5.15 berikut ini.



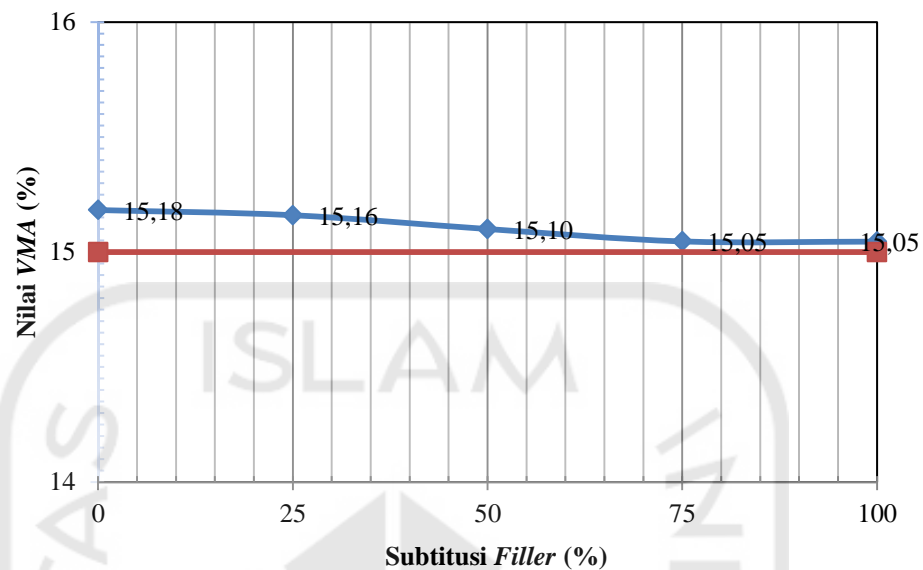
Gambar 5.15 Grafik Pengaruh Filler Pengganti Bubuk Talk Terhadap Nilai MQ pada KAO

Berdasarkan Gambar 5.15 dapat dilihat bahwa nilai *Marshall Quotient* mengalami peningkatan, dan nilai *MQ* sendiri dipengaruhi oleh nilai stabilitas dan nilai *flow* yang meningkat sehingga nilai *MQ* pun meningkat. Hasil tersebut menunjukkan kesamaan pada penelitian Sukarno dkk. (2018) dengan campuran AC-WC. Hal ini disebabkan seiring dengan bertambahnya penggantian *filler* bubuk talk terhadap *filler* debu batu nilai stabilitas mengalami peningkatan dan nilai *flow* mengalami peningkatan sehingga nilai perbandingan stabilitas dan *flow* mengalami peningkatan. Campuran dengan nilai stabilitas yang tinggi dan *flow* yang tinggi mengakibatkan campuran memiliki kelenturan yang baik sehingga cenderung bersifat fleksibilitas.

Nilai signifikansi analisis *Anova* sebesar 0,999 pada tingkat signifikansi 0,05. Hasil signifikansi didapatkan $0,999 > 0,05$ (tidak signifikan) sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan *filler* pengganti bubuk talk tidak berpengaruh pada nilai *MQ*.

4. *VMA (Void in Mineral Aggregate)*

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium diperoleh hasil pengaruh *filler* pengganti bubuk talk terhadap nilai *VMA* pada KAO seperti yang ditunjukkan oleh grafik pada Gambar 5.16 berikut ini.



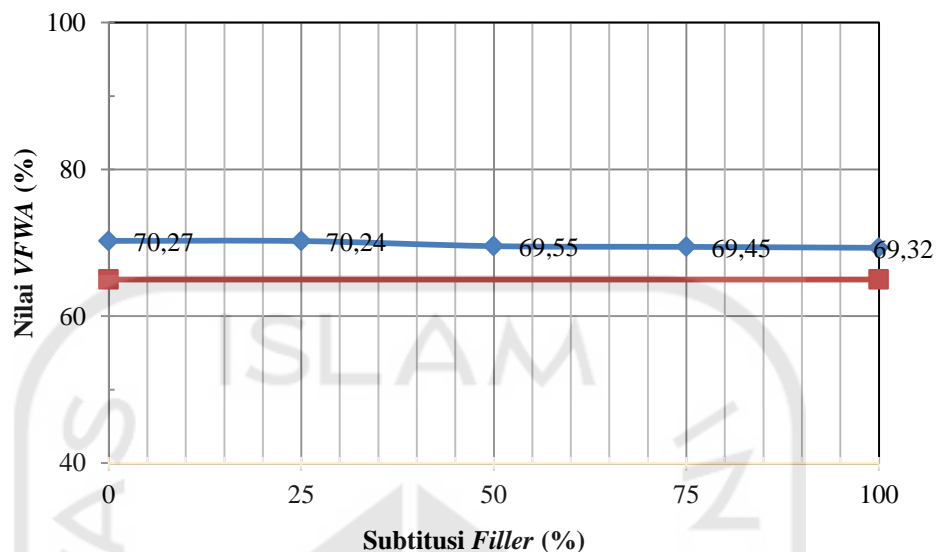
Gambar 5.16 Grafik Pengaruh *Filler* Pengganti Bubuk Talk Terhadap Nilai VMA pada KAO

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.16 dapat dilihat bahwa semakin besar persentase penggantian *filler* bubuk talk ke dalam campuran AC-WC nilai VMA semakin menurun sehingga semakin kecil nilai VMA menyebabkan campuran mudah terjadi *striping*. Hasil tersebut menunjukkan kesamaan pada penelitian Sukarno dkk. (2018) dengan campuran AC-WC.

Nilai signifikansi analisis *Anova* sebesar 0,955 pada tingkat signifikansi 0,05. Hasil signifikansi didapatkan $0,955 > 0,05$ (tidak signifikan) sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan *filler* pengganti bubuk talk tidak berpengaruh terhadap nilai VMA.

5. VFWA (*Void Filled With Asphalt*)

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium diperoleh hasil pengaruh *filler* pengganti bubuk talk terhadap nilai VFWA pada KAO seperti yang ditunjukkan oleh grafik pada Gambar 5.17 berikut ini.



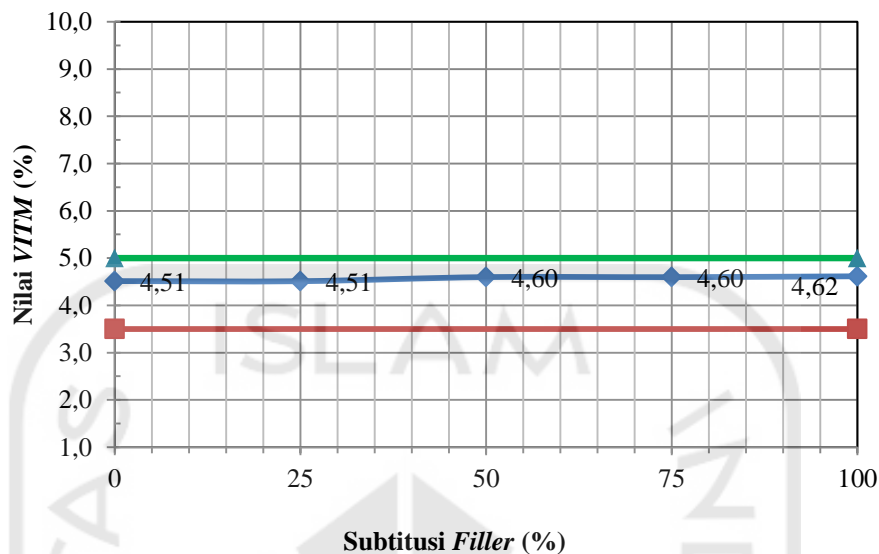
Gambar 5.17 Grafik Pengaruh *Filler* Pengganti Bubuk Talk Terhadap Nilai VFWA pada KAO

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.17 nilai VFWA mengalami penurunan seiring bertambahnya kadar *filler* bubuk talk. Hasil tersebut menunjukkan perbedaan pada penelitian Sukarno dkk. (2018), Hal ini disebabkan oleh fungsi aspal selain sebagai bahan ikat juga sekaligus sebagai pengisi rongga dalam campuran sehingga semakin bertambah kadar aspal optimum maka campuran semakin rapat dan rongga terisi aspal semakin tinggi.

Nilai signifikansi analisis *Anova* sebesar 0,893 pada tingkat signifikansi 0,05. Hasil signifikansi didapatkan $0,893 > 0,05$ (tidak signifikan) sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan *filler* pengganti bubuk talk tidak berpengaruh pada nilai VFWA.

6. VITM (*Void in the Total Mix*)

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium diperoleh hasil pengaruh *filler* pengganti bubuk talk terhadap nilai VITM pada KAO seperti yang ditunjukkan oleh grafik pada Gambar 5.18 berikut ini.



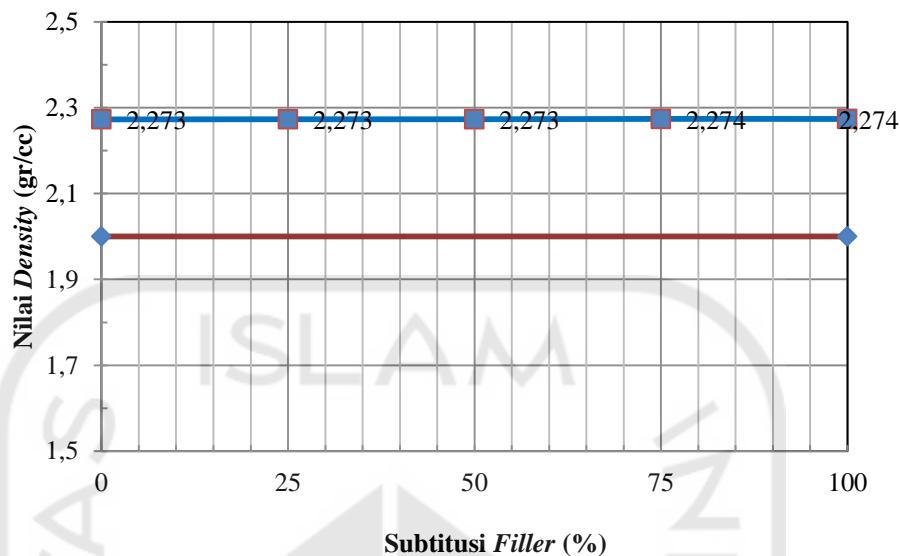
Gambar 5.18 Grafik Pengaruh *Filler* Pengganti Bubuk Talk Terhadap Nilai *VITM* pada KAO

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.18 dapat dilihat semakin besar persentase penggantian *filler* bubuk talk terhadap *filler* debu batu dalam campuran AC-WC menghasilkan nilai *VITM* yang cenderung meningkat. Hasil tersebut menunjukkan perbedaan pada penelitian Sukarno dkk. (2018), Peningkatan *VITM* menunjukkan rongga yang ada dalam campuran semakin besar. Hal ini menyebabkan rongga udara pada campuran AC-WC tidak banyak terisi oleh butir *filler* sehingga meningkatkan nilai *VITM*. Semakin tinggi nilai *VITM* semakin besar rongga pada campuran sehingga bersifat porous (mudah meresapkan air).

Nilai signifikansi analisis *Anova* sebesar 0,987 pada tingkat signifikansi 0,05. Hasil signifikansi didapatkan $0,987 > 0,05$ (tidak signifikan) sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan *filler* pengganti bubuk talk tidak berpengaruh pada nilai *VITM*.

7. *Density*

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium diperoleh hasil pengaruh *filler* pengganti bubuk talk terhadap nilai *density* pada KAO seperti yang ditunjukkan oleh grafik pada Gambar 5.19 berikut ini.



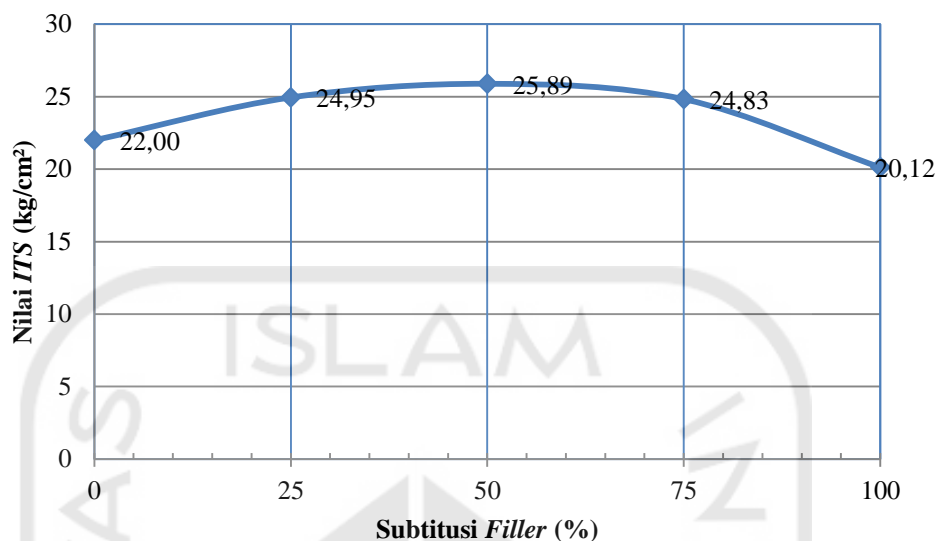
Gambar 5.19 Grafik Pengaruh *Filler* Pengganti Bubuk Talk Terhadap Nilai *Density* pada KAO

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.19 dapat dilihat bahwa semakin meningkatnya proporsi penggantian *filler* bubuk talk kedalam campuran AC-WC maka nilai *density* pada campuran AC-WC semakin meningkat. Hasil tersebut menunjukkan kesamaan pada penelitian Sukarno dkk. (2018), walaupun hanya meningkat sedikit atau hampir sama setiap proporsi kadar *filler* nya.

Nilai signifikansi analisis *Anova* sebesar 1 pada tingkat signifikansi 0,05. Hasil signifikansi didapatkan $1 > 0,05$ (tidak signifikan) sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan *filler* pengganti bubuk talk tidak berpengaruh pada nilai *density*.

5.2.4 Pengujian *Indirect Tensile Strength* pada Campuran AC-WC

Indirect Tensile Strength adalah pengujian untuk mengetahui kuat tarik maksimum dihitung dari puncak beban, yang diperoleh berdasarkan perhitungan menggunakan Persamaan 3.14. Adapun pengaruh *filler* pengganti bubuk talk terhadap nilai *Indirect Tensile Strength* pada kadar aspal optimum ditunjukkan pada Gambar 5.20 sebagai berikut ini.



Gambar 5.20 Grafik Pengaruh *Filler* Pengganti Bubuk Talk Terhadap Nilai *Indirect Tensile Strength*

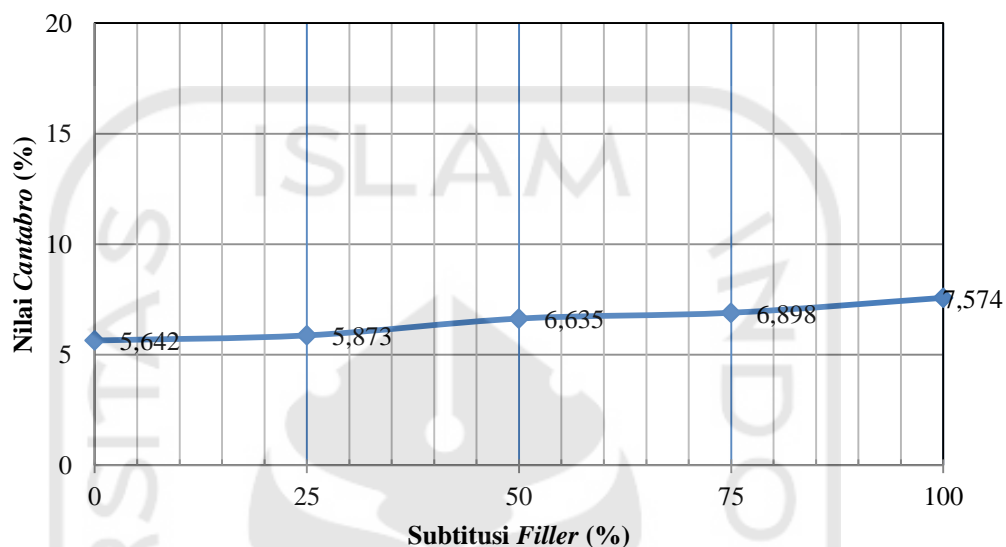
Berdasarkan Gambar 5.20 dapat dilihat bahwa penggantian *filler* bubuk talk kedalam campuran AC-WC menurunkan nilai *Indirect Tensile Strength*. Penurunan pada nilai *Indirect Tensile Strength* menunjukkan bahwa kemampuan kuat tarik campuran AC-WC dengan bertambahnya kadar *filler* bubuk talk membuat nilai ITS terus meningkat dari kadar bubuk talk *filler* 0% hingga pada kadar *filler* bubuk talk 50% lalu menurun pada kadar *filler* bubuk talk 75% dan 100% yang mungkin disebabkan pada penggunaan *filler* bubuk talk pada campuran yang berlebih. Nilai ITS yang tinggi pada campuran menunjukkan semakin kecil keretakan yang terjadi pada campuran.

Nilai signifikansi analisis *Anova* sebesar 0,048 pada tingkat signifikansi 0,05. Hasil signifikansi didapatkan $0,048 < 0,05$ (signifikan) sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan *filler* pengganti bubuk talk berpengaruh pada nilai ITS.

5.2.5 *Cantabro Test* pada Campuran AC-WC

Nilai *Cantabro test* menggambarkan ketahanan benda uji terhadap keausan dengan menggunakan mesin *Los Angeles*. Pelaksanaan pengujian ini dengan benda uji dimasukkan ke dalam mesin *Los Angeles* untuk mengetahui tingkat keausannya. *Cantabro test* memberikan gambaran sejauh mana ketahanan

perkerasan aspal menahan gesekan antara roda kendaraan dengan permukaan jalan. Nilai *Cantabro* pada campuran AC-WC dengan kadar bubuk talk sebagai *filler* pengganti dapat dilihat pada grafik dalam Gambar 5.21 berikut.



Gambar 5.21 Grafik Pengaruh *Filler* Pengganti Bubuk Talk Terhadap Nilai *Cantabro*

Pada Gambar 5.21 dapat dilihat bahwa nilai *Cantabro* mengalami kenaikan seiring bertambahnya kadar *filler* pengganti bubuk talk. Nilai *Cantabro* pada kadar *filler* pengganti bubuk talk memenuhi syarat Bina Marga 2010 yaitu kurang dari 20%. Semakin banyak penambahan proporsi kadar *filler* bubuk talk pada campuran AC-WC membuat nilai *Cantabro* semakin meningkat, sehingga semakin tinggi nilai *Cantabro* pada campuran aspal, semakin rendah kemampuan campuran aspal dalam menahan gesekan antara roda kendaraan dengan permukaan jalan.

Nilai signifikansi analisis *Anova* sebesar 0,479 pada tingkat signifikansi 0,05. Hasil signifikansi didapatkan $0,479 > 0,05$ (tidak signifikan) sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan *filler* pengganti bubuk talk tidak berpengaruh pada nilai *Cantabro*.