

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

5.1.1 Sifat Fisik Material

Pengujian sifat fisik material terdiri dari pengujian karakteristik agregat, pengujian aspal serta pengujian berat jenis pada bahan pengisi (*filler*). Hasil pengujian sifat fisik material adalah sebagai berikut.

1. Pengujian Karakteristik Agregat

Pengujian karakteristik 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	Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
1.	Berat Jenis a. Berat Jenis Bulk b. Berat Jenis SSD c. Berat Jenis Apparent	a. 2,58 b. 2,63 c. 2,72	Min. 2,5	Memenuhi
2.	Penyerapan Agregat Terhadap Air (%)	2,0	Maks. 3	Memenuhi
3.	Kelekatan Agregat Terhadap Aspal (%)	97	Min. 95	Memenuhi
4.	Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i> (%)	11,90	Maks. 40	Memenuhi

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Agregat Halus

No	Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
1.	Berat Jenis a. Berat Jenis Bulk b. Berat Jenis SSD c. Berat Jenis Apparent	a. 2,55 b. 2,61 c. 2,71	Min. 2,5	Memenuhi
2.	Penyerapan Agregat Terhadap Air (%)	2,35	Maks. 3	Memenuhi
3.	<i>Sand Equivalent</i> (%)	69,02	Min. 50	Memenuhi

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Filler

No	Pengujian		Jenis	Hasil
1.	Berat Jenis	gr/cm ³	Debu Batu	2,553
2.	Berat Jenis	gr/cm ³	Abu Sekam Padi	1,952

2. Pengujian Karakteristik Aspal

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah Pen 60/70 dari Pertamina yang sudah tersedia di Laboratorium Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia. 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.	Berat Jenis		$\geq 1,0$	1,05	Memenuhi
2.	Penetrasi	(0,1 mm)	60 – 70	61,50	Memenuhi
3.	Daktalitas	(cm)	≥ 100	164	Memenuhi
4.	Titik Nyala	(°C)	≥ 232	270	Memenuhi
5.	Kelarutan TCE	(%)	≥ 99	99,15	Memenuhi
6.	Titik Lembek	(°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 SMA 12,5 mm dengan bahan ikat aspal Pertamina Pen 60/70.

Kadar aspal optimum pada campuran SMA ditentukan berdasarkan kriteria parameter dengan nilai *VIM* bersyarat 4%, nilai *VMA* minimum 17%, dan kadar aspal campuran minimum 6%. Pada pengujian *Marshall* yang memenuhi seluruh

kriteria parameter tersebut akan didapatkan nilai batas maksimum dan batas minimum. Nilai kadar aspal optimum akan diperoleh dari nilai tengah antara batas maksimum dan minimum. Hasil pengujian *Marshall* tiap variasi kadar *filler* untuk KAO adalah sebagai berikut.

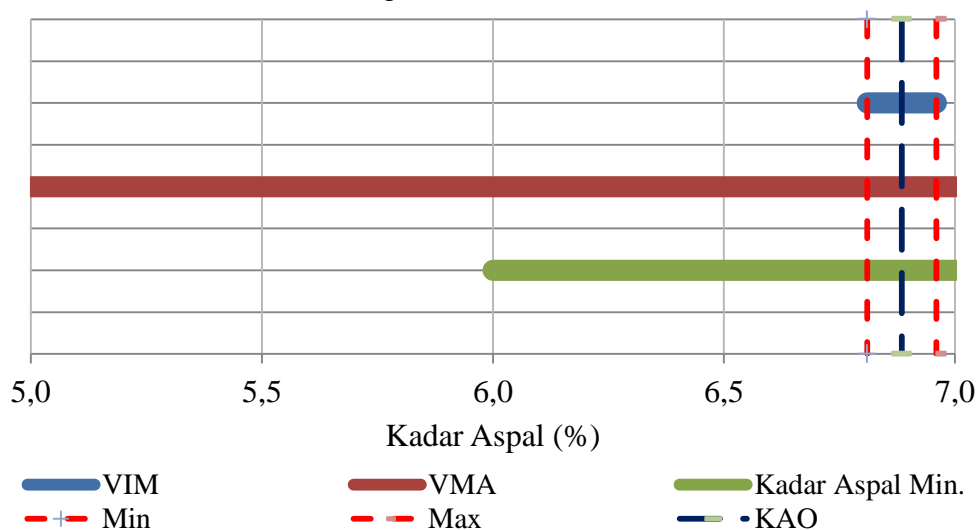
1. Kadar Aspal Optimum untuk Kadar *Filler* Pengganti Abu Sekam Padi 0%

Hasil pengujian *Marshall* untuk kadar *filler* pengganti Abu Sekam Padi 0% dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut.

Tabel 5.5 Hasil Pengujian *Marshall* untuk Mencari KAO

No	Kadar Aspal (%)	VIM (%)	VMA (%)
1	5,0	6,42	17,31
2	5,5	6,02	17,97
3	6,0	5,68	18,67
4	6,5	5,50	19,50
5	7,0	3,92	19,15

Grafik pengujian *Marshall* untuk KAO dengan kadar *filler* pengganti Abu Sekam Padi 0% adalah sebagai berikut.



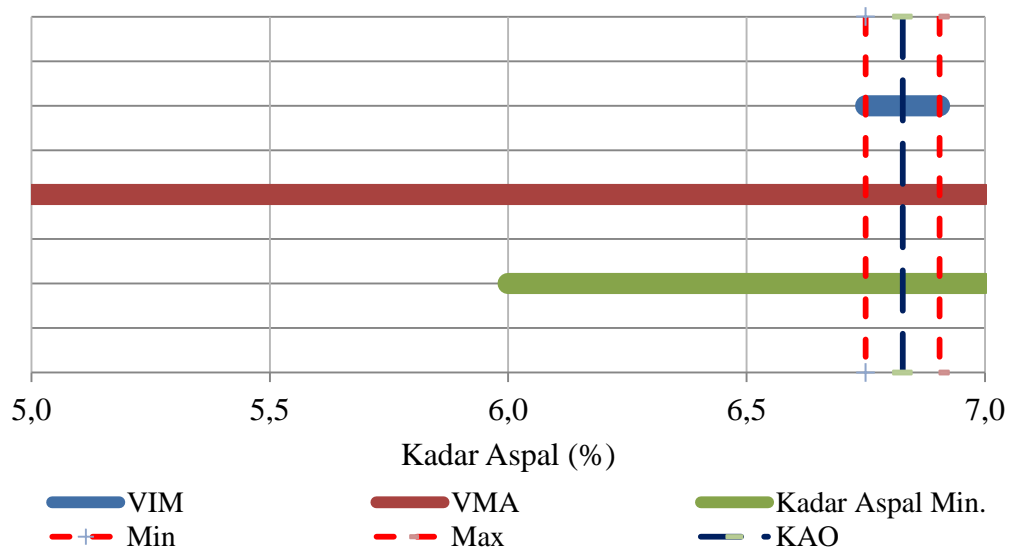
Gambar 5.1 Penentuan KAO Kadar *Filler* Pengganti Abu Sekam Padi 0%

2. Kadar Aspal Optimum untuk Kadar *Filler* Pengganti Abu Sekam Padi 25%
 Hasil pengujian *Marshall* untuk kadar *filler* pengganti Abu Sekam Padi 25% dapat dilihat pada Tabel 5.6 berikut.

Tabel 5.6 Hasil Pengujian *Marshall* untuk Mencari KAO

No	Kadar Aspal (%)	VIM (%)	VMA (%)
1	5,0	6,18	17,05
2	5,5	5,82	17,74
3	6,0	5,62	18,56
4	6,5	5,15	19,14
5	7,0	3,73	18,92

Grafik pengujian *Marshall* untuk KAO dengan kadar *filler* pengganti Abu Sekam Padi 25% adalah sebagai berikut.



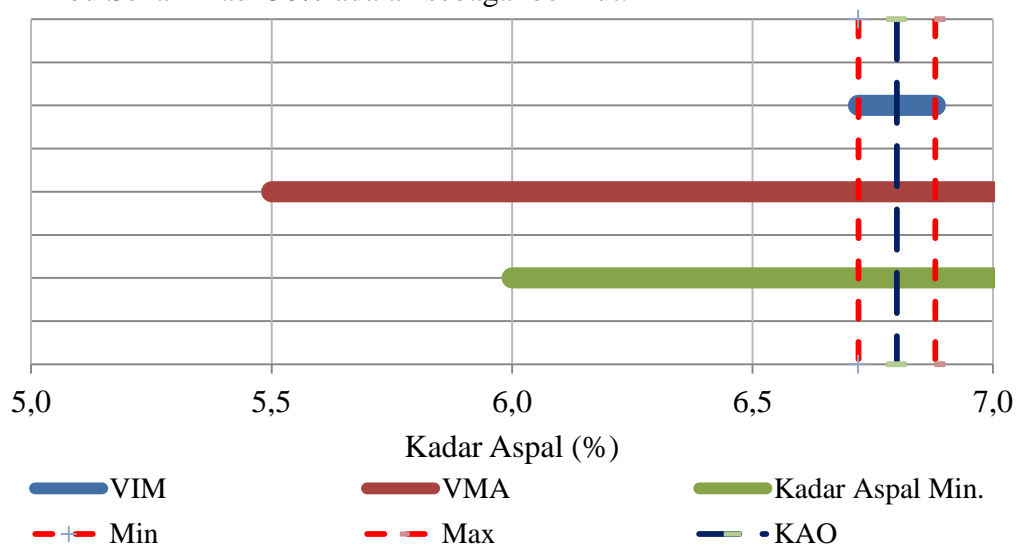
Gambar 5.2 Penentuan KAO Kadar *Filler* Pengganti Abu Sekam Padi 25%

3. Kadar Aspal Optimum untuk Kadar *Filler* Pengganti Abu Sekam Padi 50%
 Hasil pengujian *Marshall* untuk kadar *filler* pengganti Abu Sekam Padi 50% dapat dilihat pada Tabel 5.7 berikut.

Tabel 5.7 Hasil Pengujian *Marshall* untuk Mencari KAO

No	Kadar Aspal (%)	VIM (%)	VMA (%)
1	5,0	5,93	16,77
2	5,5	5,23	17,17
3	6,0	5,31	18,23
4	6,5	5,08	19,02
5	7,0	3,63	18,77

Grafik pengujian *Marshall* untuk KAO dengan kadar *filler* pengganti Abu Sekam Padi 50% adalah sebagai berikut.

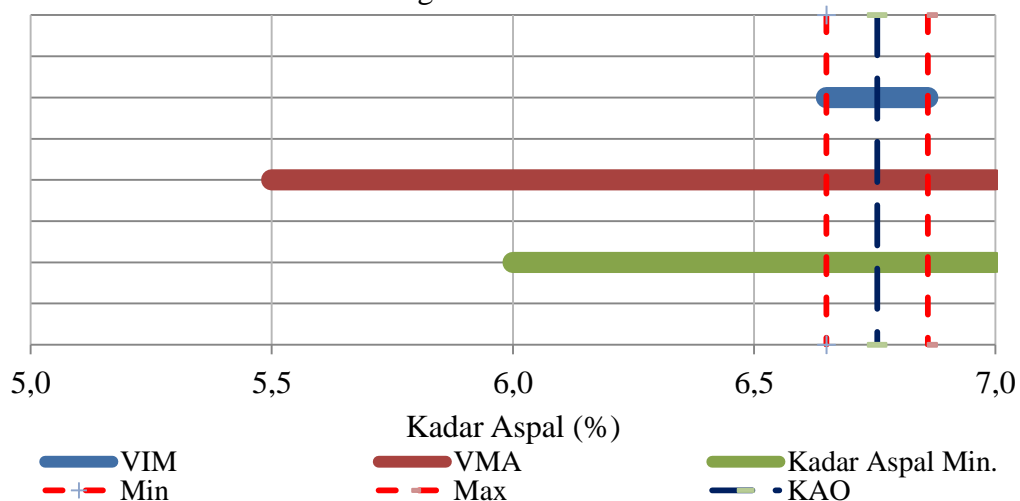
**Gambar 5.3 Penentuan KAO Kadar *Filler* Pengganti Abu Sekam Padi 50%**

- Kadar Aspal Optimum untuk Kadar *Filler* Pengganti Abu Sekam Padi 75%
Hasil pengujian *Marshall* untuk kadar *filler* pengganti Abu Sekam Padi 75% dapat dilihat pada Tabel 5.8 berikut.

Tabel 5.8 Hasil Pengujian *Marshall* untuk Mencari KAO

No	Kadar Aspal (%)	VIM (%)	VMA (%)
1	5,0	5,95	16,74
2	5,5	5,65	17,48
3	6,0	5,28	18,14
4	6,5	4,81	18,72
5	7,0	3,67	18,74

Grafik pengujian *Marshall* untuk KAO dengan kadar *filler* pengganti Abu Sekam Padi 75% adalah sebagai berikut.

**Gambar 5.4 Penentuan KAO Kadar *Filler* Pengganti Abu Sekam Padi 75%**

Rekapitulasi nilai KAO pada masing-masing kadar *filler* pengganti ASP dapat dilihat pada Tabel 5.9 berikut.

Tabel 5.9 Rekapitulasi Kadar Aspal Optimum

Kadar <i>Filler</i> Pengganti ASP (%)	Kadar Aspal Optimum (%)
0	6,89
25	6,83
50	6,80
75	6,76

Penentuan KAO yaitu mencari batas maksimum dan minimum setiap kadar aspal rencana yang masuk persyaratan pada parameter *VITM*, *VMA* dan kadar aspal campuran minimum. KAO terbesar pada kadar ASP 0% sebesar 6,89% dan KAO terendah pada kadar ASP 75% sebesar 6,76%. KAO semakin kecil karena nilai *VITM* pada setiap penambahan kadar *filler* pengganti ASP mengalami penurunan akibat campuran semakin padat. *AASHTO* mensyaratkan *VITM* campuran SMA 12,5 mm adalah sebesar 4%, namun nilai *VIM* $\pm 0,5\%$ diizinkan karena kemungkinan terjadi kesalahan pada pengujian volumetrik sehingga kadar aspal rencana yang masuk spesifikasi hanya sedikit dan mempengaruhi nilai KAO.

Jumlah agregat yang digunakan setelah menentukan kadar aspal optimum pada setiap variasi kadar *filler* abu sekam padi adalah sebagai berikut.

1. Kadar *Filler* Pengganti Abu Sekam Padi 0% pada KAO 6,89%.

Kebutuhan agregat pada KAO untuk variasi kadar *filler* pengganti abu sekam padi 0% dapat dilihat pada Tabel 5.10 berikut.

Tabel 5.10 Kebutuhan Agregat Kadar Abu Sekam Padi 0% pada KAO

Saringan	Spesifikasi (%)		Persen Agregat (%)		Berat Tertahan (gram)	
	Min	Maks	Lolos	Tertahan	Tertahan	Jumlah
(3/4)	100	100	100			
(1/2)	90	100	95	5	55,869	55,869
(3/8)	50	80	65	35	335,214	391,083
No. 4	20	35	27,5	72,5	419,018	810,101
No. 8	16	24	20	80	83,804	893,904
No. 200	8	11	9,5	90,5	117,325	1011,229
Pan	0	0	0	100	106,151	1117,380
					1117,380	Jumlah

Berat *filler* pada kadar abu sekam padi 0% didapatkan dari agregat lolos saringan 200. Berat masing masing *filler* dihitung sesuai dengan berat jenis masing-masing *filler* untuk mendapatkan berat volume yang sama karena *filler* abu sekam padi berperan sebagai *filler* pengganti. Berat *filler* abu batu adalah sebesar 106,151 gram dan berat *filler* ASP sebesar 0 gram.

2. Kadar *Filler* Pengganti Abu Sekam Padi 25% pada KAO 6,83%.

Kebutuhan agregat pada KAO untuk variasi kadar *filler* pengganti abu sekam padi 25% dapat dilihat pada Tabel 5.11 berikut.

Tabel 5.11 Kebutuhan Agregat Kadar Abu Sekam Padi 25% pada KAO

Saringan	Spesifikasi (%)		Persen Agregat (%)		Berat Tertahan (gram)	
	Min	Maks	Lolos	Tertahan	Tertahan	Jumlah
Inci						
(3/4)	100	100	100			
(1/2)	90	100	95	5	55,902	55,902
(3/8)	50	80	65	35	335,412	391,314
No. 4	20	35	27,5	72,5	419,265	810,579
No. 8	16	24	20	80	83,853	894,432
No. 200	8	11	9,5	90,5	117,394	1011,826
Pan	0	0	0	100	106,214	1118,040
					1118,04	Jumlah

Berat *filler* pada kadar abu sekam padi 25% didapatkan dari agregat lolos saringan 200. Berat masing masing *filler* dihitung sesuai dengan berat jenis masing-masing *filler* untuk mendapatkan berat volume yang sama karena *filler* abu sekam padi berperan sebagai *filler* pengganti. Berat *filler* abu batu adalah sebesar 79,66 gram dan berat *filler* ASP sebesar 20,31 gram.

3. Kadar *Filler* Pengganti Abu Sekam Padi 50% pada KAO 6,80%.

Kebutuhan agregat pada KAO untuk variasi kadar *filler* pengganti abu sekam padi 50% dapat dilihat pada Tabel 5.12 berikut.

Tabel 5.12 Kebutuhan Agregat Kadar Abu Sekam Padi 50% pada KAO

Saringan	Spesifikasi (%)		Persen Agregat (%)		Berat Tertahan (gram)	
	Min	Maks	Lolos	Tertahan	Tertahan	Jumlah
Inci						
(3/4)	100	100	100			
(1/2)	90	100	95	5	55,920	55,920
(3/8)	50	80	65	35	335,520	391,440
No. 4	20	35	27,5	72,5	419,400	810,840
No. 8	16	24	20	80	83,880	894,720
No. 200	8	11	9,5	90,5	117,432	1012,152
Pan	0	0	0	100	106,248	1118,400
					1118,400	Jumlah

Berat *filler* pada kadar abu sekam padi 50% didapatkan dari agregat lolos saringan 200. Berat masing masing *filler* dihitung sesuai dengan berat jenis masing-masing *filler* untuk mendapatkan berat volume yang sama karena *filler* abu sekam padi berperan sebagai *filler* pengganti. Berat *filler* abu batu adalah sebesar 53,12 gram dan berat *filler* ASP sebesar 40,63 gram.

4. Kadar *Filler* Pengganti Abu Sekam Padi 75% pada KAO 6,76%.

Kebutuhan agregat pada KAO untuk variasi kadar *filler* pengganti abu sekam padi 75% dapat dilihat pada Tabel 5.13 berikut.

Tabel 5.13 Kebutuhan Agregat Kadar Abu Sekam Padi 75% pada KAO

Saringan	Spesifikasi (%)		Persen Agregat (%)		Berat Tertahan (gram)	
	Min	Maks	Lolos	Tertahan	Tertahan	Jumlah
(3/4)	100	100	100			
(1/2)	90	100	95	5	55,944	55,944
(3/8)	50	80	65	35	335,664	391,608
No. 4	20	35	27,5	72,5	419,580	811,188
No. 8	16	24	20	80	83,916	895,104
No. 200	8	11	9,5	90,5	117,482	1012,586
Pan	0	0	0	100	106,294	1118,880
					1118,880	Jumlah

Berat *filler* pada kadar abu sekam padi 75% didapatkan dari agregat lolos saringan 200. Berat masing masing *filler* dihitung sesuai dengan berat jenis masing-masing *filler* untuk mendapatkan berat volume yang sama karena *filler* abu sekam padi berperan sebagai *filler* pengganti. Berat *filler* abu batu adalah sebesar 26,57 gram dan berat *filler* ASP sebesar 60,97 gram.

5.1.3 Hasil Pengujian *Void in Coarse Aggregate (VCA)*

Pengujian *Void in Coarse Aggregate (VCA)* bertujuan untuk mengetahui apakah kontak antar agregat terjadi dengan baik atau tidak. Hasil dari pengujian *VCA* pada tiap variasi kadar *filler* Abu Sekam Padi 0%, 25%, 50% dan 75% dapat dilihat kondisinya apabila nilai *VCA* memenuhi persyaratan $VCA_{mix} / VCA_{drc} < 1,0$. Hasil pengujian *VCA* dapat dilihat pada Tabel 5.13 hingga Tabel 15. berikut.

1. Kadar *Filler* Pengganti Abu Sekam Padi 0%

Hasil Pengujian *VCA* untuk kadar *filler* pengganti abu sekam padi 0% dapat dilihat pada Tabel 5.14 berikut ini.

**Tabel 5.14 Rasio VCA_{mix} / VCA_{drc} pada Pengujian KAO Variasi 0%
Campuran SMA 12,5 mm dengan Aspal Pertamina Pen 60/70**

Kadar Aspal Campuran	Rata-rata VCA_{drc}	VCA_{mix}	Rasio VCA_{mix} / VCA_{drc}	Rasio $VCA_{mix} / VCA_{drc} < 1,0$	$VCA_{mix} < VCA_{drc}$	
5,0%	A	49,550	35,987	0,726	Memenuhi	Memenuhi
	B	49,550	35,942	0,725	Memenuhi	Memenuhi
	C	49,550	35,182	0,710	Memenuhi	Memenuhi
5,5%	A	49,550	35,439	0,715	Memenuhi	Memenuhi
	B	49,550	36,056	0,728	Memenuhi	Memenuhi
	C	49,550	36,138	0,729	Memenuhi	Memenuhi
6,0%	A	49,550	35,890	0,724	Memenuhi	Memenuhi
	B	49,550	36,266	0,732	Memenuhi	Memenuhi
	C	49,550	36,110	0,729	Memenuhi	Memenuhi
6,5%	A	49,550	36,761	0,742	Memenuhi	Memenuhi
	B	49,550	36,339	0,733	Memenuhi	Memenuhi
	C	49,550	36,116	0,729	Memenuhi	Memenuhi
7,0%	A	49,550	36,074	0,728	Memenuhi	Memenuhi
	B	49,550	35,943	0,725	Memenuhi	Memenuhi
	C	49,550	35,327	0,713	Memenuhi	Memenuhi

2. Kadar *Filler* pengganti Abu Sekam Padi 25%

Hasil Pengujian *VCA* pada kadar *filler* pengganti Abu Sekam Padi 25% dapat dilihat pada Tabel 5.15 berikut ini.

Tabel 5.15 Rasio VCA_{mix} / VCA_{drc} pada Pengujian KAO Variasi 25% Campuran SMA 12,5 mm dengan Aspal Pertamina Pen 60/70

Kadar Aspal Campuran	Rata-rata VCA_{drc}	VCA_{mix}	Rasio VCA_{mix} / VCA_{drc}	Rasio $VCA_{mix} / VCA_{drc} < 1,0$	$VCA_{mix} < VCA_{drc}$	
5,0%	A	49,550	35,695	0,720	Memenuhi	Memenuhi
	B	49,550	35,798	0,722	Memenuhi	Memenuhi
	C	49,550	36,047	0,727	Memenuhi	Memenuhi
5,5%	A	49,550	36,039	0,727	Memenuhi	Memenuhi
	B	49,550	36,331	0,733	Memenuhi	Memenuhi
	C	49,550	35,774	0,722	Memenuhi	Memenuhi
6,0%	A	49,550	35,529	0,717	Memenuhi	Memenuhi
	B	49,550	36,668	0,740	Memenuhi	Memenuhi
	C	49,550	36,845	0,744	Memenuhi	Memenuhi
6,5%	A	49,550	37,164	0,750	Memenuhi	Memenuhi
	B	49,550	36,904	0,745	Memenuhi	Memenuhi
	C	49,550	35,016	0,707	Memenuhi	Memenuhi
7,0%	A	49,550	35,827	0,723	Memenuhi	Memenuhi
	B	49,550	36,081	0,728	Memenuhi	Memenuhi
	C	49,550	35,941	0,725	Memenuhi	Memenuhi

3. Kadar *Filler* Pengganti Abu Sekam Padi 50%

Hasil Pengujian *VCA* pada kadar *filler* pengganti Abu Sekam Padi 50% dapat dilihat pada Tabel 5.16 berikut ini.

Tabel 5.16 Rasio VCA_{mix} / VCA_{drc} pada Pengujian KAO Variasi 50% Campuran SMA 12,5 mm dengan Aspal Pertamina Pen 60/70

Kadar Aspal Campuran	Rata-rata VCA_{drc}	VCA_{mix}	Rasio VCA_{mix} / VCA_{drc}	Rasio $VCA_{mix} / VCA_{drc} < 1,0$	$VCA_{mix} < VCA_{drc}$	
5,0%	A	49,550	35,852	0,724	Memenuhi	Memenuhi
	B	49,550	36,019	0,727	Memenuhi	Memenuhi
	C	49,550	36,078	0,728	Memenuhi	Memenuhi
5,5%	A	49,550	36,214	0,731	Memenuhi	Memenuhi
	B	49,550	36,475	0,736	Memenuhi	Memenuhi
	C	49,550	36,287	0,732	Memenuhi	Memenuhi
6,0%	A	49,550	36,305	0,733	Memenuhi	Memenuhi
	B	49,550	36,502	0,737	Memenuhi	Memenuhi
	C	49,550	37,005	0,747	Memenuhi	Memenuhi
6,5%	A	49,550	36,637	0,739	Memenuhi	Memenuhi
	B	49,550	37,089	0,749	Memenuhi	Memenuhi
	C	49,550	36,416	0,735	Memenuhi	Memenuhi
7,0%	A	49,550	35,948	0,725	Memenuhi	Memenuhi
	B	49,550	36,260	0,732	Memenuhi	Memenuhi
	C	49,550	36,323	0,733	Memenuhi	Memenuhi

4. Kadar *Filler* Pengganti Abu Sekam Padi 75%

Hasil Pengujian *VCA* pada kadar *filler* pengganti Abu Sekam Padi 75% dapat dilihat pada Tabel 5.17 berikut ini.

Tabel 5.17 Rasio VCA_{mix} / VCA_{drc} pada Pengujian KAO Variasi 75% Campuran SMA 12,5 mm dengan Aspal Pertamina Pen 60/70

Kadar Aspal Campuran	Rata-rata VCA_{drc}	VCA_{mix}	Rasio VCA_{mix} / VCA_{drc}	Rasio $VCA_{mix} / VCA_{drc} < 1,0$	$VCA_{mix} < VCA_{drc}$	
5,0%	A	49,550	35,966	0,726	Memenuhi	Memenuhi
	B	49,550	36,330	0,733	Memenuhi	Memenuhi
	C	49,550	36,269	0,732	Memenuhi	Memenuhi
5,5%	A	49,550	36,524	0,737	Memenuhi	Memenuhi
	B	49,550	36,275	0,732	Memenuhi	Memenuhi
	C	49,550	36,580	0,738	Memenuhi	Memenuhi
6,0%	A	49,550	36,434	0,735	Memenuhi	Memenuhi
	B	49,550	36,765	0,742	Memenuhi	Memenuhi
	C	49,550	36,952	0,746	Memenuhi	Memenuhi
6,5%	A	49,550	37,204	0,751	Memenuhi	Memenuhi
	B	49,550	36,450	0,736	Memenuhi	Memenuhi
	C	49,550	37,698	0,761	Memenuhi	Memenuhi
7,0%	A	49,550	36,431	0,735	Memenuhi	Memenuhi
	B	49,550	36,567	0,738	Memenuhi	Memenuhi
	C	49,550	37,299	0,753	Memenuhi	Memenuhi

Pengujian *VCA* dari hasil di atas menunjukkan bahwa gradasi yang dipakai menghasilkan nilai rasio VCA_{mix} / VCA_{drc} antara 0.7-0.8, sehingga didapatkan kesimpulan bahwa campuran SMA 12,5 mm memiliki kontak antar agregat yang baik.

5.1.4 Hasil Pengujian Campuran SMA 12,5 mm Setelah KAO

Pengujian setelah menentukan kadar aspal optimum untuk tiap variasi kadar *filler* abu sekam padi bertujuan untuk mengetahui karakteristik campuran SMA 12,5 mm. Pada tiap pengujian bermanfaat untuk mengetahui kelayakan abu sekam padi sebagai bahan pengisi (*filler*) pengganti pada campuran SMA 12,5 mm tersebut untuk setiap variasi kadar *filler* abu sekam padi. Pengujian – pengujian ini adalah sebagai berikut.

1. Pengaruh *Filler* Pengganti Abu Sekam Padi Pada Pengujian *Marshall*

Hasil pengujian *Marshall* campuran SMA 12,5 mm pada KAO tiap variasi kadar *filler* pengganti Abu Sekam Padi dapat dilihat pada Tabel 5.18 berikut.

Tabel 5.18 Rekapitulasi Hasil Pengujian *Marshall* pada KAO untuk Tiap Kadar *Filler* Pengganti Abu Sekam Padi

Kadar <i>Filler</i> ASP (%)	Stabilitas (kg)	<i>Flow</i> (mm)	<i>MQ</i> (kg/mm)	<i>VITM</i> (%)	<i>VFWA</i> (%)	<i>VMA</i> (%)	<i>Density</i> (gr/cc)
0	757,477	3,673	215,096	4,775	75,748	19,653	2,278
25	859,672	4,125	227,312	4,449	76,824	19,194	2,277
50	1131,534	4,300	270,017	4,445	76,686	19,064	2,267
75	961,518	5,000	193,810	4,244	77,370	18,748	2,263
Spesifikasi				4		>17	

2. Pengaruh *Filler* Pengganti Abu Sekam Padi Pada Pengujian *Index of Retained Strength*

Hasil pengujian *Index of Retained Strength* campuran SMA 12,5 mm pada KAO tiap variasi kadar *filler* pengganti Abu Sekam Padi dapat dilihat pada Tabel 5.19 berikut.

Tabel 5.19 Rekapitulasi Hasil Pengujian *Index of Retained Strength* pada KAO untuk Tiap Kadar *Filler* Pengganti Abu Sekam Padi

Kadar <i>Filler</i> ASP (%)	<i>Index of Retained Strength</i> (%)
0	86,997
25	93,755
50	90,449
75	93,901

3. Pengaruh *Filler* Pengganti Abu Sekam Padi Pada Pengujian *Indirect Tensile Strength*

Hasil pengujian *Indirect Tensile Strength* campuran SMA 12,5 mm pada KAO tiap variasi kadar *filler* pengganti Abu Sekam Padi dapat dilihat pada Tabel 5.20 berikut.

Tabel 5.20 Rekapitulasi Hasil Pengujian *Indirect Tensile Strength* pada KAO untuk Tiap Kadar *Filler* Pengganti Abu Sekam Padi

Kadar <i>Filler</i> ASP (%)	<i>Indirect Tensile Strength</i> (kg/cm ²)
0	14,793
25	16,460
50	14,928
75	13,389

4. Pengaruh *Filler* Pengganti Abu Sekam Padi Pada Pengujian *Poisson Ratio*

Hasil pengujian *Poisson Ratio* campuran SMA 12,5 mm pada KAO tiap variasi kadar *filler* pengganti Abu Sekam Padi dapat dilihat pada Tabel 5.21 berikut.

Tabel 5.21 Rekapitulasi Hasil Pengujian *Poisson Ratio* pada KAO untuk Tiap Kadar *Filler* Pengganti Abu Sekam Padi

Kadar <i>Filler</i> ASP (%)	Angka <i>Poisson</i>
0	0,320
25	0,358
50	0,382
75	0,439

5. Pengaruh *Filler* Pengganti Abu Sekam Padi Pada Pengujian *Cantabro*

Hasil pengujian *Cantabro* campuran SMA 12,5 mm pada KAO tiap variasi kadar *filler* pengganti Abu Sekam Padi dapat dilihat pada Tabel 5.22 berikut.

Tabel 5.22 Rekapitulasi Hasil Pengujian *Cantabro* pada KAO untuk Tiap Kadar *Filler* Pengganti Abu Sekam Padi

Kadar <i>Filler</i> ASP (%)	Kehilangan Berat (%)
0	4,964
25	7,592
50	10,730
75	45,980

Data-data seperti karakteristik *Marshall*, *Immersion*, *Indirect Tensile Strength*, *Poisson Ratio* dan *Cantabro* dengan parameter penggunaan *filler* pengganti ASP pada tiap variasi terhadap karakteristik campuran SMA 12,5 mm dianalisis menggunakan analisis statistik *Anova* satu arah. Hasil rekapitulasi analisis menggunakan *Anova* satu arah dapat dilihat pada Tabel 5.23 dan Tabel 5.24. Hasil analisis selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran.

Tabel 5.23 Rekapitulasi Data Uji Statistika *Anova* Satu Arah untuk Pengaruh *Filler* Abu Sekam Padi terhadap Karakteristik *Marshall*

Parameter	Hasil Analisis	Keterangan
Stabilitas	Signifikan	H ₁ diterima
<i>Flow</i>	Tidak signifikan	H ₀ diterima
<i>MQ</i>	Tidak signifikan	H ₀ diterima
<i>VITM</i>	Tidak signifikan	H ₀ diterima
<i>VMA</i>	Tidak signifikan	H ₀ diterima
<i>VFWA</i>	Tidak signifikan	H ₀ diterima

Tabel 5.24 Rekapitulasi Data Uji Statistika *Anova* Satu Arah untuk Pengaruh *Filler* Pengganti Abu Sekam Padi terhadap *IRS*, *ITS*, *Poisson Ratio* dan *Cantabro*

Parameter	Hasil Analisis	Keterangan
<i>IRS</i>	Signifikan	H ₁ diterima
<i>ITS</i>	Tidak signifikan	H ₀ diterima
<i>Poisson Ratio</i>	Tidak Signifikan	H ₀ diterima
<i>Cantabro</i>	Signifikan	H ₁ diterima

5.2 Pembahasan

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

5.2.1 Sifat Fisik Material

Pembahasan untuk pengujian sifat fisik material adalah sebagai berikut.

1. 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 2,627. Nilai berat jenis dari agregat halus memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu $> 2,5$.

b. Penyerapan Agregat Terhadap Air

Penyerapan agregat terhadap air adalah kemampuan suatu bahan untuk menyerap air, rongga atau pori pada agregat. Agregat yang memiliki rongga/pori yang besar akan lebih banyak membutuhkan aspal karena nilai penyerapannya semakin besar. Hasil pengujian penyerapan agregat halus Clereng terhadap air adalah sebesar 2,35%. Nilai penyerapan agregat

terhadap air memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu kurang dari 3%.

c. *Sand Equivalent*

Pengujian *sand equivalent* menunjukkan tingkat kebersihan agregat terhadap debu, lumpur atau kotoran lainnya. Hasil pengujian *sand equivalent* agregat halus Clereng adalah sebesar 69,024%. Nilai *sand equivalent* pada agregat halus Clereng memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu $> 50\%$. Hal ini menunjukkan bahwa agregat halus Clereng cukup bersih dan terbebas dari kandungan debu, lumpur, atau kotoran lainnya yang dapat mengganggu kelekatan aspal terhadap agregat.

2. Agregat Kasar

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 kasar Clereng adalah sebesar 2,651. Nilai berat jenis dari agregat kasar memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu $> 2,5$.

b. Penyerapan Agregat Terhadap Air

Penyerapan agregat terhadap air adalah kemampuan suatu bahan untuk menyerap air, rongga atau pori pada agregat. Agregat yang memiliki rongga/pori yang besar akan lebih banyak membutuhkan aspal karena nilai penyerapannya semakin besar. Hasil pengujian penyerapan agregat kasar Clereng terhadap air adalah sebesar 2,043%. Nilai penyerapan agregat terhadap air 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 sebesar >95%.

d. Keausan dengan Mesin *Los Angeles*

Pengujian keausan dengan mesin *Los Angeles* bertujuan untuk mengetahui ketahanan agregat terhadap penghancuran (degradasi). Nilai keausan agregat diperoleh dari perbandingan antara berat bahan yang aus terhadap saringan No.12 pada berat semula. Hasil pengujian keausan dengan mesin *Los Angeles* adalah sebesar 11,910%. Nilai keausan dengan mesin *Los Angeles* memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu < 40%.

3. Sifat Fisik Bahan Pengisi (*Filler*)

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

a. Berat Jenis *Filler* Abu Sekam Padi

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* abu sekam padi adalah sebesar 1,953. Nilai berat jenis *filler* memenuhi persyaratan spesifikasi SNI 15-2531-1992 yaitu < 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* abu batu adalah sebesar 2,553. Nilai berat jenis *filler* memenuhi persyaratan spesifikasi SNI 15-2531-1992 yaitu < 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 abu sekam padi 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 Pen 60/7 adalah sebesar 1,05. Nilai pengujian aspal memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu $> 1,00$.

b. Penetrasi Aspal

Pengujian penetrasi aspal bertujuan untuk memeriksa tingkat kekerasan aspal dengan beban dan waktu pada suhu tertentu. Hasil pengujian penetrasi aspal Pertamina Pen 60/70 adalah sebesar 61,5 mm. Nilai pengujian penetrasi aspal memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu antara 60-70 mm.

c. Daktilitas

Pengujian Daktilitas aspal bertujuan untuk mengetahui sifat kohesi aspal yang dapat mempengaruhi fleksibilitas campuran aspal sehingga dapat menahan lendutan. Hasil pengujian daktilitas aspal Pertamina Pen 60/70 adalah sebesar 164 cm. Nilai pengujian daktilitas memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu > 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 $> 232^{\circ}\text{C}$.

e. Kelarutan dalam Karbon Tetra Klorida (CCL_4)

Pengujian kelarutan dengan CCL_4 bertujuan untuk mengetahui kelarutan aspal sehingga dapat mengetahui persentase kemurnian aspal. Semakin besar persentase kelarutannya maka semakin kecil kandungan mineral lainnya yang dapat mengganggu ikatan aspal dengan batuan. Hasil pengujian kelarutan aspal dengan CCL_4 adalah sebesar 99,155. Hasil

pengujian kelarutan dengan CCL_4 memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu sebesar $> 99\%$.

f. Titik Lembek

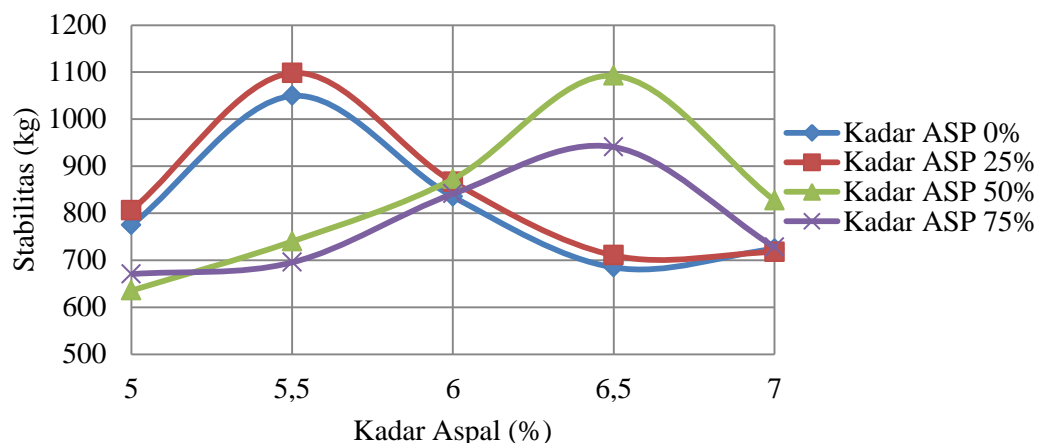
Pengujian titik lembek bertujuan untuk mengetahui temperatur saat aspal mulai menjadi lunak. Hasil pengujian titik lembek aspal adalah sebesar $48^\circ C$. Hasil pengujian titik lembek memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu $> 48^\circ C$.

5.2.2 Peninjauan Karakteristik *Marshall* untuk Menentukan Kadar Aspal Optimum

Parameter untuk menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO) pada campuran *Stone Matrix Asphalt* 12,5 mm adalah berdasarkan nilai *VIM*, *VMA*, dan minimum kadar aspal 6%. Pembahasan dari hasil pengujian *Marshall* untuk mencari KAO pada campuran *SMA* 12,5 mm adalah sebagai berikut.

1. Analisis Pengaruh *Filler* Pengganti ASP Terhadap Nilai Stabilitas

Nilai stabilitas adalah kemampuan beton aspal dalam menerima beban. Grafik nilai stabilitas untuk setiap variasi kadar *filler* pengganti abu sekam padi terdapat pada Gambar 5.5 berikut.



Gambar 5.5 Grafik Pengaruh *Filler* Pengganti ASP Nilai Stabilitas untuk Menentukan KAO

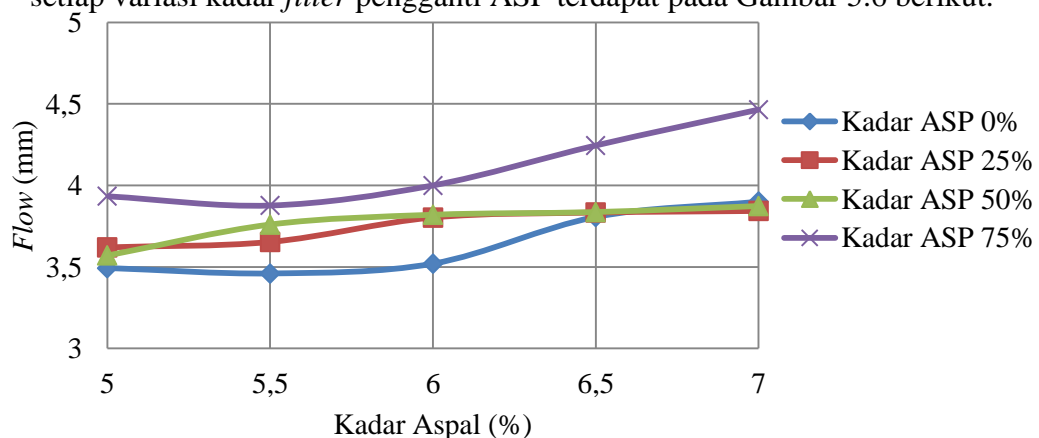
Pada Gambar 5.5 dapat dilihat bahwa pada kadar *filler* pengganti ASP sebesar 0% dan 25% titik optimum stabilitas berada di kadar aspal 5,5%, sedangkan kadar *filler* pengganti ASP 50% dan 75% pada kadar aspal 6,5%.

Hal ini disebabkan bertambahnya kadar *filler* pengganti ASP, maka semakin bertambah kadar aspal yang dibutuhkan agar campuran menjadi stabil. Nilai stabilitas cenderung naik hingga titik optimum, selanjutnya mengalami penurunan. Hal ini sejalan dengan penelitian Rosyidi,dkk (2012) bahwa dengan penggunaan ASP sebesar 5%, 6% dan 7% pada campuran *HRA* mengalami kenaikan nilai stabilitas hingga titik optimumnya yaitu pada kadar 6% lalu mengalami penurunan pada kadar berikutnya.

Hubungan antara kadar aspal dengan penambahan kadar *filler* pengganti ASP adalah semakin bertambahnya kadar *filler* pengganti ASP, dibutuhkan kadar aspal yang semakin besar hingga mencapai stabilitas optimumnya. Pada stabilitas optimum, setelah itu grafik mengalami penurunan. Menurunnya nilai stabilitas disebabkan oleh bertambahnya kadar aspal menyebabkan bertambah tebalnya selimut aspal, sehingga gesekan internal antar butiran agregat akan berkurang dan aspal dari pengikat berubah menjadi pelicin antar agregat. Peningkatan kadar aspal dalam campuran ikut berkontribusi pada peningkatan nilai stabilitas campuran *SMA 12,5 mm*.

2. Analisis Pengaruh *Filler* Pengganti ASP Terhadap Nilai *Flow*

Kelelahan/*flow* menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi pada lapis perkerasan akibat menahan beban yang diterimanya yaitu berupa deformasi vertikal yang terjadi mulai awal pembebanan sampai kondisi stabilitas menurun. Nilai *flow* dinyatakan dalam mm atau 0,01". Grafik nilai *flow* untuk setiap variasi kadar *filler* pengganti ASP terdapat pada Gambar 5.6 berikut.

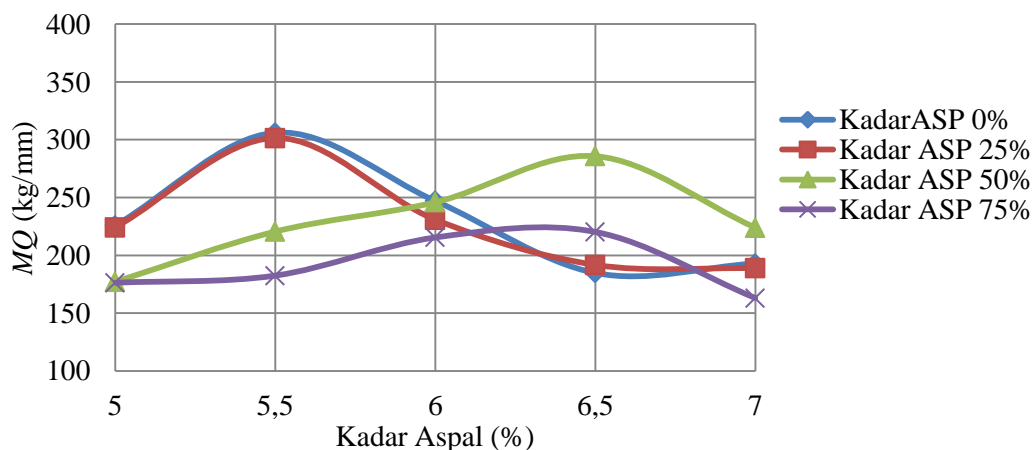


Gambar 5.6 Grafik Pengaruh *Filler* Pengganti ASP Terhadap Nilai *Flow* untuk Menentukan KAO

Pada Gambar 5.6 dapat dilihat nilai kelelahan/*flow* cenderung mengalami kenaikan setiap penambahan kadar *filler* pengganti ASP dengan penambahan kadar aspal. Nilai *flow* cenderung mengalami kenaikan dari kadar *filler* pengganti ASP 0% hingga kadar *filler* pengganti ASP 75%. Hal ini sejalan dengan penelitian Ridwan,dkk (2017) bahwa dengan penggunaan ASP pada campuran aspal beton, nilai *flow* tertinggi berada pada kadar aspal terbesar setiap variasi kadar *filler* pengganti ASP. Nilai *flow* cenderung mengalami kenaikan seiring bertambahnya kadar *filler* pengganti ASP dengan penambahan kadar aspal. Nilai *flow* semakin meningkat karena semakin meningkatnya kadar aspal maka campuran akan semakin bersifat plastis, sehingga akan semakin mudah mengalami deformasi saat menerima beban.

3. Analisis Pengaruh *Filler* Pengganti ASP Terhadap Nilai *Marshall Quotient* (*MQ*)

Nilai *Marshall Quotient* (*MQ*) menyatakan tingkat fleksibilitas campuran. Jika nilai *MQ* terlalu tinggi, maka campuran akan cenderung terlalu kaku dan mudah retak. Sebaliknya jika nilai *MQ* terlalu rendah, maka perkerasan menjadi terlalu lentur dan cenderung kurang stabil. Grafik nilai *MQ* untuk setiap variasi kadar *filler* pengganti abu sekam padi terdapat pada Gambar 5.7 berikut.



Gambar 5.7 Grafik Pengaruh *Filler* Pengganti ASP Terhadap Nilai *MQ* untuk Menentukan KAO

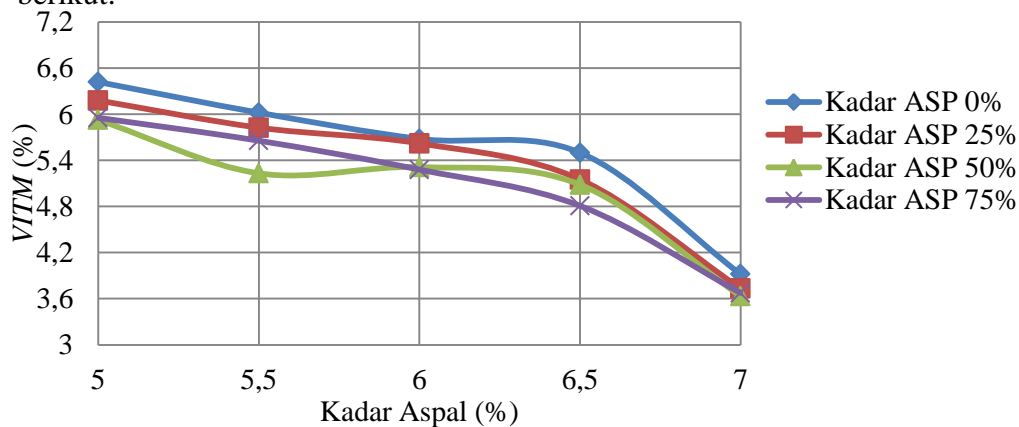
Pada Gambar 5.7 dapat dilihat bahwa nilai *MQ* rendah terjadi pada kadar aspal 7% dengan kadar *filler* pengganti ASP 0% dan 25%, hal ini disebabkan

nilai stabilitasnya rendah dan diiringi dengan nilai *flow* yang tinggi sehingga campurannya bersifat terlalu lentur dan cenderung kurang stabil.

Pada grafik hubungan kadar aspal dengan *Marshall Quotient* kecenderungan sama dengan bentuk stabilitas *Marshall* untuk setiap variasi kadar *filler* ASP. Dapat diartikan bahwa 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 diikuti oleh angka *flow* yang tinggi.

4. Analisis Pengaruh *Filler* Pengganti ASP Terhadap Nilai *Void in Mix* (*VIM*)

VIM adalah rongga yang tersisa setelah campuran beton aspal dipadatkan. Syarat spesifikasi *AASHTO* untuk *VIM* untuk campuran *SMA* 12,5 mm adalah sebesar 4%. Namun, nilai *VIM* \pm 0,5% diizinkan karena kemungkinan terjadinya kesalahan pada pengujian volumetrik (TRB, 2011). Grafik nilai *VIM* untuk setiap variasi kadar *filler* abu sekam padi terdapat pada Gambar 5.8 berikut.



Gambar 5.8 Grafik Pengaruh *Filler* Pengganti ASP Terhadap Nilai *VIM* untuk Menentukan KAO

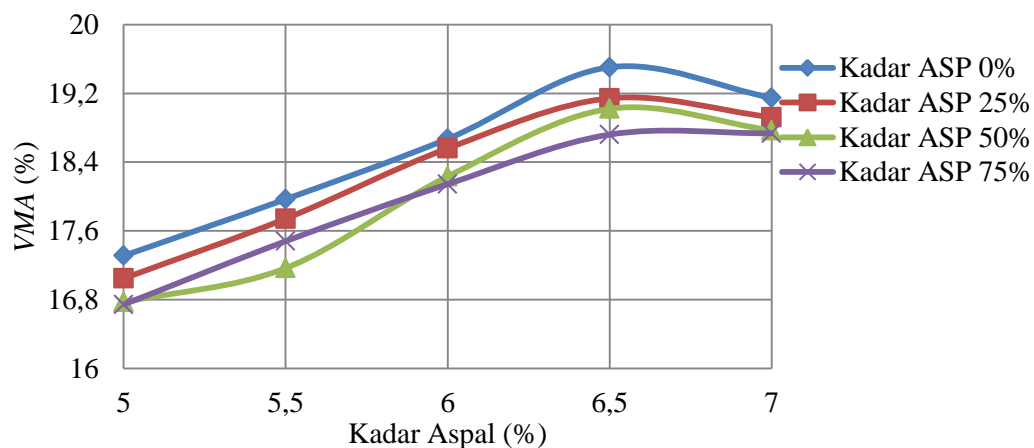
Pada Gambar 5.8 dapat dilihat bahwa nilai *VIM* cenderung mengalami penurunan seiring meningkatnya kadar *filler* pengganti ASP dan bertambahnya kadar aspal. Hal ini sejalan dengan penelitian Rosyidi,dkk (2012) yang menggunakan ASP dengan kadar 5%, 6% dan 7% pada campuran *HRA*, memiliki nilai *VIM* semakin menurun seiring bertambahnya kadar *filler* pengganti ASP dan kadar aspal. Pada setiap penambahan kadar *filler* pengganti ASP dengan kadar aspal yang sama, nilai *VIM* terbesar berada pada kadar

ASP 0% dan nilai *VITM* terkecil berada pada kadar ASP 75%. Hal ini disebabkan semakin terisinya rongga yang tersisa pada campuran setelah dipadatkan oleh *filler* pengganti ASP.

Hubungan antara peningkatnya kadar aspal diiringi dengan penambahan kadar *filler* pengganti ASP, membuat campuran SMA 12,5 mm yang bergradasi terbuka semakin terisi rongga campurannya oleh *filler* pengganti ASP sehingga nilai *VITM* cenderung turun. Hal ini disebabkan adanya peningkatan kepadatan pada setiap peningkatan kadar ASP yang mengisi rongga semakin baik. Nilai *VIM* terkecil dan memenuhi syarat spesifikasi AASHTO yaitu 4% terdapat pada setiap kadar aspal rencana 7% pada setiap variasi *filler* pengganti ASP.

5. Analisis Pengaruh *Filler* Pengganti ASP Terhadap Nilai *Void in Mineral Aggregate* (VMA)

VMA adalah persentase banyaknya rongga/pori antar butiran agregat dalam campuran. Nilai VMA disyaratkan >17% pada AASHTO. Grafik nilai VMA untuk setiap variasi kadar *filler* pengganti abu sekam padi terdapat pada Gambar 5.9 berikut.



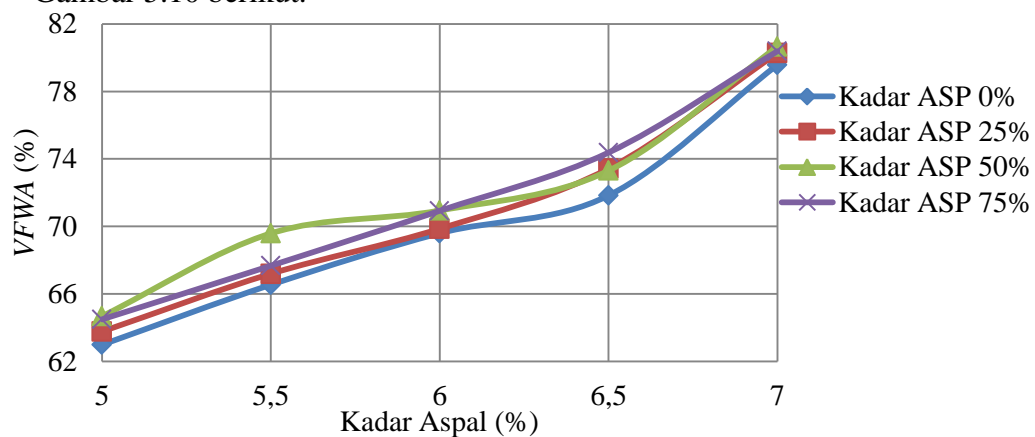
Gambar 5.9 Grafik Pengaruh *Filler* Pengganti ASP Terhadap Nilai VMA untuk Menentukan KAO

Pada Gambar 5.9 dapat dilihat bahwa grafik VMA mengalami kenaikan seiring bertambahnya kadar aspal karena semakin tebal aspal menyelimuti agregat. Semakin bertambah kadar *filler* pengganti ASP, nilai VMA semakin turun dari kadar ASP 0% hingga 75% karena rongga antar agregat terisi ASP berakibat pori semakin kecil. Nilai VMA terkecil terdapat pada kadar aspal 5%

dengan kadar *filler* pengganti ASP 50% sebesar 16,770% dan kadar *filler* pengganti ASP 75% sebesar 16,742%, sedangkan persyaratan AASHTO yaitu nilai *VMA* minimal 17%, sehingga dapat dikatakan bahwa nilai *VMA* minimum campuran dengan *filler* pengganti ASP untuk kadar ASP 50% dan 75% tidak memenuhi syarat. Hal ini disebabkan karena penambahan variasi *filler* pengganti ASP membuat ruang yang tersedia untuk menampung volume aspal dan volume rongga udara yang diperlukan dalam campuran semakin sedikit, sehingga pengerjaan pemadatan tidak lebih mudah akibat kadar ASP yang semakin meningkat tidak diimbangi dengan nilai kadar aspal yang tinggi pula, namun kondisi kadar aspal yang tinggi cenderung menyebabkan terjadinya pelelehan dan alur plastis, sehingga perlu dihindari penggunaan aspal yang berlebihan.

6. Analisis Pengaruh *Filler* Pengganti ASP Terhadap Nilai *VFWA*

VFWA adalah bagian dari rongga yang berada diantara mineral agregat (*VMA*) yang terisi aspal efektif. *VFWA* berfungsi untuk menjaga keawetan campuran beraspal dengan memberi batasan yang cukup. Grafik nilai *VFWA* untuk setiap variasi kadar *filler* pengganti abu sekam padi terdapat pada Gambar 5.10 berikut.



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

Pada Gambar 5.10 dapat dilihat bahwa kenaikan nilai *VFWA* sesuai dengan peningkatan kadar aspal dan penambahan kadar *filler* pengganti ASP, hal ini terjadi dikarenakan ada peningkatan rongga terisi aspal dan kekedapan campuran semakin meningkat.

5.2.3 Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO) Setiap Variasi Kadar Abu Sekam Padi Sebagai *Filler* Pengganti

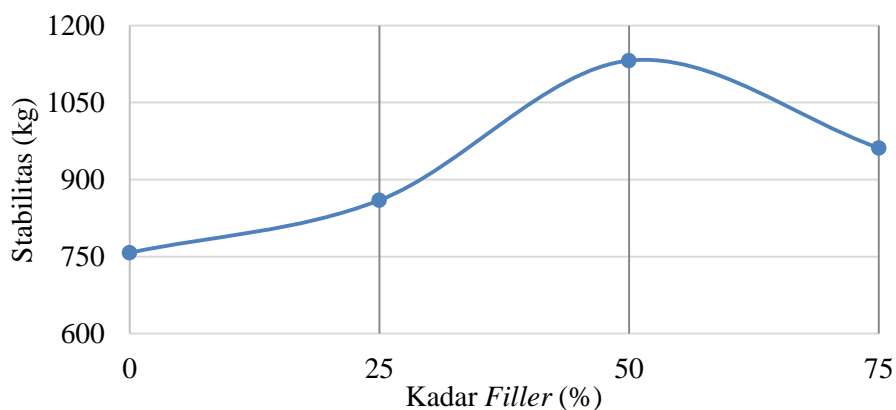
Penentuan KAO yaitu mencari batas maksimum dan minimum setiap kadar aspal rencana yang masuk persyaratan pada parameter *VITM*, *VMA* dan kadar aspal campuran minimum. KAO terbesar pada kadar ASP 0% sebesar 6,89% dan KAO terendah pada kadar ASP 75% sebesar 6,76%. KAO semakin kecil karena nilai *VITM* pada setiap penambahan kadar *filler* pengganti ASP mengalami penurunan akibat campuran semakin padat. *AASHTO* mensyaratkan bahwa nilai *VITM* campuran SMA 12,5 mm adalah sebesar 4%, namun nilai $VIM \pm 0,5\%$ diizinkan karena kemungkinan terjadi kesalahan pada pengujian volumetrik.

5.2.4 Pengaruh *Filler* Pengganti ASP Terhadap Karakteristik *Marshall*

Pembuatan benda uji untuk setiap variasi kadar *filler* pengganti ASP pada KAO, didapatkan tekstur campuran yang berbeda-beda. Hal ini disebabkan karena penyerapan aspal oleh abu sekam yang sangat tinggi tidak diimbangi dengan nilai KAO yang semakin turun, sehingga didapatkan nilai parameter *Marshall* yang berbeda dengan setiap kondisi campuran tersebut. Hasil pengujian *Marshall* adalah sebagai berikut.

1. Analisis Pengaruh Variasi *Filler* Pengganti Abu Sekam Padi terhadap Nilai Stabilitas

Grafik hasil nilai stabilitas akibat pengaruh *filler* pengganti ASP dapat dilihat pada Gambar 5.11 berikut.



Gambar 5.11 Grafik Pengaruh *Filler* Pengganti ASP Terhadap Nilai Stabilitas pada KAO

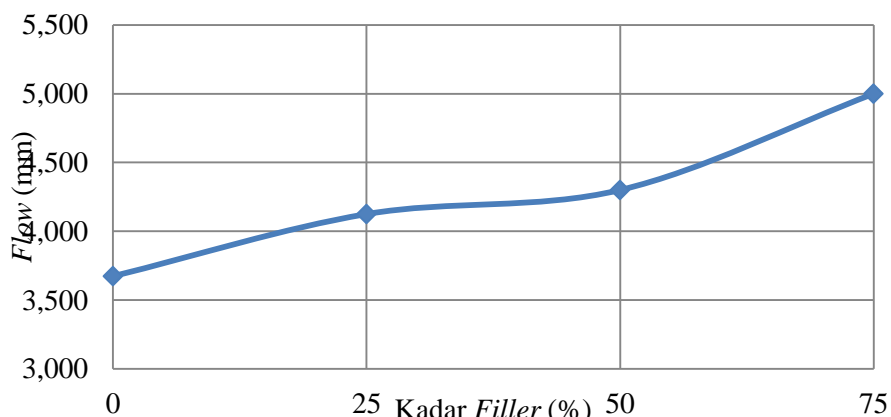
Pada Gambar 5.11 dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai stabilitas sampai kadar *filler* pengganti ASP 50% dan mengalami penurunan pada kadar *filler* pengganti ASP 75%. Hal ini sejalan dengan penelitian Ismadarni,dkk (2013) bahwa campuran AC-BC dengan *filler* pengganti ASP 0%, 25% dan 50% memiliki nilai stabilitas yang meningkat sampai titik optimum pada kadar ASP 25%, kemudian terjadi penurunan untuk kadar *filler* pengganti ASP selanjutnya.

Hubungan antara penambahan kadar *filler* ASP dengan masing-masing KAO yaitu pada campuran dengan *filler* pengganti ASP 50% masih stabil dan penyerapan ASP masih dapat diimbangi dengan *filler* abu batu, namun pada kadar *filler* pengganti ASP 75% mengalami penurunan karena proporsi *filler* yang berlebihan mengakibatkan ikatan antar butir agregat menjadi lemah akibat nilai KAO yang semakin menurun. Hal ini mengindikasikan bahwa meningkatnya nilai stabilitas campuran SMA 12,5 mm tidak semata mata disebabkan oleh nilai kepadatannya tetapi peningkatan kadar aspal dalam campuran ikut berkontribusi pada peningkatan nilai stabilitasnya. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan kadar *filler* pengganti ASP 50% pada campuran memiliki kinerja yang lebih baik dalam menahan beban.

Nilai signifikansi analisis *Anova* sebesar 0,021 pada tingkat signifikansi 0,05. Hasil signifikansi didapatkan $0,021 < 0,05$ (signifikan) sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa *filler* pengganti ASP berpengaruh terhadap nilai stabilitas. Hal ini mengindikasikan campuran SMA 12,5 mm dengan penggunaan *filler* pengganti ASP mempengaruhi nilai stabilitas campuran.

2. Analisis Pengaruh Variasi *Filler* Pengganti Abu Sekam Padi terhadap Nilai *Flow*

Grafik hasil nilai *flow* akibat pengaruh *filler* pengganti ASP dapat dilihat pada Gambar 5.12 berikut.

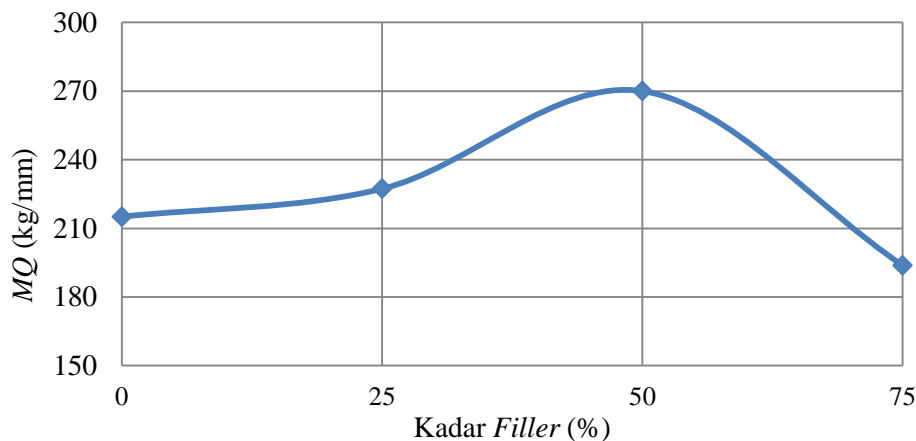


Gambar 5.12 Grafik Pengaruh *Filler* Pengganti ASP Terhadap Nilai *Flow* pada KAO

Pada Gambar 5.12 dapat dilihat bahwa nilai *flow* pada campuran SMA 12,5 mm mengalami kenaikan seiring dengan peningkatan kadar *filler* pengganti ASP. Peningkatan nilai *flow* yaitu sebesar 36,129% dari kondisi awal campuran. Hal ini sejalan dengan penelitian Ridwan,dkk (2017) bahwa campuran aspal yang menggunakan variasi kadar *filler* pengganti ASP 5%, 6% dan 7% memiliki nilai *flow* yang meningkat setiap penambahan kadar *filler* pengganti abu sekam. Hal ini disebabkan kadar *filler* pengganti ASP yang semakin banyak membuat campuran menjadi plastis sehingga tidak tahan terhadap deformasi.

Nilai signifikasinsi analisis *Anova* sebesar 0,660 pada tingkat signifikansi 0,05. Signifikansi didapatkan $0,660 > 0,05$ (tidak signifikan) sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa *filler* pengganti ASP tidak berpengaruh terhadap nilai *flow*. Hal ini mengindikasikan campuran SMA 12,5 mm dengan penggunaan *filler* pengganti ASP tidak mempengaruhi nilai *flow* campuran.

3. Analisis Pengaruh Variasi Abu Sekam Padi terhadap Nilai *MQ*
Grafik hasil nilai *MQ* akibat pengaruh *filler* pengganti ASP dapat dilihat pada Gambar 5.13 berikut.



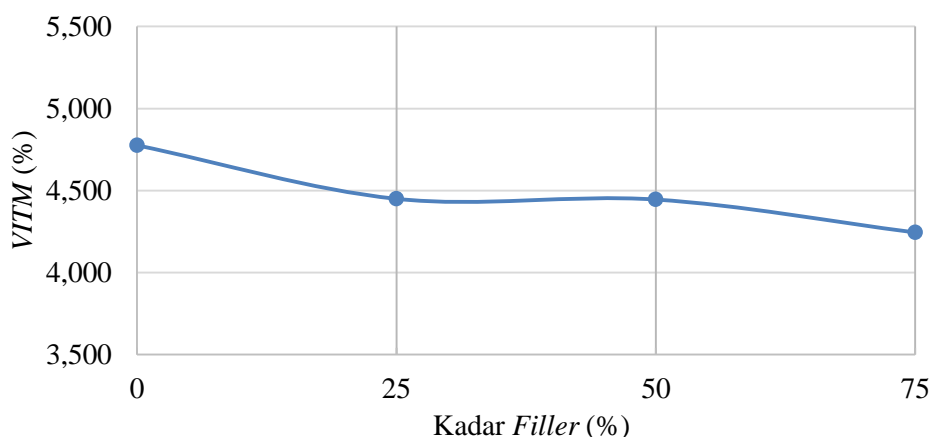
Gambar 5.13 Grafik Pengaruh *Filler* Pengganti ASP Terhadap Nilai *MQ* pada KAO

Pada Gambar 5.13 dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai *MQ* sampai kadar abu sekam 50% dan turun kembali pada kadar abu sekam pada 75%. Hal ini sejalan dengan penelitian Ismadarni,dkk (2013) dengan penggunaan *filler* pengganti ASP 0%, 25% dan 50% pada campuran AC-BC memiliki kondisi *MQ* cenderung sama dengan kondisi stabilitasnya dengan titik optimum berada di kadar 25%, menunjukkan semakin bertambah kadar ASP, campuran semakin kurang stabil dengan nilai *MQ* yang menurun.

Nilai *MQ* mengindikasikan sifat kekakuan atau kelenturan perkerasan dalam menerima beban lalu lintas. Penurunan nilai *MQ* pada kadar *filler* pengganti ASP 75% menunjukkan bahwa nilai stabilitas yang turun dan diiringi dengan nilai *flow* yang semakin meningkat membuat campuran bersifat cenderung kurang stabil.

Nilai signifikansi analisis *Anova* sebesar 0,132 pada tingkat signifikansi 0,05. Signifikansi didapatkan $0,132 > 0,05$ (tidak signifikan) sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa *filler* pengganti ASP tidak berpengaruh terhadap nilai *MQ*. Hal ini mengindikasikan campuran SMA 12,5 mm dengan penggunaan *filler* pengganti ASP tidak mempengaruhi nilai *MQ* campuran.

4. Analisis Pengaruh Variasi Abu Sekam Padi terhadap Nilai *Void in Mix (VIM)*
Grafik hasil nilai *VITM* akibat pengaruh *filler* pengganti ASP dapat dilihat pada Gambar 5.14 berikut.



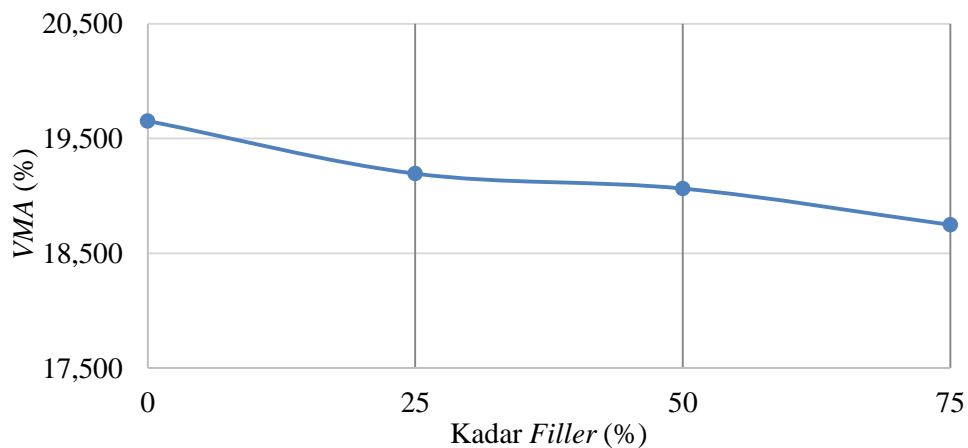
Gambar 5.14 Grafik Pengaruh *Filler* Pengganti ASP Terhadap Nilai *VITM* pada KAO

Pada Gambar 5.14 dapat dilihat bahwa nilai *VITM* pada campuran SMA 12,5 mm mengalami penurunan seiring bertambahnya kadar *filler* pengganti ASP kadar 0% hingga 75%. Hal ini sejalan dengan penelitian Ismadarni,dkk (2013) bahwa campuran yang menggunakan variasi kadar *filler* pengganti ASP 0%, 25% dan 50% untuk nilai *VITM* mengalami penurunan seiring bertambah kadar *filler* pengganti ASP pada beton aspal AC-BC. Hal ini disebabkan karena rongga pada campuran semakin terisi oleh *filler* pengganti ASP sehingga rongga semakin kecil dan campuran semakin padat.

Nilai signifikansi analisis *Anova* sebesar 0,610 pada tingkat signifikansi 0,05. Signifikansi didapatkan $0,610 > 0,05$ (tidak signifikan) sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa *filler* pengganti ASP tidak berpengaruh terhadap nilai *VITM*. Hal ini mengindikasikan campuran SMA 12,5 mm dengan penggunaan *filler* pengganti ASP tidak mempengaruhi nilai *VITM* campuran.

5. Analisis Pengaruh Variasi Abu Sekam Padi terhadap Nilai *Void in Mineral Aggregate (VMA)*

Grafik hasil nilai *VITM* akibat pengaruh *filler* pengganti ASP dapat dilihat pada Gambar 5.15 berikut.



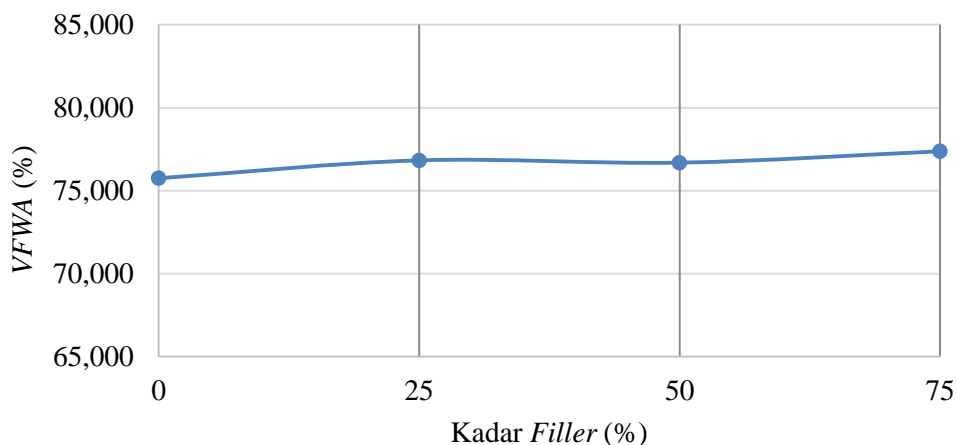
Gambar 5.15 Grafik Pengaruh *Filler* Pengganti ASP Terhadap Nilai VMA pada KAO

Pada Gambar 5.15 dapat dilihat bahwa nilai *VMA* pada campuran SMA 12,5 mm cenderung mengalami penurunan seiring meningkatnya kadar *filler* pengganti ASP dari kadar ASP 0% hingga 75%. Hal ini sejalan dengan penelitian Akbar,dkk (2012) bahwa campuran yang menggunakan variasi kadar *filler* pengganti ASP 4%, 6% dan 8% mengalami penurunan nilai *VMA* seiring bertambahnya kadar ASP pada lapis aspal beton AC-WC. Hal ini disebabkan kadar *filler* pengganti ASP yang semakin mengisi rongga campuran antar agregat yang menjadikan pori semakin kecil sehingga banyak rongga antar butiran agregat berkurang.

Nilai signifikansi analisis *Anova* sebesar 0,157 pada tingkat signifikansi 0,05. Signifikansi didapatkan $0,157 > 0,05$ (tidak signifikan) sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa *filler* pengganti ASP tidak berpengaruh terhadap nilai *VMA*. Hal ini mengindikasikan campuran SMA 12,5 mm dengan penggunaan *filler* pengganti ASP tidak mempengaruhi nilai *VMA* campuran.

6. Analisis Pengaruh Variasi Abu Sekam Padi terhadap Nilai *Void Failed with Asphalt (VFWA)*

Grafik hasil nilai *VFWA* akibat pengaruh *filler* pengganti ASP dapat dilihat pada Gambar 5.16 berikut.



Gambar 5.16 Grafik Pengaruh *Filler* Pengganti ASP Terhadap Nilai VFWA pada KAO

Pada Gambar 5.16 dapat dilihat bahwa nilai *VFWA* pada campuran SMA 12,5 mm cenderung mengalami peningkatan seiring meningkatnya kadar *filler* pengganti ASP dari kadar 0% hingga 75%. Hal ini sejalan dengan penelitian Ismadarni,dkk (2013) bahwa campuran AC-BC yang menggunakan variasi kadar *filler* pengganti ASP 0%, 25% dan 50% cenderung mengalami peningkatan nilai *VFWA* setiap penambahan kadar *filler* pengganti ASP. Hal ini disebabkan semakin besar aspal dan *filler* ASP mengisi rongga campuran yang membuat kedekatan campuran semakin meningkat.

Nilai signifikansi analisis *Anova* sebesar 0,780 pada tingkat signifikansi 0,05. Signifikansi didapatkan $0,780 > 0,05$ (tidak signifikan) sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa *filler* pengganti ASP tidak berpengaruh terhadap nilai *VFWA*. Hal ini mengindikasikan campuran SMA 12,5 mm dengan penggunaan *filler* pengganti ASP tidak mempengaruhi nilai *VFWA* campuran.

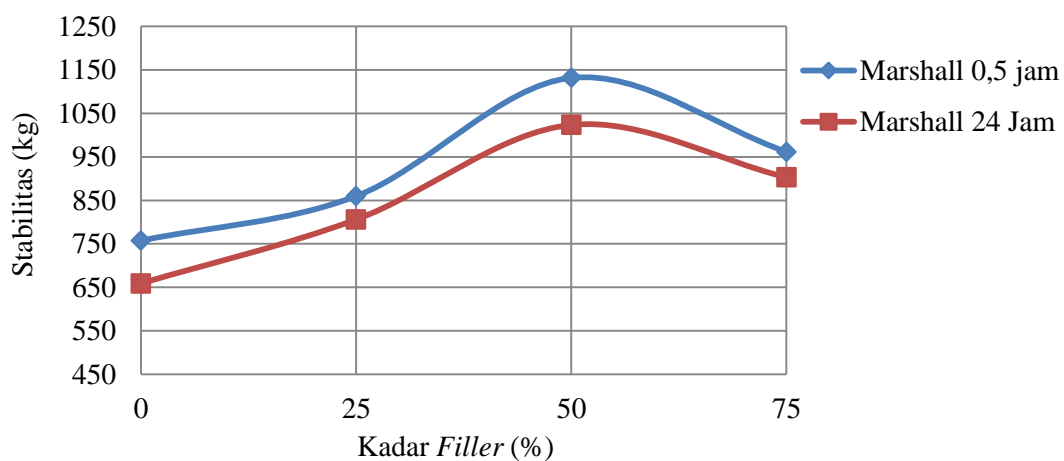
5.2.5 Pengaruh *Filler* Pengganti ASP Terhadap Nilai *Index of Retained Strength (IRS)*

Pengujian *Index of Retained Strength (IRS)* bertujuan untuk mengetahui durabilitas suatu campuran. Durabilitas adalah kemampuan beton aspal menerima beban lalu lintas seperti berat kendaraan dan gesekan antara roda kendaraan dan permukaan jalan, serta menahan keausan akibat pengaruh cuaca dan iklim, seperti udara, air, atau perubahan temperatur (Sukirman, 2003). Metode pengujian *Index*

of *Retained Strength (IRS)* yaitu membandingkan nilai stabilitas benda uji yang telah direndam dalam *waterbath* dengan suhu 60°C selama 30 menit dan 24 jam. Hasil pengujian *Immersion* pada campuran SMA 12,5 mm dengan berbagai variasi kadar abu sekam padi sebagai *filler* pengganti adalah sebagai berikut.

1. Analisis Pengaruh Kadar *Filler* Pengganti Abu Sekam Padi terhadap Nilai Stabilitas Rendaman 0,5 Jam dengan Rendaman 24 Jam

Grafik perbandingan nilai stabilitas pengujian *Immersion* pada campuran SMA 12,5 mm dengan variasi kadar abu sekam padi dapat dilihat pada Gambar 5.17 berikut.



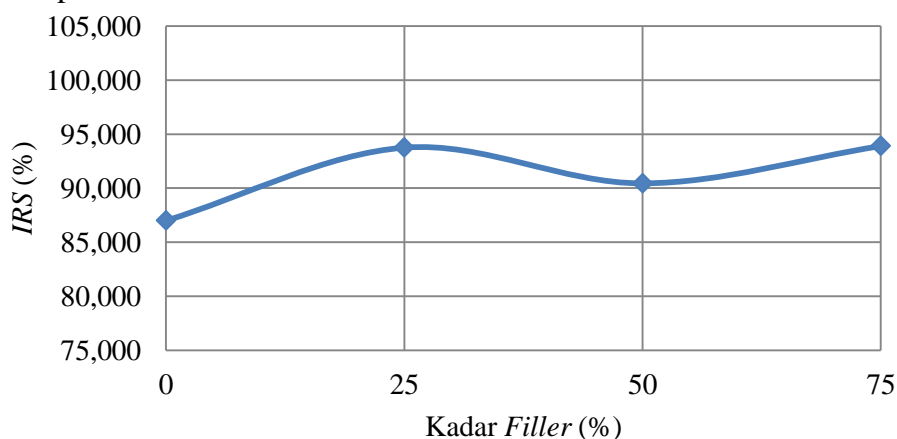
Gambar 5.17 Grafik Pengaruh *Filler* Pengganti ASP Terhadap Nilai Stabilitas Perendaman

Pengujian perendaman dalam *waterbath* bertujuan untuk mengkondisikan campuran beton aspal berada pada temperatur tinggi dengan disesuaikan seperti suhu terpanas di lapangan. Pada Gambar 5.17 dapat dilihat bahwa nilai stabilitas tiap variasi kadar *filler* pengganti ASP pada pengujian *Marshall* 24 jam terjadi penurunan nilai stabilitas dari nilai stabilitas perendaman 0,5 jam. Hal ini sejalan dengan penelitian Ismadarni,dkk (2013) bahwa campuran AC-BC yang menggunakan variasi kadar *filler* pengganti ASP 0%, 25% dan 50% setelah dilakukan perendaman dalam *waterbath* selama 24 jam memiliki nilai yang lebih rendah dari nilai stabilitas pada pengujian *Marshall* yang hanya direndam selama 0,5 jam.

Hasil pengujian tersebut dapat dilihat bahwa perubahan temperatur menjadi lebih tinggi mengakibatkan campuran aspal menjadi lembek sehingga nilai stabilitasnya menurun. Selain itu, penurunan nilai stabilitas terjadi karena air yang masuk dalam rongga campuran pada suhu yang tinggi akan mengurangi kelekatan aspal atau adhesi terhadap agregat.

2. Analisis Pengaruh Kadar Abu Sekam Padi terhadap Nilai *Index of Retained Strength (IRS)*

Proses perendaman pada pengujian *Index of Retained Strength (IRS)* bertujuan mengetahui durabilitas campuran aspal, untuk mengevaluasi keawetan campuran setelah mengalami proses perendaman dalam *waterbath* selama 24 jam pada suhu 60°C terhadap perendaman selama 0,5 jam pada suhu 60°C. Grafik hasil nilai *IRS* akibat pengaruh *filler* pengganti ASP dapat dilihat pada Gambar 5.18 berikut.



Gambar 5.18 Grafik Pengaruh *Filler* Pengganti ASP Terhadap Nilai *Index of Retained Strength (IRS)*

Pada Gambar 5.18 dapat dilihat bahwa nilai *IRS* pada kadar *filler* pengganti ASP cenderung meningkat. Hal ini sejalan dengan penelitian Ismadarni,dkk (2013) bahwa campuran AC-BC yang menggunakan variasi kadar *filler* pengganti ASP 0%, 25% dan 50% memiliki nilai *IRS* campuran cenderung meningkat pada campuran yang ditambah *filler* pengganti ASP dibandingkan dengan 0% ASP.

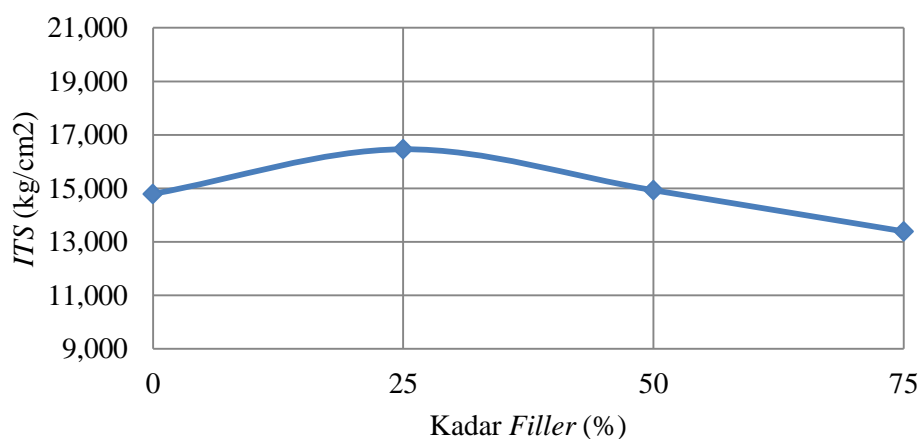
Nilai *IRS* pada kadar ASP 25%, 50% dan 75% adalah sebesar 93,755%, 90,449% dan 93,901%, memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu >90%.

Pada kadar *filler* pengganti ASP 0% sebesar 86,997% dibawah spesifikasi Bina Marga yang ditentukan, namun nilai *IRS* tersebut masih berada di atas batas minimum yang direkomendasikan oleh *Asphalt Institute* yaitu >75%. Durabilitas pada campuran SMA 12,5 mm tidak terlalu bagus meskipun untuk kekuatannya semakin meningkat karena campuran SMA 12,5 mm kondisi awal tanpa *filler* pengganti ASP memiliki nilai *IRS* <90% yang disyaratkan oleh Bina Marga 2010. Dapat disimpulkan bahwa campuran dengan penambahan *filler* pengganti ASP memiliki durabilitas yang cukup baik.

Nilai signifikansi analisis *Anova* sebesar 0,0 pada tingkat signifikansi 0,05. Signifikansi didapatkan $0,0 < 0,05$ (signifikan) sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa *filler* pengganti ASP berpengaruh terhadap nilai *IRS*. Hal ini mengindikasikan campuran SMA 12,5 mm dengan penggunaan *filler* pengganti ASP mempengaruhi nilai *IRS* campuran.

5.2.6 Pengaruh *Filler* Pengganti ASP Terhadap Nilai *Indirect Tensile Strength (ITS)*

Indirect Tensile Strength (ITS) adalah pengujian yang berguna untuk mengetahui nilai gaya tarik tidak langsung pada campuran aspal akibat beban lalu lintas. Grafik hasil nilai *ITS* akibat pengaruh *filler* pengganti ASP dapat dilihat pada Gambar 5.19 berikut.



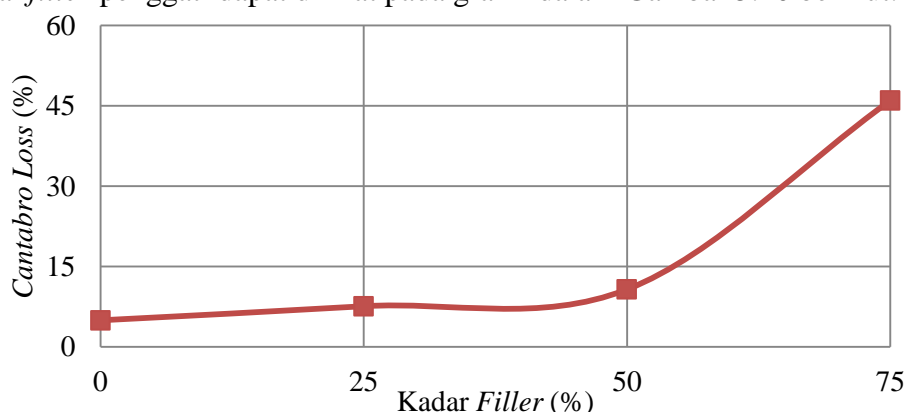
Gambar 5.19 Grafik Pengaruh *Filler* Pengganti ASP Terhadap Nilai *Indirect Tensile Strength (ITS)*

Pada Gambar 5.19 dapat dilihat bahwa nilai *ITS* campuran SMA 12,5 mm dengan variasi penambahan kadar *filler* pengganti ASP kadar 0% hingga 75% cenderung menurun. Hal ini karena lebar retak yang terjadi pada campuran SMA 12,5 mm lebih besar seiring bertambahnya kadar *filler* pengganti ASP akibat dari semakin besarnya kadar *filler* pengganti ASP, besarnya rongga pada campuran semakin kecil namun campuran semakin getas dan lebih rapuh dengan penambahan *filler* pengganti yang berlebih sehingga tidak tahan terhadap beban.

Nilai signifikansi analisis *Anova* sebesar 0,185 pada tingkat signifikansi 0,05. Signifikansi didapatkan $0,185 > 0,05$ (tidak signifikan) sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa *filler* pengganti ASP tidak berpengaruh terhadap nilai *ITS*. Hal ini mengindikasikan campuran SMA 12,5 mm dengan penggunaan *filler* pengganti ASP tidak mempengaruhi nilai gaya tarik tidak langsung campuran.

5.2.7 Pengaruh *Filler* Pengganti ASP Terhadap Nilai *Cantabro*

Nilai *Cantabro Test* menggambarkan ketahanan benda uji terhadap keausan dengan menggunakan mesin *Los Angeles*. Pelaksanaan pengujian ini 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 SMA 12,5 mm dengan berbagai variasi kadar abu sekam padi sebagai *filler* pengganti dapat dilihat pada grafik dalam Gambar 5.20 berikut.



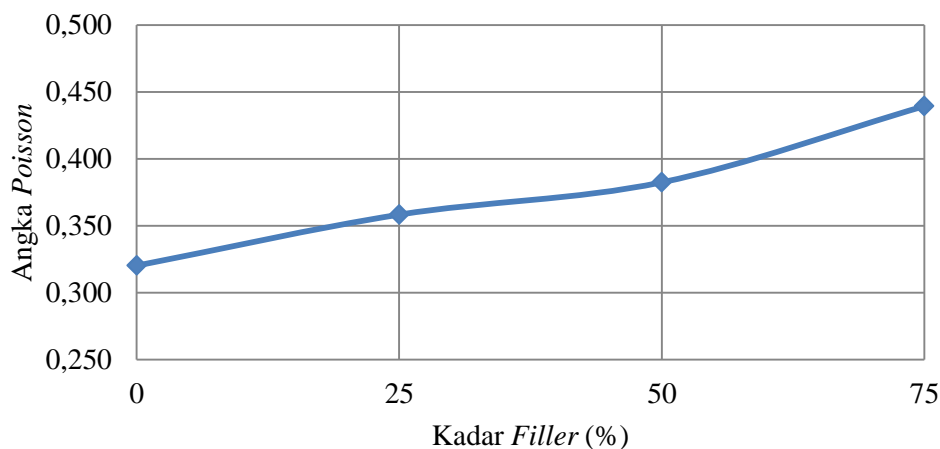
Gambar 5.20 Grafik Pengaruh *Filler* Pengganti ASP Terhadap Nilai *Cantabro*

Pada Gambar 5.20 dapat dilihat bahwa nilai *Cantabro Loss* mengalami kenaikan seiring bertambahnya kadar *filler* pengganti ASP. Nilai *Cantabro Loss* pada kadar *filler* pengganti ASP 0%, 25% dan 50% adalah sebesar 4,964%, 7,592% dan 10,730% yang memenuhi syarat Bina Marga 2010 yaitu $\leq 20\%$. Pada kadar *filler* pengganti ASP 75% didapatkan persentase kehilangan berat paling tinggi yaitu sebesar 45,98%, sehingga dapat dianalisis pada komposisi kadar *filler* pengganti ASP 75% campuran SMA 12,5 mm tidak memenuhi syarat spesifikasi Bina Marga 2010. Hal ini sejalan dengan penelitian Winayati,dkk (2018) bahwa campuran AC-BC dengan penggunaan *filler* abu batu 75% dan 25% abu tandan sawit memiliki nilai *Cantabro Loss* cukup rendah karena campuran masih dominan menggunakan *filler* abu batu. Hal ini disebabkan kadar *filler* pengganti yang memiliki daya serap tinggi dengan kadar berlebih mengakibatkan penyerapan aspal yang tinggi membuat campuran butiran agregat tidak berikatan dengan baik, sehingga perkerasan aspal tidak dapat menahan gesekan antara roda kendaraan dengan permukaan jalan. Dapat disimpulkan bahwa pada komposisi *filler* pengganti ASP 75% campuran SMA 12,5 mm tidak tahan terhadap keausan.

Nilai signifikansi analisis *Anova* sebesar 0,0 pada tingkat signifikansi 0,05. Signifikansi didapatkan $0,0 < 0,05$ (signifikan) sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa *filler* pengganti ASP berpengaruh terhadap nilai *cantabro*. Hal ini mengindikasikan campuran SMA 12,5 mm dengan penggunaan *filler* pengganti ASP mempengaruhi nilai kehilangan berat campuran.

5.2.8 Pengaruh *Filler* Pengganti ASP Terhadap Nilai *Poisson Ratio*

Angka *Poisson* adalah nilai yang dihasilkan dari perbandingan antara regangan horizontal dan regangan vertikal. Nilai angka *Poisson* pada campuran SMA 12,5 mm dengan berbagai variasi kadar abu sekam padi sebagai *filler* pengganti dapat dilihat pada grafik dalam Gambar 5.21 berikut.



Gambar 5.21 Grafik Pengaruh Filler Pengganti ASP Terhadap Nilai *Poisson Ratio*

Pada Gambar 5.21 pengujian *Poisson ratio* mengalami kenaikan seiring dengan penambahan kadar *filler* pengganti ASP. Kenaikan angka *Poisson* yaitu sebesar 37,187%. Pengaruh variasi *filler* pengganti ASP terhadap angka *poisson* pada campuran beton aspal cenderung mengalami peningkatan seiring bertambahnya kadar *filler* pengganti ASP sehingga regangan horizontal dan regangan vertikal yang terjadi semakin besar. Hal ini sejalan dengan penelitian Wiyono, dkk (2015) bahwa penggunaan *filler* pengganti kapur yang memiliki kandungan sementasi dan silika tinggi memiliki angka *poisson* meningkat seiring bertambahnya kadar *filler* pengganti. Peningkatan Angka *Poisson* ini disebabkan oleh semakin besar persen kadar *filler* pengganti ASP namun dengan kadar aspal optimum yang semakin turun menyebabkan penurunan atau perubahan bentuk campuran semakin besar sehingga campuran menjadi semakin getas.

Nilai signifikansi analisis *Anova* sebesar 0,130 pada tingkat signifikansi 0,05. Signifikansi didapatkan $0,130 > 0,05$ (tidak signifikan) sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa *filler* pengganti ASP tidak berpengaruh terhadap nilai *Poisson Ratio*. Hal ini mengindikasikan campuran SMA 12,5 mm dengan penggunaan *filler* pengganti ASP tidak mempengaruhi angka *poisson* campuran.

5.3 Tinjauan Karakteristik Campuran *Stone Matrix Asphalt* 12,5 mm dengan Menggunakan Abu Sekam Padi Sebagai *Filler* Pengganti

Pada penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan dari berbagai macam hasil yang diperoleh sesuai dengan kadar *filler* pengganti ASP yang dipakai. Penggunaan variasi kadar ASP sebagai *filler* pengganti yaitu 0%, 25%, 50% dan 75% memiliki kecenderungan peningkatan kinerja campuran *Stone Matrix Asphalt* 12,5 mm.. Hasil pengujian dirangkum pada Tabel 5.25 berikut.

Tabel 5.25 Rangkuman Hasil Penelitian

Parameter	Kesimpulan
Stabilitas	Nilai stabilitas meningkat 49,382% setelah ditambahkan kadar <i>filler</i> pengganti ASP 50%, lalu mengalami penurunan pada kadar <i>filler</i> pengganti ASP 75% sebesar 15,025% dari kadar <i>filler</i> pengganti ASP 50%. Pada analisis statistik <i>Anova</i> satu arah didapatkan hasil signifikan antara <i>filler</i> pengganti ASP dengan nilai stabilitas.
<i>Flow</i>	Nilai <i>flow</i> mengalami kenaikan setiap penambahan kadar <i>filler</i> pengganti ASP. Pada analisis statistik <i>Anova</i> satu arah didapatkan hasil tidak signifikan antara <i>filler</i> pengganti ASP dengan nilai <i>flow</i> .
<i>MQ</i>	Nilai <i>MQ</i> meningkat hingga kadar <i>filler</i> pengganti ASP 50%, kemudian menurun sebesar 28,223% pada kadar <i>filler</i> pengganti ASP 75% dari kadar <i>filler</i> pengganti ASP 50%. Pada analisis statistik <i>Anova</i> satu arah didapatkan hasil tidak signifikan antara <i>filler</i> pengganti ASP dengan nilai <i>MQ</i> .
<i>VITM</i>	Nilai <i>VITM</i> mengalami penurunan seiring bertambahnya kadar <i>filler</i> pengganti ASP. Nilai <i>VITM</i> yang memenuhi persyaratan AASHTO 4% diizinkan $\pm 0,5\%$ adalah pada kadar <i>filler</i> pengganti ASP 25%, 50% dan 75%. Pada analisis statistik <i>Anova</i> satu arah didapatkan hasil tidak signifikan antara <i>filler</i> pengganti ASP dengan nilai <i>VITM</i> .

Lanjutan Tabel 5.25 Rangkuman Hasil Penelitian

Parameter	Kesimpulan
VMA	Nilai VMA mengalami penurunan seiring bertambahnya kadar <i>filler</i> pengganti ASP. Nilai VMA pada setiap variasi kadar <i>filler</i> pengganti ASP memenuhi persyaratan AASHTO minimum 17%. Pada analisis statistik <i>Anova</i> satu arah didapatkan hasil tidak signifikan antara <i>filler</i> pengganti ASP dengan nilai VMA.
VFWA	Nilai VFWA cenderung mengalami kenaikan seiring bertambahnya kadar <i>filler</i> pengganti ASP. Pada analisis statistik <i>Anova</i> satu arah didapatkan hasil tidak signifikan antara <i>filler</i> pengganti ASP dengan nilai VMA.
IRS	Nilai IRS pada kadar <i>filler</i> pengganti ASP 0% < 90% yaitu sebesar 86,997%, sehingga tidak memenuhi standar spesifikasi Bina Marga 2010. Pada kadar <i>filler</i> pengganti ASP 25%, 50% dan 75% memenuhi standar Bina Mrga 2010 yaitu 93,755%, 90,449% dan 93,901%. Pada analisis statistik <i>Anova</i> satu arah didapatkan hasil signifikan antara <i>filler</i> pengganti ASP dengan nilai IRS.
ITS	Nilai ITS mengalami kenaikan sebesar 11,270% pada kadar <i>filler</i> pengganti ASP 25% dari kondisi awal campuran, kemudian nilai ITS mengalami penurunan selama penambahan kadar <i>filler</i> pengganti ASP setelah kadar ASP 25% hingga 75%. Penurunan nilai ITS untuk kadar <i>filler</i> pengganti 75% sebesar 18,657% dari campuran dengan kadar <i>filler</i> pengganti ASP 25%. Pada analisis statistik <i>Anova</i> satu arah didapatkan hasil tidak signifikan antara <i>filler</i> pengganti ASP dengan nilai ITS.
Cantabro	Nilai <i>Cantabro Loss</i> pada kadar <i>filler</i> pengganti ASP 0%, 25% dan 50% memiliki nilai <i>Cantabro Loss</i> yang memenuhi syarat $\leq 20\%$ yaitu sebesar 4,964%, 7,592% dan 10,730%, namun pada kadar <i>filler</i> pengganti ASP 75% melebihi syarat yang ditentukan yaitu sebesar 45,98%. Pada analisis statistik <i>Anova</i> satu arah didapatkan hasil signifikan antara <i>filler</i> pengganti ASP dengan nilai <i>cantabro</i> .

Tabel 5.25 Rangkuman Hasil Penelitian

Parameter	Kesimpulan
<i>Poisson Ratio</i>	Angka <i>Poisson</i> mengalami kenaikan seiring dengan penambahan kadar <i>filler</i> pengganti ASP. Kenaikan angka <i>Poisson</i> yaitu sebesar 37,187%. Pada analisis statistik <i>Anova</i> satu arah didapatkan hasil tidak signifikan antara <i>filler</i> pengganti ASP dengan nilai <i>poisson ratio</i> .

Campuran SMA 12,5 mm memiliki durabilitas yang kurang baik pada kondisi awal campuran meskipun kekuatannya semakin meningkat seiring bertambahnya kadar *filler* pengganti ASP. Durabiliras dan kepadatan campuran meningkat mutunya seiring bertambahnya kadar *filler* pengganti ASP. Campuran SMA 12,5 mm dengan *filler* pengganti ASP memiliki kekurangan yaitu tajam dalam penurunan kinerjanya ketika kadar *filler* pengganti ASP terlalu banyak karena dapat membuat campuran terlalu peka terhadap deformasi, sehingga pada penggunaan variasi kadar *filler* pengganti direkomendasikan tidak menggunakan variasi kadar *filler* pengganti ASP yang berlebih untuk campuran *Stone Matrix Asphalt* 12,5 mm.