

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1. Hasil Penelitian

5.1.1 Hasil Pengujian Karakteristik Aspal

Pengujian yang dilakukan pada aspal dengan menggunakan aspal Pertamina Pen 60/70. Standar mengacu pada Spesifikasi Bina Marga 2010, pengujian dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia. Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Data Hasil Pengujian Aspal Pertamina Pen 60/70

No.	Jenis Pengujian	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
1.	Berat Jenis	Min. 1	1,055	Memenuhi
2.	Penetrasi (0,1 Mm)	60 – 70	61,5	Memenuhi
3.	Daktilitas (Cm)	Min. 100	164	Memenuhi
4.	Titik Nyala Dan Bakar (%)	Min. 232	270 & 290	Memenuhi
5.	Titik Lembek (%)	Min. 48	48	Memenuhi
6.	Kelarutan TCE (%)	Min. 99	100	Memenuhi

5.1.2 Hasil Pengujian Karakteristik Agregat

Pengujian terhadap agregat meliputi pengujian agregat halus, agregat kasar, dan *filler*. Agregat diperoleh dari sungai clereng. Seruluh pengujian dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia. Data yang akan diperoleh mengacu pada standar Bina Marga 2010 Revisi 3. Hasil pengujian agregat kasar, agregat halus, dan *filler* dapat dilihat pada Tabel 5.2, Tabel 5.3, dan Tabel 5.4.

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar

No.	Jenis Pengujian	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
1.	Berat Jenis	Min. 2,5	2,651	Memenuhi
2.	Penyerapan Agregat Terhadap Air (%)	Mak. 3	2,043	Memenuhi
3.	Kelekatan Agregat Terhadap Aspal (%)	Min. 95	95	Memenuhi
4.	Keausan dengan mesin <i>Loss Angeles</i> (%)	Mak. 40	11,908	Memenuhi

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Agregat Halus

No.	Jenis Pengujian	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
1.	Berat Jenis	Min. 2,5	2,627	Memenuhi
2.	Penyerapan Agregat Terhadap Air (%)	Mak. 3	2,285	Memenuhi
3.	<i>Sand Equivalent</i> (%)	Min. 50	91,275	Memenuhi

Tabel 5.4 Hasil Pengujian Berat Jenis *Filler*

No.	<i>Filler</i>	Hasil
1.	Debu Batu	2,553
2.	Abu Sekam Padi	1,952

5.1.3 Hasil Pengujian Campuran SMA 0/11 untuk Menentukan Kadar Aspal Optimum

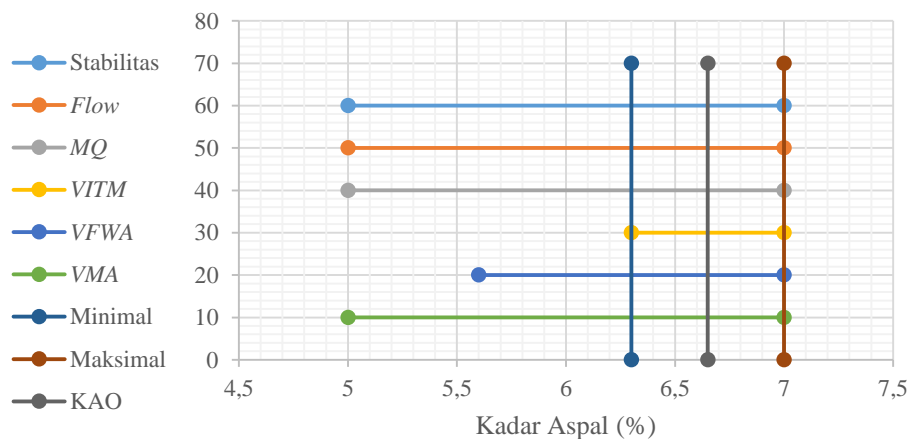
Pengujian yang dilakukan untuk menentukan kadar aspal optimum diperoleh nilai-nilai karakteristik *Marshall* diantaranya stabilitas (*stability*), kelelahan (*flow*), *VMA* (*Void in Mineral Agregate*), *VFWA* (*Void Filled With Aspalh*), *VITM* (*Void in the Total Mix*), *MQ* (*Marshall Quotient*), dan kepadatan (*density*) yang menggunakan bahan ikat aspal Pen 60/70. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel

5.5, hasil yang didapatkan digambarkan dalam grafik dapat dilihat pada Gambar 5.1.

Penentuan kadar aspal optimum campuran SMA 0/11 dengan melihat karakteristik *Marshall*, dari pengujian *Marshall* diperoleh batas optimum dan batas maksimal. Nilai kadar optimum didapatkan dari nilai tengah antara batas maksimum dan minimum. Hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 14.

Tabel 5.5 Hasil Pengujian *Marshall* untuk Mencari KAO

kadar aspal (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)	VITM (%)	VFWA (%)	VMA (%)	Density (gr/cc)
5	1143,23	3,87	297,66	6,66	62,36	17,51	2,291
5,5	1653,10	3,10	533,26	6,59	64,69	18,46	2,276
6	1176,36	3,70	335,65	5,57	70,16	18,57	2,285
6,5	1175,84	3,30	356,40	3,78	79,26	18,03	2,313
7	1055,53	3,65	299,60	3,26	82,56	18,59	2,309
Spesifikasi	>800	>3	>250	>3,0-5,0	>65	>15	>2



Gambar 5.1 Penentuan KAO Campuran SMA 0/11

Berdasarkan Gambar 5.1 dapat dilihat kadar aspal minimum sebesar 6,3 % dan nilai kadar aspal maksimum sebesar 7% sehingga diperoleh kadar aspal optimum sebesar 6,65%.

5.1.4 Kebutuhan Agregat pada Kadar Aspal Optimum

Setelah didapatkan kadar aspal optimum maka kebutuhan agregat pada campuran SMA 0/11 pada kadar aspal optimum dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Kebutuhan Agregat pada KAO Campuran SMA 0/11

Ukuran Saringan		Spesifikasi		Komulatif (%)		Berat Tertahan (gram)	
Inci	mm	Min.	Mak.	Lolos	Tertahan	Tertahan	Kumulatif
3/4"	19	100	100	100	0		0
1/2"	12,5	90	100	95	5	56,01	56,01
3/8"	9,5	50	65	57	43	425,676	481,686
No.4	4,75	30	45	37,5	62,5	218,439	700,125
No.8	2,36	20	30	25	75	140,025	840,15
No.50	0,3	10	22	15	85	112,02	952,17
No.200	0,075	8	12	10	90	56,01	1008,18
Pan		0	0	0	100	112,02	1120,2
Jumlah						1120,2	

5.1.5 Kebutuhan Filler Pengganti pada Kadar Aspal Optimum

Kebutuhan *filler* pengganti pada kadar aspal optimum campuran SMA 0/11 dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Kebutuhan Filler Pengganti Pada KAO Campuran SMA 0/11

% Pengganti Sekam Padi	0	25	50	75	100
<i>Filler</i> Debu Batu	112,02	84,01	56,01	28,00	0
<i>Filler</i> Sekam Padi	0	21,41	42,83	64,25	85,67

5.1.6 Hasil Pengujian Campuran SMA 0/11 pada Kadar Aspal Optimum

Hasil pengujian campuran SMA 0/11 pada kadar aspal optimum meliputi pengujian *Marshall*, *Index of Retained Strength*, *Indirect Tensile Strength*, Permeabilitas, dan *Cantabro*. Hasil yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 5.8 sampai Tabel 5.16.

Tabel 5.8 Rekapitulasi Hasil Pengujian Marshall Rendaman Air Laut 0 jam

Kadar <i>Filler</i> Abu Sekam Padi (%)	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	1134,85	6,50	176,49	3,08	82,85	17,74	2,324
25	1365,21	4,60	300,77	3,69	79,76	18,18	2,298
50	1859,00	4,60	405,03	3,64	79,94	18,07	2,288
75	1340,05	5,83	233,38	4,23	77,35	18,50	2,263
100	1221,15	5,90	207,01	4,46	76,07	18,63	2,247

Tabel 5.9 Rekapitulasi Hasil Pengujian Marshall Rendaman Air Laut 48 jam

Kadar <i>Filler</i> Abu Sekam Padi (%)	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	942,54	5,73	164,06	3,47	80,91	18,07	2,315
25	1084,37	4,57	237,73	4,26	77,33	18,67	2,285
50	1404,03	4,33	323,40	4,06	78,07	18,43	2,278
75	1103,31	4,87	227,16	4,13	77,56	18,42	2,266
100	914,93	4,97	184,20	4,75	74,94	18,88	2,240

Tabel 5.10 Rekapitulasi Hasil Pengujian Marshall Rendaman Air Laut 96 jam

Kadar <i>Filler</i> Abu Sekam Padi (%)	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	906,34	5,70	159,70	4,03	78,34	18,54	2,301
25	1029,70	4,43	233,32	4,39	76,76	18,78	2,282
50	1214,28	4,20	289,19	4,14	77,62	18,50	2,277
75	967,47	4,60	210,46	4,43	76,30	18,67	2,259
100	787,40	4,80	164,42	5,27	72,77	19,32	2,228

Tabel 5.11 Rekapitulasi Hasil Pengujian *Index of Retained Strength*

Kadar <i>Filler</i> Abu Sekam Padi (%)	Nilai <i>IRS</i> (%)		
	Lama Perendaman (jam)		
	0	48	96
0	65,72	65,07	62,08
25	71,82	69,77	67,59
50	76,88	70,61	69,41
75	72,18	68,83	65,90
100	69,53	66,42	58,23

Tabel 5.12 Rekapitulasi Hasil Pengujian *Indirect Tensile Strength*

Kadar <i>Filler</i> Abu Sekam Padi (%)	Nilai <i>ITS</i> (Kg/cm ²)		
	Lama Perendaman (jam)		
	0	48	96
0	20,7703	18,7835	17,4868
25	19,0176	16,1525	14,8577
50	17,8745	15,8854	13,9244
75	14,8986	13,3253	12,7243
100	12,1194	11,6023	10,4485

Tabel 5.13 Rekapitulasi Pengujian *Cantabro*

Kadar <i>Filler</i> Abu Sekam Padi (%)	<i>Cantabro Loss</i> (%)		
	Lama Perendaman (jam)		
	0	48	96
0	3,98	4,10	5,41
25	10,69	12,38	12,91
50	11,53	16,45	25,37
75	14,31	52,00	53,50
100	24,82	74,83	77,09

Tabel 5.14 Rekapitulasi Pengujian Permeabilitas

Kadar <i>Filler</i> Abu Sekam Padi (%)	Koefisien Permeabilitas (K) (cm/sec)		Hasil	Keterangan
	Tekanan 1:1	Tekanan 2:2		
0	$4,89 \times 10^{-4}$	$6,32 \times 10^{-5}$	Drainase Jelek	Kedap Air
25	$6,66 \times 10^{-4}$	$5,13 \times 10^{-5}$	Drainase Jelek	Kedap Air
50	$7,29 \times 10^{-4}$	$6,17 \times 10^{-5}$	Drainase Jelek	Kedap Air
75	$6,25 \times 10^{-4}$	$6,70 \times 10^{-5}$	Drainase Jelek	Kedap Air
100	$9,98 \times 10^{-4}$	$1,00 \times 10^{-4}$	Drainase Jelek	Kedap Air

Data-data seperti karakteristik *Marshall*, *Index of Retained Strength*, *Indirect Tensile Strength*, dan *Cantabro* dengan parameter lama rendaman air laut terhadap campuran SMA 0/11 yang menggunakan abu sekam padi sebagai *filler* pengganti dianalisis menggunakan analisis statistik *Anova*. Hasil rekapitulasi analisis menggunakan *Anova* dapat dilihat pada Tabel 5.14 dan Tabel 5.15. Hasil analisis selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 5.15 Rekapitulasi Hasil Uji Statistika *Anova* Untuk Karakteristik *Marshall*

Parameter	Hasil Analisis	Keterangan
Stabilitas	Signifikan	H ₁ diterima
<i>Flow</i>	Signifikan	H ₁ diterima
<i>MQ</i>	Signifikan	H ₁ diterima

Tabel 5.16 Rekapitulasi Hasil Uji Statistika *Anova* Untuk Karakteristik *IRS*, *ITS*, dan *Cantabro*

Parameter	Hasil Analisis	Keterangan
<i>IRS</i>	Signifikan	H ₁ diterima
<i>ITS</i>	Signifikan	H ₁ diterima
<i>Cantabro</i>	Signifikan	H ₁ diterima

5.2. Pembahasan

5.2.1 Karakteristik Aspal

Pembahasan pengujian karakteristik aspal Pen 60/70 adalah sebagai berikut.

1. Berat Jenis Aspal

Berat jenis aspal adalah perbandingan antara volume aspal dan volume air, besarnya berat jenis aspal penting dalam perencanaan campuran agregat dan aspal, karena pada umumnya berdasarkan perbandingan berat dan juga menentukan kadar aspal dalam suatu campuran. Hasil dari pengujian berat jenis aspal Pertamina 60/70 didapatkan berat jenis aspal sebesar 1,05. Hasil ini menunjukkan bahwa pengujian aspal memenuhi persyaratan Bina Marga yaitu $> 1,00$.

2. Penetrasi Aspal

Penetrasi aspal bertujuan untuk menentukan kekerasan dan kelembakan suatu aspal pada suhu tertentu, semakin besar angka penetrasi maka semakin lembek aspal tersebut dan sebaliknya semakin kecil angka penetrasi maka aspal tersebut semakin keras. Hasil dari pengujian aspal Pertamina didapatkan nilai penetrasi sebesar 61,5 mm, hasil penetrasi aspal menunjukkan bahwa aspal Pen 60/70 yang digunakan mempunyai kekerasan yang lebih karena hasil yang didapatkan sebesar 61,5 mm, dilihat dari spesifikasi Bina Marga 2010 dengan syarat penetrasi 60 – 79 mm.

3. Kelarutan dalam Karbon Terta Klorida (CCL_4)

Pengujian kelarutan ini bertujuan untuk menentukan kelarutan aspal dalam Karbon Terta Klorida sehingga dapat diketahui persentase kandungan mineral lain dalam aspal. Kelarutan aspal yang melebihi 0,5% menunjukkan kontaminasi aspal dengan mineral lain dan pemanasan yang berlebihan. Hasil yang didapatkan menunjukkan tingkat kemurnian aspal, semakin tinggi nilai yang didapatkan maka aspal tersebut murni dari kandungan mineral lainnya. Hasil pengujian kelarutan aspal dalam CCL_4 sebesar 100%, hal ini menunjukkan bahwa aspal yang digunakan bersih dari kotoran debu dan mineral lainnya. Hasil memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga yaitu sebesar $> 99\%$.

4. Daktilitas

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kekenyalan aspal. Kekenyalan aspal dapat dinyatakan dengan panjang pemuluran aspal yang tercapai hingga sebelum putus. Daktilitas digunakan untuk mengetahui ketahanan aspal terhadap retak. Aspal yang mempunyai daktilitas yang rendah akan mengalami retak-retak dalam penggunaannya disebabkan lapisan perkerasan mengalami perubahan suhu agak tinggi. Pada pengujian daktilitas didapatkan nilai sebesar 164 cm. Nilai ini memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga sebesar > 100 cm.

5. Titik Lembek

Pengujian titik lembek bertujuan untuk mempengaruhi aspal mulai menjadi lunak. Hasil pengujian titik lembek didapatkan nilai sebesar 48°C . Jika dilihat dari hasil yang didapatkan aspal yang digunakan ketika di berikan suatu bola baja diatasnya dan dipanaskan aspal yang digunakan lebih cepat menjadi lunak hal ini dapat dilihat karena hasil ini memenuhi persyaratan Bina Marga 2010 yaitu sebesar $48^{\circ}\text{C} - 58^{\circ}\text{C}$, pada saat suhu 48°C aspal sudah menjadi lunak.

6. Titik Nyala dan Titik Bakar

Pengujian titik nyala berguna untuk menentukan aspal mulai menyala singkat dengan mengeluarkan percikan api selama beberapa detik. Hal ini bertujuan untuk menentukan batas temperatur aspal ketika dipanaskan. Sedangkan titik bakar adalah suhu pada saat terlihat nyala ± 5 detik pada permukaan aspal. Hasil pengujian titik nyala aspal didapatkan sebesar 270°C dan titik Bakar sebesar 290°C . Nilai yang di dapatkan pada pengujian ini memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu $> 232^{\circ}\text{C}$.

5.2.2 Karakteristik Agregat Kasar

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

1. Berat Jenis Agregat

Berat jenis agregat adalah perbandingan antara berat dari satuan volume dari suatu material terhadap air pada suhu tertentu. Besarnya berat jenis yang

diperiksa adalah untuk agregat dalam keadaan kering, berat permukaan jenuh, dan berat jenis semu. Hasil pengujian berat jenis agregat dari Clereng yaitu sebesar 2,651. Hasil ini memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu $> 2,5$.

2. Kelekatan Agregat Terhadap Aspal

Pemeriksaan kelekatan agregat terhadap aspal untuk mengetahui kelekatan agregat terhadap aspal. Kelekatan agregat terhadap aspal adalah persentase luas permukaan batuan yang tertutup aspal terhadap luas keseluruhan permukaan. Hasil yang di dapatkan dalam pengujian sebesar 95%. Dari hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa hampir seluruhnya permukaan agregat terselimuti oleh aspal. Hasil memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga yaitu $> 95\%$.

3. Penyerapan Agregat Terhadap Air

Penyerapan agregat terhadap air adalah tingkat kemampuan suatu bahan dalam menyerap air, rongga atau pori agregat. Sehingga apabila suatu beton aspal yang memiliki rongga atau pori besar maka penyerapan agregat terhadap air semakin besar. Hasil pengujian penyerapan agregat terhadap aspal sebesar 2,043%. Dari hasil yang didapatkan diketahui bahwa penyerapan agregat terhadap air memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga yaitu sebesar $< 3\%$.

4. Kehausan dengan Mesin *Loss Angeles*

Pengujian kehausan untuk mengetahui ketahanan agregat terhadap penghancuran dengan menggunakan mesin *loss angeles*, dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan yang aus lolos saringan No. 12 terhadap berat mula-mula. Serta menjadi bahan pegangan untuk menentukan ketahan agregat kasar terhadap kehausan dengan mesin abrasi *Loss Angles*. Hasil yang di dapatkan sebesar 11,908%. Dari hasil yang didapatkan menurut PUBLI 25 – 2 maka agregat termasuk konstruksi jalan berat (beton kelas III). Hasil ini memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu $< 40\%$.

5.2.3 Karakteristik Agregat Halus

Pembahasan terhadap pengujian karakteristik agregat halus yang digunakan dalam pembuatan benda uji adalah sebagai berikut.

1. Berat Jenis Agregat

Berat jenis agregat merupakan perbandingan antara berat satuan volume dari suatu material terhadap volume yang sama pada temperatur tertentu. Bertujuan untuk menentukan berat jenis kering, berat jenis kering permukaan jenuh, dan berat jenis semu. Hasil pengujian agregat halus dari Clereng sebesar 2,627. Nilai yang diperoleh memenuhi syarat spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu $> 2,5$.

2. *Sand Equivalent*

Sand equivalent menunjukkan tingkat kebersihan agregat halus terhadap debu, lumpur atau kotoran lainnya. Hasil pengujian *sand equivalent* agregat halus dari Clereng sebesar 91,275%. Dapat dilihat dari hasil bahwa agregat halus yang digunakan sangat bersih digunakan serta hampir semua terbebas dari kotoran, lumpur atau kotoran. Nilai *sand equivalent* memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu $> 50\%$.

3. Penyerapan Agregat Terhadap Air

Penyerapan agregat terhadap air adalah kemampuan suatu bahan untuk menyerap air, rongga atau pori pada agregat. Hasil dari pengujian di dapatkan nilai sebesar 2,285%. Dari hasil menunjukkan bahwa nilai yang didapatkan masih memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu $< 3\%$.

4. *Filler*

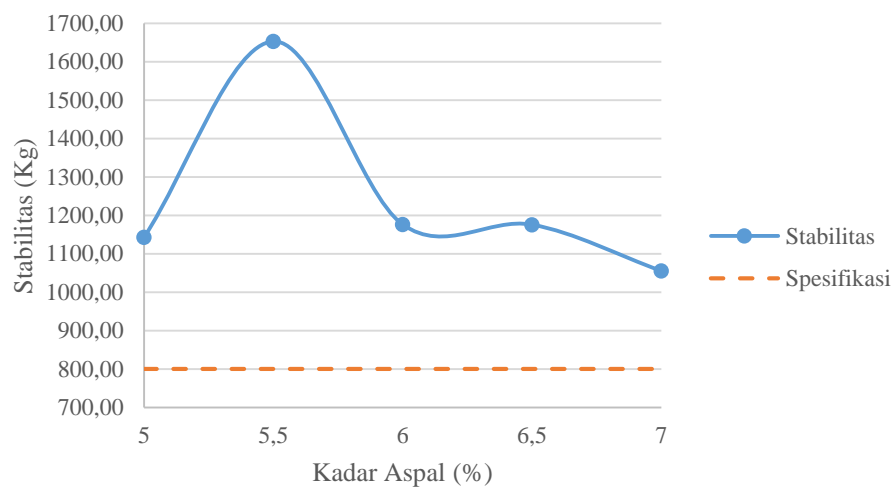
Filler merupakan komponen agregat halus lolos saringan 200. Hasil dari pengujian di dapatkan nilai berat jenis *filler* debu batu sebesar 2,553% dan berat jenis *filler* abu sekam padi sebesar 1,952%.

5.2.4 Tinjauan Karakteristik *Marshall* Mencari Nilai Kadar Optimum

Kadar optimum campuran *Split Mastic Asphalt (SMA) 0/11* berdasarkan nilai Stabilitas, *Flow*, *VITM*, *VMA*, *VFWA*. Pembahasan dari hasil pengujian *Marshall* untuk mencari KAO pada campuran *SMA 0/11* adalah sebagai berikut.

1. Analisis Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Stabilitas

Stabilitas dimaksudkan agar perkerasan mampu mendukung beban lalu lintas tanpa mengalami perubahan bentuk. Stabilitas diperoleh dari gesekan antar partikel, gaya pengunci, dan gaya adhesi yang baik antara butuan dan aspal. Gaya-gaya tersebut dipengaruhi oleh kekerasan batuan, ukuran gradasi, bentuk butiran, kadar aspal, dan tingkat kepadatan campuran. Berikut ini adalah hasil nilai stabilitas dapat di lihat pada Gambar 5.2.

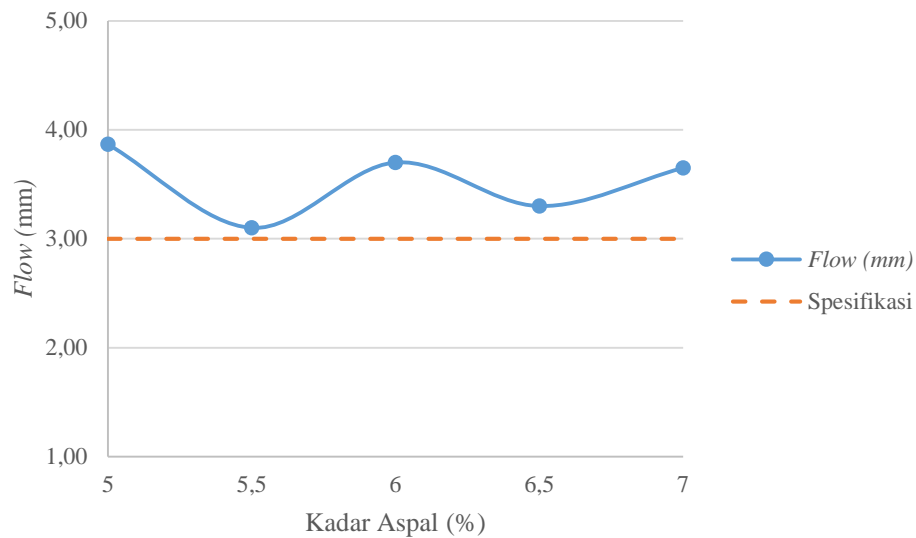


Gambar 5.2 Hubungan Kadar Aspal dan Nilai Stabilitas

Berdasarkan grafik stabilitas dalam Gambar 5.2 dapat dilihat bahwa nilai stabilitas akan menurun setelah mencapai batas maksimum, hal ini disebabkan penambahan kadar aspal yang menyebabkan film aspal menjadi tebal dan fungsi aspal yang semula sebagai pengikat berubah menjadi pelicin yang akhirnya menurunkan nilai stabilitas.

2. Analisis Pengaruh Kadar Aspal Terhadap *Flow*

Kelelahan plastis (*flow*) merupakan indikator terhadap lentur suatu campuran aspal. Nilai *flow* pada campuran SMA 0/11 dapat dilihat pada Gambar 5.3 berikut ini.

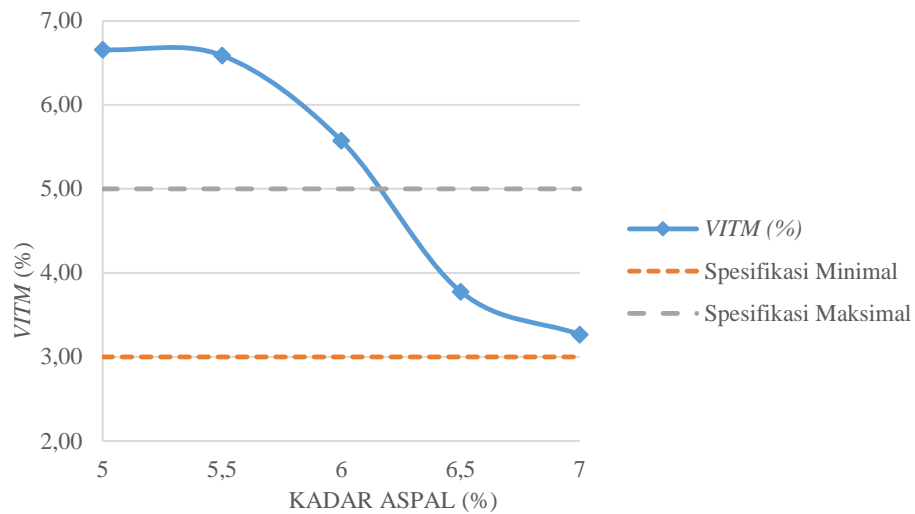


Gambar 5.3 Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai *Flow*

Pada umumnya penambahan kadar aspal akan menaikkan nilai *flow*, hal ini disebabkan dengan penambahan kadar aspal maka rongga yang terisi aspal semakin besar dan butiran agregat yang terselimuti aspal menjadi lebih banyak dan tebal, pada Gambar 5.3 kadar aspal 6,5% mengalami penurunan nilai *flow* hal ini bisa disebabkan pada saat pemadatan, penumbukan aspal kurang baik menyebabkan rongga dalam campuran besar, sehingga deformasi menjadi kecil pada saat menerima beban. Hasil yang di dapatkan memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga > 3 mm.

3. Analisis Pengaruh kadar Aspal terhadap *Void in the total Mix (VITM)*

VITM merupakan banyaknya rongga dalam suatu campuran padat yang dinyatakan dalam persentase. Nilai *VITM* berpengaruh pada kekakuan dan durabilitas campuran. Nilai *VITM* yang kecil menyebabkan resiko terjadinya deformasi akibat beban lalu lintas semakin besar. Sebaliknya akan nilai *VITM* terlalu besar mengakibatkan berkurangnya keawetan dari lapisan perkerasan karena rongga yang terlalu besar akan memudahkan air dan udara masuk. Hasil dari pengujian *VITM* dapat dilihat pada Gambar 5.4.

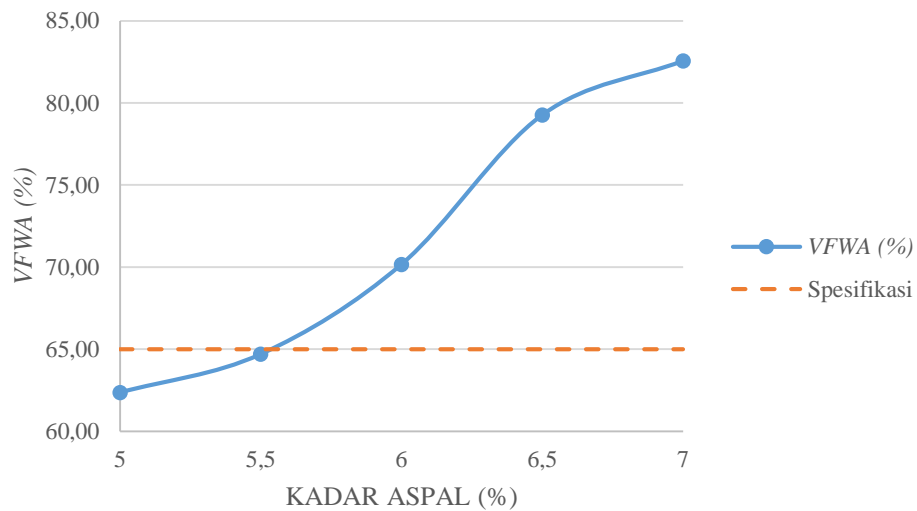


Gambar 5.4 Hubungan Antara VITM dan Kadar Aspal

Hasil pengujian nilai *VITM* seperti Gambar 5.4 menunjukkan bahwa nilai *VITM* semakin kecil seiring dengan bertambahnya kadar aspal, hal ini disebabkan karena rongga udara yang terdapat didalam campuran aspal semakin kecil yang terisi oleh aspal.

4. Analisis Pengaruh Kadar Aspal Terhadap *Void Filled With Asphalt (VFWA)*

VFWA merupakan persentase rongga pada campuran yang terisi aspal setelah mengalami pemadatan. Nilai *VFWA* berpengaruh pada kedekatan dan durabilitas campuran dan sangat dipengaruhi oleh kadar aspal yang digunakan. Semakin besar nilai *VFWA*, maka campuran akan semakin kedap air dan udara, sehingga lebih tahan terhadap pengaruh air dan cuaca. Pada penelitian ini hasil *VFWA* dapat dilihat pada Gambar 5.5 berikut ini.

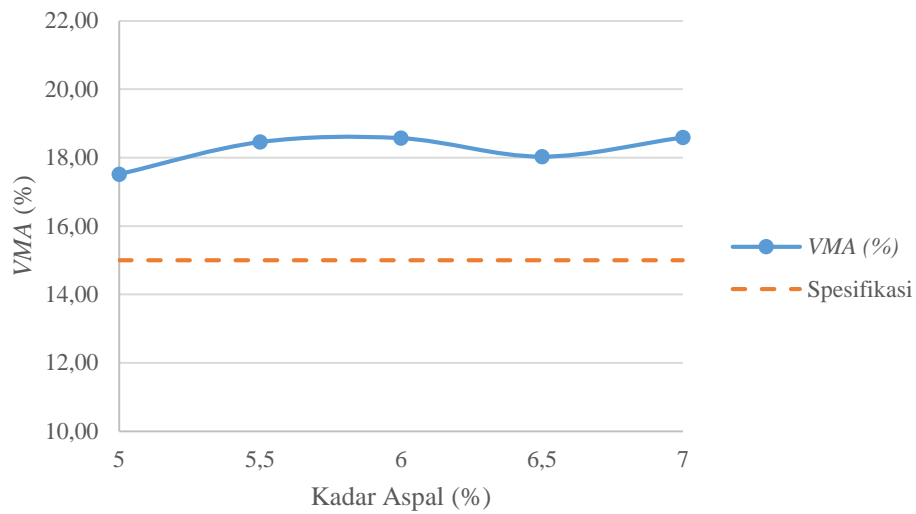


Gambar 5.5 Hubungan Kadar Aspal dan VFWA

Grafik VFWA pada Gambar 5.5 menunjukkan bahwa semakin bertambahnya kadar aspal persentase rongga terisi aspal semakin besar. Sehingga akan menjamin air dan udara masuk kedalam campuran aspal, menyebabkan keawetan pada perkerasan jalan.

5. Analisis Pengaruh Kadar Aspal Terhadap *Void in Mineral Aggregate (VMA)*

VMA merupakan rongga udara yang ada di antara partikel agregat pada campuran agregat aspal yang telah dipadatkan termasuk ruang yang terisi aspal. VMA digunakan sebagai ruang untuk menampung aspal dan rongga udara yang dibutuhkan dalam campuran agregat aspal. Hasil nilai VMA dapat dilihat pada Gambar 5.6.

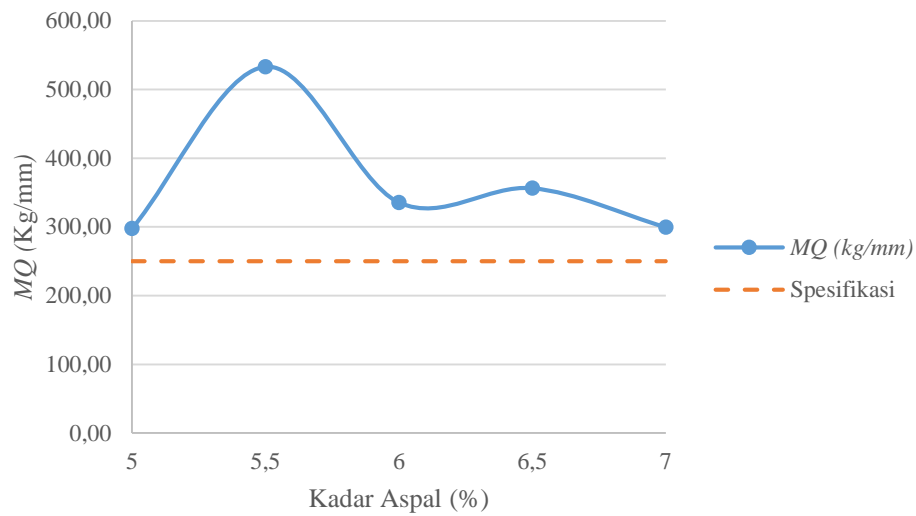


Gambar 5.6 Hubungan Kadar Aspal dan VMA

Dilihat pada Gambar 5.6 grafik hubungan kadar aspal dan VMA meningkat dengan penambahan aspal namun pada kadar aspal 6,5% nilai VMA mengalami penurunan. Hal ini bisa disebabkan pada saat pemadatan mengalami degradasi sehingga menyebabkan terjadinya perubahan ukuran butiran dan susunan campuran sehingga membentuk rongga partikel yang kecil sehingga nilai VMA menjadi kecil.

6. Analisis Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai *Marshall Quotient* (*MQ*)

Nilai *MQ* merupakan pendekatan terhadap kekakuan dan kelenturan dari suatu lapisan perkerasan. Bila campuran mempunyai nilai *MQ* yang tinggi berarti campuran kaku dan fleksibilitasnya rendah. Nilai *MQ* yang tinggi cenderung menunjukkan campuran tersebut kaku dan kurang fleksibel saat menerima beban, namun sebaliknya bila campuran dengan nilai *MQ* rendah menunjukkan campuran tersebut cenderung fleksibel dalam menerima beban. Hasil dari *Marshall Quotient* dapat dilihat pada Gambar 5.7.

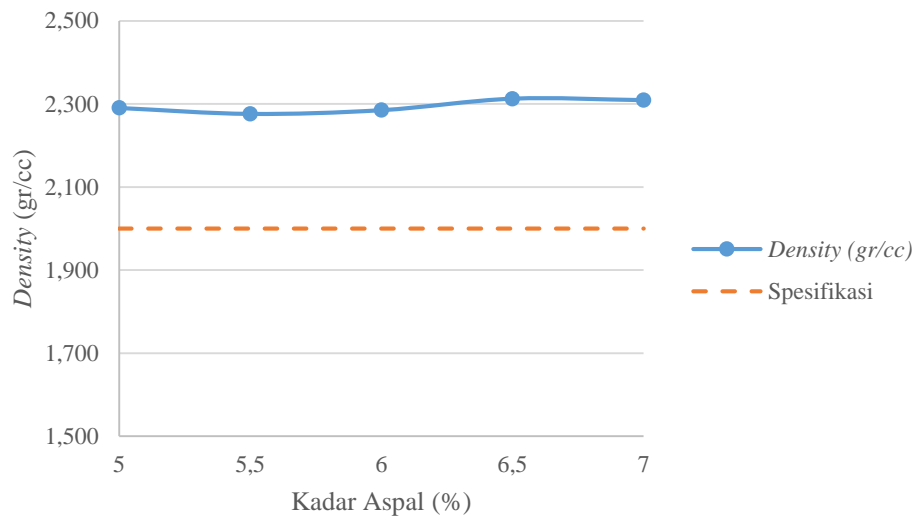


Gambar 5.7 Hubungan Kadar Aspal dan *Marshall Quotient*

Nilai *MQ* yang diperoleh akan menurun setelah mencapai optimum namun pada kadar aspal 6,5% nilai *MQ* mengalami kenaikan, hal ini bisa disebabkan karena nilai *flow* yang kecil menyebabkan kenaikan nilai *Marshall Quotient*.

7. *Density*

Density merupakan nilai tingkat kerapatan campuran setelah dipadatkan. Kerapatan campuran pada setiap satuan volume. Faktor-faktor yang mempengaruhi kerapatan adalah gradasi agregat, kadar aspal, berat jenis agregat, kualitas penyusunnya, dan proses pemadatan yang menyelimuti suhu serta jumlah tumbukannya. Campuran yang memiliki nilai kerapatan yang tinggi akan mampu menahan beban lebih baik dibandingkan dengan campuran yang memiliki nilai kerapatan rendah. Grafik *density* dapat dilihat pada Gambar 5.8.

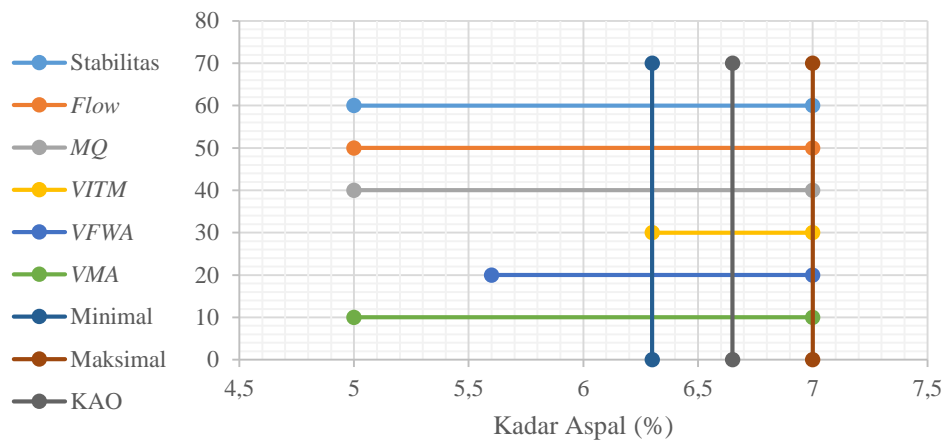


Gambar 5.8 Hubungan Kadar Aspal dan *Density*

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.8 dapat dilihat bahwa pada dari kadar aspal 5,5% mengalami penurunan, hal ini dapat disebabkan pada saat proses pemadatan yang kurang baik sehingga nilai *density* (kepadatan) berkurang.

8. Kadar Aspal Optimum

Kadar aspal optimum sangat penting dalam campuran karena dengan kadar aspal yang terlalu rendah akan bersifat kering dan mengakibatkan campuran mudah retak. Demikian juga sebaliknya jika kadar aspal terlalu tinggi akan menyebabkan campuran mudah mengalami deformasi permanen. Kadar aspal optimum ditentukan dengan cara grafis, dengan memilih rentang kadar aspal yang memenuhi persyaratan karakteristik Bina Marga, yaitu dengan cara mengambil nilai tengah rentang kadar aspal yang memenuhi persyaratan tersebut. Hasil kadar aspal optimum dapat dilihat pada Gambar 5.9.



Gambar 5.9 Penentuan Kadar Aspal Optimum

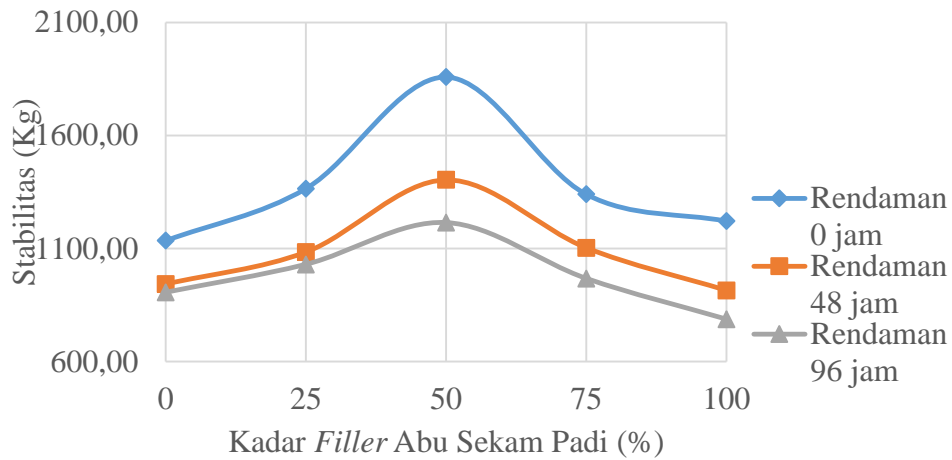
Dari grafik pada Gambar 5.9 dapat dilihat bahwa rentang yang memenuhi spesifikasi Bina Marga dengan nilai minimal 6,3% dan nilai maksimal 7%, maka nilai kadar aspal optimum yang digunakan 6,65%.

5.2.5 Tinjauan Karakteristik *Marshall* pada Kadar Aspal Optimum

Berdasarkan hasil pengujian *Marshall*, didapatkan nilai 6,65%. Sampel dibuat menggunakan KAO yang telah didapatkan kemudian direndam menggunakan air laut dengan dengan variasi durasi perendaman 48 jam dan 96 jam. Sebagai pembandingnya sebagian sampel dibuat tanpa rendaman air laut. Hasil yang di dapatkan dapat dilihat pada pembahasan berikut ini.

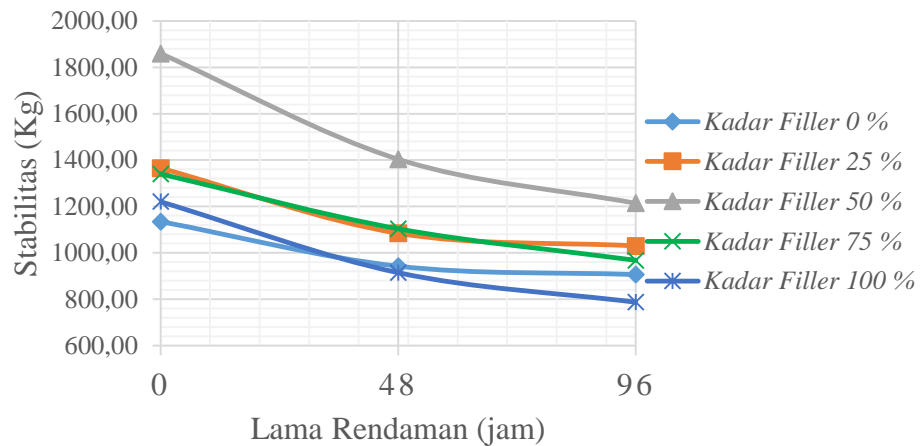
1. Analisis Pengaruh Kadar *Filler* Abu Sekam Padi dan Rendaman Air Laut Terhadap Nilai Stabilitas

Hasil Pengujian campuran SMA 0/11 yang menggunakan penambahan abu sekam padi dan direndam pada air laut menunjukan penurunan kinerja stabilitas yang dapat dilihat pada Gambar 5.10 dan Gambar 5.11.



Gambar 5.10 Pengaruh Kadar *Filler* ASP Terhadap Stabilitas Campuran SMA 0/11 Pada Berbagai Variasi Durasi Rendaman Air Laut

Pada Gambar 5.10 dapat dilihat bahwa pada rendaman yang sama penambahan abu sekam nilai stabilitas meningkat sampai nilai maksimum yaitu kadar *filler* pengganti 50% kemudian pada kadar *filler* 75% menurunkan nilai stabilitas. Penurunan nilai stabilitas disebabkan oleh penambahan jumlah kadar *filler* yang semakin banyak, pada awalnya turut membantu menaikkan nilai stabilitas tetapi karena proporsi *filler* yang cenderung bertambah dan berlebihan, mengakibatkan ikatan antar butir agregat menjadi lemah dan terpisah satu dengan lainnya, pada akhirnya mengakibatkan nilai stabilitas menurun. Penelitian ini sejalan dengan Penelitian yang dilakukan Ismardani,dkk (2013) bahwa penambahan kadar *filler* abu sekam padi pada campuran AC-WC gradasi tengah juga mempunyai nilai stabilitas terbaik kemudian nilai stabilitas mengalami penurunan.



Gambar 5.11 Pengaruh Lama Rendaman Air Laut Terhadap Stabilitas Campuran SMA 0/11 Pada Berbagai Variasi Kadar *Filler* ASP

Grafik dalam Gambar 5.11 dapat dilihat pada kadar *filler* yang sama adanya penurunan nilai stabilitas dengan durasi rendaman yang semakin lama. Hal ini disebabkan karena air laut yang masuk ke dalam rongga campuran mengandung bermacam-macam senyawa kimia yang dapat menurunkan kinerja campuran SMA 0/11. Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa penggunaan kadar *filler* abu sekam padi 50% memiliki kinerja yang lebih baik dalam menahan beban kondisi terendam air laut. Penurunan nilai stabilitas terbesar pada kadar *filler* 100% sebesar 25,07% rendaman 48 jam dan 35,51% rendaman 96 jam. Pada saat dilakukan analisis statistik *Anova* hasil yang didapatkan signifikan sehingga disimpulkan lamanya durasi rendaman air laut mempengaruhi nilai stabilitas. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Muaya (2015) menggunakan campuran AC-WC bahwa juga terdapat penurunan yang terjadi pada, pada nilai stabilitas yang direndam air laut.

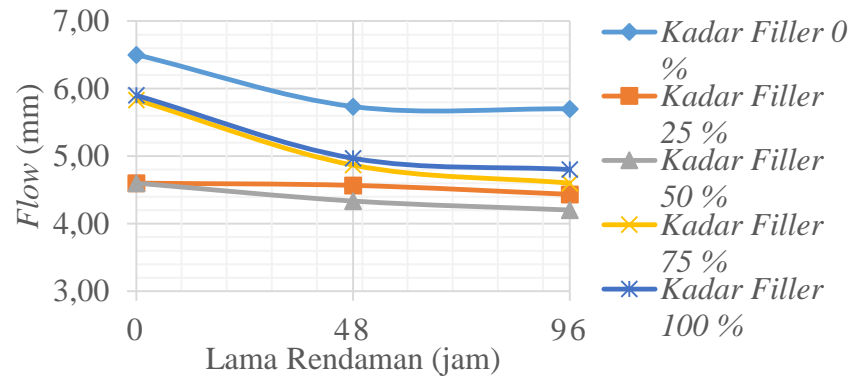
2. Analisis Pengaruh Kadar *Filler* Abu Sekam Padi dan Rendaman Air Laut terhadap Nilai *Flow*

Nilai *flow* terhadap rendaman air laut dan penambahan kadar *filler* pengganti dapat dilihat pada Gambar 5.12 dan Gambar 5.13.



Gambar 5.12 Pengaruh Kadar *Filler* ASP Terhadap *Flow* Campuran SMA 0/11 Pada Berbagai Variasi Durasi Rendaman Air Laut

Dari grafik dalam Gambar 5.12 proporsi penambahan abu sekam padi menurunkan nilai *flow* sampai kadar *filler* 50%, namun pada kadar *filler* 75% nilai *flow* meningkat kembali seiring bertambahnya kadar *filler* pengganti. Peningkatan *flow* disebabkan penambahan kadar *filler* abu sekam padi yang semakin banyak dan sulit bercampur dengan aspal sehingga campuran menjadi lebih plastis yang menyebabkan nilai *flow* meningkat. Penelitian yang dilakukan Ismadarni, dkk (2013) sedikit berbeda dengan yang dilakukan peneliti bahwa nilai *flow* yang menggunakan abu sekam padi menggunakan campuran AC-WC akan meningkat kemudian akan menurun kembali seiring bertambahnya abu sekam padi.

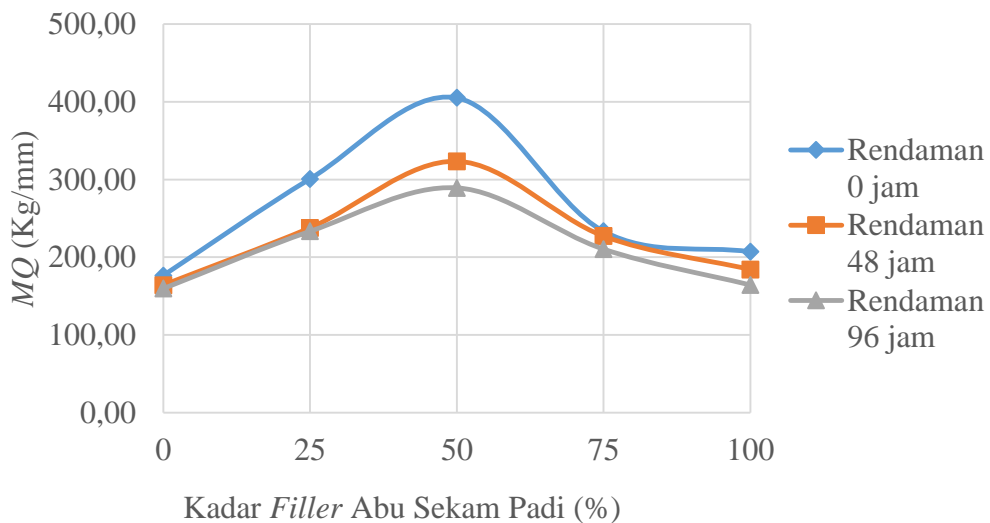


Gambar 5.13 Pengaruh Lama Rendaman Air Laut Terhadap Flow Campuran SMA 0/11 Pada Berbagai Variasi Kadar Filler ASP

Pada Gambar 5.13 dapat dilihat bahwa lamanya perendaman menggunakan air laut menyebabkan menurunnya nilai *flow* pada setiap proporsi kadar *filler* yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi yang terendam air laut, campuran SMA 0/11 memiliki kemampuan yang baik dalam menahan deformasi vertikal. Hasil yang diperoleh dengan menganalisis menggunakan statistik *Anova* yaitu signifikan, sehingga lama rendaman air laut dapat mempengaruhi nilai *flow*. Hal ini sedikit berbeda dengan penelitian Muaya (2015) bahwa ada dengan menggunakan campuran beton aspal (AC-WC) terjadi peningkatan nilai *flow* seiring dengan lama waktu campuran tersebut direndam air laut.

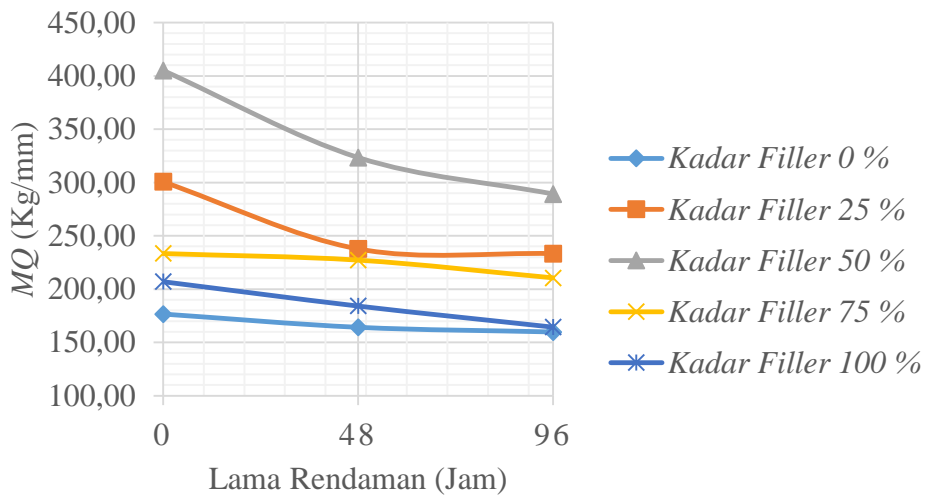
3. Analisis Pengaruh Kadar *Filler* Abu Sekam Padi Rendaman Air Laut terhadap Nilai *MQ*

Hasil uji laboratorium campuran SMA 0/11 yang menggunakan *filler* pengganti abu sekam padi dan lama rendaman air laut dapat dilihat pada Gambar 5.14 dan Gambar 5.15.



Gambar 5.14 Pengaruh Kadar *Filler* ASP Terhadap *MQ* Campuran SMA 0/11 Pada Berbagai Variasi Durasi Rendaman Air Laut

Dilihat pada Gambar 5.14 dapat dilihat dengan kadar *filler* yang sama nilai *MQ* cenderung meningkat sampai kadar *filler* 50% kemudian pada kadar *filler* 75% nilai *MQ* mengalami penurunan. Menurunnya nilai *MQ* disebabkan oleh semakin banyaknya penambahan abu sekam padi dan berkurangnya persentase debu batu dalam campuran SMA 0/11 sehingga menyebabkan ikatan antar agregat mulai melemah dan campuran menjadi kurang kaku. Nilai *MQ* maksimum terjadi pada kadar *filler* 50%, sejalan dengan kecenderungan nilai stabilitasnya yang meningkat sedangkan nilai *flow* menurun, nilai *MQ* mengindikasikan sifat kekakuan atau kelenturan pekerasan dalam menerima beban lalulintas. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan ismadarni, dkk (2013) dengan menggunakan campuran AC-WC bahwa penambahan abu sekam padi setelah mencapai nilai *MQ* maksimum juga akan mengalami penurunan nilai *MQ*.

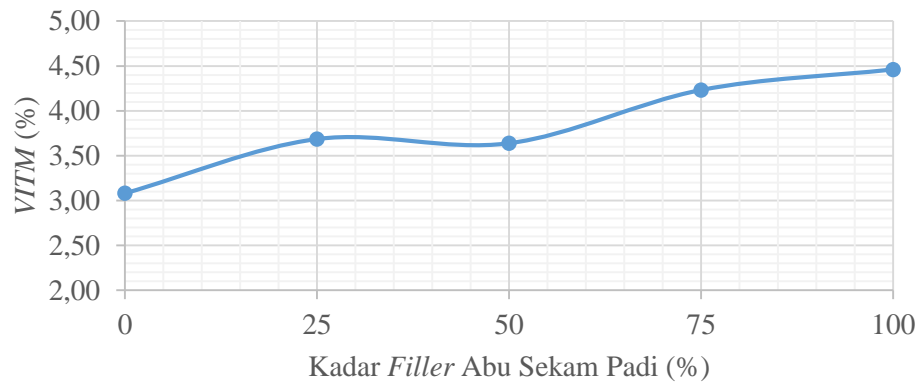


Gambar 5.15 Pengaruh Lama Rendaman Air Laut Terhadap MQ Campuran SMA 0/11 Pada Berbagai Variasi Kadar *Filler* ASP

Pada Gambar 5.15 terlihat untuk setiap proporsi kadar *filler* yang sama mengalami penurunan nilai MQ . Hal ini disebabkan oleh penurunan nilai stabilitas yang diakibatkan masuknya air dan senyawa-senyawa kimia kedalam campuran SMA 0/11 sehingga campuran akan melemah, dan mempengaruhi penurunan nilai MQ . Dari grafik diatas diketahui nilai MQ dengan kadar *filler* 50% paling baik pada saat direndam air laut. Nilai *flow* mengalami penurunan terbesar pada kadar *filler* 75% sebesar 16,57% rendaman 48 jam dan 18,24% rendaman 96 jam. Dari analisis statistik *Anova* didapatkan hasil yang signifikan dan disimpulkan bahwa durasi rendaman air laut mempengaruhi nilai MQ . Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dipublikasikan oleh Muaya (2015), yang menggunakan campuran AC-WC juga mengalami penurunan nilai MQ seiring dengan lamanya perendaman air laut.

4. Analisis Pengaruh Variasi Kadar *Filler* Abu Sekam Padi Terhadap Nilai *Void in the Mix* (VITM)

Nilai *Void in the Mix* (VITM) dengan menggunakan variasi Kadar filler abu sekam padi dapat dilihat pada Grafik 5.16.

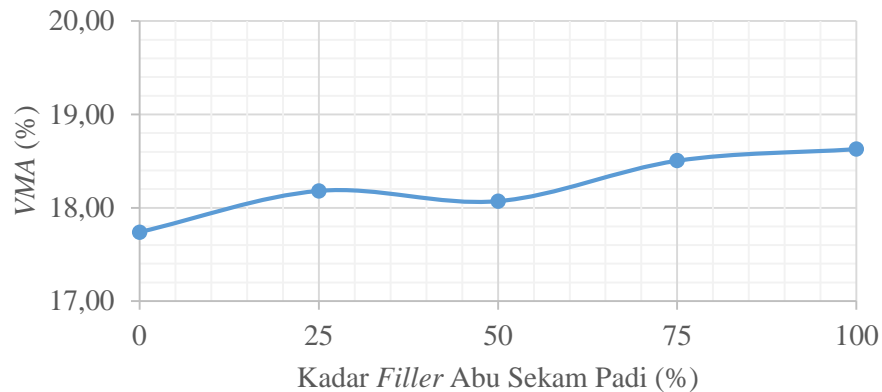


Gambar 5.16 Grafik Hubungan Antara Kadar *Filler* Abu Sekam Padi dengan Nilai *VITM*

Dari grafik yang ditunjukkan Gambar 5.16 dapat dilihat bahwa nilai *Void in the Mix (VITM)* dengan penambahan *filler* abu sekam padi nilai *VITM* mengalami kenaikan. Kenaikan ini disebabkan oleh tingginya penyerapan aspal oleh abu sekam padi sehingga membentuk rongga yang lebih banyak. Hal ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan Ismardani (2013) menggunakan campuran AC-WC nilai *VITM* yang menggunakan abu sekam padi menurun seiring bertambahnya kadar *filler* abu sekam padi.

5. Analisis Pengaruh Variasi Kadar *Filler* Abu Sekam Padi Terhadap Nilai *Void in Mineral Agregate (VMA)*

Nilai *Void in Mineral Agregate (VMA)* dengan menggunakan variasi kadar *filler* abu sekam padi dapat dilihat pada Gambar 5.17.

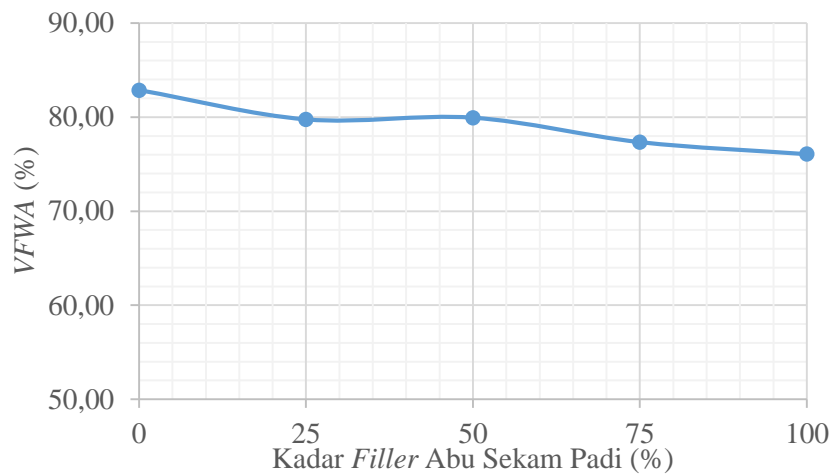


Gambar 5.17 Grafik Hubungan Antara Kadar *Filler* Abu Sekam Padi dengan Nilai *VMA*

Dari gambar 5.17 dapat dilihat dengan bertambahnya kadar *filler* abu sekam padi nilai *VMA* cenderung meningkat. Peningkatan ini disebabkan oleh penambahan variasi *filler* abu sekam padi membuat rongga yang tersedia menampung volume rongga udara yang terdapat didalam campuran semakin berkurang. Hal ini sedikit berbeda dengan penelitian yang dilakukan Ismardani (2013) dengan menggunakan campuran AC-WC dengan penambahan kadar *filler* abu sekam padi nilai *VMA* cenderung meningkat kemudian menurun kembali.

6. Analisis Pengaruh Variasi Kadar *Filler* Abu Sekam Padi Terhadap Nilai *Void Filled With Asphalt (VFWA)*

dengan menggunakan variasi kadar *filler* abu sekam padi dapat dilihat pada Gambar 5.18.

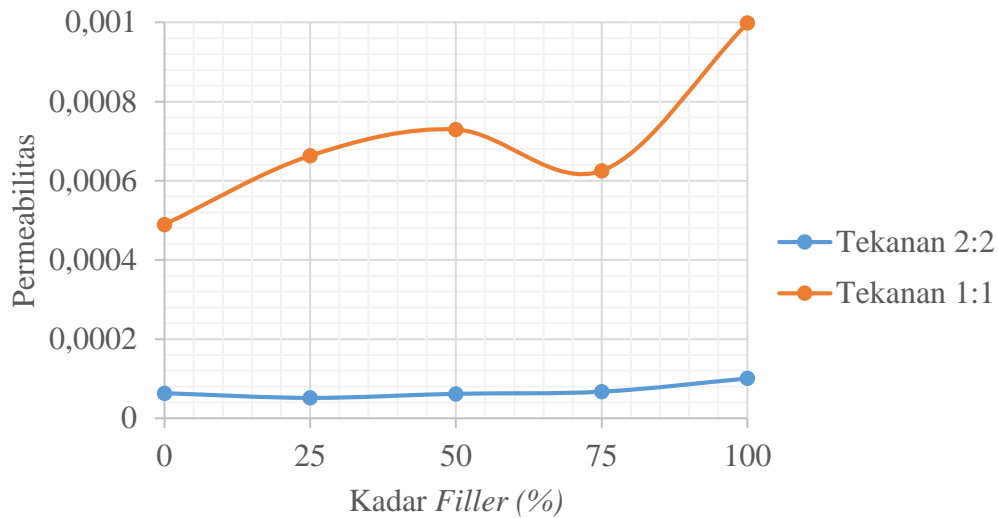


Gambar 5.18 Grafik Hubungan Antara Kadar *Filler* Abu Sekam Padi dengan Nilai *VFA*

Pada Gambar 5.18 dapat dilihat bahwa nilai *VFA* cenderung menurun seiring dengan bertambahnya kadar *filler* abu sekam padi. Hal ini disebabkan oleh penambahan kadar *filler* abu sekam padi yang semakin banyak menyebabkan rongga didalam campuran semakin banyak. Hal ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan Susanto (2014) dengan menggunakan campuran *HRS-WC* nilai *VFA* mengalami peningkatan dengan bertambahnya kadar *filler* abu sekam padi.

5.2.6 Pengaruh Kadar Filler Abu Sekam Padi Terhadap Permeabilitas Campuran SMA 0\11

Permeabilitas menunjukan seberapa kedap suatu campuran beton aspal. Tekanan pada pengujian menggunakan tekanan 1.1, sebesar 1 kg/cm^2 dan tekanan 2.2, sebesar 2 kg/cm^2 . Grafik permeabilitas dapat dilihat pada Gambar 5.19.

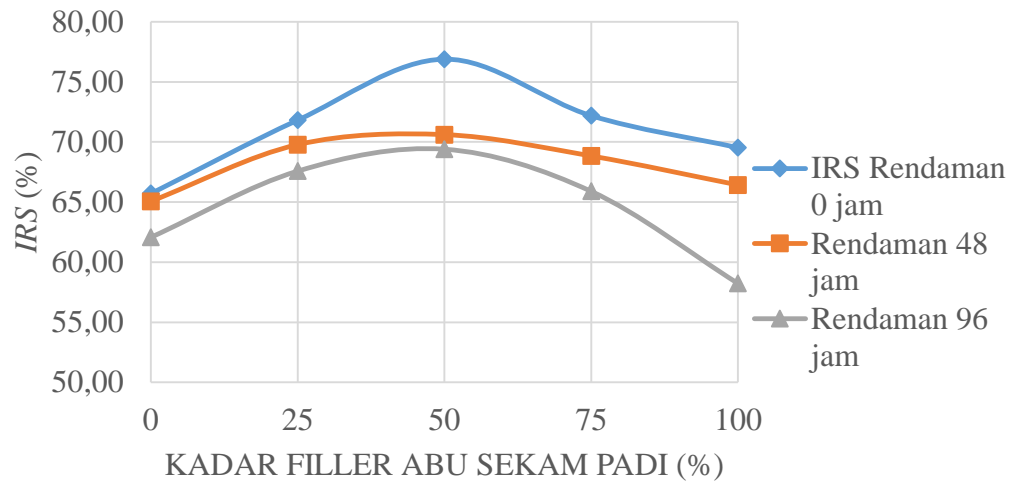


Gambar 5.19 Pengaruh Kadar *Filler* Abu Sekam Padi Terhadap Permeabilitas

Dari hasil pengujian yang ditunjukkan Gambar 5.19, dapat dilihat bahwa campuran SMA 0/11 yang menggunakan abu sekam padi sebagai *filler* pengganti bersifat drainase jelek. Hal ini disebabkan penambahan abu sekam padi menyebabkan campuran sukar menyatu sehingga membentuk rongga nilai volume rongga dalam campuran (*VITM*) yang besar dan menyebabkan air akan lebih mudah merembes ke dalam campuran SMA 0/11. Dengan demikian, maka penggunaan *filler* abu sekam padi cukup mampu menghasilkan campuran kedap air. Hal ini sedikit berbeda dengan penelitian Susanto, dkk (2014) penggunaan abu sekam padi sebagai *filler* yang menggunakan campuran HRS-WC dikategorikan sebagai *practically impervious*.

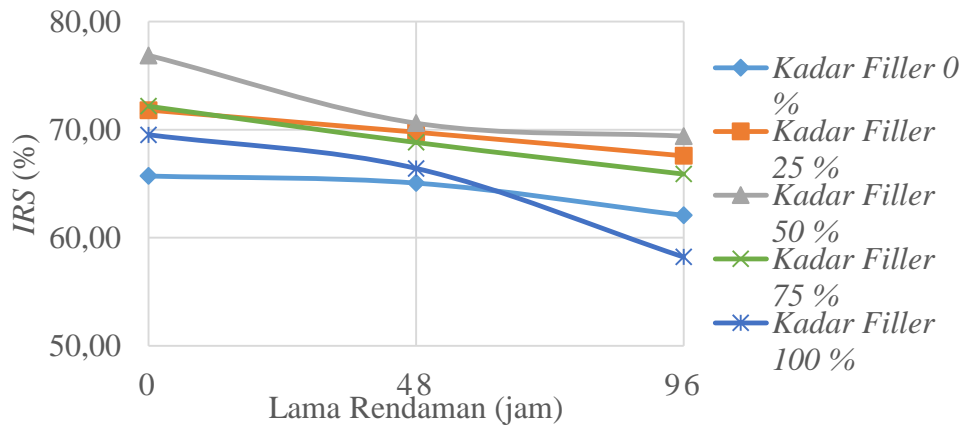
5.2.7 Pengaruh Kadar *Filler* Abu Sekam Padi dan Durasi Rendaman Air Laut Terhadap *IRS*

Index of Retained Strength didapatkan dari proses perendaman, untuk mengevaluasi keawetan campuran setelah mengalami proses perendaman selama 24 jam pada suhu 60°C terhadap perendaman selama 0,5 jam pada suhu 60°C. Grafik nilai *IRS* dapat dilihat pada Gambar 5.20 dan Gambar 5.21 berikut ini.



Gambar 5.20 Pengaruh Kadar *Filler* ASP Terhadap Nilai *IRS* Campuran SMA 0/11 Pada Berbagai Variasi Durasi Rendaman Air Laut

Dari grafik yang dapat dilihat pada Gambar 5.20 dapat dilihat penambahan *filler* abu sekam padi mempengaruhi nilai *IRS*. Pada kadar *filler* yang sama nilai cenderung meningkat sampai batas maksimum, kemudian pada saat kadar *filler* pengganti 75% mengalami penurunan. Peningkatan nilai *IRS* disebabkan penambahan abu sekam yang seimbang mengakibatkan ikatan antar butir yang baik dan meningkatkan nilai *IRS* sehingga aspal masih mudah mengikat agregat dan butiran abu sekam padi lebih mudah mengisi ruang sehingga air tidak mudah masuk ke dalam rongga agregat, sedangkan penambahan abu sekam padi dengan persentase lebih besar menyebabkan ikatan antar agregat berkurang dan menyebabkan nilai *IRS* menurun. Hal ini sejalan dengan penelitian Lubis, dkk (2009) dengan menggunakan campuran laston juga menunjukkan nilai *IRS* akan meningkat pada saat penambahan *filler* abu sekam padi.



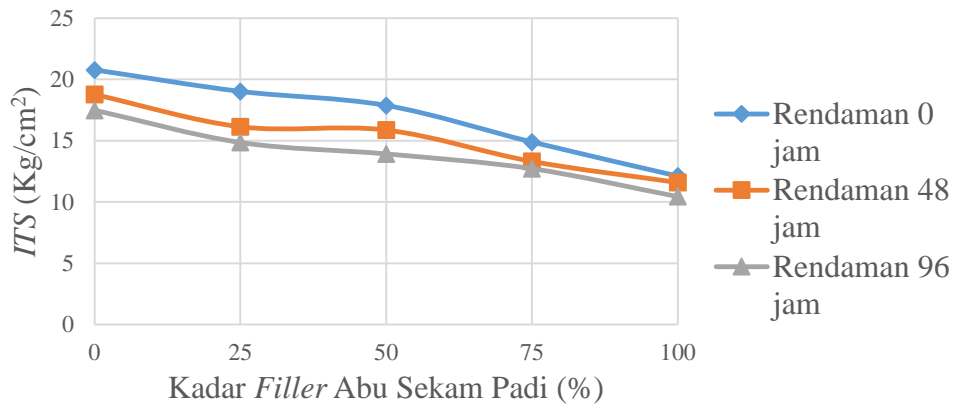
Gambar 5.21 Pengaruh Lama Rendaman Air Laut Terhadap Nilai IRS Campuran SMA 0/11 Pada Berbagai Kadar Filler ASP

Pada grafik yang ditunjukkan Gambar 5.21 dengan kadar *filler* yang sama nilai *IRS* mengalami penurunan seiring bertambahnya durasi rendaman air laut, hal ini dipengaruhi oleh penurunan nilai stabilitas yang disebabkan banyaknya air yang masuk kedalam campuran sehingga akan menyebabkan campuran menjadi lemah dalam menerima beban. Syarat minimal penurunan untuk *IRS* menurut Bina Marga 2010 sebesar 75%, nilai yang memenuhi persyaratan hanya pada kadar *filler* 50% abu sekam padi sebesar 76,88% pada rendaman 0 jam. Penurunan nilai *IRS* terbesar terjadi pada kadar *filler* 50% rendaman 48 jam sebesar 8,15% dan 100% rendaman 96 jam sebesar 16,249%. Pada saat dilakukan pengujian menggunakan analisis statistik *Anova* hasil yang didapatkan signifikan, sehingga dapat disimpulkan lama rendaman air laut mempengaruhi nilai *IRS*. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Lubis, dkk (2009) menggunakan campuran Laston nilai *IRS filler* abu sekam padi juga mengalami penurunan seiring bertambahnya durasi rendaman air laut.

5.2.7 Pengaruh Kadar Filler Abu Sekam Padi dan Durasi Rendaman Air Laut Terhadap ITS

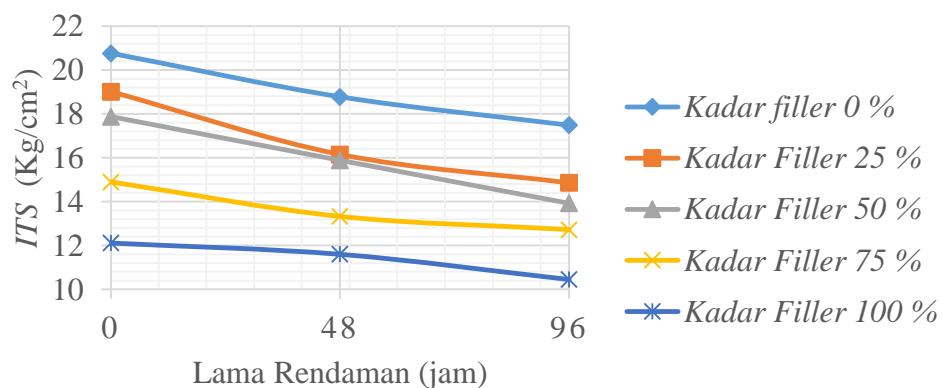
Indirect Tensile Strength (ITS) adalah pengujian yang berguna untuk mengetahui nilai gaya tarik tidak langsung pada campuran aspal akibat beban

lalulintas. Nilai *ITS* pada campuran SMA 0/11 yang menggunakan *filler* abu sekam padi dan lama rendaman air laut dapat dilihat pada Gambar 5.22 dan Gambar 5.23.



Gambar 5.22 Pengaruh Kadar *Filler* ASP Terhadap Nilai *ITS* Campuran SMA 0/11 Pada Berbagai Variasi Durasi Rendaman Air Laut

Dari grafik dalam Gambar 5.22 dapat dilihat bahwa nilai Stabilitas *ITS* pada campuran SMA 0/11 dengan durasi rendaman yang sama mengalami penurunan seiring bertambahnya persentase kadar *filler* pengganti abu sekam padi, hal ini disebabkan semakin bertambahnya abu sekam padi campuran SMA 0/11 menjadi lebih rapuh dan tidak mampu menahan beban lebih baik dibandingkan dengan campuran SMA 0/11 yang tidak menggunakan abu sekam padi.

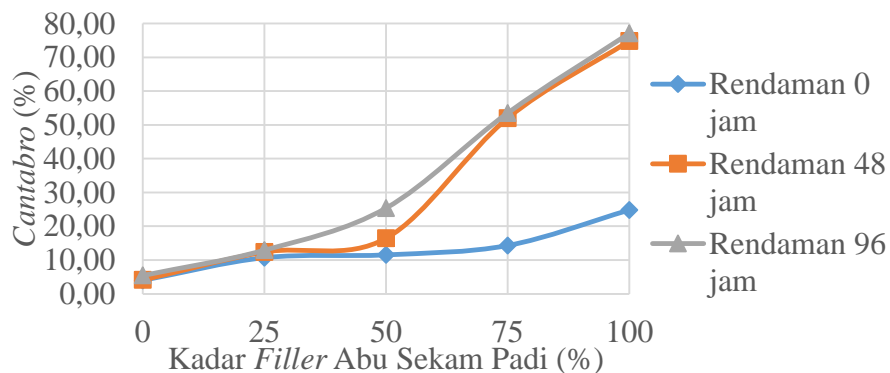


Gambar 5.23 Pengaruh Lama Rendaman Air Laut Terhadap Nilai *ITS* Campuran SMA 0/11 Pada Berbagai Kadar *Filler* ASP

Pada Gambar 5.23 nilai yang ditunjukkan dalam grafik *ITS* terhadap lamanya rendaman air laut dengan proporsi kadar *filler* yang sama nilai *ITS* semakin menurun, dilihat pada rendaman yang dilakukan selama 48 jam persentase penurunan terbesar terjadi pada penambahan abu sekam padi dengan kadar 25% dengan nilai 15,06%, sedangkan pada saat direndam dengan lama perendaman 96 jam penurunan yang terbesar terjadi pada kadar 50% dengan nilai 22,09%. Hal ini disebabkan pada saat direndam air laut kinerja campuran menjadi lebih jelek akibat bercampurnya dengan senyawa-senyawa kimia yang terdapat di air laut. Pada saat dilakukan analisis statistik dengan metode *Anova*, didapatkan hasil yang signifikan. Sehingga ditarik kesimpulan bahwa lama rendaman air laut mempengaruhi nilai signifikan terhadap nilai kuat tarik atau *ITS*. Penelitian sejalan dengan yang dilakukan Rahim, dkk (2012) dengan menggunakan campuran aspal porus juga menunjukkan nilai *ITS* yang semakin kecil seiring dengan durasi lama perendaman air laut.

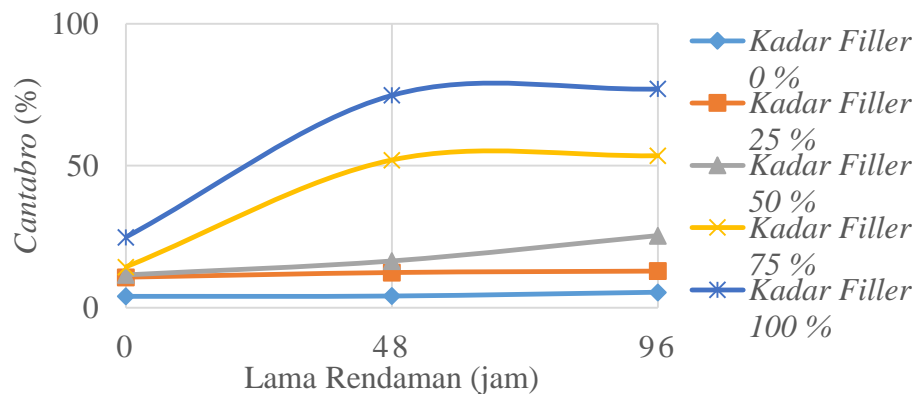
5.2.7 Pengaruh Kadar *Filler* Abu Sekam Padi dan Durasi Rendaman Air Laut Terhadap *Cantabro*

Pengujian *Cantabro* dilakukan untuk mengetahui kekuatan campuran agregat aspal akibat *impact*/abrasi dengan simulasi pada benda uji menggunakan mesin abrasi *Loss Angeles*. Nilai pengujian *Cantabro* pada campuran SMA 0/11 yang menggunakan *filler* pengganti dan lama waktu perendaman air laut dapat dilihat pada Gambar 5.24 dan Gambar 5.25.



Gambar 5.24 Pengaruh Kadar *Filler* ASP Terhadap Nilai *Cantabro* Campuran SMA 0/11 Pada Berbagai Variasi Durasi Rendaman Air Laut

Dari Gambar 5.24 dapat dilihat bahwa penambahan *filler* abu sekam padi dengan durasi rendaman yang sama menyebabkan kehilangan berat semakin meningkat. Hal ini disebabkan semakin banyaknya penambahan *filler* pengganti daya rekat antara agregat dan aspal berkurang dan menyebabkan campuran SMA 0/11 menjadi lebih rapuh. Penelitian sejalan dengan yang dilakukan Winayati, dkk (2018) pada campuran aspal porus menunjukkan semakin besar penambahan *filler* pengganti dengan menggunakan abu tandan kelapa juga menyebabkan kehilangan berat meningkat.



Gambar 5.25 Pengaruh Lama Rendaman Air Laut Terhadap Nilai *Cantabro* Campuran SMA 0/11 Pada Berbagai Kadar *Filler* ASP

Gambar 5.25 dapat dilihat bahwa lama perendaman air laut dengan proporsi *filler* yang sama mengakibatkan nilai *Cantabro* meningkat. Hal ini dikarenakan daya ikat antar agregat dalam campuran semakin buruk sehingga pemisahan antara agregat semakin besar. Syarat spesifikasi Bina Marga untuk pengujian *Cantabro* harus <20%. Kadar *filler* abu sekam padi 50%, 75%, dan 100% yang direndam air laut tidak memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga. Pada saat dilakukan analisis statistik *Anova* hasil yang didapatkan signifikan dapat disimpulkan durasi rendaman air laut mempengaruhi *Cantabro Loss*. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Rahim, dkk (2012) hasil pengujian *Cantabro* menggunakan campuran aspal porus juga menunjukkan bahwa nilai keausan semakin besar seiring dengan durasi lama perendaman air laut.

