BAB V
DATA, ANALISIS, DAN PEMBAHASAN

5.1 Karakteristik Material

5.1.1 Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Kasar

Pengujian karakteristik agregat meliputi pengujian agregat kasar, agregat halus dan *filler* abu batu yang berasal Sungai Clereng serta *filler* gerabah dari Kasongan. Seluruh pengujian ini dilakukan di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII, Yogyakarta. Data yang diperoleh telah memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010, Revisi 3. Hasil pengujian dapat dilihat dalam Tabel 5.1 Sebagai berikut dan Tabel hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Agregat Kasar

No	Jenis Pengujian	Nilai Persyaratan	Hasil	Keterangan
1	Berat Jenis	> 2,5	2,695	Memenuhi
2	Penyerapan Air Terhadap Agregat (%)	<3	2,166	Memenuhi
3	Kelekatan Agregat Terhadap Aspal (%)	>95	98	Memenuhi
4	Keausan dengan Mesin *Los Angeles*	<40	11,91	Memenuhi

Pembahasan terhadap pengujian karakteristik agregat kasar yang digunakan dalam pembuatan benda uji adalah sebagai berikut ini:

1. Berat Jenis Agregat

Berat jenis adalah perbandingan antara berat dari satuan volume dari suatu material terhadap berat air terhadap volume yang sama pada temperatur tertentu. Agregat kasar dengan berat jenis yang lebih kecil mempunyai pori yang lebih

besar sehingga akan dibutuhkan aspal yang lebih banyak dan begitu pula sebaliknya.

Hasil pengujian berat jenis agregat kasar Clereng adalah sebesar 2,695. Hasil ini memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu > 2,5.

2. Penyerapan Agregat Terhadap Air

Penyerapan agregat terhadap air adalah tingkat atau kemampuan suatu bahan untuk menyerap air, rongga atau pori pada agregat. Agregat yang mempunyai kadar pori yang besar memiliki nilai penyerapan yang besar, sehingga akan lebih banyak membutuhkan aspal. Hasil pengujian penyerapan agregat terhadap air adalah sebesar 2,166%. Nilai ini memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu < 3%.

3. Kelekatan Agregat Terhadap Aspal

Kelekatan agregat terhadap aspal adalah persentase luas permukaan suatu agregat yang terselimuti oleh aspal terhadap permukaan agregat. Hasil pengujian kelekatan agregat terhadap aspal menunjukkan nilai sebesar 98%. Hasil ini memenuhi persyaratan Bina Marga 2010 yaitu sebesar>95%.

4. Keausan dengan Mesin *Los Angeles*

Pengujian keausan bertujuan untuk mengetahui ketahanan agregat terhadap penghancuran (*degradasi*) dengan menggunakan mesin *Los Angeles*. Nilai keausan agregat diperoleh dari perbandingan antara berat bahan yang aus terhadap saringan No.12 terhadap berat semula. Hasil pengujian menunjukkan nilai sebesar 18,71%. Nilai ini memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu <40%.

5.1.2 Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Halus

Pengujian karateristik agregat halus adalah pengujian agregat yang lolos saringan no. 8 dan tertahan pada saringan no. 200 berasal dari sungai Clereng. Data yang diperoleh telah memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010, Revisi 3. Hasil pengujian dapat dilihat dalam Tabel 5.2 Sebagai berikut dan Tabel hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Agregat Halus

No	Jenis Pengujian	Nilai Persyaratan	Hasil	Keterangan
1	Berat Jenis	> 2,5	2,627	Memenuhi
2	Penyerapan Air Terhadap Agregat (%)	<3	2,349	Memenuhi
3	*Sand Equivalent (%)*	>50	91,28	Memenuhi

Pembahasan terhadap pengujian karakteristik agregat kasar yang digunakan dalam pembuatan benda uji adalah sebagai berikut ini:

1. Berat Jenis Agregat

Berat jenis adalah perbandingan antara berat dari satuan volume dari suatu material terhadap berat air terhadap volume yang sama pada temperatur tertentu. Hasil pengujian berat jenis agregat halus Clereng sebesar 2,627. Nilai berat jenis dari agregat halus diatas memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu > 2,5.

2. Penyerapan Agregat Terhadap Air

Penyerapan agregat terhadap air adalah tingkat atau kemampuan suatu bahan untuk menyerap air, rongga atau pori pada agregat. Agregat yang mempunyai kadar pori yang besar akan lebih banyak membutuhkan aspal karena nilai penyerapanya semakin besar.

Hasil pengujian penyerapan agregat halus Clereng terhadap air sebesar 2,349%. Nilai penyerapan agregat terhadap agregat. Clereng memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu kurang dari 3%.

3. *Sand Equivalent*

Nilai *sand equivalent* agregat halus menunjukkan tingkat kebersihan agregat terhadap debu, lumpur atau kotoran lainnya. Hasil pengujian *sand equivalent* agregat halus Clereng sebesar 91,28%. Nilai *sand equivalent* pada agregat halus Clereng memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu > 50%, ini bahwa agregat halus Clereng cukup bersih dan terbebas dari kandungan debu,

lumpur, atau kotoran lainnya yang dapat mengganggu kelekatan aspal terhadap agregat.

5.1.3 Hasil Pengujian Karakteristik Aspal

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal Pertamina Pen 60/70 yang sudah tersedia di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII, Yogyakarta dan aspal Starbit E-55 dari PT Bintang Djaja, Cilacap. Pengujian aspal di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII menggunakan persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 seperti yang tercantum dalam Tabel 5.3. dan Tabel 5.4 Hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Aspal Pertamina Pen 60/70

No	Jenis Pengujian	Nilai Persyaratan	Hasil	Keterangan
1	Berat Jenis	> 1,0	1,061	Memenuhi
2	Penetrasi (0,1 mm)	60 – 70	61,5	Memenuhi
3	Daktilitas (cm)	> 100	164	Memenuhi
4	Titik Nyala (°C)	> 232	270	Memenuhi
5	Kelarutan TCE (%)	> 99	99,2	Memenuhi
6	Titik Lembek (°C)	> 48	48,1	Memenuhi

Tabel 5.4 Hasil Pengujian Aspal Starbit E-55

No.	Jenis Pengujian	Nilai Persyaratan	Hasil	Keterangan
1.	Berat Jenis	≥ 1,0	1,06	Memenuhi
2.	Penetrasi (0,1 mm)	Min. 40	53,4	Memenuhi
3.	Daktilitas (cm)	≥ 100	164	Memenuhi
4.	Titik Nyala (°C)	≥ 232	325	Memenuhi
5.	Kelarutan TCE (%)	≥ 99	99,22	Memenuhi
6.	Titik Lembek (°C)	≥54	55,5	Memenuhi

5.1.4 Hasil Pengujian Berat Jenis *Filler* dari Gerabah

Pengujian yang dilakukan terhadap *filler* dari gerabah adalah pengujian untuk mencari berat jenis *filler* dari gerabah yang berasal dari Kasongan, Bantul. Adapun fungsi mencari berat jenis ini ialah untuk dijadikan perbandingan volume dalam pencampuran antara gerabah sebagai pengganti *filler*. Berat Jenis yang didapati ialah sebesar 2,03 dan seluruh rangkaian pengujian ini dilakukan di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII, Yogyakarta. Hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

5.2 Hasil Pengujian Campuran *AC-WC*

Hasil pengujian campuran *AC-WC* adalah sebagai berikut:

5.2.1 Menentukan Nilai Kadar Aspal Optimum

Pada pengujian yang dilakukan di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII, diperoleh nilai-nilai karakteristik *Marshall* diantaranya stabilitas *(stability*), kelelehan (*flow*), *VMA* (*Void in Mineral Aggregate*), *VFWA* (*Void Filled With Asphalt*), *VITM* (*Void in the Total Mix*), *MQ* (*Marshal Quotient*), dan kepadatan (*density*) dari campuran *AC-WC* dengan menggunakan bahan ikat aspal Pertamina Pen 60/70 dan Starbit. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.5, kemudian hasil dari tabel tersebut digambarkan dalam grafik pada untuk menetukan kadar aspal optimum.

Pemilihan kadar aspal optimum pada campuran *AC-WC* ditentukan dengan melihat kriteria parameter pada karakteristik *Marshall*, yaitu nilai *VITM* dengan persyaratan 3-5%, nilai *VMA* minimum 15%, *VFWA* minimum 65%, *MQ* sebesar 250 kg/mm, *flow* dengan syarat 2-4, *stabilitas* minimum 800 kg untuk Pertamina dan 1000 kg untuk Starbit, serta kadar aspal campuran minimum 6%. Dari hasil uji *Marshall* yang memenuhi semua kriteria parameter tersebut, maka diperoleh batas maksimum dan batas minimum.

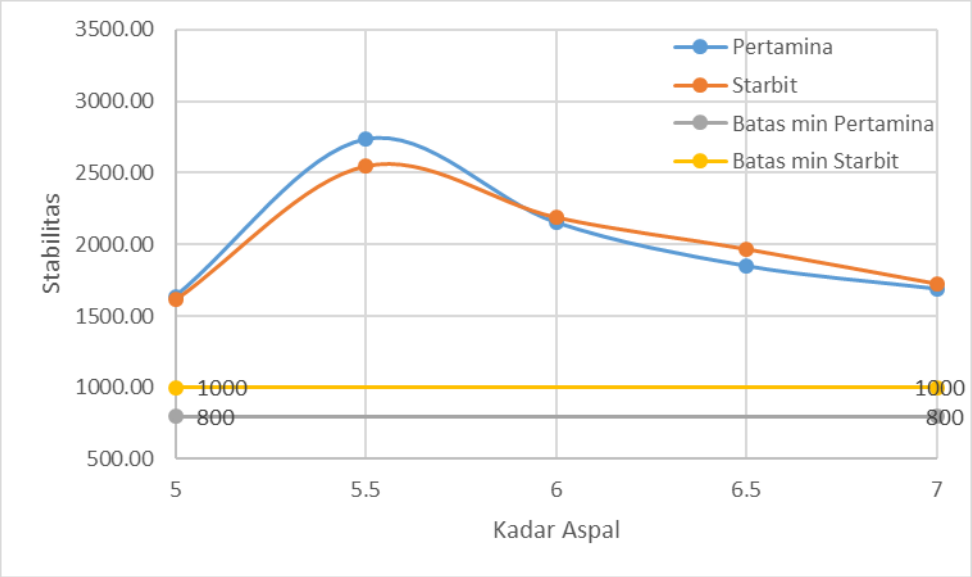
Tabel 5.5 Hasil Pengujian *Marshall* untuk KAO Pertamina 60/70

Kadar Aspal	Stabilitas	*Flow*	MQ	VITM	VFWA	VMA
(%)	(kg)	(mm)	(kg/mm)	(%)	(%)	(%)
5	1634,27	2,45	757,56	5,71	65,88	16,70
5,5	2738,30	3,24	851,48	5,40	69,08	17,45
6	2153,69	3,40	642,26	4,88	72,92	18,01
6,5	1847,82	3,82	489,58	4,74	74,93	18,88
7	1687,04	4,84	355,20	3,81	80,04	19,09
BINA MARGA	**800**	**2 - 4**	**250**	**3 - 5**	**65**	**15**

Tabel 5.6 Hasil Pengujian *Marshall* untuk KAO Starbit

Kadar Aspal	Stabilitas	*Flow*	MQ	VITM	VFWA	VMA
(%)	(kg)	(mm)	(kg/mm)	(%)	(%)	(%)
5	1614,23	2,61	631,97	5,42	67,09	16,35
5,5	2547,72	3,12	823,05	5,21	69,96	17,29
6	2191,52	3,34	660,15	4,75	73,53	17,90
6,5	1969,64	3,61	545,84	4,40	76,35	18,61
7	1728,19	4,18	415,13	3,80	80,18	19,09
BINA MARGA	**1000**	**2 - 4**	**250**	**3 - 5**	**65**	**15**

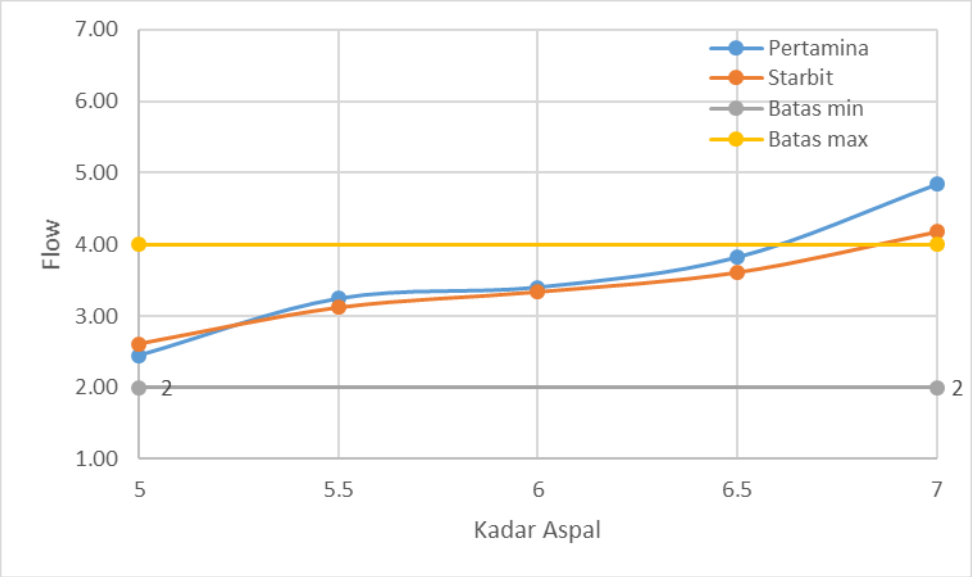
Berikut adalah grafik dari hasil pengujian *Marshall* untuk kadar aspal optimum campuran *AC-WC* menggunakan bahan ikat aspal Pertamina dan aspal Starbit.



Gambar 5.1 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan Stabilitas

Berdasarkan Gambar 5.1 didapatkan nilai stabilitas naik sampai pada titik optimum pada kadar 5,5%, yang artinya titik jenuhnya, lalu mengalami penurunan seiring bertambahnya kadar aspal baik dengan bahan ikat aspal Pertamina dan Starbit. Nilai stabilitas menurun karena ketika aspal tersebut sudah sampai titik jenuh yang artinya adhesi dari aspal tersebut sudah sampai titik puncak untuk mengikat material-material penyusun, maka aspal akan lebih tebal sehingga mengurangi stabilitas campuran, dan *interlocking* antara agregat menjadi berkurang.

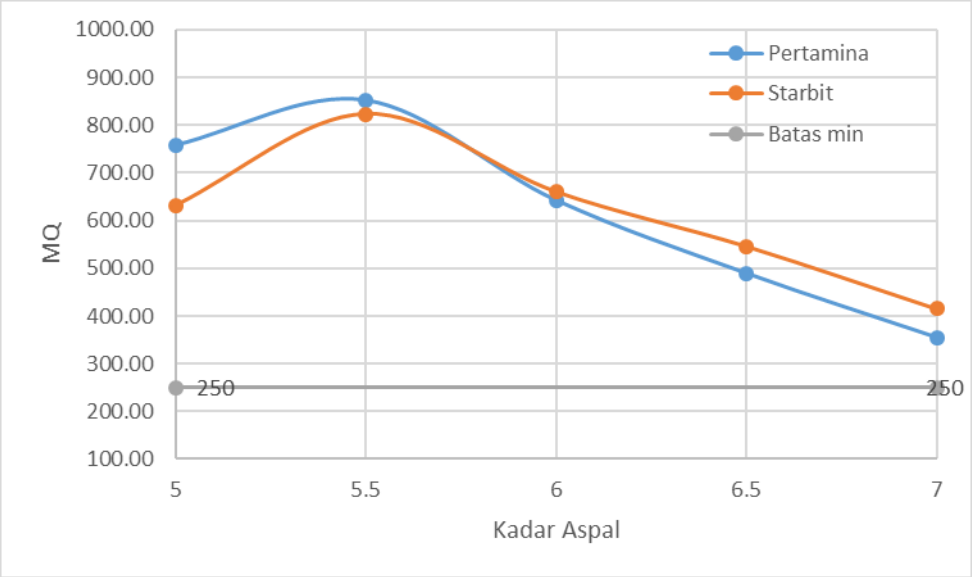
Hasil dari nilai stabilitas pada keseluruhan kadar aspal pada campuran LASTON *AC-WC* yang digunakan telah memenuhi persyaratan minimum spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 3 yaitu 800 kg untuk aspal Pertamina dan 1000 kg untuk aspal Starbit



Gambar 5.2 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan *Flow*

Pada Gambar 5.2 didapatkan nilai *flow* mengalami peningkatan seiring bertambahnya kadar aspal baik pada campuran dengan bahan ikat aspal Pertamina maupun Starbit. Hal ini disebabkan karena semakin meningkatnya kadar aspal maka campuran tersebut akan bersifat plastis karena sifat aspal sehingga mudah terjadi perubahan bentuk (deformasi plastis) akibat beban lalu lintas.

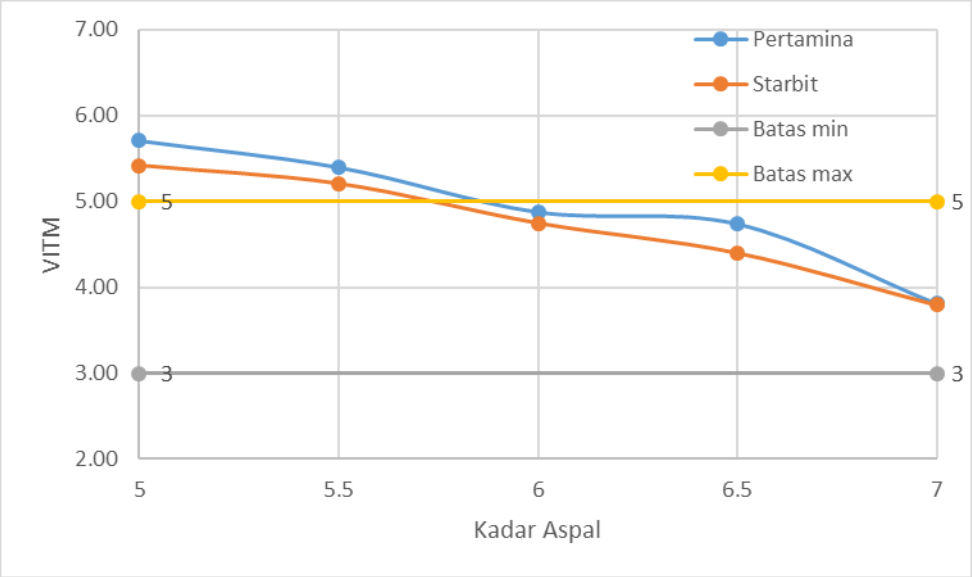
Berdasarkan grafik diatas, nilai *flow* yang didapatkan untuk campuran dengan bahan ikat aspal Pertamina pada kadar aspal 6,65% hingga 7% dan untuk campuran dengan bahan ikat aspal Starbit pada kadar aspal 6,85% hingga 7% tidak memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 3 yaitu antara 2 mm - 4 mm baik aspal Pertamina dan Starbit.



Gambar 5.3 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan *MQ*

Berdasarkan Gambar 5.3 nilai *MQ* tertinggi berada pada kadar aspal 5,5% baik pada campuran dengan bahan ikat aspal Pertamina maupun campuran dengan bahan ikat aspal Starbit. Hal ini terjadi karena nilai stabilitas yang tinggi tidak dibarengi nilai *flow*, sehingga pada campuran kadar aspal 5,5% sifat campuran kaku karena memiliki stabilitas yang tinggi dan *flow* yang rendah, sedangkan pada kadar aspal 7% nilai stabilitas yang kecil dibarengi dengan nilai *flow* yang tinggi menjadikan nilai *MQ* rendah dengan sifat fleksibel namun kurang stabil.

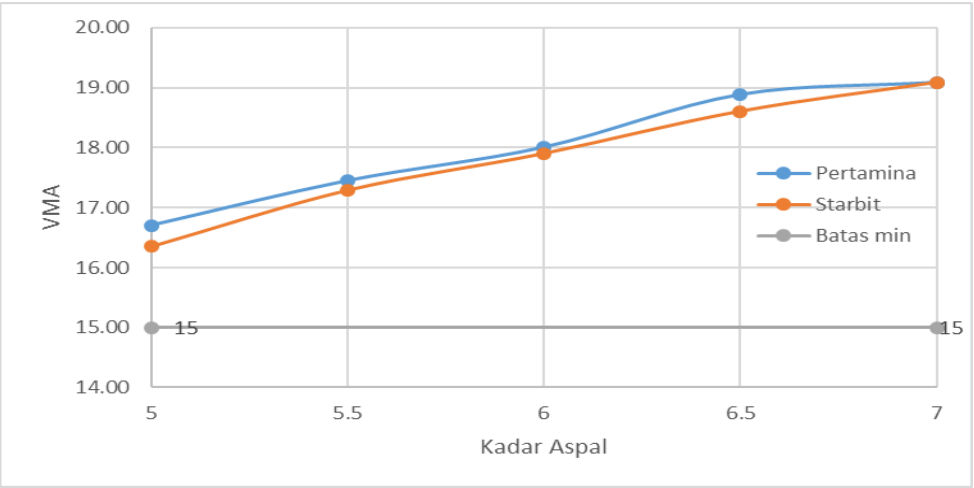
Nilai *MQ* dari keseluruhan kadar aspal baik dengan bahan ikat aspal Pertamina maupun aspal Starbit pada campuran LASTON *AC-WC* yang digunakan telah memenuhi persyaratan minimum spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 3 yaitu 250 kg/mm.



Gambar 5.4 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan *VITM*

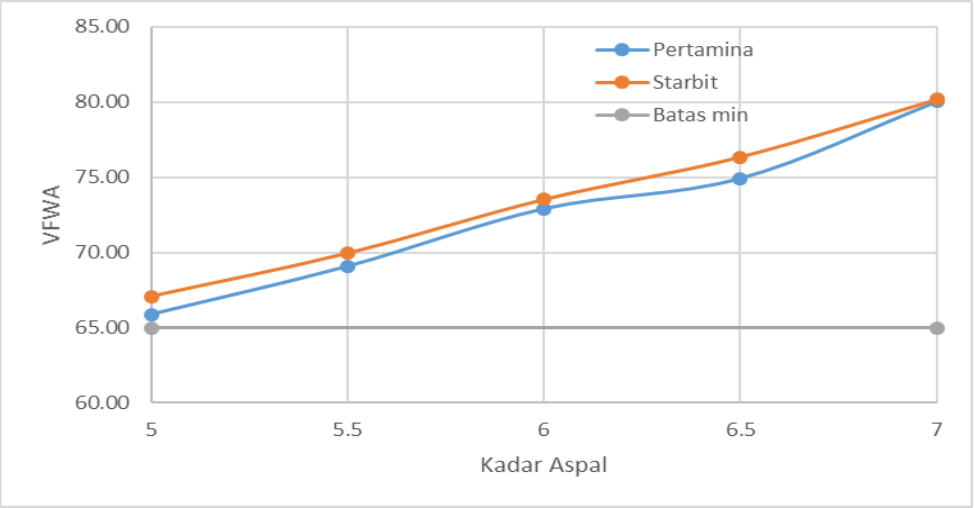
Berdasarkan Gambar 5.4 didapatkan nilai *VITM* semakin menurun seiring bertambahnya kadar aspal baik campuran dengan aspal Pertamina maupun aspal Starbit. Hal ini karena semakin bertambahnya kadar aspal, *void* semakin terisi, sehingga *void* yang tersisa pada campuran semakin sedikit

Pada kadar aspal 5,8% sampai 7% untuk campuran dengan bahan ikat aspal Pertamina dan kadar aspal 5,9% sampai 7% untuk campuran dengan bahan ikat aspal Starbit didapatkan nilai *VITM* yang memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 3 dengan batas minimum 3% dan batas maksimum 5%.



Gambar 5.5 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan *VMA*

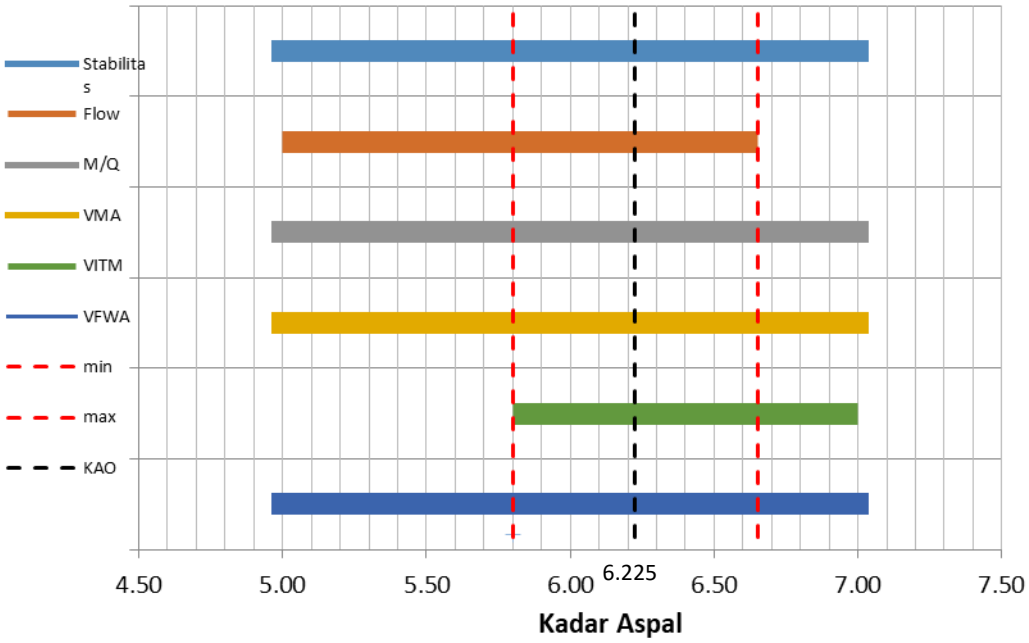
Berdasarkan Gambar 5.5 didapatkan nilai *VMA* yang semakin meningkat setiap penambahan kadar aspal baik campuran dengan aspal Pertamina maupun Starbit. Hal ini terjadi karena selimut aspal semakin tebal saat penambahan kadar aspal. Nilai *VMA* pada setiap kadar aspal campuran LASTON *AC-WC* memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 3 dengan batas minimum 15%.



Gambar 5.6 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan *VFWA*

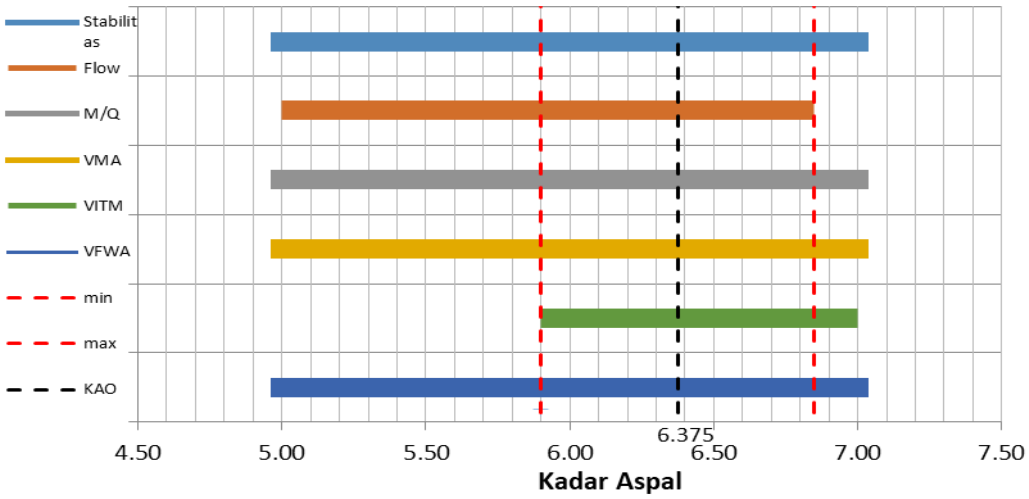
Berdasarkan Gambar 5.6 didapatkan nilai *VFWA* yang semakin naik seiring bertambahnya kadar aspal baik campuran dengan bahan ikat aspal Pertamina

maupun aspal Starbit. Hal ini karena *void* semakin terisi oleh aspal. Pada kadar aspal sekitar 5% sampai 7% didapatkan nilai *VFWA* yang memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 3 baik pada campuran dengan bahan ikat aspal Pertamina maupun aspal Starbit dengan batas minimum 65%. Dari hasil-hasil karateristik Marshall tersebut dikelompokkan hasil yang memenuhi spesifikasi Bina Marga lalu ditarik garis tengahnya dan didapatkan hasil kadar aspal optimumnya.



Gambar 5.7 Penentuan KAO pada Campuran Berbahan Ikat Pertamina Pen 60/70

Berdasarkan Gambar 5.7 diatas dapat dilihat bahwa kadar aspal optimum pada campuran *AC-WC* yang menggunakan berbahan ikat aspal Pertamina Pen 60/70 mendapatkan nilai 6,225 %.



Gambar 5.8 Penentuan KAO pada Campuran Berbahan Ikat Starbit E-55

Berdasarkan Gambar 5.8 diatas dapat dilihat bahwa kadar aspal optimum pada campuran *AC-WC* yang menggunakan berbahan ikat aspal Starbit E-55 mendapatkan nilai 6,375 %.

5.2.3 Kebutuhan Agregat dan *Filler* Gerabah pada Kadar Aspal Optimum Pertamina 60/70

Kebutuhan *filler* gerabah dan abu batu pada campuran *AC-WC* pada kadar aspal optimum dapat dilihat pada Tabel 5.7 dan Tabel 5.8 dibawah ini:

Tabel 5.7 Kebutuhan Agregat pada KAO untuk 0% Gerabah

		Spesifikasi		Kumulatif	Berat Tertahan		
inch	mm	Max	Min	Lolos	Tertahan		
No. 8	2,36	53	33	43	57	202,55	641,421
No. 16	1,18	40	21	31	70	140,66	782,0835
No. 30	0,600	30	14	22	78	95,65	877,734
No. 50	0,300	22	9	16	85	73,14	950,8785
No. 100	0,150	15	6	11	90	56,27	1007,1435
No. 200	0,075	9	4	7	94	45,01	1052,1555
Pan		0	0	0	100	73,14	1125,3
Jumlah						1125,30	

Tabel 5.8 Kebutuhan Agregat pada KAO Pertamina 60/70 untuk 25%-100% *Filler* Gerabah

No.Saringan	Berat Tertahan		Kadar Aspal (6.225%)							
			75% Abu Batu	25% Gerabah	50% Abu Batu	50% Gerabah	25% Abu batu	25% Gerabah	0% Abu Batu	100% Gerabah
pan	73,14	1125,3	54,86	14,13	36,57	28,26	18,29	42,39	0,00	56,52

Metode yang digunakan dalam pencampuran antara gerabah sebagai pengganti *filler* ialah dengan perbandingan volume antar agregat. Berdasarkan hasil tabel 5.8 perbandingan yang dilakukan ialah membandingkan nilai berat jenis *filler* gerabah dengan berat jenis *filler* abu batu lalu dikalikan dengan berat *filler* dalam 1 campuran sehingga didapatilah nilai-nilai seperti tabel 5.8

5.2.4 Kebutuhan Agregat dan *Filler* Gerabah pada Kadar Aspal Optimum Starbit E-55

Kebutuhan *filler* gerabah dan abu batu pada campuran *AC-WC* Aspal Starbit pada kadar aspal optimum dapat dilihat pada Tabel 5.9 dan Tabel 5.10.

Tabel 5.9 Kebutuhan Agregat pada KAO untuk 0% Gerabah

		Spesifikasi		Kumulatif	Berat Tertahan		
inch	mm	Max	Min	Lolos	Tertahan		
No. 8	2,36	53	33	43	57	202,23	640,395
No. 16	1,18	40	21	31	70	140,44	780,8325
No. 30	0,600	30	14	22	78	95,50	876,33
No. 50	0,300	22	9	16	85	73,03	949,3575
No. 100	0,150	15	6	11	90	56,18	1005,5325
No. 200	0,075	9	4	7	94	44,94	1050,4725
Pan		0	0	0	100	73,03	1123,5
Jumlah						1123,50	

Tabel 5.10 Kebutuhan Agregat pada KAO Starbit E-55 untuk 25%-100% *Filler* Gerabah

No.Saringan	Berat Tertahan		Kadar Aspal (6.375%)							
			75% Abu Batu	25% Gerabah	50% Abu Batu	50% Gerabah	25% Abu batu	25% Gerabah	0% Abu Batu	100% Gerabah
pan	73,03	1123,5	54,77	14,11	36,51	28,21	18,26	42,32	0,00	56,43

Metode yang digunakan dalam pencampuran antara gerabah sebagai pengganti *filler* ialah dengan perbandingan volume antar agregat. Berdasarkan hasil tabel 5.10 perbandingan yang dilakukan ialah membandingkan nilai berat jenis *filler* gerabah dengan berat jenis *filler* abu batu lalu dikalikan dengan berat *filler* dalam 1 campuran sehingga didapatilah nilai-nilai seperti tabel 5.10.

5.3 Tinjauan Karakteristik Pengujian *Marshall*

5.3.1 Hasil Pengujian

Hasil pengujian *Marshall* campuran *AC-WC* pada kadar aspal optimum dapat dilihat pada Tabel 5.11 dan 5.12. Hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 5.11 Rekapitulasi Hasil Pengujian *Marshall* Aspal Pertamina 60/70

Kadar Gerabah (%)	Stabilitas (kg)	*Flow* (mm)	*MQ* (kg/mm)	*VITM* (%)	*VFWA* (%)	*VMA* (%)	*Density (gr/cc)*
0	1928,21	3,54	553,31	3,65	79,05	17,40	2,34
25	1823,77	3,73	492,44	3,75	78,52	17,45	2,28
50	2272,70	4,66	501,33	5,78	70,02	19,23	2,29
75	1696,16	4,67	364,42	8,53	60,48	21,59	2,23
100	1726,75	5,37	322,13	8,64	60,15	21,68	2,22
BINA MARGA	800	2 - 4	250	3 - 5	65	15	

Tabel 5.12 Rekapitulasi Hasil Pengujian *Marshall* Aspal Starbit E-55

Kadar Gerabah (%)	Stabilitas (kg)	*Flow* (mm)	*MQ* (kg/mm)	*VITM* (%)	*VFWA* (%)	*VMA* (%)	*Density (gr/cc)*
0	1828,14	3,13	584,56	3,70	78,78	17,45	2,34
25	2074,23	3,57	661,51	4,87	73,59	18,41	2,28
50	2406,26	4,30	564,30	6,80	66,19	20,10	2,27
75	1639,01	4,40	372,93	8,06	61,94	21,19	2,24
100	1843,95	4,50	411,19	8,49	60,62	21,55	2,23
BINA MARGA	1000	2 - 4	250	3 - 5	65	15	

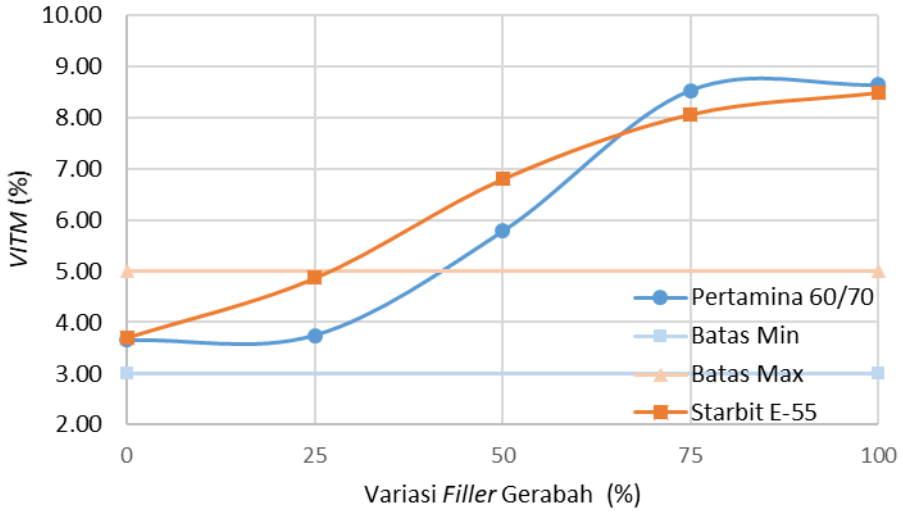
5.3.2 Pembahasan

Adapun parameter- parameter yang dijadikan acuan melihat kinerja variasi *filler* gerabah pada campuran *AC-WC* adalah sebagai berikut ini:

1. Analisis Pengaruh Kadar *Filler* Gerabah terhadap *Void in The Mix (VITM)*

VITM adalah rongga atau *void* yang tersisa setelah campuran beton aspal dipadatkan. *Void* tersebut berguna sebagai tempat bergesernya butir-butir agregat akibat beban lalu lintas yang berulang atau tempat jika aspal melunak akibat perubahan temperatur. Bina Marga 2010 mensyaratkan *VITM* untuk campuran *AC-WC* adalah sebesar 3-5 %.

Faktor-faktor yang mepengaruhi nilai *VITM* diantaranya adalah gradasi agregat, jenis dan kadar aspal yang digunakan, serta faktor pemadatan. Gradasi senjang akan memiliki *void* yang lebih besar dari campuran bergradasi rapat, sehingga diperlukan kadar aspal yang tinggi untuk tetap memberikan *durabiliy* yang baik. Pada penelitian ini penulis menggunakan gradasi rapat. Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium, didapatkan nilai *VITM* yang disajikan dalam grafik pada Gambar 5.9 berikut ini.



Gambar 5.9 Hubungan Kadar *Filler* Gerabah dengan *VITM*

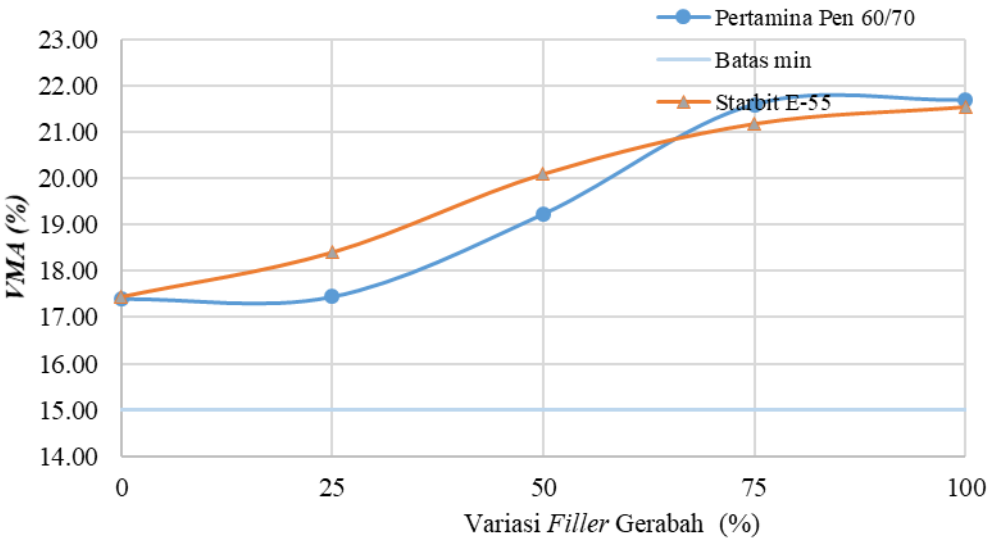
Berdasarkan grafik pada Gambar 5.9 dapat dilihat bahwa nilai *VITM* pada campuran *AC-WC* semakin tinggi seiring dengan bertambahnya kadar *filler* gerabah. Ini berarti *filler* gerabah cenderung lebih susah mengisi *void* yang ada. Hal ini sejalan dengan penelitian Rahayu (2018) yang menggunakan serbuk batu bata sebagai *filler* menyatakan bahwa serbuk batu bata mempunyai permukaan yang lebih berpori menyebabkan aspal lebih banyak terserap oleh *filler* pengganti. Dengan demikian menyebabkan selimut aspal menjadi lebih tipis dan melemahkan ikatan aspal dengan agregat, sehingga akan membuat rongga dalam campuran menjadi semakin besar. Selain memiliki permukaan yang lebih berpori, SBB juga memiliki tekstur yang kasar sehingga menyebabkan *workability* menurun dan akan menimbulkan rongga ketika dilakukan pemadatan. Hal ini sama dengan pengaruh dari *filler* gerabah.

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.9 pula dapat dilihat campuran *AC-WC* menggunakan aspal Starbit cenderung lebih besar nilai *VITM* nya, hal ini dikarenakan karena nilai penetrasi aspal Starbit lebih kecil dari aspal Pertamina, aspal Starbit lebih keras daripada aspal Pertamina sehingga nilai *VFWA* nya semakin kecil atau sedikit. Hal ini sejalan dengan penelitian Subarkah dan Romadhona (2015) yang menyatakan bahwa penggunaan aspal Starbit E-55 menghasilkan rongga yang sedikit lebih besar dibandingkan campuran yang menggunakan aspal penetrasi 60/70. Besarnya nilai rongga dalam campuran menunjukkan *workability* pada proses pemadatan dan ditentukan oleh gradasi dan karakteristik bahan aspal. Namun, pada kadar 75% gerabah aspal Pertamina mempunyai *VITM* yang lebih besar daripada aspal Starbit. Hal ini berarti perpaduan kadar aspal 75% dan aspal Pertamina membuat *filler* dan aspal susah mengisi *void* yang ada.

2. Analisis Pengaruh Kadar *Filler* Gerabah terhadap *Void in Mineral Aggregate (VMA)*

VMA adalah persentase banyaknya pori antar butiran agregat dalam campuran, atau dapat dinyatakan sebagai persentase rongga yang dapat ditempati aspal dan udara. Apabila nilai *VMA* terlalu kecil, maka akan menimbulkan masalah *durabilitas*, yaitu membatasi banyaknya rongga terisi aspal, sehingga

campuran menjadi kurang kedap air dan udara. Sebaliknya, nilai *VMA* yang terlalu besar akan menimbulkan masalah stabilitas dan kurang ekonomis, karena rongga antar agregat yang terlalu besar mengakibatkan kemampuan agregat saling mengunci dan mengisi menjadi menurun. Nilai *VMA* dipengaruhi oleh gradasi agregat, jumlah tumbukan dan kadar aspal. Berikut ini adalah hasil nilai *VMA* yang disajikan dalam grafik pada Gambar 5.10



Gambar 5.10 Hubungan Kadar *Filler* Gerabah dengan *VMA*

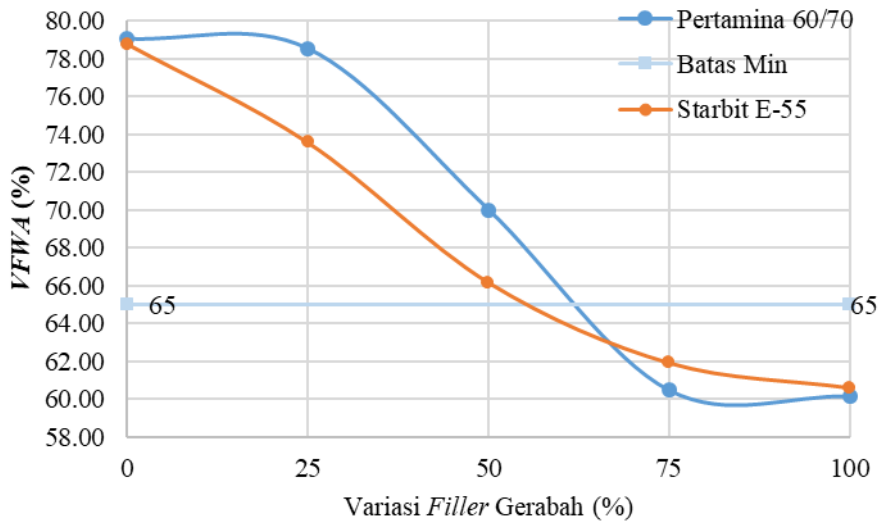
Berdasarkan grafik pada Gambar 5.10 dapat dilihat bahwa nilai *VMA* pada campuran *AC-WC* semakin tinggi seiring bertambahnya kadar *filler* gerabah. Hal ini berarti bertambahnya *filler* gerabah membuat rongga antar agregat semakin besar yang artinya kerenggangan antar agregat semakin besar. Ini terjadi karena gerabah mempunyai pori-pori yang lebih banyak membuat aspal terserap, sehingga *void* semakin besar. Hal ini sejalan dengan Rahaditya (2012) dalam penelitiannya menggunakan serbuk bata merah sebagai *filler* yang menyebutkan bahwa dengan penambahan *filler* serbuk bata merah pada campuran *HRS-WC* meningkatkan nilai *VMA*.

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.10 dapat dilihat pula bahwa nilai *VMA* pada campuran *AC-WC* menggunakan aspal Starbit cenderung lebih tinggi sedikit dibandingkan campuran *AC-WC* menggunakan aspal Pertamina, namun tidak

signifikan karena nilai *VMA* bergantung dari gradasi agregat, jumlah tumbukan dan kadar aspal. Kadar aspal optimum pada campuran *AC-WC* menggunakan aspal Starbit lebih tinggi sehingga dapat mempengaruhi hal tersebut. Hal ini sejalan dengan penelitian Nugroho (2018) yang menyatakan nilai prosentase signifikasi pada campuran dengan bahan ikat Starbit E-55 yang lebih tinggi, mengindikasikan bahwa gaya adhesi aspal Starbit E-55 terhadap agregat lebih baik dibanding aspal Pen 60/70. Hal ini sejalan juga dengan penelitian Subarkah dan Romadhona (2015) dengan *VMA* campuran dengan bahan ikat Starbit yang lebih tinggi dari *VMA* campuran dengan bahan ikat Pertamina dengan gradasi campuran yang sama. Namun pada kadar 75% gerabah campuran dengan bahan ikat aspal Pertamina lebih tinggi dari campuran dengan bahan ikat aspal Starbit. Hal ini berarti perpaduan kadar *filler* gerabah 75% dan aspal Pertamina membuat *filler* susah mengisi *void* yang ada.

3. Analisis Pengaruh Kadar *Filler* Gerabah terhadap *Void Filled with Asphalt (VFWA)*

VFWA adalah volume rongga campuran yang terisi aspal atau yang biasa disebut dengan selimut aspal. Nilai *VFWA* akan meningkat seiring dengan bertambahnya kadar aspal yang digunakan dalam campuran karena rongga dalam campuran yang terisi aspal akan semakin banyak. Nilai *VFWA* berhubungan dengan kekedapan campuran terhadap air dan udara, serta keelastisan campuran. Semakin tinggi nilai *VFWA* maka selimut aspal semakin tebal, yang berarti semakin kedap air dan udara, sehingga campuran lebih awet dan lentur. Dengan demikian, ketahanan campuran terhadap kelelahan akibat beban berulang *(fatigue)* akan lebih baik. Nilai *VFWA* dapat dilihat pada grafik dalam Gambar 5.11 berikut ini.



Gambar 5.11 Hubungan Kadar *Filler* Gerabah dengan *VFWA*

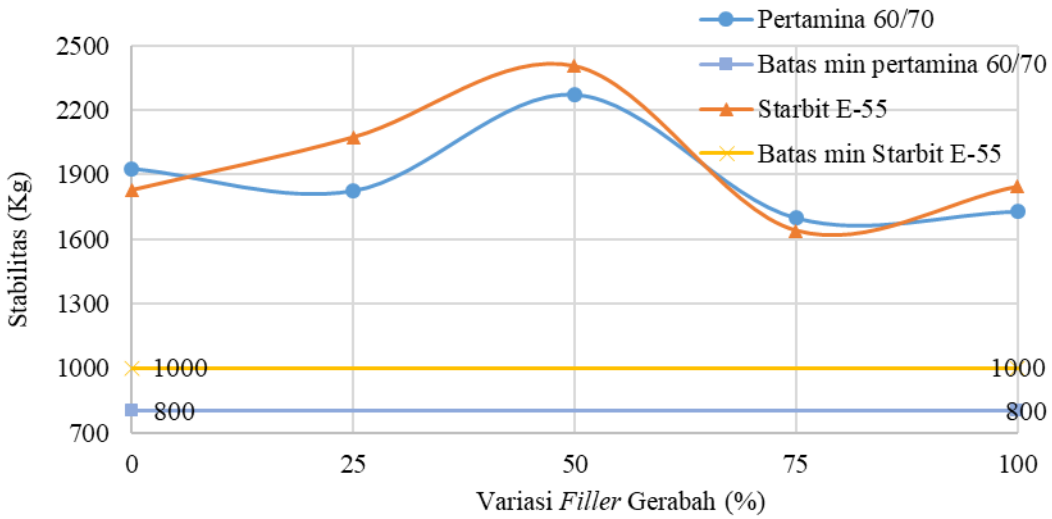
Berdasarkan grafik pada Gambar 5.11 menunjukkan bahwa semakin bertambahnya kadar *filler* gerabah diikuti dengan menurun persentase rongga yang terisi aspal. Berdasarkan grafik pada Gambar 5.9 dapat dilihat bahwa nilai *VITM* pada campuran *AC-WC* semakin naik seiring dengan bertambahnya kadar *filler* gerabah. Hal ini berarti gerabah menyebabkan aspal lebih sedikit mengisi *void* yang ada, ini dikarenakan penyerapan aspal oleh gerabah yang lebih tinggi sehingga selimut aspal lebih tipis dan *void* semakin banyak. Hal ini sejalan dengan penelitian Rahayu (2018) dengan menggunakan serbuk batu bata sebagai *filler* yang menyebutkan bahwa tekstur pada butiran SBB yang tajam dan berpori menyebabkan aspal banyak mengisi pori pada butiran *filler* SBB tersebut, sehingga butiran agregat lainnya minim mendapatkan lekatan dari aspal dan menyebabkan film aspal menjadi tipis. Hal ini sama dengan pengaruh *filler* gerabah.

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.11 terlihat pula bahwa campuran *AC-WC* menggunakan aspal Pertamina mempunyai nilai *VFWA* lebih besar dibandingkan dengan campuran *AC-WC* menggunakan aspal Starbit, berkebalikan dengan grafik *VITM*. Hal ini disebabkan karena aspal Pertamina lebih lunak dibandingkan dengan aspal Starbit, sehingga aspal Pertamina lebih bisa masuk ke rongga-rongga

dan mengisinya. Hal ini sejalan dengan penelitian Subarkah dan Romadhona (2015) dengan hasil grafik yang menunjukkan *VFWA* campuran dengan bahan ikat Pertamina lebih tinggi dari *VFWA* campuran dengan bahan ikat Starbit. Namun pada kadar *filler* gerabah 75% terlihat aspal Pertamina lebih sedikit mengisi *void*. Hal ini bisa dikarenakan perpaduan antara kadar gerabah 75% dan KAO aspal Pertamina membuat aspal Pertamina lebih susah mengisi *void* campuran tersebut.

4. Analisis Pengaruh Kadar *Filler* gerabah terhadap *Stabilitas*

Menurut Sukirman (2003), nilai stabilitas campuran beton aspal dibentuk dari gesekan internal antar butiran agregat yang saling mengunci dan adanya aspal. Selain itu, kohesi atau gaya ikat aspal yang berasal dari daya lekatnya, sehingga mampu memelihara tekanan kontak antar butir agregat. Berikut ini adalah hasil nilai stabilitas yang disajikan dalam grafik pada Gambar 5.12



Gambar 5.12 Hubungan Kadar *Filler* Gerabah dengan Stabilitas

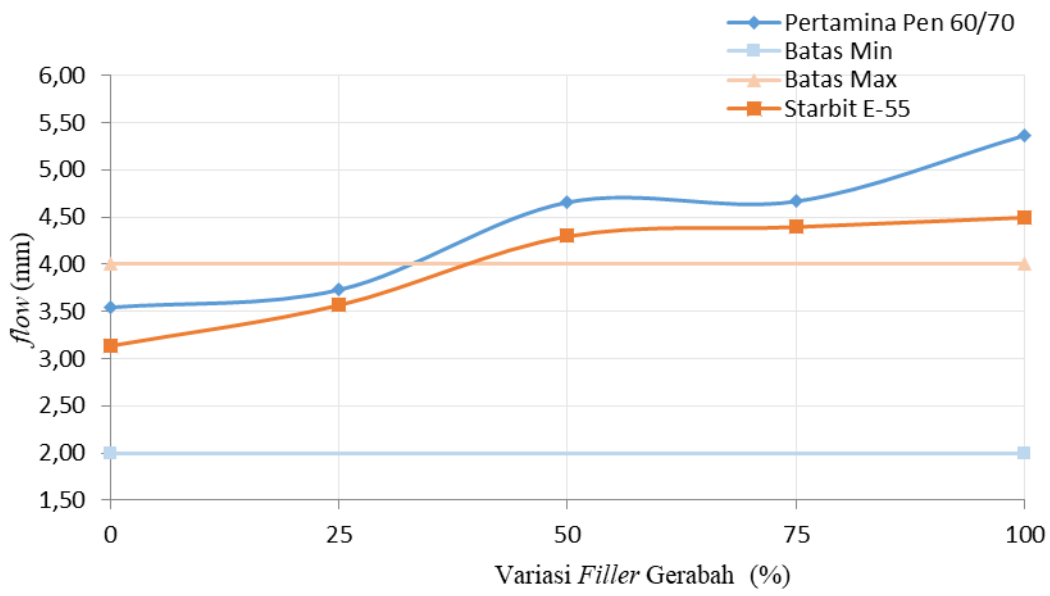
Berdasarkan grafik pada Gambar 5.12 dapat dilihat bahwa nilai *stabilitas* pada campuran menggunakan *filler* gerabah cenderung naik hingga pada variasi 50% lalu cenderung menurun. Itu berarti daya pengunci variasi 50% *filler* gerabah ditambah 50% *filler* abu batu paling tinggi dibandingkan variasi kadar lain. Hal ini bisa terjadi karena sampai kadar 50% gerabah dengan permukaan yang kasar

membuat *interlocking* antar agregat semakin baik sehingga stabilitas meningkat, lalu menurun karena *filler* gerabah yang mempunyai pori banyak dan berat yang lebih ringan dibandingkan abu batu membuat *workability* dari stabilitas itu sendiri menurun jika terlalu banyak penambahan *filler* gerabah. Hal ini sejalan dengan Rahayu (2018) dalam penelitiannya yang menggunakan serbuk batu bata menyatakan bahwa penambahan kadar *filler* SBB pada mulanya bertujuan untuk meningkatkan kinerja stabilitas karena *filler* SBB memiliki tekstur yang tajam dan kasar sehingga memiliki bidang kontak yang baik dan memberikan *interlocking* yang besar. Namun dengan penambahan kadar *filler* SBB yang semakin banyak mengakibatkan nilai stabilitas menurun. Penurunan tersebut terjadi karena permukaan *filler* SBB yang berpori menyebabkan *workability* menurun, sehingga membuat rongga dalam campuran semakin besar.

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.12 dapat dilihat pula bahwa penggunaan campuran *AC-WC* aspal Starbit cenderung mempunyai stabilitas lebih tinggi dibandingkan aspal Pertamina. Hal ini disebabkan karena aspal Starbit mempunyai nilai penetrasi lebih kecil dari aspal Pertamina, sehingga aspal Starbit lebih kaku, dan campuran *AC-WC* menggunakan aspal Starbit lebih stabil. Hal ini sejalan dengan penelitian Nugroho (2018) yang menyatakan bahwa nilai stabilitas yang lebih tinggi pada campuran beraspal Starbit E-55 dapat disebabkan karena sifatnya yang lebih kaku dan kurang peka terhadap temperatur, sehingga dapat memberikan stabilitas yang lebih baik dari pada Pertamina 60/70.

5. Analisis Pengaruh Kadar *Filler* Gerabah terhadap *Flow*

Nilai *flow* pada campuran *AC-WC* disajikan pada grafik dalam Gambar 5.13 berikut ini:



Gambar 5.13 Hubungan Kadar *Filler* Gerabah dengan Nilai *Flow*

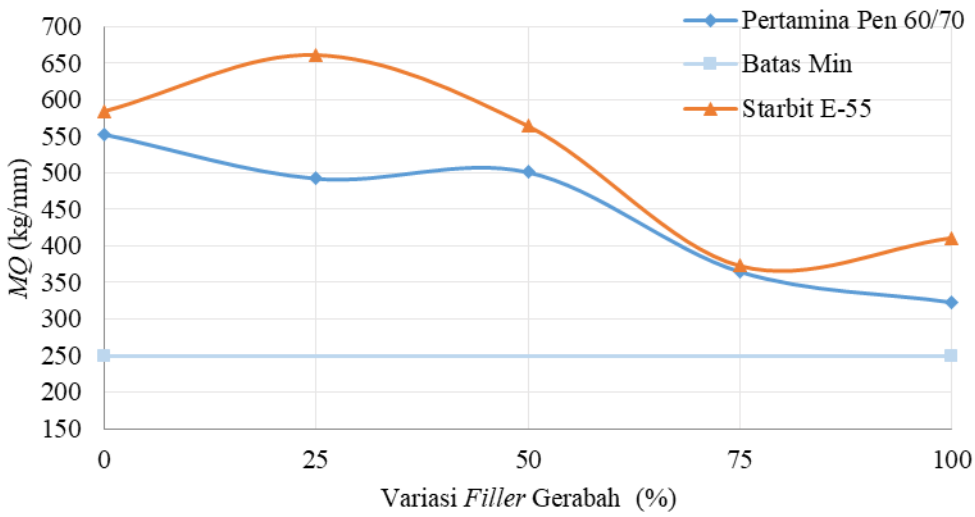
Berdasarkan grafik pada Gambar 5.13 dapat dilihat bahwa nilai *flow* semakin meningkat seiring bertambahnya kadar *filler* gerabah. Ini berarti semakin meningkatnya kadar *filler* gerabah maka campuran akan semakin bersifat plastis sehingga akan semakin sulit untuk rusak *crack* namun bentuk responnya adalah mengalami deformasi. Hal tersebut karena *void* semakin banyak saat kadar *filler* gerabah bertambah, dapat dilihat dari grafik *VITM* dan *VMA*, semakin banyak *void* maka *flow* akan bertambah, yang berarti campuran semakin plastis. Hal ini sejalan dengan penelitian Perwitasari (2018) yang menyatakan bahwa kenaikan nilai *flow* disebabkan oleh berkurangnya *filler* debu batu dan bertambahnya *filler* serbuk batu bata. Kenaikan nilai *flow* seiring bertambahnya kadar *filler* serbuk batu bata disebabkan karena permukaan serbuk batu bata yang berpori akan menyerap aspal lebih banyak, sehingga campuran cenderung kurang daya lekatnya. Hal tersebut akan membuat rongga dalam campuran semakin besar, yang berakibat lebih rentan terhadap deformasi.

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.13 terlihat pula bahwa penggunaan aspal Starbit mempunyai nilai *flow* yang lebih rendah dibandingkan dengan penggunaan aspal Pertamina. Hal ini disebabkan karena aspal Starbit yang mempunyai sifat

lebih kaku, hal ini terlihat dari nilai penetrasinya yang lebih rendah, sehingga nilai *flow*nya lebih rendah dari campuran menggunakan aspal Pertamina. Hal ini sejalan dengan penelitian Nugroho (2018) dengan grafiknya yang menunjukkan nilai *flow* dengan bahan ikat aspal Pertamina lebih tinggi.

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

Nilai *MQ* merupakan rasio atau perbandingan antara nilai stabilitas dan *flow* pada campuran beton aspal yang digunakan untuk menunjukkan tingkat fleksibilitas campuran. Nilai *MQ* yang tinggi menunjukkan campuran tersebut cenderung kaku dan kurang fleksibel saat menerima beban, namun sebaliknya bila campuran dengan nilai *MQ* yang rendah menunjukkan campuran tersebut cenderung fleksibel dalam menerima beban. Hasil perhitungan *MQ* dapat dilihat pada grafik dalam Gambar 5.14 berikut ini.



Gambar 5.14 Grafik Hubungan Kadar *Filler* Gerabah dengan Nilai *MQ*

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.14 terlihat bahwa nilai *MQ* cenderung semakin menurun seiring bertambahnya kadar *filler* gerabah. Pada kadar *filler* gerabah sedikit, nilai *MQ* cenderung tinggi. Sehingga campuran pada kadar aspal tersebut dapat dikatakan cenderung bersifat kaku. Sebaliknya terjadi pada kadar *filler* gerabah rendah nilai *MQ* cenderung kecil yang berarti sifat campuran tersebut fleksibel. Hal imi berarti semakin bertambah kadar *filler* gerabah, sifat

campuran semakin fleksibel dalam menerima beban. Ini karena nilai *flow* yang semakin naik sehingga angka pembagi pada rasio semakin besar. Hasil ini sedikit berbeda dengan Rahaditya (2012) yang menyebutkan nilai *MQ* cenderung naik pada campuran HRS-WC dengan menggunakan *filler* serbuk bata merah pada kadar aspal ideal. Setelah mencapai nilai optimum pada kadar *filler* SBB 50%, nilai *MQ* mengalami penurunan seiring bertambahnya kadar *filler* SBB.

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.14 terlihat pula bahwa campuran aspal Starbit lebih tinggi daripada campuran dengan aspal Pertamina karena sifat aspal Starbit yang lebih kaku dibandingkan dengan aspal Pertamina. Hal ini sejalan dengan penelitian Nugroho (2018) yang menyatakan bahwa bahan ikat aspal Starbit E-55 cenderung lebih kaku, sehingga lebih mudah terjadi *cracking*, sedangkan bahan ikat Pen 60/70 cenderung lebih plastis sehingga lebih mudah terjadi *rutting*.

5.4 Tinjauan Karakteristik Pengujian *Indirect Tensile Strength* (*ITS)*

5.4.1 Hasil Pengujian

Hasil pengujian *ITS* campuran *AC-WC* pada kadar aspal optimum dapat dilihat pada Tabel 5.13 dan Tabel 5.14 Hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 5.13 Rekapitulasi Hasil Pengujian *Indirect Tensile Strength* Aspal Pertamina 60/70

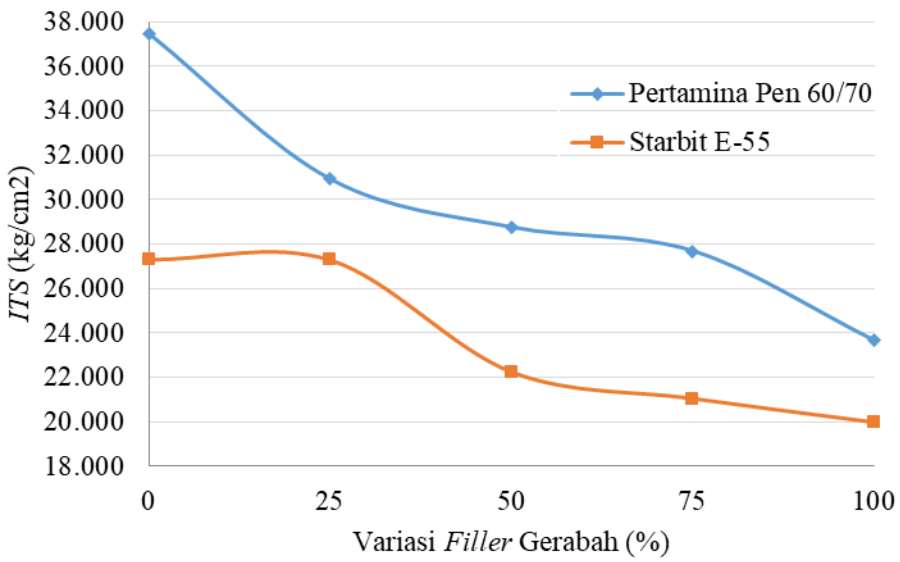
Variasi Gerabah (%)	*ITS* (kg/cm2)
0	37,473
25	30,917
50	28,754
75	27,680
100	23,647

Tabel 5.14 Rekapitulasi Hasil Pengujian *Indirect Tensile Strength* Aspal Starbit E-55

Variasi *Filler* Gerabah (%)	*ITS* (kg/cm2)
0	27,313
25	27,297
50	22,233
75	21,033
100	19,961

5.4.2 Pembahasan

Indirect Tensile Strength (ITS) adalah pengujian yang berguna untuk mengetahui nilai gaya tarik tidak langsung pada campuran akibat beban lalu lintas. Nilai *ITS* pada campuran *AC-WC* yang menggunakan gerabah sebagai pengganti *filler* dapat dilihat pada grafik dalam Gambar 5.15 berikut ini.



Gambar 5.15 Hubungan Variasi *Filler* Gerabah dengan Nilai *ITS*

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.15 dapat dilihat bahwa nilai stabilitas *ITS* pada campuran *AC-WC* yang menggunakan *filler* gerabah cenderung mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya kadar *filler* gerabah dalam

campuran. Ini berarti sifat dari campuran *AC-WC* dengan *filler* gerabah lebih buruk untuk menahan gaya tarik dibandingkan dengan *filler* abu batu. Hal ini sejalan dengan Perwitasari (2018) bahwa nilai *ITS* pada campuran *SMA* 0/11 semakin menurun seiring bertambahnya kadar *filler* pengganti serbuk batu bata dengan durasi rendaman yang sama. Hal tersebut dapat terjadi karena serbuk batu bata yang semakin bertambah, membuat rongga dalam campuran *SMA* 0/11 menjadi besar. Penyerapan aspal yang tinggi oleh serbuk batu bata membuat selimut aspal menjadi tipis, dan besarnya pori menyebabkan campuran semakin berkurang kekedapannya. Akibatnya udara yang masuk kedalam campuran semakin banyak, menyebabkan semakin mudahnya selimut aspal teroksidasi dan menjadi getas, sehingga tidak dapat menahan beban

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.15 terlihat pula campuran *AC-WC* dengan aspal Starbit mempunyai nilai *ITS* lebih rendah dibandingkan dengan campuran *AC-WC* dengan aspal Pertamina yang berarti campuran dengan aspal Pertamina lebih kuat menahan gaya tarik. Hal itu dikarenakan nilai penetrasi aspal Starbit lebih kecil dari aspal Pertamina yang berarti aspal Starbit lebih kaku dari pada aspal Pertamina, sehingga daya plastisnya kurang, getas dan lebih mudah putus. Hal ini sejalan dengan penelitian Subarkah dan Romadhona (2015) bahwa campuran *AC-WC* yang menggunakan aspal Pertamina Pen 60/70 memiliki nilai *ITS* yang lebih baik daripada Starbit E-55.

5.5 Tinjauan Karakteristik *Immersion Test*

5.5.1 Hasil Pengujian

Hasil *Immersion Test* campuran *AC-WC* pada kadar aspal optimum dapat dilihat pada Tabel 5.15 dan Tabel 5.16 Hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 5.15 Rekapitulasi Hasil *Immersion Test* Aspal Pertamina

Kadar Gerabah (%)	Stabilitas 0,5 Jam (kg)	Stabilitas 24 Jam (kg)
0	1928,21	1753,07
25	1823,77	1645,32
50	2465,39	2209,41
75	1696,16	1491,70
100	1726,75	1517,13
Spesifikasi	**> 800**	**>800**

Tabel 5.16 Rekapitulasi Hasil *Immersion Test* Aspal Starbit E-55

Kadar Gerabah (%)	Stabilitas 0,5 Jam (kg)	Stabilitas 24 Jam (kg)
0	1828,14	1740,58
25	2074,23	1958,31
50	2406,26	2225,75
75	1639,01	1462,91
100	1843,95	1642,91
Spesifikasi	**> 1000**	**>1000**

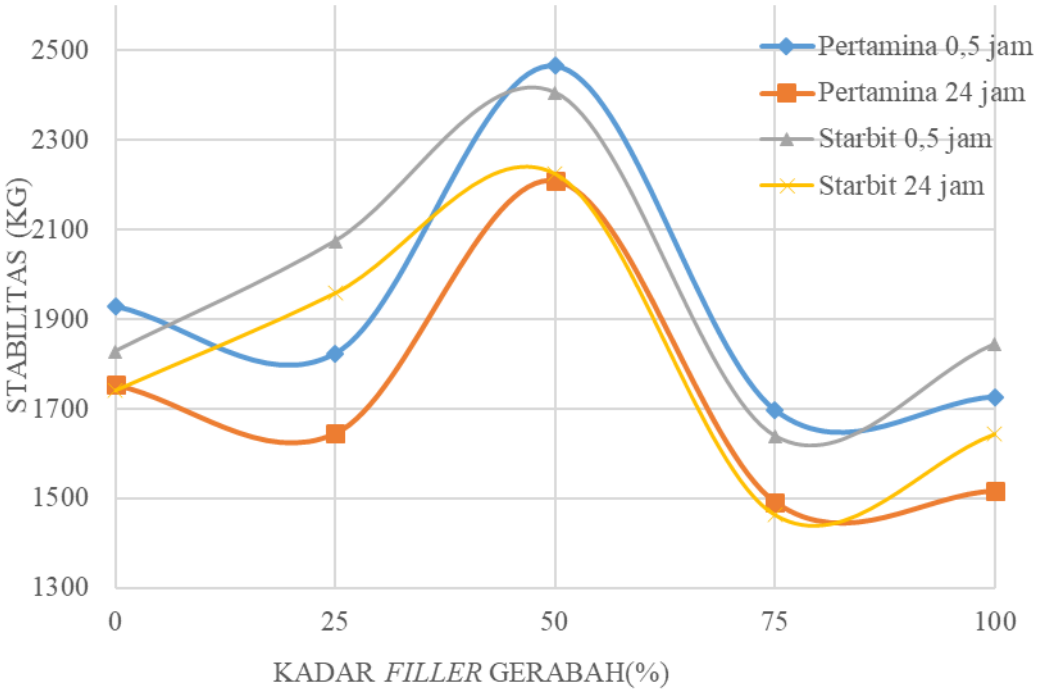
5.5.2 Pembahasan

Immersion Test 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 *Immersion Test* yaitu membandingkan nilai stabilitas benda uji yang telah direndam dalam *waterbath* dengan suhu 60º C selama 30 menit dan 24 jam. Hasil pengujian *Immersion* pada

campuran dengan beberapa variasi kadar *filler* gerabah dengan menggunakan aspal Pertamina dan Starbit adalah sebagai berikut.

1. Analisis Pengaruh Kadar *Filler* Gerabah terhadap Nilai Stabilitas Rendaman 0,5 Jam dengan Rendaman 24 Jam

Pengujian perendaman dalam *waterbath* bertujuan untuk mengkondisikan campuran beton aspal berada pada temperatur tinggi dengan disesuaikan seperti suhu terpanas di lapangan Grafik perbandingan nilai stabilitas pengujian pada campuran dengan beberapa variasi kadar *filler* gerabah dengan menggunakan aspal Pertamina dan Starbit dapat dilihat pada Gambar 5.16 berikut.



Gambar 5.16 Grafik Pengaruh *Filler* Gerabah Terhadap Nilai Stabilitas Perendaman

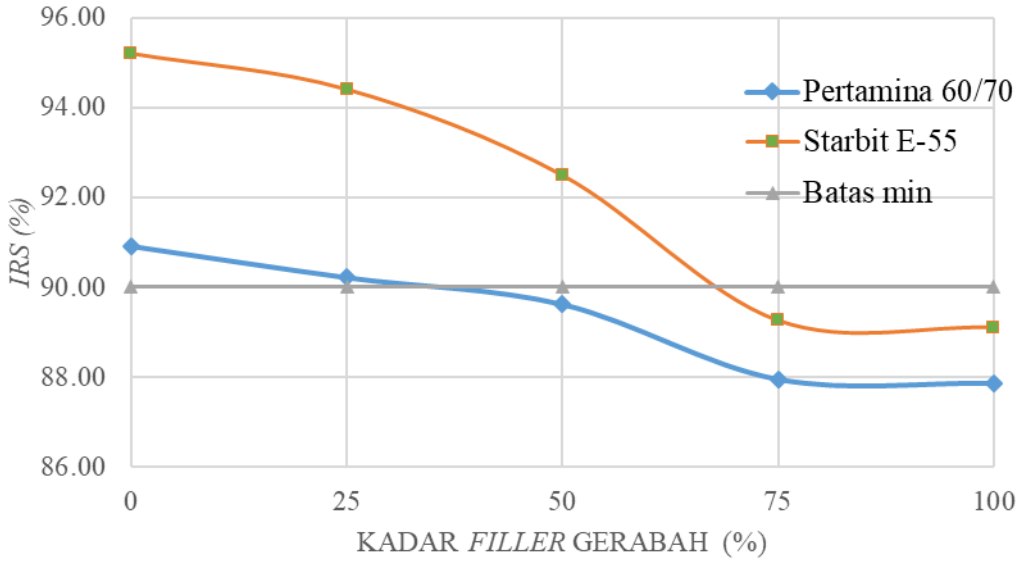
Berdasarkan grafik pada Gambar 5.16 terlihat bahwa nilai stabilitas tiap variasi kadar *filler* gerabah pada pengujian *Marshall* 24 jam terjadi penurunan nilai stabilitas dari nilai stabilitas perendaman 0,5 jam pada campuran *AC-WC* dengan aspal Pertamina dan aspal Starbit. Campuran dengan bahan ikat aspal Pertamina pada kadar *filler* gerabah 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% terjadi penurunan 9,08%, 9,78%, 10,05%, 12,05% dan 12,14% sedangkan campuran

dengan bahan ikat aspal Starbit pada kadar *filler* gerabah 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% terjadi penurunan 4,79%, 5,59%, 7,5%, 10,74% dan 10,9%, itu artinya penambahan kadar *filler* gerabah mempengaruhi sensitivitas campuran terhadap suhu yang semakin sensitif, terlihat dari penurunan stabilitas yang semakin besar seiring penambahan kadar *filler* gerabah, berarti *filler* gerabah mempunyai durabilitas terhadap suhu yang lebih buruk dibandingkan abu batu. Dari hasil pengujian tersebut juga 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.

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.16 terliha pula penurunan stabilitas akibat perendaman pada waterbath 60˚ selama 24 jam pada campuran *AC-WC* aspal Pertamina lebih signifikan dibandingkan pada campuran *AC-WC* aspal Starbit. Hal ini berarti penggunaan aspal Starbit pada campuran *AC-WC* lebih tahan suhu dibandingkan campuran menggunakan aspal Pertamina. Hasil ini sesuai dengan penelitian Yusuf (2017) yang menyatakan bahwa nilai *IRS* yang menggunakan aspal Starbit E-55 terlihat cenderung lebih tinggi daripada yang menggunakan aspal Pertamina Pen 60/70. Hal ini disebabkan karena sifat masing-masing aspal itu sendiri. Starbit E-55 yang memiliki nilai penetrasi yang lebih rendah daripada Pertamina Pen 60/70, bersifat lebih kaku sehingga kurang peka terhadap temperatur tinggi.

2. Analisis Pengaruh Kadar *Filler* Gerabah terhadap Nilai *Index of Retained Strength* (*IRS*)

Proses perendaman pada *Immersion Test* bertujuan mengetahui durabilitas campuran aspal, untuk mengevalasi 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* gerabah dapat dilihat pada Gambar 5.17 berikut.



Gambar 5.17 Grafik Pengaruh *Filler* Gerabah Terhadap Nilai *Index of Retained Strength* (*IRS*)

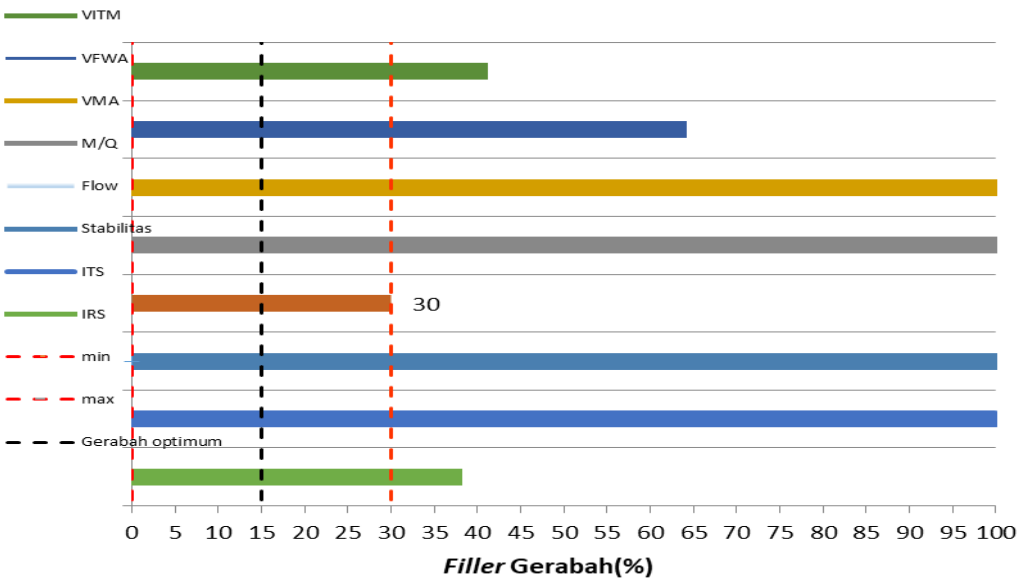
Berdasarkan grafik pada Gambar 5.17 terlihat bahwa nilai *IRS* pada grafik terus menurun seiring penambahn kadar *filler* gerabah. Nilai *IRS* campuran menurun pada campuran dengan 100% *filler* gerabah dibandingkan dengan 0% *filler* gerabah baik pada campuran dengan bahan ikat aspal Pertamina maupun aspal Starbit. Pada kadar *filler* gerabah campuran *AC-WC* aspal Pertamina 0% dan 25% adalah sebesar 90,92% dan 90,22% serta campuran dengan bahan ikat aspal Starbit pada kadar 0%, 25%, dan 50% mempunyai nilai *IRS* sebesar 95,21%, 94,41% dan 92,5% memenuhi syarat spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu minimum 90%. Pada campuran dengan bahan ikat aspal Pertamina kadar *filler* gerabah 50%, 75% dan 100% adalah sebesar 89,62%, 87,95% dan 87,86% serta campuran dengan bahan ikat aspal Starbit pada kadar *filler* gerabah 75% dan 100% mempunyai nilai *IRS* 89,26% dan 89,10% memiliki nilai *IRS* dibawah syarat spesifikasi Bina Marga yang ditentukan. Hasil yang didapatkan sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Yasruddin (2000), yaitu pada campuran *HRA*, nilai *IRS* semakin menurun dengan bertambahnya proporsi *filler* batu bata.

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.17 terlihat pula campuran aspal Starbit cenderung mempunyai nilai *IRS* lebih tinggi dari campuran dengan aspal

Pertamina. Hal ini karena aspal Starbit mempunyai nilai penetrasi yang lebih rendah daripada aspal Pertamina, aspal Starbit bersifat lebih kaku dan getas sehingga kurang peka terhadap temperatur tinggi yang berarti mempunyai durabilitas terhadap suhu yang lebih baik. Hasil ini sesuai dengan penelitian Yusuf (2017) yang menyatakan bahwa nilai *IRS* yang menggunakan aspal Starbit E-55 terlihat cenderung lebih tinggi daripada yang menggunakan aspal Pertamina Pen 60/70. Hal ini disebabkan karena sifat masing-masing aspal itu sendiri. Starbit E-55 yang memiliki nilai penetrasi yang lebih rendah daripada Pertamina Pen 60/70 bersifat lebih kaku dan getas sehingga kurang peka terhadap temperatur tinggi.

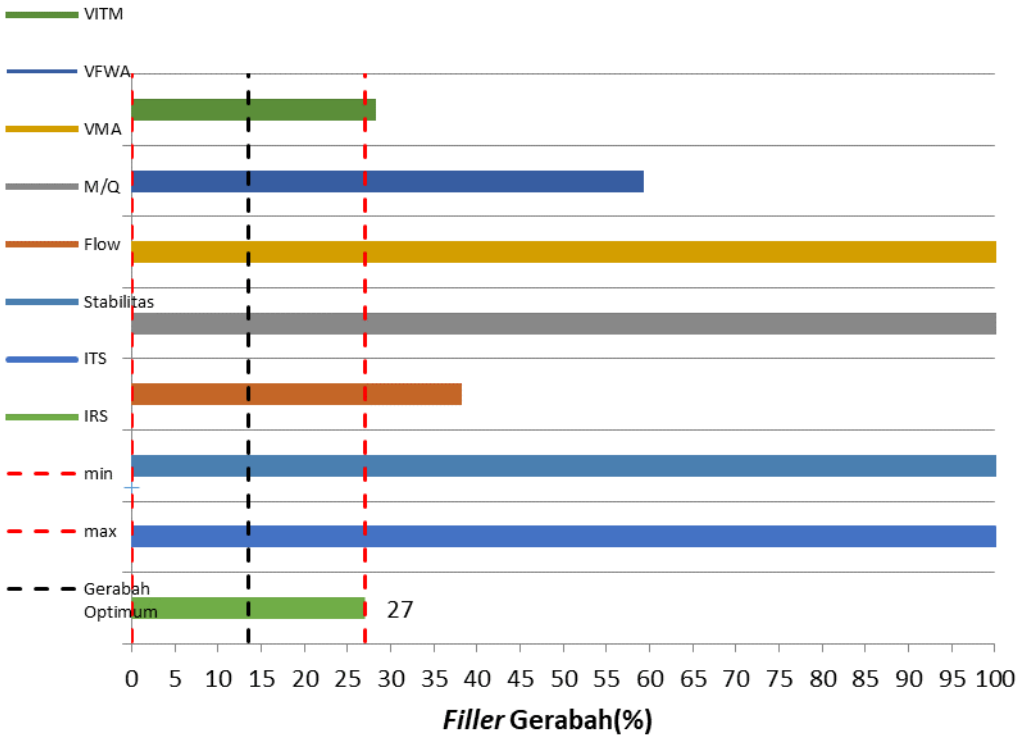
5.6 Hasil Kadar Gerabah Optimum

Berdasarkan pengujian karateristik *Marshall*, *ITS* dan *IRS* dengan KAO masing-masing campuran menggunakan bahan ikat aspal Pertamina maupun aspal Starbit didapatkan kadar gerabah optimum sebagai berikut.



Gambar 5.18 Penentuan Kadar Gerabah Optimum pada Campuran Berbahan Ikat Aspal Pertamina

Berdasarkan Gambar 5.18 diatas dapat dilihat bahwa kadar gerabah optimum pada campuran *AC-WC* yang menggunakan bahan ikat aspal Pertamina Pen 60/70 adalah 15%



Gambar 5.19 Penentuan Kadar Gerabah Optimum pada Campuran Berbahan Ikat Aspal Starbit

Berdasarkan Gambar 5.19 diatas dapat dilihat bahwa kadar gerabah optimum pada campuran *AC-WC* yang menggunakan bahan ikat aspal Starbit adalah 13,5%.