

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Bahan

Terdapat beberapa pengujian pemeriksaan bahan yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

4.1.1 Pemeriksaan Aspal

Dari hasil pemeriksaan aspal pertamina jenis AC 60/70, diperoleh hasil yang terdapat pada Tabel 4.1 dengan mengacu pada Bina Marga (2010) dan data-data selengkapnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.1 Hasil pemeriksaan aspal AC 60/70

No	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi	Hasil	Satuan	Metode
1.	Penetrasi 25°C, 100gr, 5 detik, 0,1 mm	60 – 70	64,4	mm	Bina Marga 2010
2.	Titik Lembek (°C)	> 48	52,5	°C	Bina Marga 2010
3.	Berat Jenis Aspal	> 1,0	1,08	-	Bina Marga 2010
4.	Kehilangan Berat	Maks 0,4	0,13	%	Bina Marga 2010
5.	Daktilitas	Min. 100	154,75	cm	Bina Marga 2010

Terdapat beberapa pembahasan dari hasil pengujian aspal AC 60/70 sebagai berikut:

a. Pemeriksaan Penetrasi Aspal AC 60/70

Dari hasil pengujian pemeriksaan penetrasi aspal AC 60/70 diperoleh nilai rata-rata pengujian adalah 64,4. Dengan didapatnya hasil tersebut, maka nilai dari penetrasi aspal AC 60/70 memenuhi spesifikasi yang ada di peraturan Bina Marga 2010 (Revisi 3) yaitu sebesar 60 sampai 70. Sehingga aspal yang diperoleh dari PT. Pertamina tersebut dapat digunakan sebagai bahan campur pada campuran beton aspal panas.

b. Pemeriksaan Titik Lembek Aspal AC 60/70

Pemeriksaan titik lembek aspal bertujuan untuk mengukur batas dari kekerasan aspal dengan cara membebaniya dengan bola baja dan dipanaskan dengan menggunakan media air. Dari hasil pengujian pemeriksaan titik lembek aspal

didapatkan nilai suhu rata-rata dari kondisi titik lembek adalah sebesar $52,5^{\circ}\text{C}$. Menurut spesifikasi Bina Marga 2010 (Revisi 3), nilai pengujian titik lembek aspal harus $> 48^{\circ}\text{C}$. Dapat disimpulkan bahwa hasil dari pengujian pemeriksaan titik lembek ini memenuhi spesifikasi yang telah disyaratkan sehingga dapat digunakan sebagai bahan pada campuran beton aspal.

c. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal

Tujuan dari dilakukannya pengujian pemeriksaan berat jenis aspal adalah untuk mengetahui berat jenis dari aspal. Berdasarkan persyaratan berat jenis aspal yang disyaratkan oleh Bina Marga 2010 (Revisi 3) adalah sebesar $> 1 \text{ gr/cc}$. Hasil dari pengujian pemeriksaan berat jenis aspal ini diperoleh hasil $1,08 \text{ gr/cc}$. Dikarenakan hasil pemeriksaan tersebut memenuhi persyaratan yang disyaratkan sehingga dapat digunakan sebagai bahan pada campuran beton aspal.

d. Pemeriksaan Kehilangan Berat

Dari hasil pengujian pemeriksaan kehilangan berat, didapat hasil yaitu sebesar $0,13\%$. Hasil yang diperoleh tersebut memenuhi persyaratan spesifikasi SNI 06-2440-1991 dan Bina Marga (2010) yakni nilai maksimal dari kehilangan berat adalah sebesar $0,4\%$.

e. Pemeriksaan Daktilitas

Pemeriksaan daktilitas dilakukan agar dapat mengetahui sifat dari aspal yang akan digunakan. Hasil yang diperoleh dari pengujian pemeriksaan daktilitas ini adalah sebesar $154,75 \text{ cm}$. Dengan demikian aspal tersebut masuk dalam Bina Marga (2010) yaitu dengan nilai minimum sebesar 100 cm .

4.1.2 Pemeriksaan Agregat Kasar, Agregat Halus dan *Filler*

Dari hasil pemeriksaan agregat yang berasal Clereng, Kulon Progo, diperoleh hasil yang terdapat pada Tabel 4.2 dengan mengacu pada Bina Marga (2010) dan data-data selengkapnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.2 Hasil pemeriksaan agregat kasar, agregat halus dan *filler*

No.	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi	Hasil	Satuan
Agregat Kasar				
1.	Keausan Agregat	≤ 40	32,35	%

Tabel 4.2 Lanjutan

No.	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi	Hasil	Satuan
2.	Berat Jenis Curah Kering	$\geq 2,5$	2,515	-
3.	Berat Jenis Jenuh Kering Permukaan	$\geq 2,5$	2,59	-
4.	Berat Jenis Semu	$\geq 2,5$	2,705	-
5.	Penyerapan Air	≤ 3	2,6	%
6.	Kelekatan Agregat	≥ 95	98	%
Agregat Halus				
1.	Berat Jenis Curah Kering	$\geq 2,5$	2,52	-
2.	Berat Jenis Jenuh Kering Permukaan	$\geq 2,5$	2,59	-
3.	Berat Jenis Semu	$\geq 2,5$	2,72	-
4.	Penyerapan Air	≤ 3	3	%
Filler				
1.	Berat Jenis	$\geq 2,5$	2,56	-

Dari hasil pengujian agregat kasar, agregat halus dan *filler* didapatkan beberapa pembahasan yang diuraikan dibawah ini:

a. Agregat Kasar

Pada Tabel 4.2, menunjukkan bahwa agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini memiliki nilai berat jenis curah kering (S_d) sebesar 2,515, berat jenis jenuh kering permukaan (S_s) sebesar 2,59, sedangkan berat jenis semua (S_a) sebesar 2,705, penyerapan air (S_w) sebesar 2,6% serta kelekatan agregat sebesar 98%. Oleh karena itu, nilai dari berat jenis dan penyerapan air agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini memenuhi spesifikasi yang telah disyaratkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI).

Untuk hasil pengujian keausan agregat kasar menggunakan mesin *los angeles*, agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini tahan terhadap abrasi dikarenakan agregat kasar yang digunakan menunjukkan nilai keausan rata-rata sebesar 32,35% yang memenuhi spesifikasi umum Bina Marga (2010) yaitu maksimal 40%.

b. Agregat Halus

Hasil pengujian agregat halus yang telah dilakukan, menunjukkan nilai agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai nilai berat jenis curah kering (S_d) sebesar 2,52, berat jenis jenuh kering permukaan (S_s) sebesar 2,59, besar berat jenis semu (S_a) sebesar 2,72 dan juga nilai penyerapan air (S_w) sebesar 3%. Nilai-nilai tersebut telah memenuhi spesifikasi yang telah disyaratkan oleh Bina Marga (2010).

c. *Filler*

Hasil pengujian *filler* yang telah dilakukan, menunjukkan nilai *filler* digunakan dalam penelitian ini mempunyai nilai berat jenis sebesar 2,56%. Nilai tersebut telah memenuhi spesifikasi yang telah disyaratkan oleh Bina Marga (2010) yaitu $\geq 2,5$.

4.1.3 Pemeriksaan *Steel Slag*

Steel slag yang digunakan pada penelitian ini berasal dari PT. Krakatau Steel, Serang, Banten. Hasil pengujian *steel slag* dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.3 Hasil pemeriksaan *steel slag*

No.	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi	Hasil	Satuan
<i>Steel Slag Kasar</i>				
1.	Abrasi	≤ 40	16,49	%
2.	Kelekatan agregat terhadap aspal	$> 95 \%$	98	%
3.	Berat jenis curah kering	$\geq 2,5$	2,9	-
4.	Berat jenis jenuh kering permukaan	$\geq 2,5$	2,95	-
5.	Berat jenis semu	$\geq 2,5$	3,05	-
6.	Penyerapan air	≤ 3	1,67	%
<i>Steel Slag Halus</i>				
1.	Berat jenis curah kering	$\geq 2,5$	3,35	-
2.	Berat jenis jenis kering permukaan	$\geq 2,5$	3,42	-
3.	Berat jenis semu	$\geq 2,5$	3,59	-
4.	Penyerapan air	≤ 3	1,98	%

Dari hasil pengujian *steel slag* kasar dan *steel slag* halus didapatkan beberapa pembahasan yang diuraikan dibawah ini:

a. *Steel Slag Kasar*

Dari hasil pengujian *steel slag* kasar diatas dengan menggunakan mesin *Los Angeles*, menunjukkan bahwa *steel slag* kasar yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai ketahanan yang bagus terhadap abrasi, ini terlihat dari total nilai keausan rata-rata yang diperoleh yaitu sebesar 16,49%, atau memenuhi nilai spesifikasi umum yang telah disepakati oleh Bina Marga (2010) yaitu maksimal nilainya sebesar 40%. Untuk nilai berat jenis curah kering (Sd) diperoleh 2,9, nilai berat jenis jenuh permukaan sebesar 2,95, nilai

berat jenis semu (S_a) dihasilkan sebesar 3,05, nilai penyerapan air sebesar 1,67% dan nilai kelekatan *steel slag* kasar sebesar 98%. Nilai berat jenis dari *steel slag* kasar cenderung menunjukkan hasil yang lebih besar dibandingkan dengan nilai berat jenis agregat biasa. Hal ini dikarenakan kandungan yang terdapat didalam *steel slag* kasar dan agregat biasa berbeda, sehingga nilai dari *steel slag* kasar cenderung lebih berat dibandingkan dengan agregat biasa.

b. *Steel slag* Halus

Hasil pengujian *steel slag* halus diatas mempunyai nilai berat jenis curah kering (S_d) sebesar 3,35, nilai berat jenis jenuh permukaan sebesar 3,42, nilai berat jenis semu (S_a) dihasilkan sebesar 3,59 dan nilai penyerapan air sebesar 1,98 %. Nilai berat jenis dari *steel slag* halus cenderung menunjukkan hasil yang lebih besar dibandingkan dengan nilai berat jenis agregat biasa. Hal ini dikarenakan kandungan yang terdapat didalam *steel slag* halus dan agregat biasa berbeda, sehingga nilai dari *steel slag* halus cenderung lebih berat dibandingkan dengan agregat biasa.

4.2 Hasil Pengujian *Marshall*

4.2.1 Hasil pengujian *marshall* untuk Kadar Aspal Optimum (KAO)

Pengujian *marshall* terhadap campuran beton aspal panas untuk mendapatkan nilai KAO menghasilkan beberapa nilai, yaitu nilai kepadatan (*Density*), stabilitas (*Stability*), *VMA* (*Voids in Mineral Aggregate*) *VFWA* (*Voids Filled with Asphalt*), *VITM* (*Voids In the Mix*), kelelehan (*flow*) dan *Marshall Quotient* (*MQ*) pada 2 buah benda uji dengan masing-masing kadar aspal. Nilai KAO yang akan digunakan didapat dari hasil pengujian dengan cara percobaan pengujian *marshall* dengan variasi kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6% dan 6,5%.

a. Kepadatan (*Density*)

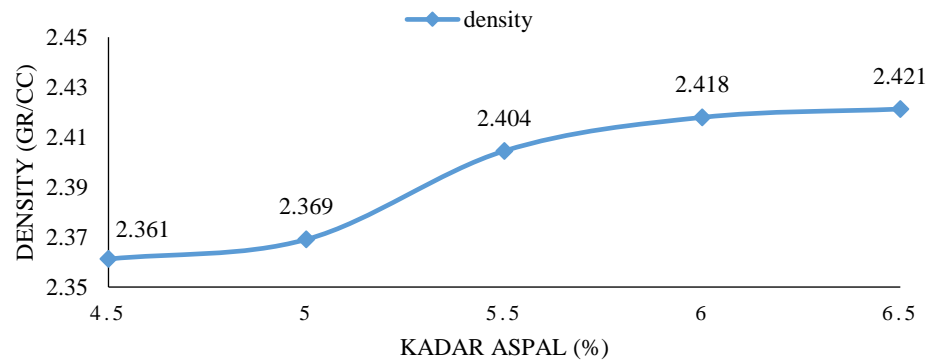
Kepadatan merupakan suatu tingkat kerapatan dari campuran setelah dipadatkan. Kepadatan (*density*) adalah berat dari campuran pada setiap satuan volume. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kepadatan adalah temperatur pemadatan, komposisi bahan penyusun, proses pemadatan dan kadar aspal.

Campuran yang mempunyai nilai kepadatan yang lebih besar akan mampu untuk menahan beban yang lebih besar dibandingkan dengan campuran yang

mempunya nilai kepadatan yang lebih rendah. Berikut adalah Tabel 4.4 hasil pengujian kepadatan (*density*) dan Gambar 4.1 hubungan kadar aspal dan kepadatan (*density*).

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kepadatan (*Density*)

Kadar Aspal	Nilai <i>Density</i> (gr/cc)				
	4,5%	5%	5,5%	6%	6,5%
A	2,358	2,366	2,412	2,419	2,423
B	2,365	2,372	2,397	2,417	2,419
Rata-rata	2,361	2,369	2,404	2,418	2,421



Gambar 4.1 Grafik hubungan kepadatan dan kadar aspal

Berdasarkan Tabel 4.4 di atas, dihasilkan nilai kepadatan pada setiap penambahan kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6% dan 6,5% sebesar 2,361 gr/cc, 2,369 gr/cc, 2,404 gr/cc, 2,418 gr/cc, 2,421 gr/cc. Nilai *density* tertinggi terdapat pada kadar aspal 6,5% dengan nilai sebesar 2,421 gr/cc.

Berdasarkan Gambar 4.1, nilai *density* diatas cenderung mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya kadar aspal, hal ini dikarenakan semakin banyaknya kadar aspal yang digunakan, maka semakin besar pula berat benda uji kering.

Untuk kepadatan atau *density* tidak ada persyaratan yang mengatur nilai minimum ataupun nilai maksimum, sehingga nilai-nilai kepadatan yang didapatkan dari hasil penelitian ini dianggap memenuhi persyaratan.

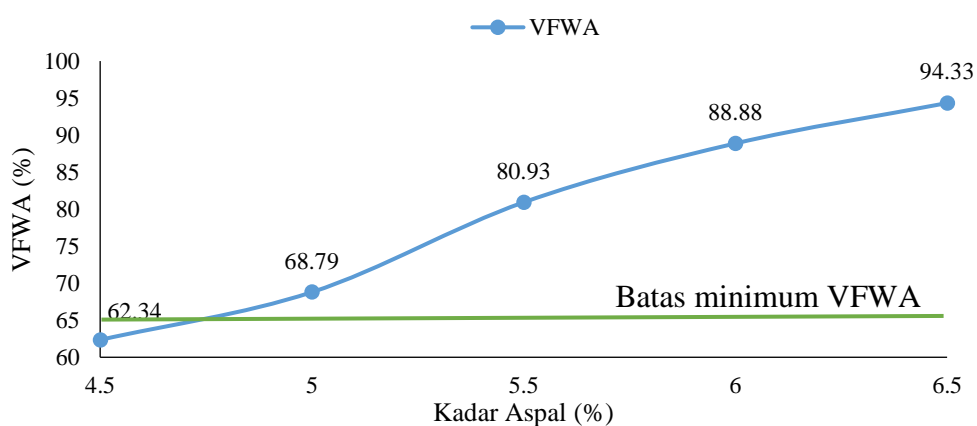
b. Rongga terisi aspal (*VFWA*)

VFWA (*Void Filled with Asphalt*) merupakan persen rongga yang terdapat diantara partikel agregat (*VFWA*) yang diisi aspal namun tidak termasuk dengan aspal yang diserap agregat.

Semakin besar nilai *VFWA* maka semakin banyak juga rongga udara yang dapat terisi oleh aspal yang dapat menyebabkan semakin tingginya kekedapan campuran asal terhadap air dan udara. Jika nilai *VFWA* terlalu tinggi, maka dapat menyebabkan naiknya aspal ke permukaan saat suhu perkerasan tinggi. Tetapi, jika nilai *VFWA* terlalu rendah berarti campuran bersifat porous dan mudah teroksidasi. Oleh karena itu, keawetan lapis permukaan dapat berkurang jika terdapat banyaknya rongga yang tidak terisi oleh aspal karena air dan udara akan mudah masuk kedalam lapis perkerasan aspal. Berikut adalah hubungan kadar aspal dan nilai *VFWA* yang dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan Gambar 4.2 di bawah ini.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Rongga Terisi Aspal (*VFWA*)

Kadar Aspal	Nilai <i>VFWA</i> (%)				
	4,5%	5%	5,5%	6%	6,5%
A	61,76	68,27	82,54	89,03	94,80
B	62,95	69,32	79,31	88,73	93,86
Rata-rata	62,36	68,79	80,93	88,88	94,33



Gambar 4.2 Grafik hubungan *VFWA* dan kadar aspal

Berdasarkan Tabel 4.5 di atas, pada kadar 4,5% mendapatkan nilai *VFWA* sebesar 62,36%. Untuk setiap kadar aspal 5%, 5,5%, 6% dan 6,5% memiliki nilai *VFWA* berturut-turut sebesar 68,79%, 80,93%, 88,88%, dan 94,33%.

Berdasarkan Gambar 4.2, dapat disimpulkan bahwa dengan bertambahnya kadar aspal maka nilai *VFWA* akan semakin naik dan semakin banyak juga rongga udara yang dapat terisi oleh aspal yang dapat menyebabkan semakin tingginya kekedapan campuran aspal terhadap air dan udara. Nilai *VFWA* yang seiring bertambah pada penelitian ini dapat diakibatkan semakin kecilnya rongga dalam campuran (*VITM*) yang digunakan sebagai pembagi dalam menentukan nilai *VFWA*. Selain itu, dengan penggunaan *steel slag* di dalam campuran sangat berpengaruh pada penyerapan aspal ke dalam pori-pori material yang membuat nilai *VFWA* semakin meningkat.

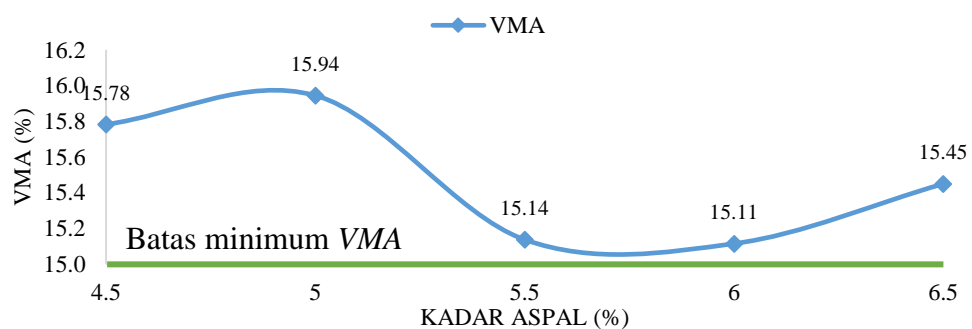
Sesuai dengan spesifikasi umum Bina Marga 2010 (Revisi 3), bahwa nilai *VFWA* yang memenuhi persyaratan adalah $> 65\%$. Maka dapat disimpulkan bahwa pada kadar 4,5% nilai *VFWA* tidak memenuhi spesifikasi. Sedangkan untuk kadar 5%, 5,5%, 6% dan 6,5% memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan Bina Marga 2010 (Revisi 3).

c. Rongga diantara mineral agregat (*VMA*)

VMA (*Void in Mineral Agregate*) merupakan rongga-rongga udara yang berada diantara mineral agregat, termasuk ruang yang telah terisi oleh aspal. Berikut adalah hubungan kadar aspal dan nilai *VMA* yang dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan Gambar 4.3 di bawah ini.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Rongga diantara mineral agregat (*VMA*)

Kadar Aspal	Nilai <i>VMA</i> (%)				
	4,5%	5%	5,5%	6%	6,5%
A	15,91	16,05	14,88	15,09	15,38
B	15,65	15,84	15,39	15,14	15,51
Rata-rata	15,78	15,94	15,14	15,11	15,45



Gambar 4.3 Grafik hubungan *VMA* dan kadar aspal

Dari Tabel 4.6 di atas, pada kadar aspal 4,5% mengalami kenaikan sebesar 15,78%. Namun terjadi penurunan nilai *VMA* grafik pada kadar aspal 5,5% dan 6% berturut-turut sebesar 15,14% dan 15,11% terhadap kadar aspal 5%. Sedangkan pada penambahan kadar aspal 6,5% nilai *VMA* mengalami kenaikan sebesar 15,45 % terhadap kadar aspal 6%. Pada grafik diatas, nilai *VMA* tertinggi didapatkan pada kadar 6,5% yaitu sebesar 16,71%.

Menurut spesifikasi Bina Marga (Revisi 3), nilai *VMA* yang disyaratkan pada campuran laston minimal sebanyak >15%. Maka dari itu, pada pengujian ini semua benda uji memenuhi persyaratan yang telah ditentukan.

d. Rongga di dalam campuran (*VITM*)

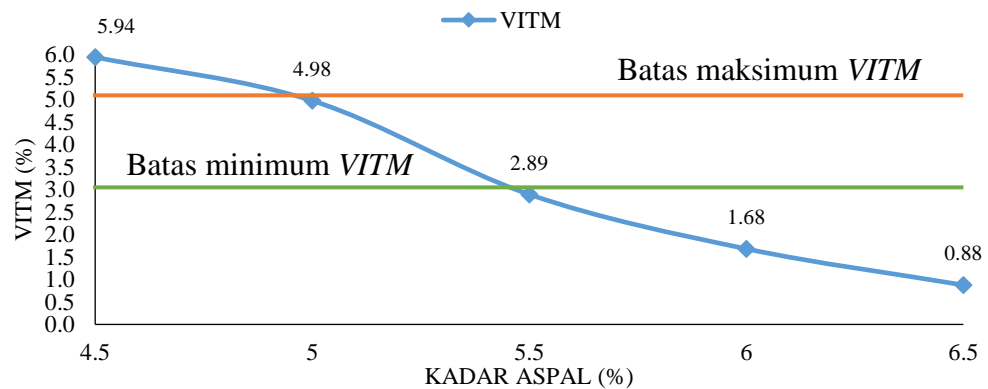
VITM (*Void In the Mix*) adalah volume pori ang masih tersisa setelah campuran beton dipadatkan. Di dalam campuran terdapat rongga udara yang dibutuhkan untuk ruang bergerak unsur-unsur campuran yang sesuai dengan sifat elastisnya. Nilai *VITM* dapat dipengaruhi oleh gradasi agregat, kadar aspal dan *density*.

Jika didapatkan nilai *VITM* terlalu tinggi, akan mengakibatkan beton aspal padat berkurang kekedapan airnya, sehingga berakibat meningkatnya proses oksidasi aspal yang akan mempercepat penuaan aspal dan akan menurunkan sifat durabilitas beton aspal.

Sedangkan jika didapatkan nilai *VITM* yang terlalu rendah, maka akan menyebabkan terjadinya *bleeding* jika suhu meningkat yang ditandai dengan naiknya spal ke permukaan.

Tabel 4.7 Hasil pengujian rongga di dalam campuran (*VITM*)

Kadar Aspal	Nilai <i>VITM</i> (%)				
	4,5%	5%	5,5%	6%	6,5%
A	6,08	5,09	2,60	1,66	0,80
B	5,80	4,86	3,19	1,71	0,95
Rata-rata	5,94	4,98	2,89	1,68	0,88



Gambar 4.4 Grafik hubungan *VITM* dan kadar aspal

Berdasarkan Tabel 4.7 di atas, dapat diketahui nilai *VITM* pada kadar aspal 4,5% adalah sebesar 5,94%. Sedangkan pada penambahan kadar aspal 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5% nilai *VITM* mengalami penurunan berturut-turut adalah sebesar 4,98%, 2,89%, 1,68%, dan 0,88%. Sehingga dapat disimpulkan semakin banyak penambahan kadar aspal, maka nilai *VITM* akan semakin kecil. Pada grafik diatas nilai *VITM* tertinggi didapat pada kadar aspal 4,5% dengan nilai sebesar 5,94%.

Pada Gambar 4.4, berkurang nilai *VITM* di dalam campuran dapat disebabkan karena semakin banyaknya kadar aspal yang digunakan dan menyebabkan rongga dalam campuran juga semakin kecil. Dikarenakan itu, semakin bertambahnya kadar aspal, maka semakin kecil juga nilai *VITM*.

Menurut spesifikasi Bina Marga, nilai *VITM* pada campuran laston yang memenuhi persyaratan adalah pada kadar aspal sebesar 5%.

e. Stabilitas

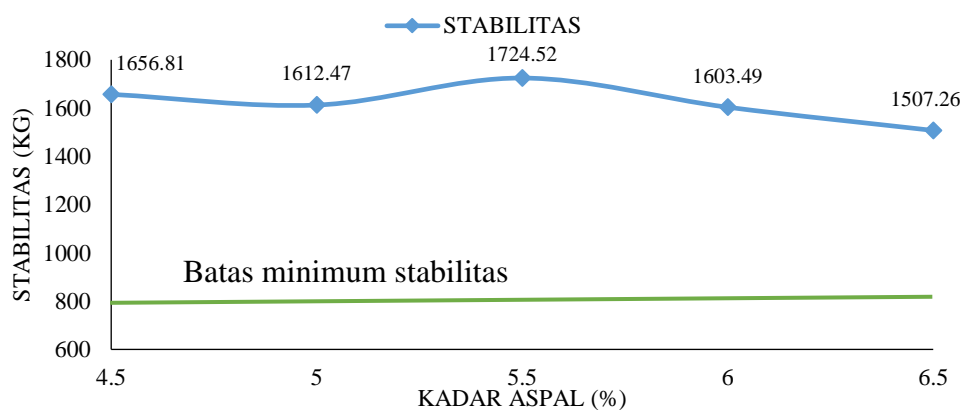
Stabilitas merupakan kemampuan dari perkerasan jalan untuk menerima beban lalu lintas tanpa terjadinya perubahan bentuk yang tetap, seperti gelombang, alur, ataupun *bleeding*. Jika volume lalu lintas yang membebani sebuah jalan tinggi, maka akan semakin tinggi pula stabilitas yang dibutuhkan oleh sebuah perkerasan jalan. Sebaliknya, jika perkerasan jalan diperuntukkan untuk melayani lalu lintas ringan, maka tidak perlu mempunyai nilai stabilitas yang tinggi.

Stabilitas campuran pada pengujian *Marshall* dapat ditunjukkan dengan pembacaan nilai stabilitas yang telah dikoreksi dengan angka koreksi tebal

benda uji. Berikut adalah Tabel 4.8 dan Gambar 4.5 tentang hubungan antara stabilitas dan kadar aspal.

Tabel 4.8 Hasil pengujian stabilitas

Nilai Stabilitas (%)					
Kadar Aspal	4,5%	5%	5,5%	6%	6,5%
A	1688,48	1630,98	1730,73	1432,90	1506,56
B	1625,15	1593,95	1718,31	1774,09	1507,96
Rata-rata	1656,81	1612,47	1724,52	1603,49	1507,26



Gambar 4.5 Grafik hubungan stabilitas dan kadar aspal

Berdasarkan Tabel 4.8 di atas, nilai stabilitas pada kadar aspal 4,5% adalah sebesar 1656,81 Kg, pada penambahan kadar aspal 5% nilai stabilitas mengalami penurunan sebanyak 1612,47 Kg terhadap nilai pada kadar aspal 4,5%. Pada penambahan kadar aspal 5,5%, mengalami kenaikan sebesar 1724,52 Kg terhadap kadar aspal 5%. Kemudian pada penambahan kadar aspal 6% dan 6,5% nilai stabilitas mengalami penurunan berturut-turut sebesar 1603,49 Kg dan 1507,26 Kg. Nilai stabilitas optimum tercapai pada campuran beton aspal dengan kadar aspal 5,5% yaitu sebesar 1724,52 Kg.

Berdasarkan Gambar 4.5, didapatkan nilai stabilitas yang naik dan turun yang dipengaruhi oleh gesekan antar butiran agregat (*internal friction*), daya ikat baik dari lapisan aspal (kohesi), penguncian antar butir agregat (*interlocking*).

Menurut spesifikasi Bina Marga, nilai stabilitas pada campuran laston yang disyaratkan adalah minimal 800 Kg. Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa nilai stabilitas dari semua kadar aspal memenuhi spesifikasi yang disyaratkan.

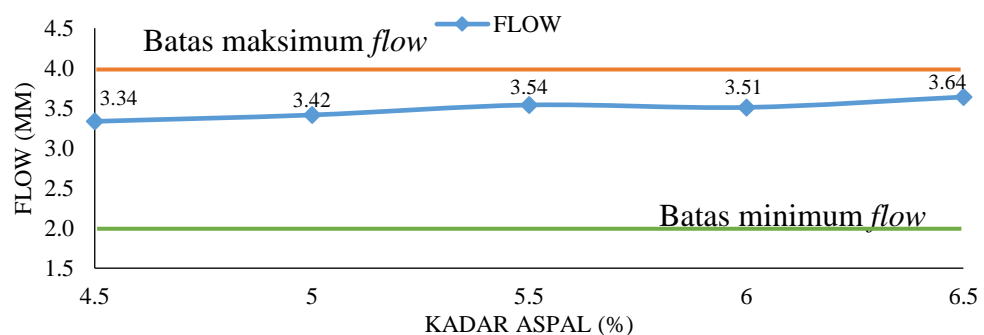
f. Kelelahan (*flow*)

Flow atau kelelahan merupakan besarnya perubahan bentuk plastis suatu benda uji campuran benda uji campuran beraspal yang terjadi akibat suatu beban sampai batas keruntuhan (Departemen Pekerjaan Umum, 1987). Lapis perkerasan mengalami penurunan tidak terlepas dari pengaruh nilai dari karakteristik *Marshall* lainnya, yaitu *VITM (Void In The Mix)*, *VFA (Void Filled Asphalt)*, dan juga stabilitasnya. Nilai *flow* dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain kadar dan viskositas aspal, suhu, gradasi, dan jumlah pemadatan (Purnamasari dkk., 2010).

Nilai kelelahan yang terlalu tinggi mengindikasikan campuran yang bersifat plastis dan lebih mampu mengikuti deformasi akibat beban, sedangkan jika nilai kelelahan terlalu rendah mengisyaratkan campuran tersebut memiliki rongga tak terisi aspal yang lebih tinggi dari kondisi normal, atau kandungan aspal yang terlalu rendah sehingga berpotensi retak dini dan durabilitas rendah. Berikut adalah Tabel 4.9 dan Gambar 4.6 tentang hubungan antara *flow* dan kadar aspal.

Tabel 4.9 Hasil pengujian *flow*

Kadar Aspal	Nilai <i>Flow</i> (mm)				
	4,5%	5%	5,5%	6%	6,5%
A	4,65	4,79	2,98	4,27	4,70
B	2,02	2,04	4,10	2,75	2,58
Rata-rata	3,34	3,42	3,54	3,51	3,64



Gambar 4.6 Grafik hubungan *flow* dan kadar aspal

Dari Tabel 4.9 di atas, dapat diketahui bahwa nilai *flow* pada penambahan kadar aspal sebesar 4,5% mendapat nilai 3,34 mm. Untuk nilai *flow* pada kadar aspal sebesar 5% dan 5,5% mengalami peningkatan berturut turut sebanyak 3,42 mm dan 3,54 mm terhadap nilai *flow* pada kadar aspal 4,5%. Sedangkan nilai *flow* pada kadar aspal 6% mengalami penurunan sebanyak 3,51 mm terhadap nilai *flow* pada kadar kadar aspal 5,5%. Dan nilai *flow* pada kadar aspal 6,5% mengalami peningkatan sebanyak 3,65 mm terhadap nilai *flow* pada kadar aspal 6%. Nilai *flow* tertinggi ditunjukkan oleh penambahan kadar aspal sebesar 6,5%.

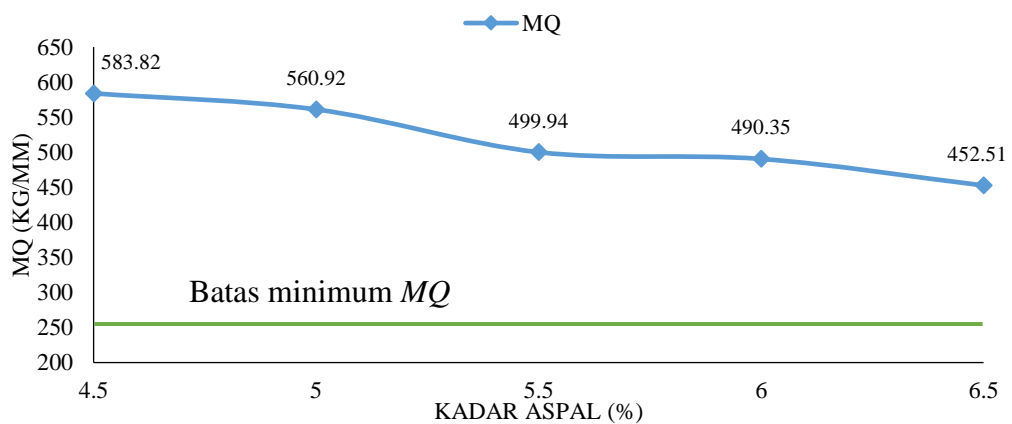
Pada spesifikasi umum Bina Marga (Revisi 3) tentang ketentuan sifat-sifat campuran laston, nilai *flow* adalah 2 sampai 4 mm, sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai *flow* pada kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6% dan 6,5% masuk spesifikasi yang telah ditentukan.

g. *Marshall Quotient (MQ)*

Marshall Quotient (MQ) didapatkan dari hasil bagi nilai stabilitas dengan kelelahan (*flow*). Perkerasan lapis keras akan semakin kaku jika nilai *Marshall Quotient (MQ)* besar dan jika perkerasan lapis keras akan semakin lentur jika nilai *Marshall Quotient (MQ)* kecil. Berikut adalah Tabel 4.10 dan Gambar 4.7 tentang hubungan antara *Marshall Quotient (MQ)* dan kadar aspal.

Tabel 4.10 Hasil pengujian *Marshall Quotient (MQ)*

Kadar Aspal	Nilai <i>MQ</i> (Kg/mm)				
	4,5%	5%	5,5%	6%	6,5%
A	363,11	340,50	580,78	335,57	320,54
B	804,53	781,35	419,10	645,12	584,48
Rata-rata	583,82	560,92	499,94	490,35	452,51



Gambar 4.7 Grafik hubungan MQ dan kadar aspal

Berdasarkan Tabel 4.10, pada penambahan kadar aspal 4,5%, didapatkan nilai MQ sebesar 583,82 Kg/mm. Sedangkan pada penambahan kadar aspal 5%, 5,5%, 6% dan 6,5% didapatkan nilai MQ berturut-turut sebesar 560,92 Kg/mm, 499,94 Kg/mm, 490,35 Kg/mm, dan 452,51 Kg/mm terhadap nilai MQ pada penambahan kadar aspal sebesar 4,5%. Nilai MQ tertinggi ditunjukkan pada penambahan kadar aspal sebesar 4,5% sebesar 583,82 Kg/mm.

Dari Gambar 4.7, dapat dilihat bahwa nilai MQ mengalami penurunan pada setiap penambahan kadar aspal. Ini disebabkan nilai MQ sangat berpengaruh dari besar kecilnya nilai stabilitas dan nilai $flow$. Nilai stabilitas yang cenderung besar dan nilai $flow$ yang cenderung lebih kecil akan berpengaruh besar pada nilai dari MQ sendiri.

Pada spesifikasi umum Bina Marga (Revisi 3) tentang ketentuan sifat-sifat campuran laston, nilai MQ minimum adalah sebesar 250 Kg/mm, sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai MQ pada kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6% dan 6,5% masuk spesifikasi yang telah ditentukan.

h. Penentuan kadar aspal optimum

Kadar aspal optimum adalah jumlah dari aspal yang telah digunakan di dalam campuran agar dapat mencapai persyaratan stabilitas, VMA , $VFWA$, $VITM$, $density$, $flow$ dan $marshall quotient$. Kadar aspal optimum didapatkan dengan cara merata-ratakan kadar aspal yang menghasilkan nilai stabilitas maksimum, kepadatan maksimum, dan kadar aspal pada yang disyaratkan.

Hasil Pengujian *Marshall* yang berguna untuk menentukan kadar aspal optimum ditunjukkan pada Tabel 4.11 dibawah ini.

Tabel 4.11 Hasil pengujian *Marshall* untuk menentukan KAO

No	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi	Kadar Aspal (%)				
			4,5%	5%	5,5%	6%	6,5%
1.	<i>Density</i> (gr/cm ³)	-	2.361	2.369	2.404	2.418	2.421
2.	VFWA (%)	Min. 65 %	62.34	68.79	80.93	88.88	94.33
3.	VMA (%)	Min. 15%	15.78	15.94	15.14	15,11	15,45
4.	VITM (%)	3-5%	5.94	4.98	2,89	1,68	0,88
5.	Stabilitas (Kg)	Min. 800Kg	1656.81	1612.47	1724.52	1603.49	1507.26
6.	<i>Flow</i> (mm)	2 - 4 mm	3.34	3.42	3.54	3.51	3.64
7.	<i>MQ</i> (Kg/mm)	Min. 250 Kg/mm	583.82	560.92	499.94	490.35	452.51

Tabel 4.12 Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat	Kadar Aspal (%)				
			4,5	5	5,5	6	6,5
1	<i>Densiity</i> (gr/cm ³)	-	—				
2	VFWA (%)	Min 65	—				
3	VMA (%)	Min 15	—				
4	VITM (%)	3-5	—				
5	Stabilitas (kg)	Min 800	—				
6	<i>Flow</i> (mm)	2-4	—				
7	<i>MQ</i> (kg/mm)	Min 250	—				

Pembahasan yang dapat diambil dari tabel diatas adalah sebagai berikut.

- 1) Nilai *VFWA* yang memenuhi syarat adalah pada penambahan kadar aspal 5% sampai 6,5%.
- 2) Nilai *VITM* yang memenuhi syarat adalah hanya pada penambahan kadar 5%.
- 3) Nilai *density*, *VMA*, stabilitas, *flow* dan *MQ* kadar aspal yang memenuhi syarat yaitu 4,5% sampai 6,5%.

- 4) Kadar aspal yang memenuhi semua persyaratan adalah kasar aspal 5%.
 Dari hasil pengujian KAO, maka penulis menggunakan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) untuk campuran AC-WC adalah sebesar 5%.

4.2.2 Hasil pengujian *marshall* pada campuran agregat dengan *steel slag*

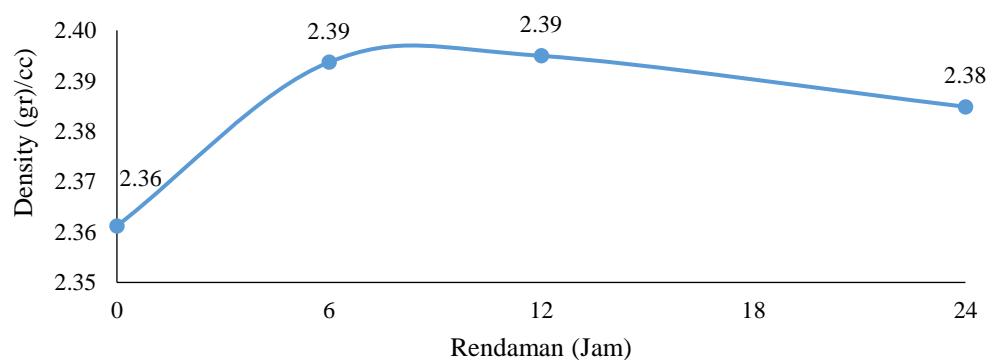
Setelah didapatkan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO), lalu dilakukannya pencampuran aspal dengan agregat yang ditambahkan dengan *steel slag*, sebagai pengganti 100% agregat kasar tertahan saringan no. ½” dan 50% agregat halus tertahan saringan no. 30 yang akan direndam di dalam air laut selama 0 jam, 6 jam, 12 jam dan 24 jam. Masing-masing jam akan dibuat 2 benda uji. Kadar aspal yang digunakan adalah nilai kadar aspal yang telah didapatkan saat melakukan pengujian kadar aspal sebelumnya, yaitu sebesar 5%.

a. Kepadatan (*Density*)

Kepadatan merupakan suatu tingkat kerapatan dari campuran setelah dipadatkan. Kepadatan (*density*) adalah berat dari campuran pada setiap satuan volume. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kepadatan adalah berat jenis agregat, kadar aspal, gradasi aspal, kualitas penyusun dan proses pemadatan yang meliputi suhu serta jumlah dari tumbukannya.

Tabel 4.13 Hasil Pengujian *Density* Terhadap Rendaman

Nilai <i>Density</i> (gr/cc)				
Kadar Aspal	0 jam	6 jam	12 jam	24 jam
5A	2,358	2,401	2,399	2,390
5B	2,365	2,386	2,391	2,379
Rata-rata	2,361	2,394	2,395	2,385



Gambar 4.8 Grafik hubungan kepadatan dan waktu perendaman

Berdasarkan Tabel 4.13 seperti di atas, maka didapatkan nilai kepadatan pada saat rendaman 0 jam adalah sebesar 2,361 gr/cc. Pada saat 6 jam rendaman, nilai kepadatan naik sebesar 2,394 gr/cc terhadap nilai kepadatan pada rendaman 0 jam, pada rendaman selama 12 jam mengalami kenaikan sebanyak 2,395 gr/cc terhadap nilai kepadatan rendaman 6 jam, pada rendaman selama 24 jam didapatkan hasil sebesar 2,385 gr/cc yang berarti mengalami penurunan terhadap nilai kepadatan pada saat rendaman 12 jam. Nilai kepadatan tertinggi didapatkan pada rendaman ke 12 jam yaitu sebesar 2,395 gr/cc.

Dilihat dari grafik pada Gambar 4.8, nilai kepadatan pada saat rendaman 0 jam, 6 jam dan 12 jam mengalami kenaikan, sedangkan pada saat rendaman 24 jam mengalami penurunan. Berkurangnya kepadatan disebabkan oleh lamanya rendaman yang berpengaruh pada nilai kepadatan.

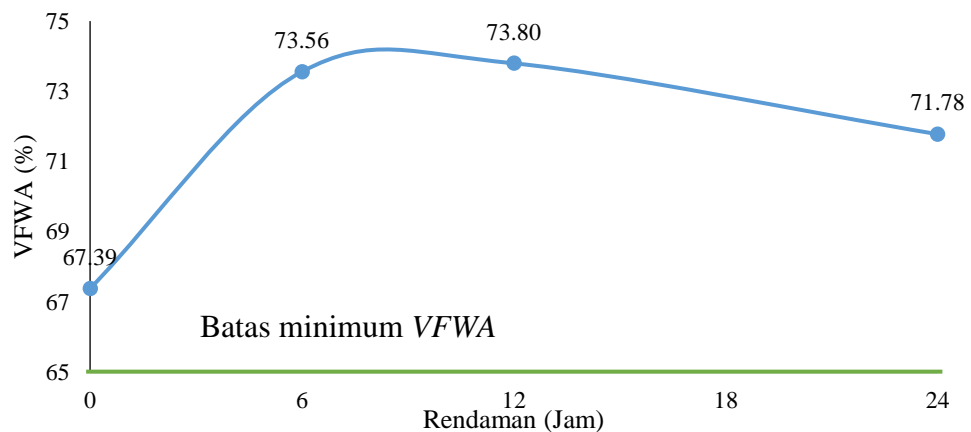
Tidak ada persyaratan yang mengatur tentang kepadatan atau *density* ini, baik untuk nilai minimum ataupun nilai maksimumnya. Jadi nilai-nilai kepadatan diatas dapat dianggap memenuhi persyaratan.

b. Rongga terisi aspal (VFWA)

VFWA (Void Filled with Asphalt) merupakan persen rongga yang terdapat diantara partikel agregat (*VFWA*) yang diisi aspal namun tidak termasuk dengan aspal yang diserap agregat.

Tabel 4.14 Hasil pengujian *VFWA* Terhadap Rendaman

Kadar Aspal	Nilai <i>VFWA</i> (%)			
	0 jam	6 jam	12 jam	24 jam
5A	66,77	75,07	74,55	72,84
5B	68,01	72,05	73,05	70,72
Rata-rata	67,39	73,56	73,80	71,78



Gambar 4.9 Grafik hubungan *VFWA* dan waktu perendaman

Berdasarkan Tabel 4.14 di atas, nilai *VFWA* pada rendaman 0 jam adalah sebesar 67,39%, pada penambahan waktu rendaman selama 6 jam dan 12 jam nilai *VFWA* mengalami kenaikan berturut-turut sebesar 73,56% dan 73,80% terhadap rendaman 0 jam, pada rendaman 24 jam nilai *VFWA* mengalami penurunan sebanyak 71,78% terhadap rendaman 12 jam. Nilai *VFWA* tertinggi terlihat pada saat rendaman 12 jam, sedangkan nilai *VFWA* terendah terletak pada rendaman 0 jam.

Dari Gambar 4.9, nilai *VFWA* cenderung mengalami kenaikan pada perendaman selama 6 dan 12 jam dan mengalami penurunan saat perendaman selama 24 jam. Hal ini disebabkan oleh rongga yang terdapat di dalam campuran semakin mengecil yang dipengaruhi oleh nilai *VITM* yang merupakan nilai pembagi untuk mendapatkan nilai *VFWA*.

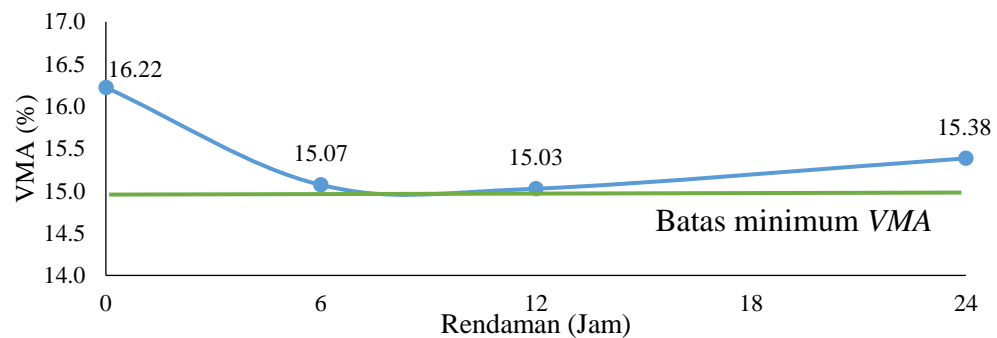
Berdasarkan dengan spesifikasi umum Bina Marga 2010 (Revisi 3), nilai *VFWA* yang memenuhi spesifikasi harus > 65%. Maka dapat disimpulkan, nilai *VFWA* dari semua variasi rendaman memenuhi spesifikasi yang disyaratkan oleh spesifikasi umum Bina Marga 2010 (Revisi 3).

c. Rongga diantara mineral agregat (*VMA*)

VMA (*Void in Mineral Agregate*) merupakan rongga-rongga udara yang berada diantara mineral agregat, termasuk ruang yang telah terisi oleh aspal. Nilai *VMA* sangat dipengaruhi oleh kadar aspal, gradasi bahan susun, jumlah tumbukan dan juga suhu pemadatan.

Tabel 4.15 Hasil pengujian VMA Terhadap Rendaman

Nilai VMA (%)				
Kadar Aspal	0 jam	6 jam	12 jam	24 jam
5A	16,35	14,81	14,90	15,19
5B	16,10	15,33	15,16	15,58
Rata-rata	16,22	15,07	15,03	15,38



Gambar 4.10 Grafik hubungan VMA dan waktu perendaman

Berdasarkan Tabel 4.15, nilai VMA pada rendaman 0 jam sebesar 16,22%, pada rendaman 6 jam dan 12 jam didapat penurunan nilai VMA berturut-turut sebesar 15,07% dan 15,03% terhadap rendaman 0 jam, pada nilai VMA rendaman ke 24 jam terjadi kenaikan nilai VMA sebanyak 15,38% terhadap nilai VMA rendaman 12 jam. Nilai VMA tertinggi terlihat pada saat rendaman ke 0 jam, dan terendah pada saat rendaman ke 12 jam.

Dari hasil Gambar 4.10, didapatkan nilai VMA cenderung mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan oleh semakin lamaya rendaman yang dilakukan, maka akan semakin besar juga nilai VMA yang akan diperoleh. Nilai VMA sangat dipengaruhi oleh sifat *steel slag* yang memiliki banyak pori sehingga dapat menambah volume rongga yang ada.

Menurut spesifikasi Bina Marga (Revisi 3), nilai VMA pada campuran laston minimal sebesar >15%, maka dari itu dapat disimpulkan bahwa nilai VMA pada semua benda uji ini memenuhi persyaratan yang ditentukan.

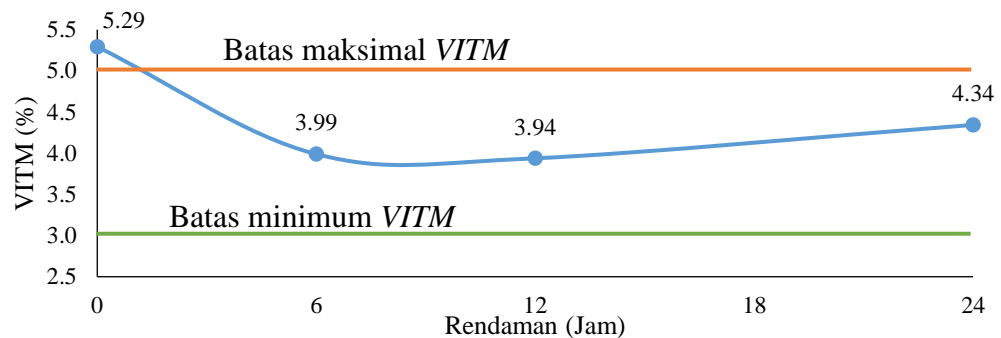
d. Rongga di dalam campuran (VITM)

VITM (*Void In the Mix*) adalah banyaknya rongga yang terdapat dalam campuran aspal panas yang dinyatakan dalam presentase. Di dalam campuran terdapat rongga udara yang dibutuhkan untuk ruang bergerak unsur-unsur

campuran yang sesuai dengan sifat elastisnya. Nilai *VITM* dapat dipengaruhi oleh gradasi agregat, kadar aspal dan *density*.

Tabel 4.16 Hasil pengujian *VITM* Terhadap Rendaman

Nilai <i>VITM</i> (%)				
Kadar Aspal	0 jam	6 jam	12 jam	24 jam
5A	5,43	3,69	3,79	4,13
5B	5,15	4,29	4,08	4,56
Rata-rata	5,29	3,99	3,94	4,34



Gambar 4.11 Grafik hubungan *VITM* dan waktu perendaman

Berdasarkan Tabel 4.16, nilai *VITM* pada rendaman 0 jam adalah sebesar 5,29%, pada penambahan jam rendaman sebesar 6 jam mengalami penurunan sebanyak 3,99% terhadap nilai *VITM* rendaman 0 jam. Pada penambahan waktu sebesar 12 jam dan 24 jam, nilai *VITM* mengalami peningkatan berturut-turut sebanyak 3,94% dan 4,34% terhadap nilai *VITM* rendaman 6 jam. Nilai *VITM* tertinggi terdapat pada rendaman 0 jam sebesar 5,29%, sedangkan nilai *VITM* terendah terdapat pada rendaman 12 jam sebesar 3,94%.

Dari Gambar 4.11, berkurang nilai *VITM* di dalam campuran dapat disebabkan karena semakin banyaknya kadar aspal yang digunakan dan menyebabkan rongga dalam campuran juga semakin kecil. Maka dari itu, semakin lama rendaman yang dilakukan pada aspal campuran limbah *slag* ini maka akan semakin tinggi nilai *VITM* nya.

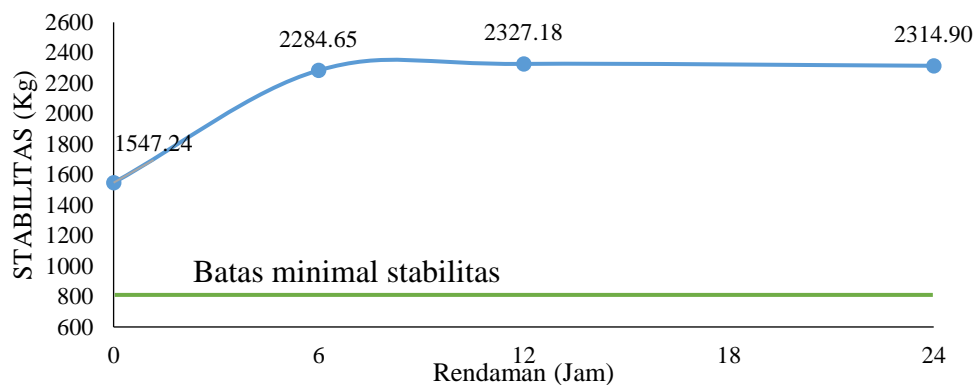
Berdasarkan spesifikasi umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) tentang ketentuan sifat-sifat campuran Laston, nilai *VITM* yang memenuhi syarat adalah sebesar 3% - 5%. Berdasarkan spesifikasi tersebut, nilai *VITM* pada semua rendaman memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.

e. Stabilitas

Stabilitas merupakan kemampuan dari perkerasan jalan untuk menerima beban lalu lintas tanpa terjadinya perubahan bentuk yang tetap, seperti gelombang, alur, ataupun *bleeding*. Jika volume lalu lintas yang membebani sebuah jalan tinggi, maka akan semakin tinggi pula stabilitas yang dibutuhkan oleh sebuah perkerasan jalan.

Tabel 4.17 Hasil pengujian stabilitas Terhadap Rendaman

Nilai Stabilitas (Kg)				
Kadar Aspal	0 jam	6 jam	12 jam	24 jam
5A	1599,62	2200,24	2298,80	2298,53
5B	1494,87	2369,06	2355,56	2331,27
Rata-rata	1547,24	2284,65	2327,18	2314,90



Gambar 4.12 Grafik hubungan stabilitas dan waktu perendaman

Berdasarkan Tabel 4.17 di atas, nilai stabilitas pada rendaman 0 jam adalah sebesar 1547,24 Kg, pada rendaman 6 jam dan 12 jam nilai stabilitas mengalami kenaikan berturut-turut sebesar 2284,65 Kg dan 2327,18 Kg terhadap nilai stabilitas rendaman 0 jam. Pada rendaman 24 jam, nilai stabilitas mengalami penurunan 2314,90 Kg terhadap nilai stabilitas rendaman 12 jam.

Dilihat dari gambar 4.12 di atas, nilai stabilitas tertinggi terjadi pada rendaman ke 12 jam. Sedangkan nilai stabilitas terendah terjadi pada rendaman ke 0 jam. Nilai stabilitas naik dikarena *steel slag* mempunyai permukaan yang cukup kasar yang memberikan ikatan yang stabil serta tahan terhadap perubahan temperatur. Sedangkan saat dilakukannya perendaman selama 24

jam, nilai stabilitas menurun yang disebabkan sifat korosif yang dimiliki oleh air laut yang dapat menyebabkan campuran aspal menjadi lebih mudah getas sehingga mempengaruhi sifat adhesi dan kohesi aspal tersebut.

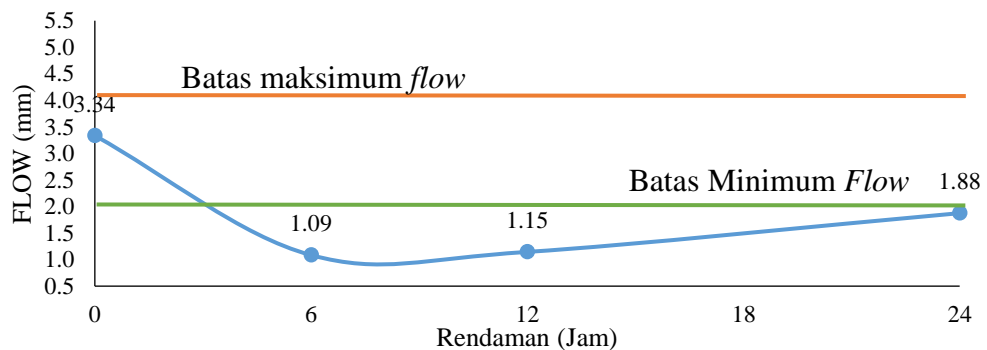
Berdasarkan spesifikasi umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) tentang ketentuan sifat-sifat campuran laston, nilai stabilitas minimum untuk lalu lintas berat yaitu 800 Kg, sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai stabilitas semua rendaman memenuhi spesifikasi yang disyaratkan.

f. Kelelehan (*Flow*)

Flow atau kelelehan merupakan besarnya penurunan atau deformasi yang terjadi terhadap lapis keras akibat menahan beban yang diterimanya.

Tabel 4.18 Hasil pengujian *flow* Terhadap Rendaman

Nilai <i>Flow</i> (mm)				
Kadar Aspal	0 jam	6 jam	12 jam	24 jam
5A	4,65	0,27	1,16	2,55
5B	2,02	1,90	1,13	1,20
Rata-rata	3,34	1,09	1,15	1,88



Gambar 4.13 Grafik hubungan *flow* dan waktu perendaman

Berdasarkan grafik di atas, nilai kelelehan pada rendaman ke 0 jam sebesar 3,34 mm. Pada rendaman ke 6 jam nilai kelelehan mengalami penurunan hingga 1,09 mm terhadap nilai kelelehan 0 jam. Pada rendaman ke 12 jam dan 24 jam, nilai kelelehan mengalami kenaikan berturut-turut sebesar 1,15 mm dan 1,88 mm terhadap nilai kelelehan rendaman ke 6 jam.

Berdasarkan spesifikasi umum Bina Marga 2010 (Revisi 3), nilai kelelehan minimum adalah 2 mm sedangkan nilai kelelehan maksimalnya

adalah sebesar 4 mm, sehingga dapat disimpulkan bahwa hanya nilai kelelahan direndaman ke 0 jam yang memenuhi spesifikasi.

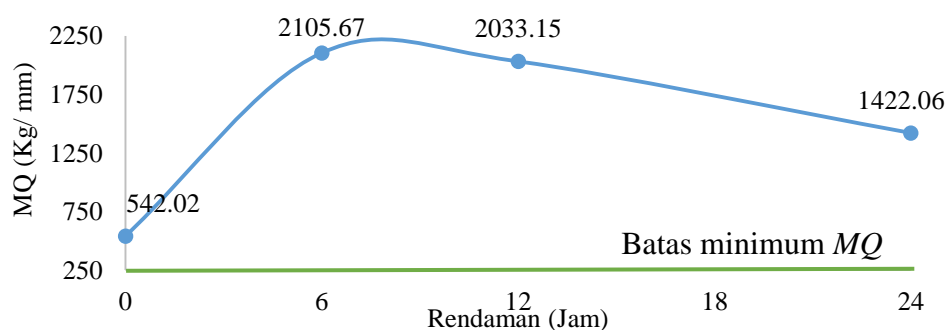
Pada penelitian ini nilai kelelahan cenderung memiliki nilai yang lebih kecil dari spesifikasi yang ditentukan, maka kemungkinan yang akan terjadi adalah aspal yang menggunakan agregat pengganti ini menjadi kaku dan akan mudah mengalami kerusakan pada jalan, seperti pelepasan agregat dan juga retak jika menerima beban yang melampaui daya dukungnya. Hal ini dapat disebabkan kelalaian peneliti atau juga karena faktor gradasi, kadar aspal, serta permukaan dari agregat. Maka diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui langkah selanjutnya dari penelitian ini.

g. *Marshall Quotient (MQ)*

Marshall Quotient (MQ) didapatkan dari hasil bagi nilai stabilitas dengan kelelahan (*flow*). Perkerasan lapis keras akan semakin kaku jika nilai *Marshall Quotient (MQ)* besar dan jika perkerasan lapis keras akan semakin lentur jika nilai *Marshall Quotient (MQ)* kecil.

Tabel 4.19 Hasil pengujian *MQ* Terhadap Rendaman

Kadar Aspal	Nilai <i>Marshall Quotient</i> (Kg/mm)			
	0 jam	6 jam	12 jam	24 jam
5A	344	8149,05	1981,73	901,39
5B	740,04	1246,88	2048,57	1942,73
Rata-rata	542,02	2105.67	2033,15	1422,06



Gambar 4.14 Grafik hubungan *MQ* dan waktu perendaman

Berdasarkan Tabel 4.19 di atas, nilai *MQ* pada rendaman 0 jam adalah sebesar 542,02 Kg/mm, pada rendaman ke 6 jam nilai *MQ* mengalami kenaikan

sebesar 4697,96 Kg/mm terhadap nilai MQ rendaman ke 0 jam. Pada rendaman ke 12 jam dan 24 jam, nilai MQ mengalami penurunan berturut-turut sebesar 2033,15 Kg/mm dan 1422,06 Kg/mm terhadap nilai MQ pada rendaman ke 6 jam.

Dari gambar 4.14 di atas, dapat dilihat bahwa nilai MQ mengalami kenaikan yang sangat signifikan pada saat rendaman ke 6 jam dikarenakan nilai MQ berasal dari perbandingan dari stabilitas terhadap kelelahan (*flow*).

Jika nilai MQ semakin besar maka dapat menyebabkan perkerasan menjadi semakin kaku dan nilai MQ semakin menurun dapat menyebabkan campuran perkerasan menjadi semakin lentur.

h. Penentuan perendaman pada kadar penggantian *steel slag*

Tabel 4.20 Hasil pengujian *Marshall* campuran agregat dengan *steel slag* dengan melakukan perendaman secara kontinyu

No	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi	Lama Perendaman (Jam)			
			0	6	12	24
1.	<i>Density</i> (gr/cm ³)	-	2,36	2,39	2,39	2,38
2.	VMA (%)	Min. 15 %	16,22	15,07	15,03	15,38
3.	VFWA (%)	Min. 65%	67,39	73,56	73,80	71,78
4.	VITM (%)	3-5%	5,29	3,99	3,94	4,34
5.	Stabilitas (Kg)	Min. 800Kg	1547,24	2284,65	2327,18	2314,90
6.	<i>Flow</i> (mm)	2-4	3,34	1,09	1,15	1,88
7.	MQ (Kg/mm)	Min. 250 Kg/mm	542,02	2105,67	2033,15	1422,06

Tabel 4.21 Penentuan Rendaman Optimum

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat	Rendaman (Jam)			
			0	6	12	24
1	<i>Density</i> (gr/cm ³)	-				
2	VMA (%)	Min 15				
3	VFWA (%)	Min 65%				
4	VITM (%)	3 – 5 %				
5	Stabilitas (kg)	Min 800				
6	<i>Flow</i> (mm)	2 – 4 mm				
7	MQ (kg/mm)	Min 250 kg/mm				

Dari tabel diatas, didapatkan bahwa *density*, *VMA*, *VFWA*, *VITM*, stabilitas dan *MQ* masuk dispesifikasi kecuali *flow*. Jika dilakukan perendaman selama 6 jam, 12 jam dan 24 jam akan menjadikan perkerasan menjadi lebih kaku atau lebih getas. Campuran dengan waktu perendaman selama kurang dari 24 jam menghasilkan aspal yang buruk, maka dari itu diperlukan penelitian lebih lanjut tentang aspal dengan campuran *steel slag* yang direndam selama lebih dari 24 jam. Untuk itu, jika campuran benda uji ini diaplikasikan ke jalan, maka akan membuat beberapa kemungkinan kerusakan jalan, seperti deformasi jalan, lubang, dan kerusakan jalan lainnya.