

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Material

Sebelum pembuatan campuran, dilakukan pengujian terhadap material penyusunnya seperti agregat kasar, agregat halus, aspal sebagai pengikat, dan RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*) sesuai spesifikasi.

4.1.1 Hasil Pengujian Agregat

Pengujian agregat bertujuan untuk menentukan karakteristik agregat yang digunakan dalam campuran aspal. Hasil pengujian agregat pada Tabel 4.1 dilakukan berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (revisi 2) tahun 2018.

Tabel 4.1

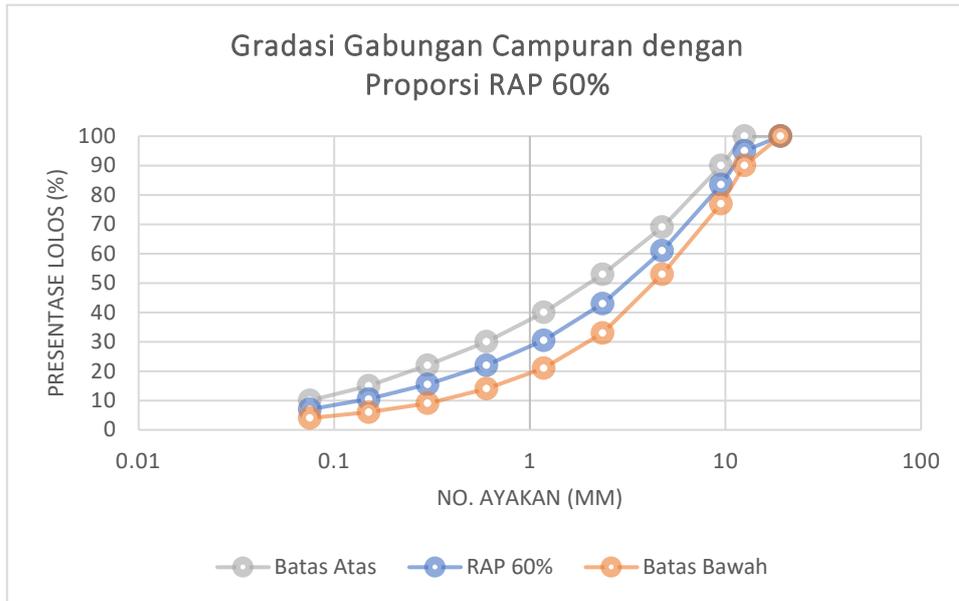
Hasil Pengujian Agregat

No.	Pengujian	Satuan	Metode Pengujian	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
1.	Agregat Kasar (10-15 mm)					
a)	Berat Jenis <i>Bulk</i>	g/cm ³	SNI 1969-2008	-	2.636	Lampiran 1
b)	Berat Jenis Semu	g/cm ³	SNI 1969-2008	Min. 2,5	2.712	Lampiran 1
c)	Penyerapan Air	%	SNI 1969-2008	Maks. 3%	1.068	Lampiran 1
d)	Keausan Agregat	%	SNI 2417-2008	Maks. 40%	23.44	Lampiran 2
e)	Partikel Lolos Ayakan No.200	%	ASTM C111-2012	< 1%	0.044%	Lampiran 3
f)	Agregat yang Tertahan Ayakan No.4 (4.75mm)	%	SNI 03-1975-1990	≥ 65%	171.73	Lampiran 4

Tabel 4.1 (Lanjutan)

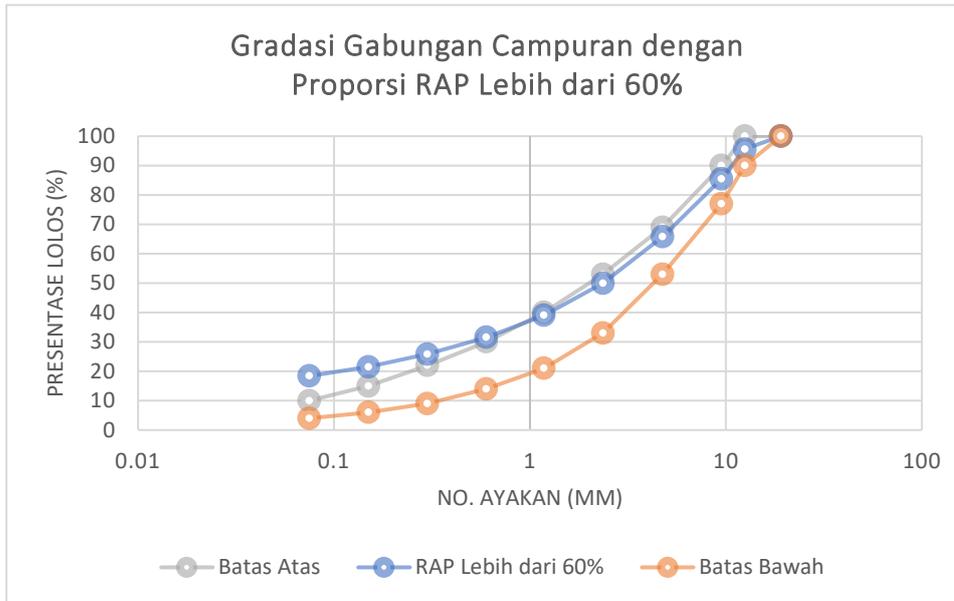
Hasil Pengujian Agregat

No.	Pengujian	Satuan	Metode Pengujian	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
2.	Agregat Kasar (5-10 mm)					
a)	Berat Jenis <i>Bulk</i>	g/cm ³	SNI 1969-2008	-	2.634	Lampiran 1
b)	Berat Jenis Semu	g/cm ³	SNI 1969-2008	Min. 2,5	2.709	Lampiran 1
c)	Penyerapan Air	%	SNI 1969-2008	Maks. 3%	1.048	Lampiran 1
d)	Keausan Agregat	%	SNI 2417-2008	Maks. 40%	23.61	Lampiran 2
e)	Partikel Lolos Ayakan No.200	%	ASTM C111-2012	< 1%	0.036%	Lampiran 3
f)	Agregat yang Tertahan Ayakan No.4 (4.75mm)	%	SNI 03-1975-1990	≥ 65%	113.22	Lampiran 4
3.	Agregat Halus (0-5 mm)					
a)	Berat Jenis <i>Bulk</i>	g/cm ³	SNI 1969-2008	-	2.608	Lampiran 1
b)	Berat Jenis Semu	g/cm ³	SNI 1969-2008	Min. 2,5	2.608	Lampiran 1
c)	Penyerapan Air	%	SNI 1969-2008	Maks. 3%	1.056	Lampiran 1
d)	Partikel Lolos Ayakan No.200	%	ASTM C111-2012	< 8%	1.00	Lampiran 3



Gambar 4.1 Kurva Gradasi Gabungan Campuran (Agregat dan RAP) dalam CAED dengan Proporsi RAP 60%

Gambar 4.1 menunjukkan kurva gradasi gabungan campuran agregat alam dan RAP dengan proporsi 60% yang dapat digunakan sebagai acuan dalam pembuatan benda uji. Dalam penelitian ini, digunakan gradasi ideal dengan batas tengah yang sesuai dengan kriteria analisis ayakan. Berdasarkan penelitian, ditemukan bahwa apabila RAP digunakan dalam campuran dengan proporsi lebih dari 60%, maka kurva gradasi agregat gabungan tidak memenuhi spesifikasi gradasi ideal yang mana batas tengah dari analisa ayakan yang tertera pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Kurva Gradasi Gabungan Campuran (Agregat dan RAP) dalam CAED dengan Proporsi RAP Lebih dari 60%

4.1.2 Hasil Pengujian dan Pemeriksaan Aspal Emulsi

Pengujian aspal bertujuan untuk mengetahui apakah aspal yang digunakan sudah sesuai dengan spesifikasi. Hasil pengujian aspal yang dilakukan adalah tipe aspal CSS-1h Modifikasi pada Tabel 4.2 dan untuk tipe aspal CSS-1h dilakukan pemeriksaan pada Tabel 4.3 berdasarkan SNI 4798-2011 tentang Spesifikasi Aspal Emulsi Kationik.

Tabel 4.2

Hasil Pengujian Aspal CSS-1h Modifikasi

No.	Pengujian	Metode Pengujian	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
1.	Residu Penyulingan (%)	SNI 03-3642-1994	Min. 57	62.18	(Lampiran 5)
2.	Penetrasi; 25°C; 100 gram; 5 detik (0,1 mm)	SNI 06-2456-1991	40 – 90	69	(Lampiran 5)
3.	Daktilitas; 25°C; 5 cm/menit (cm)	SNI 06-2432-1991	Min. 40	71	(Lampiran 5)

Tabel 4.3

Data Sekunder Aspal CSS-1h

No.	Pengujian	Metode Pengujian	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
A.	Aspal Emulsi				
1.	Viskositas (detik)	SNI 06-6721-2002	20-100	33.200	Memenuhi
2.	Pengujian Pengendapan 1 hari (%)	SNI 6828:2012	Maks.1	0.87	Memenuhi
3.	Muatan Partikel	SNI 03-3644-1994	Positif	Positif	Memenuhi
4.	Tertahan Saringan No.20 (%)	SNI 03-3643-1994	Maks. 0,1	0.000	Memenuhi
5.	Uji Campuran Semen (%)	SNI 03-6830-2002	Maks. 2	0.96	Memenuhi
6.	Residu Penyulingan (%)	SNI 03-3642-1994	Min. 57	58.108	Memenuhi
B.	Residu Penyulingan				
1.	Penetrasi; 25°C; 100 gram; 5 detik (0.1 mm)	SNI 06-2456-1991	40-90	89.83	Memenuhi
2.	Daktilitas; 25°C; 5 cm/menit (cm)	SNI 06-2432-1991	Min. 40	46	Memenuhi
3.	Kelarutan dalam <i>Trichloroethylene</i> (%)	SNI 2438:2015	Min. 97,5	98.158	Memenuhi

Sumber: PT. Triasindomix berdasarkan Laporan Pengujian *Properties* Aspal Emulsi CSS-1h

4.1.3 Hasil Pengujian RAP

Pengujian RAP dilakukan tiga pengujian, yaitu pengujian ekstraksi, gradasi, dan pengujian untuk mengetahui berat jenis RAP.

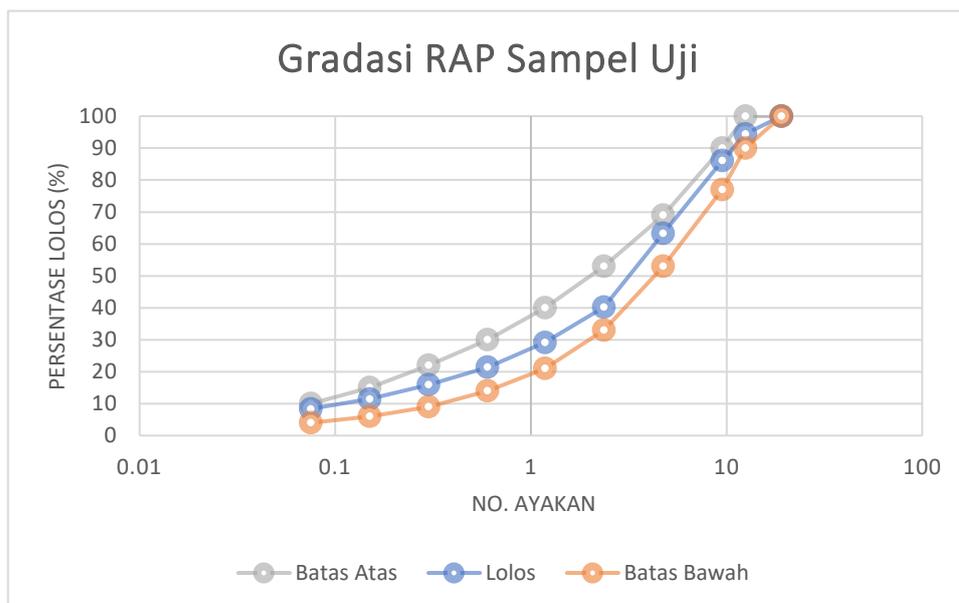
4.1.3.1 Hasil Pengujian Ekstraksi RAP

Pengujian ekstraksi pada RAP bertujuan untuk memisahkan bahan aspal dari agregatnya sehingga dapat mengetahui komposisi aspal bongkaran pada campuran yang terdapat dalam RAP sehingga dapat digunakan untuk menghitung pembuatan campuran yang baru. Hasil ekstraksi RAP di Laboratorium Perkerasan Bahan dan Jalan Universitas

Kristen Petra menunjukkan kadar aspal dalam RAP sebesar 4.8% yang diperoleh dari nilai rata-rata pengujian beberapa sampel uji yang dapat ditemukan pada Lampiran 6.

4.1.3.2 Hasil Pengujian Gradasi RAP

Pengujian gradasi pada RAP yang ditunjukkan pada Gambar 4.3 bertujuan untuk menggambarkan distribusi ukuran RAP. Hasil tersebut menunjukkan bahwa material agregat dalam RAP cenderung memiliki ukuran yang lebih halus dibandingkan agregat kasar. Hal ini mungkin disebabkan karena sifat material RAP yang lebih mungkin tertahan pada ayakan dengan ukuran No.4 atau lebih besar, sementara banyak yang tertahan pada ayakan yang berukuran lebih kecil dari No.4. Untuk rincian data gradasi RAP terdapat pada Lampiran 7. Pada Gambar 4.3 juga mengidentifikasi bahwa pada semua ukuran agregat atau nomor saringan RAP sesuai dengan ukuran ayakan campuran aspal dingin batas atas dan batas bawah. Berdasarkan hal ini, maka dapat digunakan gradasi ideal atau gradasi tengah RAP untuk pembuatan campuran baru bagi tiap nomor saringan yang digunakan.



Gambar 4.3 Gradasi RAP Sampel Uji

4.2 Hasil Pengujian Benda Uji

Pembuatan benda uji yang sesuai dengan *mix design* memerlukan analisis terhadap kadar aspal yang terkandung dalam RAP terhadap ukuran gradasi tiap nomor ayakan yang nanti pengaruhnya pada hasil akhir dari pengujian marshall untuk stabilitas dan *flow*. Pembuatan benda uji dikombinasikan dengan variabel waktu atau masa *curing* untuk kedua

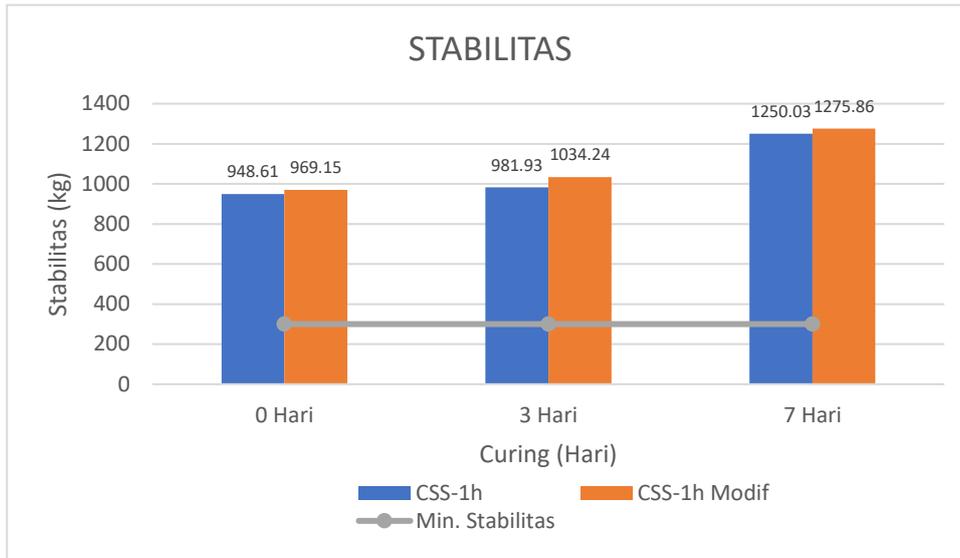
tipe aspal emulsi (0 hari, 3 hari, dan 7 hari) yang pengaruhnya juga untuk mencapai kekuatan dan stabilitas optimal.

4.2.1 Pengujian Benda Uji Tanpa RAP

Pembuatan benda uji tanpa menggunakan RAP adalah dengan menggunakan agregat alam 100% yang ditinjau terhadap variasi masa *curing* untuk kedua tipe aspal emulsi. Komposisi campuran untuk 100% agregat alam melibatkan penggunaan agregat kasar dan halus sesuai ukuran butir 10-15 mm, 5-10 mm, dan 0-5 mm. Untuk perbandingan kedua tipe aspal emulsi harus memenuhi enam parameter pengujian marshall, yaitu Stabilitas, *flow*, VIM (*Void in Mixture*), VMA (*Void in Mineral Aggregate*), VFB (*Void Filled with Bitumen*), MQ (*Marshall Quotient*), dan Stabilitas Sisa. Grafik hubungan *curing* terhadap semua parameter pengujian Marshall dan juga perbandingan antara kedua tipe aspal emulsi untuk pengujian tanpa RAP terlihat pada Gambar 4.4 hingga Gambar 4.10.

a. Stabilitas

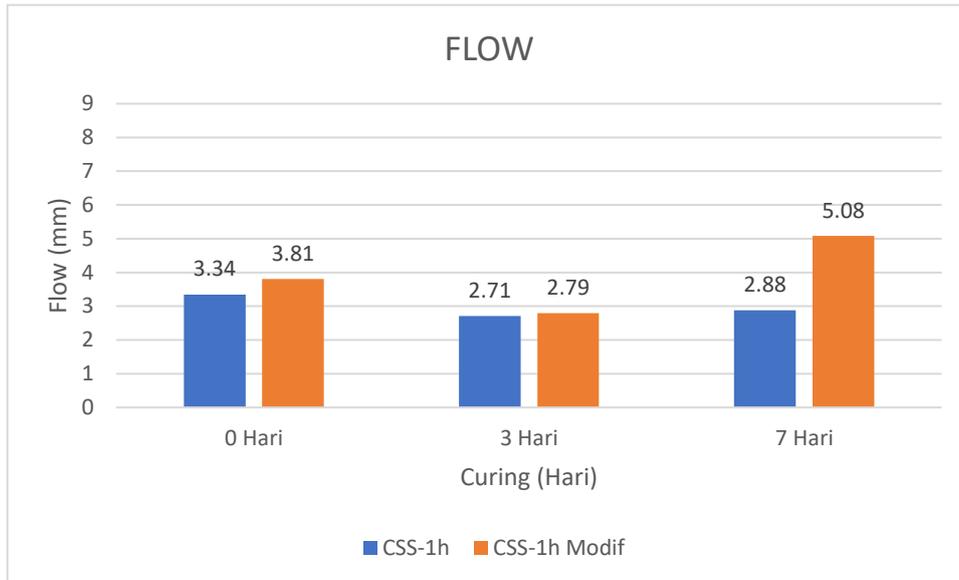
Grafik perbandingan stabilitas pengujian ditampilkan pada Gambar 4.2. Dari grafik tersebut, stabilitas pada aspal emulsi CSS-1h Modifikasi memiliki nilai yang lebih tinggi dari aspal emulsi CSS-1h. Persentase nilai kenaikan untuk tipe aspal emulsi CSS-1h sebesar 4% dari semula dan 27% menuju *curing* 7 hari. Sedangkan, tipe aspal CSS-1h Modifikasi sebesar 7% dari semula dan 23% menuju *curing* 7 hari. Hal ini menunjukkan masa *curing* yang lebih lama meningkatkan nilai stabilitasnya. Berdasarkan persyaratan yang disyaratkan Bina Marga 2018 nilai stabilitas untuk campuran dengan kadar aspal optimum 7% sudah memenuhi syarat.



Gambar 4.4 Perbandingan Stabilitas Tipe Aspal Emulsi Tanpa RAP

b. Flow

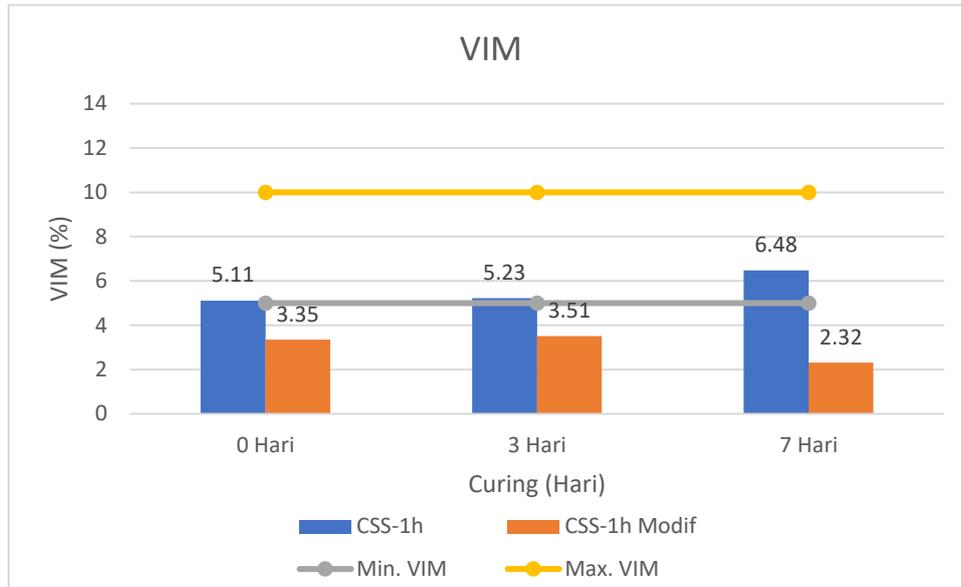
Grafik perbandingan *flow* (kelelehan) pengujian ditampilkan pada Gambar 4.3. Dari grafik tersebut, *flow* pada kedua tipe aspal emulsi mengalami penurunan dari semula dan justru meningkat menuju *curing* 7 hari. Persentase untuk tipe aspal emulsi CSS-1h turun sebesar 19% dari semula dan naik sebesar 6% menuju *curing* 7 hari. Sedangkan, tipe aspal CSS-1h Modifikasi persentasenya turun 27% dari semula dan naik 82% menuju *curing* 7 hari. Nilai *flow* (kelelehan) sangat berkaitan dengan energi pemadatan. Ketika terjadi masalah teknis pada saat pemadatan sangat berpengaruh pada nilai *flow*. Pengujian untuk mendapatkan nilai *flow* bertujuan untuk mengetahui penahanan deformasi yang diterima dari beban di atasnya. Faktor yang dapat mempengaruhi nilai *flow* adalah suhu pemadatan, tingkat kelembapan, atau pada saat proses pembuatan. Nilai *flow* yang tinggi dapat menyebabkan deformasi yang lebih besar dan hal ini tidak baik untuk lapisan aspal.



Gambar 4.5 Perbandingan *Flow* Tipe Aspal Emulsi Tanpa RAP

c. VIM (Void in Mixture)

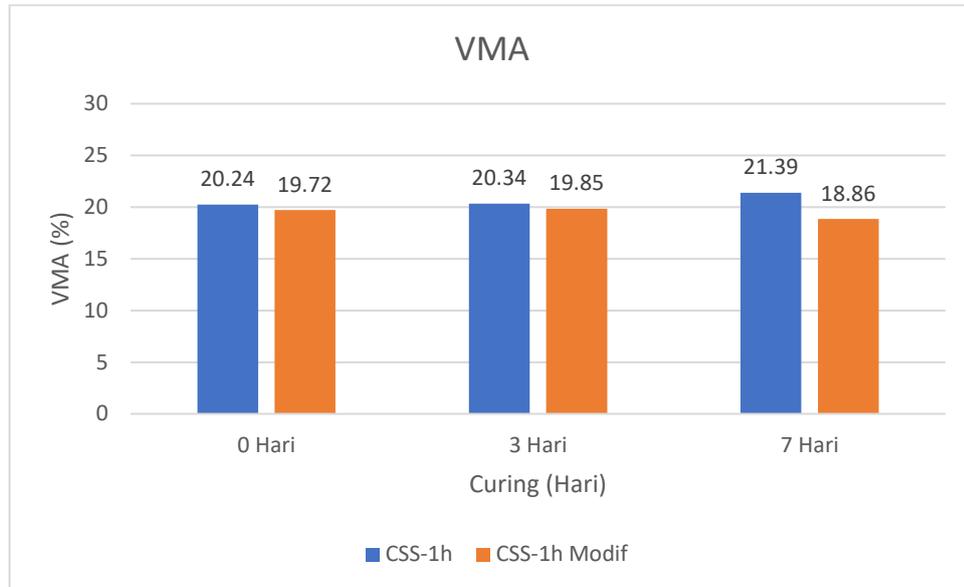
Grafik perbandingan VIM pengujian ditampilkan pada Gambar 4.4. Dari grafik tersebut menunjukkan bahwa semakin lama waktu *curing* maka, rongga udara dalam campuran semakin berkurang untuk aspal emulsi CSS-1h Modifikasi. Jika nilai VIM tidak mencapai batas minimum yang ditentukan, dapat mempengaruhi kualitas dan kinerja jangka panjang dalam campuran. Hal ini dapat terjadi karena kurangnya ruang untuk ekspansi aspal, tetapi penambahan aspal pada campuran juga harus diperhatikan supaya tidak terjadi *bleeding* yang bisa menurunkan nilai stabilitas. Sedangkan, untuk tipe aspal CSS-1h justru semakin naik. Semakin kecil rongga udara dalam campuran maka, campuran semakin optimal. Hal ini dikarenakan rongga udara dalam campuran berarti campuran ini tidak terisi oleh aspal maupun agregat sehingga dapat menyebabkan campuran mengalami kerusakan akibat beban lalu lintas dan berisiko munculnya genangan air.



Gambar 4.6 Perbandingan VIM Tipe Aspal Emulsi Tanpa RAP

d. VMA (*Void in Mineral Aggregate*)

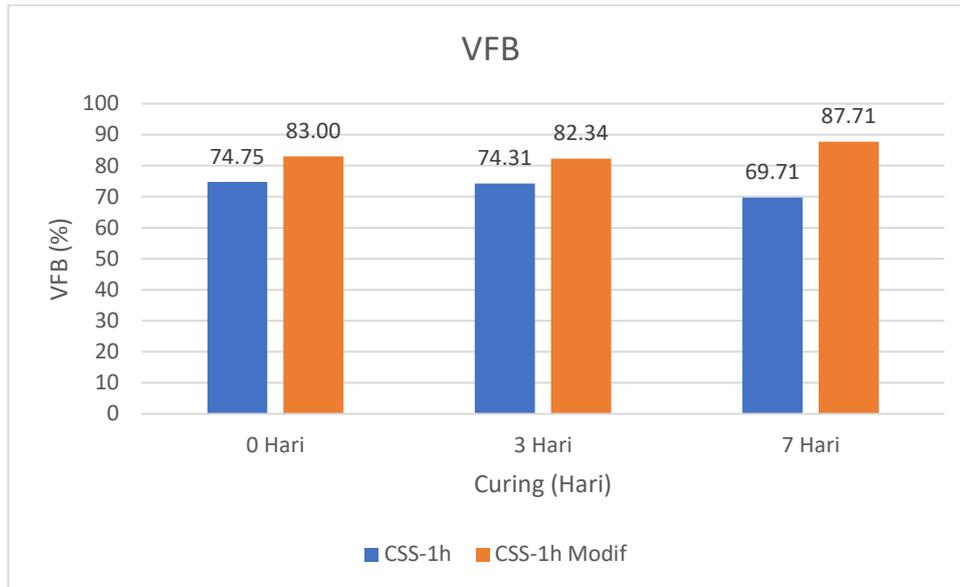
Grafik perbandingan VMA pengujian ditampilkan pada Gambar 4.5. Dari grafik tersebut menunjukkan angka kenaikan dan penurunan rongga pada campuran agregat yang diukur sebagai persentase terhadap volume total campuran. Rata-rata sampel mengalami kenaikan pada *curing* 3 hari dan mulai menurun pada masa *curing* 7 hari. Nilai VMA yang tinggi menunjukkan bahwa ada banyak rongga dalam agregat mineral yang harus diisi oleh aspal yang artinya lebih banyak aspal yang diperlukan untuk mencapai kepadatan yang diinginkan. Sedangkan, nilai VMA yang mulai turun menunjukkan bahwa rongga dalam agregat mineral relatif sedikit, yang dapat menyebabkan campuran menjadi kurang fleksibel dan lebih kaku.



Gambar 4.7 Perbandingan VMA Tipe Aspal Emulsi Tanpa RAP

e. VFB (Void Filled with Bitumen)

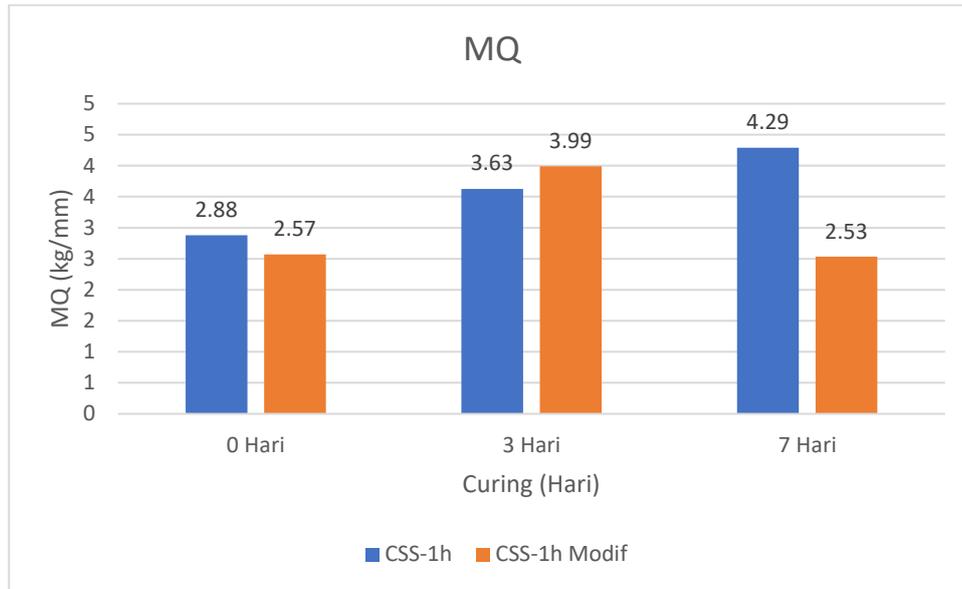
Grafik perbandingan VFB pengujian ditampilkan pada Gambar 4.6. Dari grafik tersebut menunjukkan angka kenaikan dan penurunan rongga volume pori yang terisi aspal. Parameter VFB diperlukan sebagai penilaian terhadap tingkat keawetan (*durability*) dan ketahanan air (*impermeability*) dari perkerasan untuk memastikan kualitas yang memadai. Nilai VFB yang tinggi menunjukkan bahwa sebagian besar rongga dalam agregat mineral diisi oleh aspal yang berarti campuran lebih tahan terhadap infiltrasi air dan lebih *durable*. Sedangkan, nilai VFB yang mulai turun menunjukkan bahwa hanya sebagian kecil dari rongga dalam agregat mineral diisi oleh aspal yang berarti campuran kurang tahan terhadap infiltrasi air dan mungkin lebih rentan terhadap kerusakan dan retak. Berdasarkan kurva, untuk tipe aspal emulsi CSS-1h semakin lama waktu *curing* maka nilai VFB semakin menurun. Sedangkan, aspal emulsi CSS-1h Modifikasi menurun pada *curing* 3 hari dan naik 7% menuju *curing* 7 hari.



Gambar 4.8 Perbandingan VFB Tipe Aspal Emulsi Tanpa RAP

f. MQ (*Marshall Quotient*)

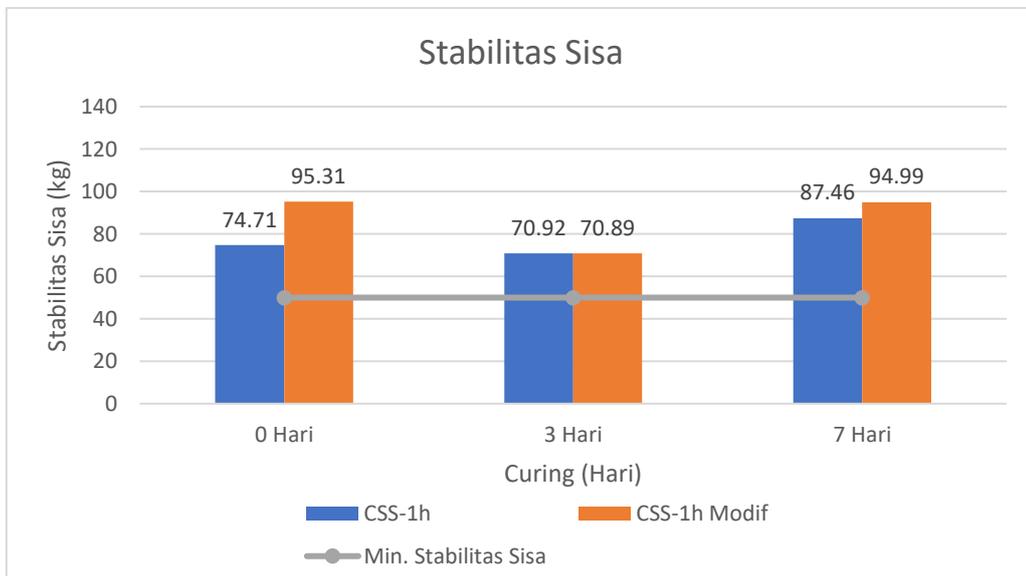
Grafik perbandingan MQ pengujian ditampilkan pada Gambar 4.7. Dari grafik tersebut menunjukkan rasio stabilitas marshall terhadap *flow*, yang memberikan indikasi kekuatan dan kelenturan pada campuran. Nilai MQ yang tinggi menunjukkan bahwa campuran aspal memiliki stabilitas tinggi dengan deformasi yang relatif kecil yang berarti campuran tersebut kaku dan kuat, tetapi kurang fleksibel. Sedangkan, nilai MQ yang mulai turun menunjukkan bahwa campuran aspal memiliki stabilitas yang lebih rendah dengan deformasi yang lebih besar yang berarti campuran tersebut lebih fleksibel tetapi mungkin kurang stabil.



Gambar 4.9 Perbandingan MQ Tipe Aspal Emulsi Tanpa RAP

g. Stabilitas Sisa

Pengujian stabilitas sisa bertujuan untuk mengetahui besar kekuatan sisa yang dimiliki oleh campuran aspal. Nilai stabilitas sisa pada Campuran Aspal Emulsi Dingin diperoleh dari perbandingan antara stabilitas rendaman dan stabilitas kering.



Gambar 4.10 Perbandingan Stabilitas Sisa Tipe Aspal Emulsi Tanpa RAP

Tabel 4.5

Hasil Pengujian Marshall Campuran Tanpa RAP

No.	Waktu Curing	Parameter Pengujian <i>Marshall</i>	Satuan	Hasil Pengujian	
				CSS-1h	CSS-1h Modif
1.	0 Hari	Stabilitas	kg	948.61	969.15
2.		Flow (Kelelehan)	mm	3.34	3.81
3.		VIM (<i>Void in Mixture</i>)	%	5.11	3.35
4.		VMA (<i>Void in Mineral Agreggate</i>)	%	20.24	19.72
5.		VFB (<i>Void Filled with Bitumen</i>)	%	74.75	83
6.		MQ (<i>Marshall Quotient</i>)	kg/mm	2.88	2.57
7.		Stabilitas Sisa	%	74.71	95.31
8.	3 Hari	Stabilitas	kg	981.93	1034.24
9.		Flow (Kelelehan)	mm	2.71	2.79
10.		VIM (<i>Void in Mixture</i>)	%	5.23	3.51
11.		VMA (<i>Void in Mineral Agreggate</i>)	%	20.34	19.85
12.		VFB (<i>Void Filled with Bitumen</i>)	%	74.31	82.34
13.		MQ (<i>Marshall Quotient</i>)	kg/mm	3.63	3.99
14.		Stabilitas Sisa	%	70.92	70.89
15.	7 Hari	Stabilitas	kg	1250.03	1275.86
17.		Flow (Kelelehan)	mm	2.88	5.08
18.		VIM (<i>Void in Mixture</i>)	%	6.48	2.32
19.		VMA (<i>Void in Mineral Agreggate</i>)	%	21.39	18.86
20.		VFB (<i>Void Filled with Bitumen</i>)	%	69.71	87.71
21.		MQ (<i>Marshall Quotient</i>)	kg/mm	4.29	2.53
22.		Stabilitas Sisa	%	87.46	94.99

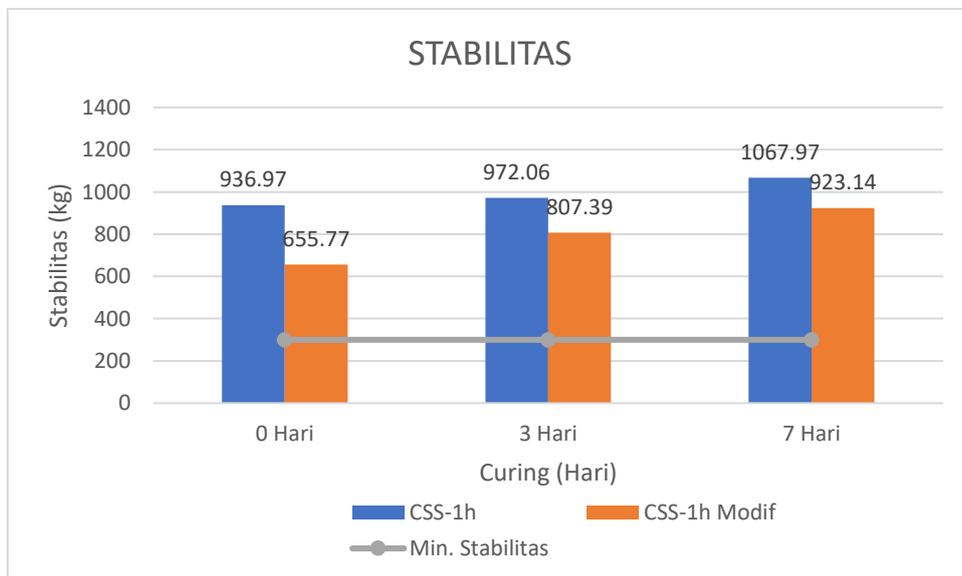
4.2.2 Pengujian Benda Uji dengan RAP

Pembuatan benda uji menggunakan 60% RAP dan 40% agregat alam ditinjau terhadap variasi waktu atau masa *curing* untuk kedua tipe aspal emulsi. Untuk perbandingan kedua tipe aspal emulsi juga harus memenuhi enam parameter pengujian marshall, yaitu stabilitas, kelelehan (*flow*), VIM (*Void in Mix*), VMA (*Void in Mineral Agreggate*), dan VFB (*Void Filled with Bitumen*). Grafik hubungan *curing* terhadap semua parameter pengujian

Marshall dan juga perbandingan antara kedua tipe aspal emulsi untuk 100% agregat alam terlihat pada Gambar 4.11 hingga Gambar 4.17.

a. Stabilitas

Grafik perbandingan stabilitas pengujian ditampilkan pada Gambar 4.11. Dari grafik tersebut, stabilitas pada aspal emulsi CSS-1h Modifikasi memiliki nilai yang lebih tinggi dari aspal emulsi CSS-1h. Persentase nilai kenaikan untuk tipe aspal emulsi CSS-1h sebesar 4% dari semula dan 10% menuju *curing* 7 hari. Sedangkan, tipe aspal CSS-1h Modifikasi memiliki peningkatan yang cukup tinggi sebesar 23% dari semula dan 14% menuju *curing* 7 hari. Hal ini menunjukkan semakin lama masa *curing* dapat meningkatkan nilai stabilitasnya.

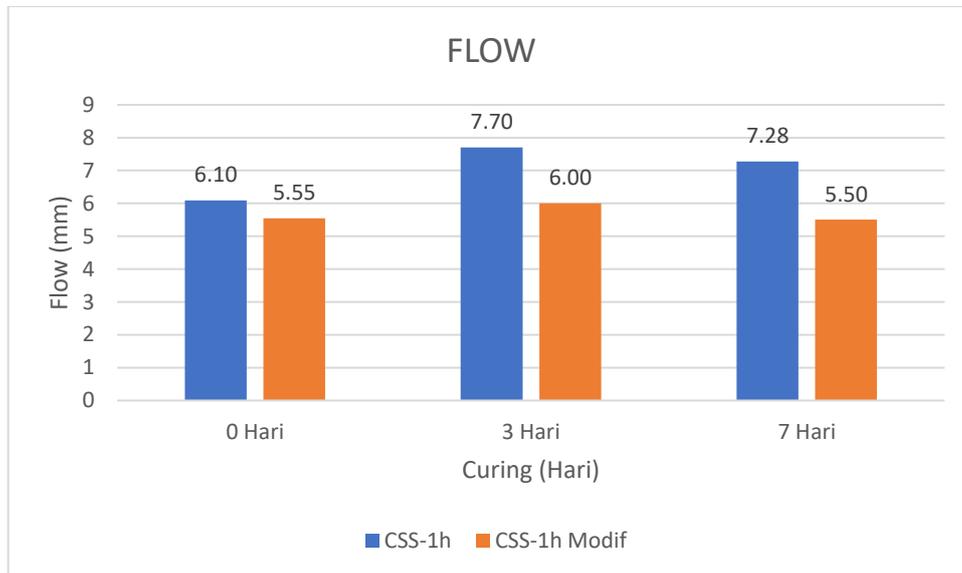


Gambar 4.11 Perbandingan Stabilitas Tipe Aspal Emulsi dengan RAP

b. Flow

Grafik perbandingan *flow* (kelelehan) pengujian ditampilkan pada Gambar 4.12. Dari grafik tersebut, *flow* pada kedua tipe aspal emulsi mengalami penurunan dari semula dan justru meningkat menuju *curing* 7 hari. Persentase untuk tipe aspal emulsi CSS-1h naik sebesar 26% dari semula dan turun sebesar 5% menuju *curing* 7 hari. Sedangkan, tipe aspal CSS-1h Modifikasi persentasenya naik 8% dari semula dan turun 8% menuju *curing* 7 hari. Pengujian untuk mendapatkan nilai *flow* bertujuan untuk mengetahui penahanan deformasi yang diterima dari beban di atasnya. Faktor yang dapat mempengaruhi nilai *flow* adalah suhu pemadatan, tingkat kelembapan, atau pada saat

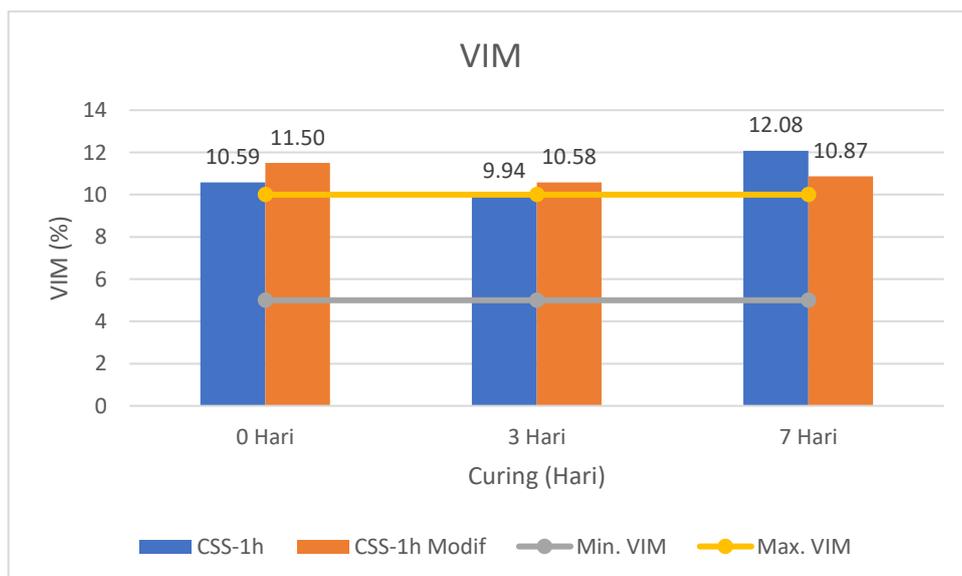
proses pembuatan. Nilai *flow* yang tinggi dapat menyebabkan deformasi yang lebih besar dan hal ini tidak baik untuk lapisan aspal.



Gambar 4.12 Perbandingan *Flow* Tipe Aspal Emulsi dengan RAP

c. VIM (Void in Mixture)

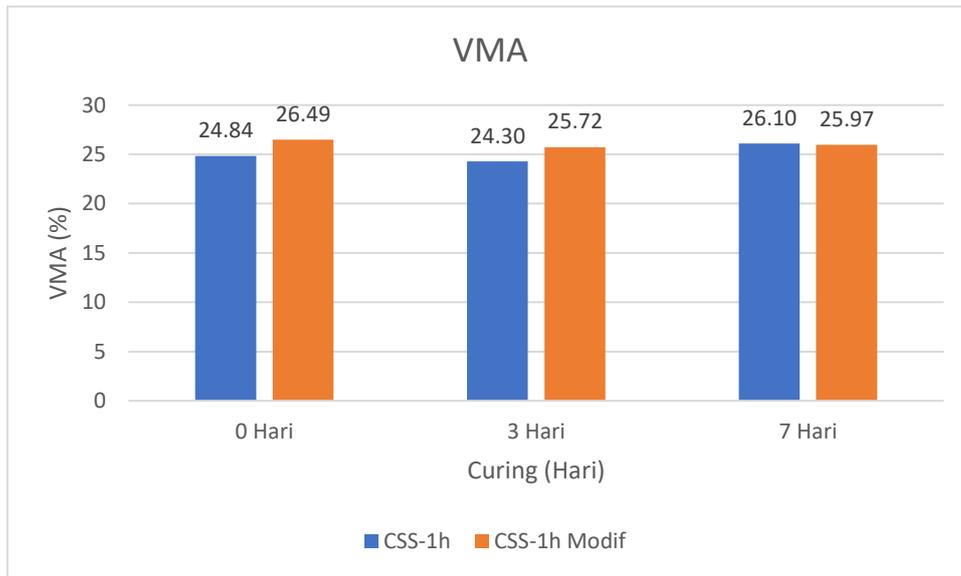
Grafik perbandingan VIM pengujian ditampilkan pada Gambar 4.13. Dari grafik tersebut menunjukkan bahwa campuran RAP dan Agregat memiliki rongga udara yang cukup besar. Semakin kecil rongga udara dalam campuran maka, campuran semakin optimal. Hal ini dikarenakan rongga udara dalam campuran berarti campuran ini tidak terisi oleh aspal maupun agregat sehingga dapat menyebabkan campuran mengalami kerusakan akibat beban lalu lintas dan berisiko munculnya genangan air.



Gambar 4.13 Perbandingan VIM Tipe Aspal Emulsi dengan RAP

d. VMA (Void in Mineral Aggregate)

Grafik perbandingan VMA pengujian ditampilkan pada Gambar 4.14. Dari grafik tersebut menunjukkan angka kenaikan dan penurunan rongga pada campuran agregat yang diukur sebagai persentase terhadap volume total campuran. Rata-rata sampel mengalami penurunan pada *curing* 3 hari dan mulai meningkat sampai *curing* 7 hari.

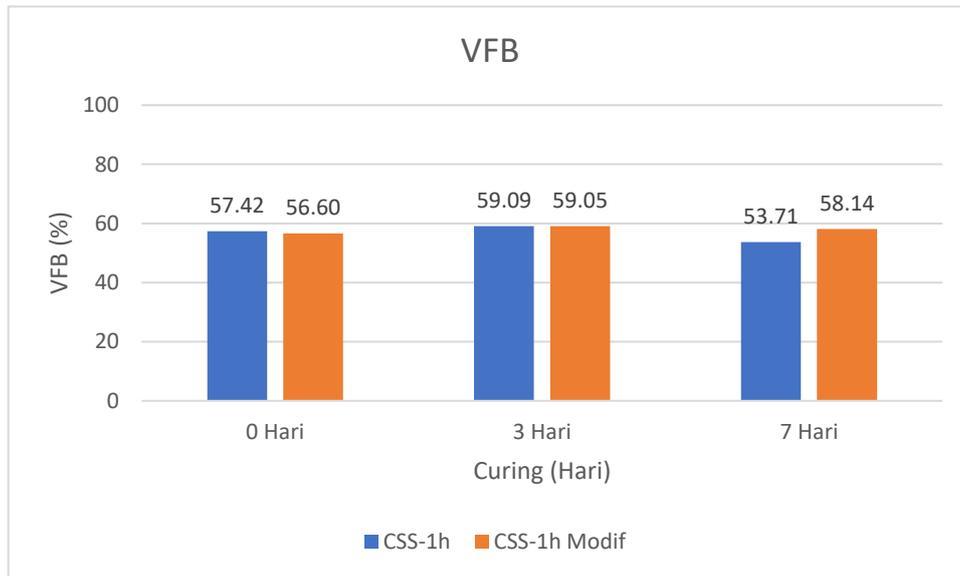


Gambar 4.14 Perbandingan VMA Tipe Aspal Emulsi dengan RAP

e. VFB (Void Filled with Bitumen)

Grafik perbandingan VFB pengujian ditampilkan pada Gambar 4.15. Dari grafik tersebut menunjukkan angka kenaikan dan penurunan rongga volume pori yang terisi aspal. Parameter VFB diperlukan sebagai penilaian terhadap tingkat keawetan

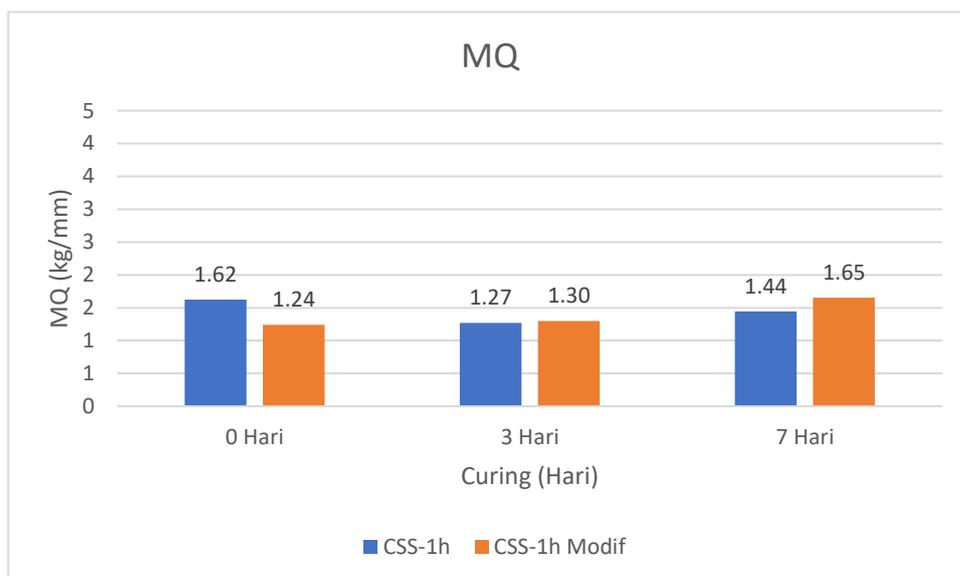
(durability) dan ketahanan air dari perkerasan untuk memastikan kualitas yang memadai.



Gambar 4.15 Perbandingan VFB Tipe Aspal Emulsi dengan RAP

f. MQ (Marshall Quotient)

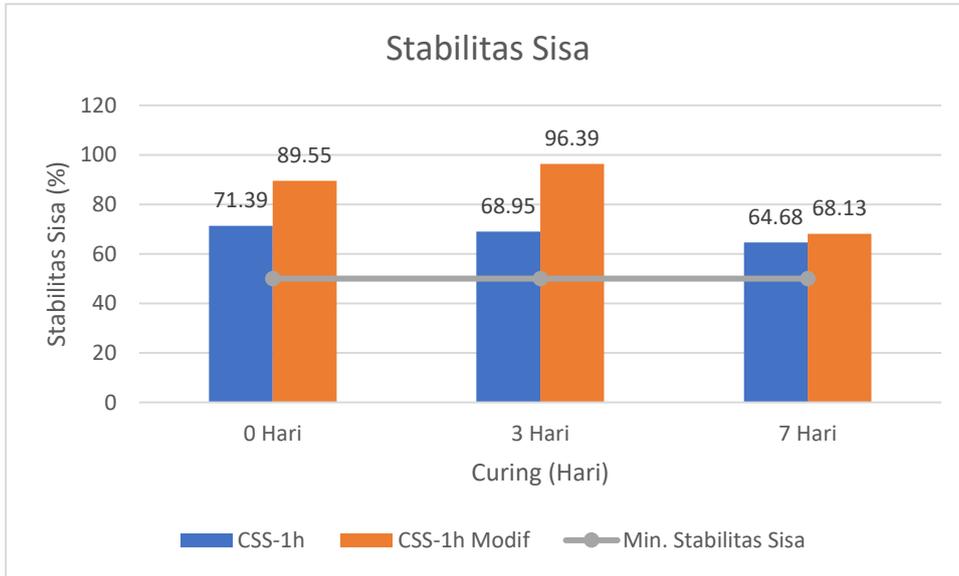
Grafik perbandingan MQ pengujian ditampilkan pada Gambar 4.16. Dari grafik tersebut menunjukkan angka kenaikan rasio stabilitas marshall dan deformasi alur marshall, yang memberikan indikasi kekuatan dan kelenturan pada campuran. Persentase kenaikan menunjukkan campuran yang lebih stabil dan kaku, sedangkan masa *curing* yang semakin lama (menuju *curing* 7 hari) campuran yang lebih lentur tetapi lebih tahan terhadap deformasi.



Gambar 4.16 Perbandingan MQ Tipe Aspal Emulsi dengan RAP

g. Stabilitas Sisa

Pengujian stabilitas sisa bertujuan untuk mengetahui besar kekuatan sisa yang dimiliki oleh campuran aspal. Nilai stabilitas sisa pada Campuran Aspal Emulsi Dingin diperoleh dari perbandingan antara stabilitas rendaman dan stabilitas kering.



Gambar 4.17 Perbandingan Stabilitas Sisa Tipe Aspal Emulsi dengan RAP

Berdasarkan hasil pengujian Marshall pada Gambar 4.4 sampai Gambar 4.10 untuk campuran tanpa RAP yang dirangkum dalam Tabel 4.5 dan Gambar 4.11 sampai Gambar 4.17 untuk campuran dengan RAP yang dirangkum dalam Tabel 4.6, tipe aspal emulsi CSS-1h lebih disarankan dibandingkan tipe aspal emulsi CSS-1h Modifikasi karena khususnya pada campuran dengan RAP di masa *curing* 3 hari memenuhi seluruh parameter pengujian Marshall pada persyaratan sifat campuran.

Tabel 4.6

Hasil Pengujian Marshall Campuran Dengan RAP

No.	Waktu Curing	Parameter Pengujian Marshall	Satuan	Hasil Pengujian	
				CSS-1h	CSS-1h Modif
1.	0 Hari	Stabilitas	kg	936.97	655.77
2.		Flow (Kelelehan)	mm	6.10	5.55
3.		VIM (Void in Mixture)	%	10.59	11.50
4.		VMA (Void in Mineral Agreggate)	%	24.84	26.49
5.		VFB (Void Filled with Bitumen)	%	57.42	56.60

Tabel 4.6 (Lanjutan)

Hasil Pengujian Marshall Campuran Dengan RAP

6.	0 Hari	MQ (<i>Marshall Quotient</i>)	kg/mm	1.62	1.24
7.		Stabilitas Sisa	%	71.39	89.55
8.	3 Hari	Stabilitas	kg	972.06	807.39
9.		<i>Flow</i> (Kelelehan)	mm	7.70	6.00
10.		VIM (<i>Void in Mixture</i>)	%	9.94	10.58
11.		VMA (<i>Void in Mineral Agreggate</i>)	%	24.30	25.72
12.		VFB (<i>Void Filled with Bitumen</i>)	%	59.09	59.05
13.		MQ (<i>Marshall Quotient</i>)	kg/mm	1.27	1.30
14.		Stabilitas Sisa	%	68.95	96.39
15.	7 Hari	Stabilitas	kg	1067.97	923.14
17.		<i>Flow</i> (Kelelehan)	mm	7.28	5.50
18.		VIM (<i>Void in Mixture</i>)	%	12.08	10.87
19.		VMA (<i>Void in Mineral Agreggate</i>)	%	26.10	25.97
20.		VFB (<i>Void Filled with Bitumen</i>)	%	53.71	58.14
21.		MQ (<i>Marshall Quotient</i>)	kg/mm	1.44	1.65
22.		Stabilitas Sisa	%	64.68	68.13