

## KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL EMULSI DINGIN TANPA DAN DENGAN TUNDAAN PEMADATAN

**Amri Yan Sunanto**  
Mahasiswa  
Magister Teknik Sipil,  
Universitas Syiah Kuala  
Jln. Tgk. Syeh Abdul Rauf No.7,  
Darussalam, Banda Aceh, 23111  
Telp: (0651) 7552018  
[amriyan@gmail.com](mailto:amriyan@gmail.com)

**Sofyan M. Saleh**  
Dosen Program  
Studi Magister Teknik Sipil,  
Universitas Syiah Kuala  
Jln. Tgk. Syeh Abdul Rauf No.7,  
Darussalam, Banda Aceh, 23111  
Telp: (0651) 7552018  
[sofyan\\_saleh@yahoo.com](mailto:sofyan_saleh@yahoo.com)

**M. Isya**  
Dosen Program  
Studi Magister Teknik Sipil,  
Universitas Syiah Kuala  
Jln. Tgk. Syeh Abdul Rauf No.7,  
Darussalam, Banda Aceh, 23111  
Telp: (0651) 7552018  
[misft.unsyiah@yahoo.com](mailto:misft.unsyiah@yahoo.com)

### Abstract

*Cold Asphalt Emulsion Mixtures (CAEMs) is suitable asphalt mixture used for roads maintenance. CAEMs requires evaporation of water to process aggregate asphalt adhesion, so that compacting asphalt mixture can be delayed. CAEMs compaction delay in line with the process of patching a pothole which is not located in the same location and the location is in remote areas far from the Asphalt Mixing Plant. This study aims to determine the Optimum Residual Asphalt Content (ORAC) in CAEMs within aggregate dense graded type IV. Knowing characteristics on CAEMs with delay compaction and without delay compaction 48 hours with a mixture of conditioning period (0, 1, 3, 7) days and to determine the influence of Marshall parameter changes on CAEMs by adding 1% of cement by mass of total aggregates when compacted. CAEMs using the aggregate of the Krueng Aceh river and Asphalt Emulsion type of CSS-1h. This study is used a method that refers to Specification of Bina Marga 1991 and The Asphalt Institute 1989. ORAC value was obtained from the bitumen content of 7% by weight of total mixture that gives the value of Marshall parameters such as the Soaked stability 608 kg, dry stability 856 kg, the Percent loss of stability 71%, porosity 11%, water absorption 3%, Asphalt Film Thickness 19  $\mu\text{m}$  and dry bulk density 2.152. CAEMs without and delay compaction 48 hours has adequated specifications with stability  $\geq 300$  kg, and increased stability in line with conditions period. CAEMs without and with delay compaction during the 7-day conditions provide the highest stability, based on the results, the addition 1% provides improved stability at the early age and during the delay compaction mixture, Characteristics of CAEMs will be affected by evaporation of water.*

**Keywords:** CAEMs, Road Maintenance, Asphalt Emulsion, Delay Compaction.

### Abstrak

Campuran Aspal Emulsi Dingin (CAED) merupakan campuran aspal yang cocok digunakan untuk pemeliharaan jalan. CAED memerlukan penguapan air untuk proses adhesi aspal ke agregat sehingga campuran aspal dapat ditunda pematatannya. Penundaan pematatan pada CAED sejalan dengan proses penambalan lubang pada jalan yang lokasinya tidak sama dan lokasinya dipelosok yang jauh dari *Asphalt Mixing Plant* (AMP). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Kadar Aspal Residu Optimum (KARO) pada CAED bergradasi rapat tipe IV, mengetahui parameter *Marshall* pada CAED tanpa tundaan dan dengan tundaan pematatan 48 jam dan penambahan semen 1% dengan masa pengkondisian campuran (0, 1, 3, 7) hari. CAED menggunakan agregat dari Sungai Krueng Aceh dan Aspal Emulsi tipe CSS-1h. Penelitian ini menggunakan metode yang mengacu pada Spesifikasi Khusus Bina Marga 1991 dan *The Asphalt Institute, 1989*. Nilai KARO didapat pada kadar aspal 7% terhadap berat total campuran yang memberikan nilai parameter *Marshall* seperti stabilitas rendaman 608kg, stabilitas kering 856kg, stabilitas sisa 71%, voume pori 11%, penyerapan air 3%, Tebal Film Aspal 19 $\mu\text{m}$  dan kepadatan kering 2,152gr/cm<sup>3</sup>. CAED tanpa dan dengan tundaan pematatan 48 jam telah memenuhi spesifikasi dengan stabilitas  $\geq 300$  kg, dan mengalami peningkatan stabilitas seiring dengan masa kondisi. CAED tanpa dan dengan tundaan pematatan pada masa kondisi 7 hari memberikan stabilitas kering tertinggi. Berdasarkan hasil penelitian ini penambahan semen 1% memberikan peningkatan stabilitas pada umur awal campuran dan selama masa tundaan pematatan, karakteristik CAED akan dipengaruhi oleh penguapan kadar air.

**Kata Kunci:** CAED, Pemeliharaan Jalan, Aspal Emulsi, Tundaan Pematatan.

## PENDAHULUAN

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang perlu dipelihara agar kondisinya tetap berfungsi optimal untuk melayani lalu lintas sampai umur rencana jalan yang telah ditentukan. Campuran Aspal Emulsi Dingin (CAED) merupakan campuran aspal yang baik digunakan pada pemeliharaan rutin jalan. CAED memerlukan waktu penguapan air untuk proses adhesi aspal ke agregat sehingga campuran aspal ini dapat ditunda pematatannya. Penundaan pematatan pada CAED sejalan dengan proses penambalan lubang pada jalan yang lokasinya jauh dari *Asphalt Mixing Plant* (AMP), terutama pada jalan yang terletak jauh dipedalaman (pelosok) negeri ini, sementara penanganan diperlukan sesegera mungkin. Sebelum diterapkan di lapangan perlu dilakukan kajian tentang karakteristik pemakaian CAED tanpa dan dengan tundaan, sesuai dengan kemungkinan kondisi di lapangan

## KAJIAN KEPUSTAKAAN

Agregat merupakan butiran batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lainnya yang terbuat dari alam maupun buatan (Anonim 1989). Campuran aspal umumnya mengandung 90-95% terhadap berat total agregat (Sukirman, 2003).

Aspal Emulsi merupakan aspal padat yang dicairkan kedalam air dengan bahan pengemulsi. Dalam campuran aspal emulsi umumnya terdapat sekitar 55-75% kandungan aspal dan kandungan bahan pengemulsi sekitar 3% (Anonim 1999).

Semen merupakan bahan perekat yang memiliki sifat mampu mengikat bahan-bahan padat menjadi satu kesatuan yang kompak dan kuat (Bonardo Pangaribuan, Holcim). Pada beberapa jenis batuan seperti batu kapur atau semen dapat menetralkan asam pada aspal emulsi kationik sehingga meningkatkan nilai PH. Hal ini dapat mengakibatkan tidak stabilnya aspal emulsi sehingga terjadinya penggabungan butiran aspal (Thanaya, 2003).

Gradasi untuk campuran aspal emulsi bergradasi rapat terdapat 6 (enam) tipe, gradasi tipe I/50 memiliki ukuran nominal terbesar 50 mm dan baik untuk lapis pondasi bawah, gradasi tipe II/37,5 memiliki ukuran nominal terbesar 37,5 mm dan baik untuk lapis pondasi atas dan bawah, gradasi tipe III/25 memiliki ukuran nominal terbesar 25 mm dan baik untuk lapis pondasi dan lapis permukaan, gradasi tipe IV/19 memiliki ukuran nominal terbesar 19 mm dan baik untuk lapis pondasi atas dan lapis permukaan, gradasi tipe V/12,5 dan tipe V/12,5 (*Sands Mix*), memiliki ukuran nominal terbesar 12,5 mm dan keduanya baik untuk lapis permukaan (Anonim, 1979).

### Campuran Aspal Emulsi Dingin

Proses peningkatan kekuatan CAED sampai kekuatan optimal dapat memerlukan waktu dari 2-24 bulan, tergantung dengan kondisi cuaca (Leech 1994). Penentuan kinerja campuran aspal untuk stabilitas dan kelelahan ditentukan dengan cara melakukan pengujian mempergunakan alat uji *Marshall*, sedangkan untuk parameter lainnya ditentukan dengan cara penimbangan benda uji dan perhitungan (Sukirman 2003).

### Kadar Aspal Emulsi Awal

Kadar aspal emulsi awal merupakan kadar aspal awal untuk menentukan Kadar aspal optimum yang ditentukan berdasarkan persamaan (Anonim 1992).

$$P = (0.05A + 0.1B + 0.5C) \times 0.7 \dots \dots \dots (1)$$

- Dimana: P = Kadar Residu Aspal (%);  
A = Agregat kasar;  
B = Agregat halus;  
C = Bahan Pengisi

Langkah berikutnya adalah menentukan Kadar Aspal Emulsi (KAE) awal terhadap berat total campuran :

$$\text{KAE Awal} = \left(\frac{P}{X}\right) \% \dots\dots\dots (2)$$

Dimana: P = Kadar residu aspal (%);  
X = Kadar residu dari aspal emulsi (%).

### Kadar Air Penyelimutan dan Pematatan

Proses pencampuran CAED yang baik dipengaruhi oleh penyelimutan aspal ke seluruh permukaan agregat. Kelembaban agregat dengan cara penambahan kadar air pada agregat secara merata dapat membantu penyelimutan aspal emulsi ke permukaan agregat karena air berperan sebagai *viscosity reducing agent* atau menurunkan kekentalan aspal emulsi (Thanaya 2003).

Untuk Mendapatkan kepadatan yang optimal, CAED yang telah dicampur pada kadar air penyelimutan terbaik akan dipadatkan pada kadar air pematatan optimum Kadar air pematatan optimum diperoleh dengan nilai kepadatan kering benda uji tertinggi dari grafik hubungan antara kepadatan kering dan kadar air pematatan (Anonim 1989). Kepadatan kering dan porositas dapat dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$D_d = D_{mb} \times \frac{(100 + P_a)}{(100 + P_a + W)} \dots\dots\dots (3)$$

$$W = \frac{\text{Berat air}}{\text{Berat CAED kering}} \times (100) \dots\dots\dots (4)$$

$$VIM = 1 - \left[ \frac{D_d}{SG_{mix}} \right] \times 100 \% \dots\dots\dots (5)$$

$$SG_{mix} = \frac{100}{\frac{P_{CA}}{G_{CA}} + \frac{P_{FA}}{G_{FA}} + \frac{P_F}{G_F} + \frac{P_a}{G_a}} \dots\dots\dots (6)$$

Dimana :  
Dd = Kepadatan Kering (gr/cm<sup>3</sup>);  
Dmb = Kepadatan Basah (gr/cm<sup>3</sup>);  
Pa = Kadar aspal (%);  
W = Kadar air saat pengujian (%);  
SG mix= Berat Jenis Campuran.

### Enersi Pematatan

CAED yang diproses dengan kadar air penyelimutan terbaik dan kadar air pematatan optimum akan dipadatkan dengan variasi enersi pematatan sehingga akan didapat kepadatan tertinggi yang memenuhi syarat rongga pada CAED. Untuk mencapai porositas atau kadar rongga pada CAED yang memenuhi persyaratan Bina Marga, diperlukan pematatan yang mencapai 2x enersi pematatan berat. Hal ini antara lain tergantung dengan ukuran maksimum agregat, gradasi agregat, dan kekentalan aspal emulsi (Thanaya 2003).

### Kadar Aspal Residu Optimum (KARO)

KARO ditentukan dengan kadar aspal yang mengoptimalkan stabilitas rendaman dan kepadatan bulk kering, dan untuk parameter lainnya seperti Stabilitas sisa, nilai pori, penyerapan air dan tebal film aspal dievaluasi berdasarkan spesifikasi yang ada.

### CAED tanpa dan dengan tundaan pematatan

CAED yang diproses tanpa tundaan dan dengan penundaan pematatan sangat baik untuk perbaikan kondisi jalan pada pemeliharaan rutin jalan seperti penambalan lubang terutama pada lokasi yang jauh dan daerah yang diluar jangkauan AMP.

## CAED dengan Additive Semen

CAED jika langsung dihampar dan dipadatkan relatif masih goyang dan stabilitasnya cenderung masih rendah, karena kandungan residu pada CAED masih sekitar 60% dan kadar air 40% terhadap berat total aspal emulsi. Proses penguapan diperlukan untuk meningkatkan stabilitas campuran hingga sampai 2 bulan setelah penghamparan tergantung cuaca setempat. Penambahan semen pada campuran bertujuan untuk meningkatkan stabilitas, penambahan semen diharapkan dapat mengikat air dalam campuran sehingga mempercepat proses pengikatan agregat dengan residu (Suarjana2013).

Penambahan *Additive* Semen pada CAED dengan tundaan pemadatan dilakukan setelah proses penundaan pemadatan selesai sehingga *additive* semen diharapkan dapat mengikat sisa air pada campuran aspal. Penambahan *additive* semen pada CAED diharapkan dapat mempercepat proses adhesi pada campuran. Proses pengikatan *additive* semen dan air diharapkan juga dapat mendukung aspal emulsi dalam meningkatkan daya lekat pada CAED.

## METODE PENELITIAN

### Bahan/ Material

Bahan yang digunakan pada penelitian ini :

1. Agregat yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan *Filler* dari Sungai Krueng Aceh, yang diolah dari *Stone Crusher* PT. RTMM, Sibreh, Kab. Aceh Besar;
2. Aspal Emulsi diperoleh dari PT. Berkah Olah Bitumen yang didistribusikan oleh CV. Jaya Tambang Mas di Palembang;
3. Semen Portland digunakan sebagai bahan *additive* adalah Semen Andalas tipe II.

### Penentuan Gradasi dan Komposisi Campuran

Pada penelitian ini digunakan Campuran Aspal Emulsi bergradasi rapat tipe IV/19, dan mengkomposisikan kedalam gradasi ideal dengan menggunakan nilai tengah dari setiap saringan. Proporsi Agregat dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini :

Tabel 1 Proporsi dan Gradasi Ideal tipe IV

Ukuran Ayakan		Spek. Camp. Tipe VI	Gradasi Ideal	Proporsi	Berat Agregat utk Coating test	Berat Agregat utk Berat Benda uji
No.	Mm	%	%	%	467,5 gr	1122 gr
¾ "	19,0	100	100	0	0	0
½ "	12,5	90 – 100	95	5	23,4	56,1
No. 4	4,75	45 – 70	57,5	37,5	175,3	420,8
No. 8	2,36	25 – 55	40	17,5	81,8	196,4
No.50	0,3	15 – 20	17,5	27,5	128,6	308,6
200	0,075	2 – 9	5,5	7,0	32,7	78,5
<i>Filler</i>				5,5	27,5	61,7

Kadar residu aspal emulsi awal dari gradasi ideal adalah :

$$\begin{aligned}
 P &= (0.05 (60) + 0.1(34,5) + 0.5 (5,5)) \times 0.7 \\
 &= (3+3,45+2,75) \times 0.7 \\
 &= 6.44 \% \\
 &\approx 6,5 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{KAE.awal} &= (P / X) \% \\ &= (6,5 / 57) \% \\ &= 11,40 \% \end{aligned}$$

### **Pemeriksaan Kadar Air Penyelimutan**

Tahapan pemeriksaan kadar air penyelimutan (*Coating Test*) adalah :

1. Agregat dibersihkan dan diproporsikan agregat 500 gram sesuai dengan Tabel 1.
2. Mencampurkan variasi berat air 2%, 3%, 4%, 5%, 6% terhadap berat total agregat dan KAE awal ke agregat.
3. Penentuan kadar air penyelimutan dengan penyelimutan aspal  $\geq 75\%$  terhadap luas permukaan agregat dan melihat campuran tidak terlalu encer serta tidak terlalu kaku.

### **Pemeriksaan Kadar Air Pematatan**

Tahapan pemeriksaan Kadar Air Pematatan adalah:

1. Agregat dibersihkan dan diproporsikan 1122 kg sesuai dengan Tabel 1;
2. Mencampurkan kadar air penyelimutan terbaik sebesar 4% terhadap berat total agregat kemudian mencampurkan KAE awal secara merata selama  $\pm 60$  detik;
3. Campuran dipadatkan dengan variasi kehilangan berat kadar air 1%, 2%, 3%, 4%, 5% terhadap berat total campuran;
4. CAED didiamkan didalam cetakan (*Mold*) selama 24 jam, kemudian dikeluarkan untuk dimasukan ke dalam oven dengan suhu  $\pm 40^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam;
5. Perhitungan Volumetrik, Kepadatan Kering dan Nilai Pori sesuai dengan Persamaan 3-Persamaan 6;
6. Penentuan Kadar Air Pematatan Optimum dengan nilai kepadatan kering tertinggi.

### **Pemeriksaan Enersi Pematatan**

Tahapan pemeriksaan Enersi Pematatan adalah:

1. Agregat dibersihkan dan diproporsikan 1122 gram sesuai dengan Tabel 1, kemudian menambahkan dengan kadar air penyelimutan terbaik dan KAE awal;
2. Campuran dipadatkan dengan kadar air optimum pematatan sebesar 3% terhadap berat total campuran;
3. Memvariasikan jumlah tumbukan pada proses pematatan 2x50, 2x75, 2(2x75);
4. CAED didiamkan didalam *Mold* selama 24 jam, kemudian dikeluarkan untuk dimasukan ke dalam oven dengan suhu  $\pm 40^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam;
5. Perhitungan volumetrik, kepadatan kering dan nilai pori sesuai dengan Persamaan 3-Persamaan 6;
6. Penentuan Enersi Pematatan dengan nilai kepadatan kering tertinggi.

### **Penentuan Kadar Aspal Residu Optimum**

Tahapan pemeriksaan KARO adalah:

1. Variasi kadar aspal N-1, N-0,5, N=KAE Awal, N+0,5, N+1;
2. Agregat dibersihkan dan diproporsikan sesuai dengan satu sampel campuran aspal 1200 gram dengan variasi kadar aspal sesuai dengan Tabel 2 berikut ini;
3. Mencampurkan agregat dengan kadar air penyelimutan terbaik kemudian mencampurkan dengan variasi kadar aspal secara merata;
4. Campuran aspal dipadatkan sesuai dengan kadar air optimum pematatan dan jumlah tumbukan sesuai enersi pematatan terbaik;
5. CAED didiamkan didalam cetakan selama 24 jam, kemudian dikeluarkan untuk dimasukan ke

- dalam oven dengan suhu  $\pm 40^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam;
6. Untuk Proses *Dry Modified Marshall Stability Test*. Benda uji ditimbang, diukur tinggi dan diameternya.
  7. Pengujian Marshall untuk mendapatkan bacaan Stabilitas dan Kelelahan (*flow*);
  8. Benda uji diambil 500gram untuk mendapatkan kadar air saat pengujian sesuai dengan Persamaan 4;
  9. Perhitungan parameter Marshall seperti volume pori dan stabilitas kering;
  10. Untuk Proses *Soaked Modified Marshall Stability Test*. Setelah tahapan 5, kemudian benda uji ditimbang, dan direndam air dengan ketinggian setengah Benda uji secara bergantian selama 2x24 jam;
  11. Benda Uji di lakukan pengujian Marshall untuk mendapatkan bacaan stabilitas dan flow;
  12. Benda Uji diambil 500gram untuk mendapatkan kadar air saat pengujian sesuai dengan Persamaan 4;
  13. Perhitungan parameter *Marshall* seperti Penyerapan air dan Stabilitas Rendaman.

Tabel. 2 Proporsi Campuran untuk KARO

Ukuran Saringan		Prop.	Kadar Aspal Residu				
			5.5%	6.0%	6.5%	7.0%	7.5%
No.	mm	(%)	Gram				
1/2"	12.50	5.0	56.7	56.4	56.1	<b>55.8</b>	55.5
4	4.75	37.5	425.3	423.0	420.8	<b>418.5</b>	416.3
8	2.36	17.5	198.5	197.4	196.4	<b>195.3</b>	194.3
50	0.30	27.5	311.9	310.2	308.6	<b>306.9</b>	305.3
200	0.075	7.0	79.4	79.0	78.5	<b>78.1</b>	77.7
Lolos 200		5.5	62.4	62.0	61.7	<b>61.4</b>	61.1
Kadar aspal residu			66.0	72.0	78.0	<b>84.0</b>	90.0
Jumlah		100.0	1200.0	1200.0	1200.0	<b>1200.0</b>	1200.0

### Pengujian CAED Tanpa dan Dengan Tundaan Pemadatan

Tahapan pemeriksaan adalah:

1. Agregat dibersihkan dan diproporsikan campuran aspal 1200 gram sesuai dengan KARO 7% berdasarkan Tabel 2;
2. Mencampurkan agregat yang telah kering dengan kadar air penyelimutan terbaik dan KARO 7% secara merata;
3. Campuran Aspal tanpa tundaan pemadatan langsung dipadatkan sesuai jumlah tumbukan sesuai enersi pemadatan;
4. Campuran aspal dengan tundaan pemadatan 48 jam dilakukan pada suhu ruang;
5. Setelah 48 jam penundaan pemadatan, campuran aspal dipadatkan sesuai jumlah tumbukan sesuai enersi pemadatan;
6. Untuk CAED dan *additive* semen dengan tundaan pemadatan 48 jam, penambahan semen 1% terhadap berat total campuran dilakukan setelah proses penundaan pemadatan yang dicampur secara merata dan campuran aspal langsung dipadatkan sesuai jumlah tumbukan sesuai enersi pemadatan;
7. CAED tanpa dan dengan tundaan pemadatan didiamkan didalam *mold* selama 24 jam, kemudian dikeluarkan untuk dimasukan ke dalam oven dengan suhu  $\pm 40^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam;
8. Masa Kondisi Benda Uji dilakukan selama (0, 1, 3, 7) hari pada suhu ruang;
9. Dilakukan proses *Dry Modified Marshall Stability Test*. Benda uji ditimbang dan diukur tinggi kemudian dilakukan pengujian *Marshall* untuk mendapatkan bacaan stabilitas dan *flow*;

10. Benda uji diambil 500gram untuk mendapatkan kadar air saat pengujian sesuai dengan Persamaan 4;
11. Perhitungan parameter *Marshall* seperti volume pori, kepadatan kering dan stabilitas kering.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemeriksaan sifat-sifat fisik dan mekanis agregat dan aspal memenuhi persyaratan yang ditentukan untuk campuran aspal dingin.

### Hasil Kadar Air Penyelimutan

Kadar air penyelimutan 4% terhadap berat total agregat memberikan memberikan campuran yang tidak terlalu encer dan juga tidak kaku. Hasil pemeriksaan secara visual kadar air 4% memberikan penyelimutan aspal terhadap agregat lebih dari 75%.

### Hasil Kadar Air Pemadatan

CAED yang dipadatkan dengan kehilangan berat 3% terhadap berat total campuran dengan kehilangan berat 36 grammemberikan kepadatan kering tertinggi. Hasil rata-rata hubungan kadar air pemadatan (KAP) dengan kepadatan kering dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hubungan KAP dan Kepadatan Kering, Porositas

No.	Kadar Air Pemadatan (Hilang)		Kepadatan Kering (Gr/Cm3)	Porositas (VIM) %	Spek. BM VIM (%)
	%	Gr.			
1	1%	12.0	2.07	15.51	
2	2%	24.0	2.07	15.50	
3	3%	36.0	2.08	14.84	5-10
4	4%	48.0	2.07	15.34	
5	5%	60.0	2.01	17.71	

### Hasil Enersi Pemadatan

CAED yang dicampur dengan kadar air penyelimutan 4% terhadap berat total agregat, dan dipadatkan dengan 2(2x75) tumbukan dengan kehilangan berat 3% terhadap berat total campuran memberikan kepadatan kering tertinggi. Hasil rata-rata hubungan enersi pemadatan dengan kepadatan kering dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Hubungan Enersi Pemadatan dengan Kepadatan Kering dan Porositas

No.	Enersi Pemadatan	Kepadatan Kering (D <sub>d</sub> )rata-rata	Porositas (VIM)	Spesifikasi VIM
			%	%
1	2X50	2.08	14.97	5-10
2	2X75	2.15	12.23	5-10
3	2(2X75)	2.23	8.87	5-10

### Kadar Aspal Residu Optimum (KARO)

Kadar aspal pada CAED dengan gradasi rapat tipe IV mencapai optimum pada kadar aspal 7% terhadap berat total agregat yang memberikan nilai stabilitas rendaman tertinggi sebesar 608,38

Kg. Hubungan karakteristik CAED dengan variasi kadar aspal dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5 Hubungan Karakteristik CAED dengan Kadar Aspal

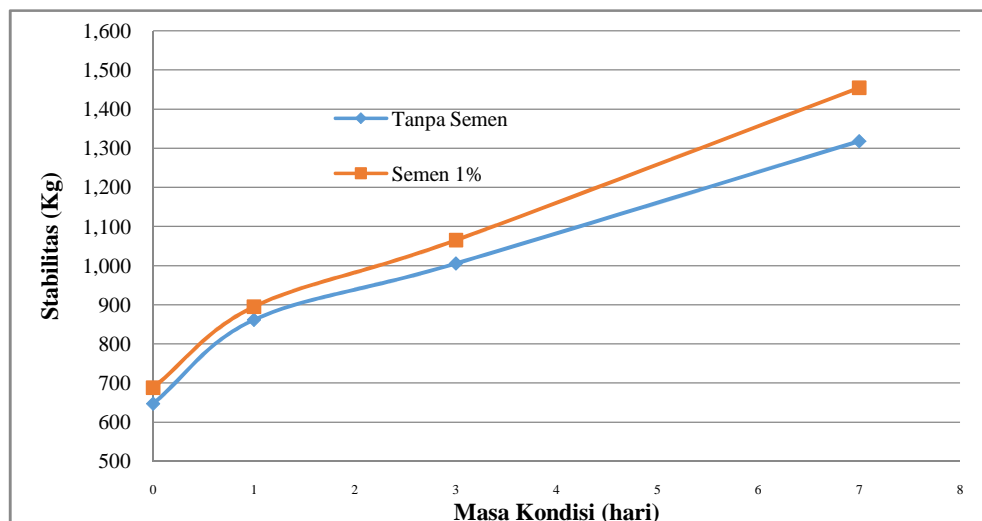
No.	Karakteristik CAED	Kadar Aspal Residu (%)					Spek. BM 1991
		5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	
1	Stabilitas Rendaman	565.61	586.49	601.77	<b>608.39</b>	555.52	≥300 kg
2	Stabilitas Kering	638.91	681.00	773.99	<b>856.51</b>	610.73	
3	Stabilitas Sisa	88.53	86.12	77.75	<b>71.03</b>	90.96	≥50 %
4	Porositas	15.33	13.32	12.03	<b>11.35</b>	11.87	5-10 %
5	Penyerapan Air	4.42	3.80	3.50	<b>3.31</b>	2.90	≤ 4 %
6	Kepadatan Kering	2.101	2.135	2.151	<b>2.152</b>	2.123	-
7	Tebal Film Aspal	14.67	16.09	17.53	<b>18.98</b>	20.44	≤ 4 %

### CAED tanpa tundaan Pemasatan

CAED tanpa tundaan pematatan menunjukkan peningkatan stabilitas dari masa kondisi 0 hari terhadap masa kondisi 1, 3, 7 hari dengan persentase peningkatan 33%, 55% dan 104%, sedangkan CAED tanpa tundaan dengan penambahan semen 1% terhadap berat total agregat juga mengalami peningkatan stabilitas kering dari masa kondisi 0 hari terhadap masa kondisi 1, 3, 7 hari dengan persentase peningkatan 30%, 56% dan 111%.

Tabel 6 CAED Tanpa Tundaan dengan Masa Kondisi

No.	Masa Kondisi Hari	Tundaan Pematatan (kehilangan berat) (gr)		Stabilitas rata-rata	
		Tanpa Semen	Semen 1%	Tanpa Semen	Semen 1%
1	0	-	-	646.81	687.75
2	1	-	-	861.11	895.02
3	3	-	-	1005.45	1065.12
4	7	-	-	1317.89	1453.76



Gambar 1 Grafik Hubungan CAED Tanpa Tundaan dengan masa kondisi

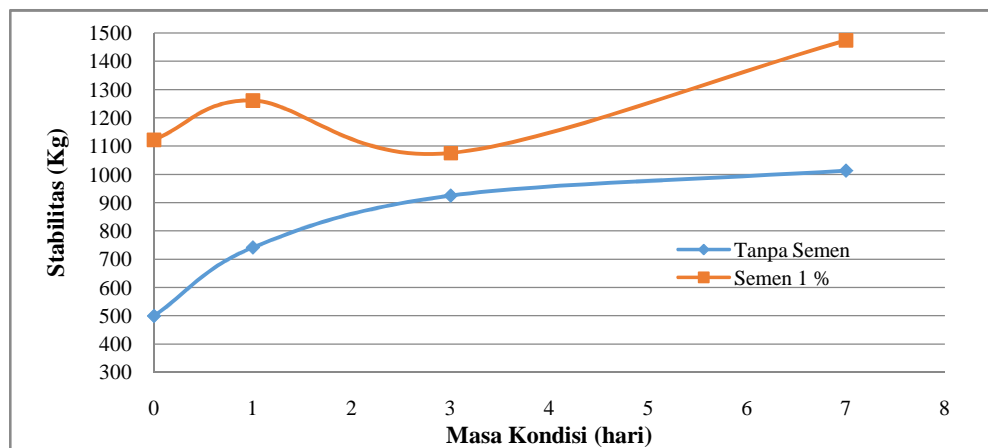


### CAED dengan tundaan Pemadatan 48 Jam

CAED dengan tundaan 48 jam memberikan peningkatan stabilitas dari masa kondisi 0 hari terhadap masa kondisi 1, 3, 7 hari dengan persentase peningkatan 48%, 85%, dan 103%, sedangkan CAED dengan tundaan 48 jam dengan penambahan semen 1%, untuk masa kondisi 0 dan 1 hari lebih tinggi dari masa kondisi 3 hari dikarenakan perbedaan berat kadar air pada campuran pada saat pemadatan. Perbedaan tersebut dikarenakan pengaruh kehilangan berat kadar air pada waktu penundaan 48 jam. Rata-rata kehilangan berat air untuk masa kondisi 0 dan 1 hari 31.5 gram dan penundaan 48 jam untuk masa kondisi 3 dan 7 hari seberat rata-rata 61 gram. Rata-rata kehilangan berat selama masa penundaan 48 jam untuk masa kondisi 0 dan 1 hari adalah 0,6 gr/jam dan tundaan 48 jam untuk masa kondisi 3 dan 7 hari adalah 1,2 gram/jam.

Tabel 7 CAED Tundaan 48 dengan Masa Kondisi

No.	Masa Kondisi	Tundaan Pemadatan (kehilangan berat) (gr)		Stabilitas rata-rata	
	Hari	Tanpa Semen	Semen 1%	Tanpa Semen	Semen 1%
1	0	67	32	499.09	1121.43
2	1	56	31	740.96	1260.74
3	3	54	62	925.06	1075.88
4	7	61	60	1013.61	1474.10



Gambar 2 Grafik Hubungan CAED Tundaan 48 jam dengan masa kondisi

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan permasalahan, tujuan dan pembahasan sebelumnya dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Campuran Aspal Emulsi Dingin bergradasi rapat tipe IV yang menggunakan agregat kasar, agregat halus dan *filler* abu batu dari Sungai Krueng Aceh dan Aspal Emulsi yang berasal dari PT. Berkah Olah Bitumen mencapai Kadar Aspal Residu Optimum pada Kadar Aspal 7% terhadap berat total campuran. Kadar aspal Residu Optimum memberikan hasil parameter *Marshall* sebagai berikut:
  - a) Kepadatan Kering sebesar 2,152 gr/cm<sup>3</sup>
  - b) Porositas sebesar 11,35%
  - c) Penyerapan Air sebesar 3,3%
  - d) Tebal Film Aspal sebesar 18,9%

- e) Stabilitas Rendaman sebesar 608 Kg.
  - f) Stabilitas Kering sebesar 856 Kg.
  - g) Stabilitas Sisa sebesar 71%
2. Berdasarkan hasil penelitian CAED tanpa dan dengan Tundaan pemadatan terhadap masa kondisi 0,1,3,7 hari didapatkan hasil bahwa CAED tanpa ditunda dan ditunda pemadatannya selama 48 jam memberikan nilai stabilitas yang memenuhi spesifikasi (Anonim 1991)  $\geq 300$  Kg dan stabilitas pada CAED tanpa tundaan memberikan nilai stabilitas tertinggi pada masa kondisi 7 hari sebesar 1318 Kg.
  3. CAED tanpa dan dengan tundaan pemadatan dengan *additive* semen 1% pada saat dipadatkan terhadap masa kondisi 0, 1, 3, 7 hari didapatkan hasil bahwa CAED tanpa ditunda dan ditunda pemadatannya selama 48 jam memberikan nilai stabilitas yang memenuhi spesifikasi (Anonim 1991)  $\geq 300$  Kg dan stabilitas pada CAED dengan *additive* semen 1% tanpa tundaan dan ditunda 48 jam memberikan nilai stabilitas tertinggi pada masa kondisi 7 hari sebesar 1454 Kg dan 1474 kg.
  4. Peningkatan stabilitas CAED didapat seiring dengan penguapan kadar air pada masa kondisi didalam campuran.
  5. Stabilitas CAED yang dilakukan dengan proses penundaan pemadatan dipengaruhi oleh suhu ruang, Kelembaban Udara dan kehilangan kadar air selama penundaan pemadatan.
  6. Penambahan kadar semen 1% terhadap berat total campuran dapat memberikan peningkatan stabilitas CAED pada awal umur campuran.

#### **Saran**

Sesuai dengan penelitian dapat diberikan saran sebagai berikut :

1. Peningkatan stabilitas CAED perlu dilihat lagi pada masa kondisi selanjutnya sampai kadar air pada campuran menguap seluruhnya.
2. Perlu dilakukan penelitian Karakteristik CAED dengan penundaan pemadatan yang memperlakukan tundaan campuran tertutup rapat dan suhu ruang dibawah 25°C.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang karakteristik CAED yang memfokuskan tentang hubungan antara kehilangan kadar air dengan tundaan pemadatan.

#### **DAFTAR KEPUSTAKAAN**

- Anonim. 1979. *The Asphalt Institute, A Basic Asphalt Emulsion Manual, Manual Series No 19 (MS-19)*, Second Edition, USA
- Anonim. 1989. *The Asphalt Institute, Asphalt Cold Mix Manual, Manual Series No 14 (MS-14)*, Third Edition, USA
- Anonim.1991. *Spesifikasi Khusus Bina Marga, Campuran Aspal Emulsi Dingin*. Jakarta. Departemen Pekerjaan Umum.
- Muliawan.IW. 2011, *Analisis Karakteristik dan Peningkatan Stabilitas Campuran Aspal Emulsi Dingin (CAED)*, Tesis Program Pasca Sarjana Universitas Udayana, Denpasar
- Suarjana.IW. 2012, *Analisis Karakteristik Campuran Aspal Emulsi Dingin (CAED) yang Mempergunakan Hasil Garukan Perkerasan Aspal Lama dengan Tundaan Pemadatan*, Tesis Program Pasca Sarjana Universitas Udayana, Denpasar
- Sukirman. S. 2007.*Beton Aspal Campuran Panas*. Penerbit Nova. Bandung
- Thanaya. INA. 2003, *Improving the Performance of Cold Bitumious Emultion Mixture (CBEMs) Incorporating Waste Material*, PhD Thesis School of Civil Engineering, The University of Leeds.