

PENGARUH PENAMBAHAN SEMEN PADA KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL EMULSI DINGIN

Kevin Chandra¹, Percy Tambran², Paravita Sri Wulandari³, Harry Patmadjaja⁴

ABSTRAK : Penggunaan Campuran Aspal Emulsi Dingin (CAED) di Indonesia masih jarang dijumpai. Hal ini mengakibatkan sedikitnya penelitian tentang aspal emulsi. Untuk itu, dibutuhkan penelitian lebih lanjut tentang aspal emulsi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik CAED terhadap penambahan semen sebagai bahan aditif. Variasi kadar semen yang digunakan sebesar 1%, 2%, dan 3% dari total berat agregat. Pengujian awal dilakukan dengan pemeriksaan terhadap material yang akan dipakai dalam membuat benda uji. Pemeriksaan terhadap material dilakukan untuk mengetahui apakah material telah memenuhi spesifikasi agar dapat digunakan sebagai bahan campuran dalam pembuatan benda uji. Pengujian *Marshall* dilakukan pada CAED dengan semen pada umur 3, 7, dan 14 hari. Dari penelitian ini didapatkan hasil bahwa nilai yang didapatkan telah memenuhi semua persyaratan, meskipun nilai stabilitas pada CAED yang ditambahkan dengan semen pada awal umur sampel lebih kecil daripada CAED tanpa semen.

KATA KUNCI : semen, campuran aspal emulsi dingin (CAED), karakteristik CAED

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang perlu dipelihara agar kondisinya tetap berfungsi secara optimal untuk digunakan lalu lintas sampai umur rencana yang telah ditentukan. Jenis perkerasan lentur yang digunakan di Indonesia umumnya menggunakan campuran aspal panas baik untuk pembangunan maupun pelapisan ulang. Penggunaan Campuran Aspal Emulsi Dingin (CAED) di Indonesia masih jarang dijumpai. Aspal emulsi merupakan jenis aspal dalam bentuk emulsi pada suhu ruangan, dengan komposisi kandungan aspal (60%-70%), air (30%-40%), dan *emulsifier* (0,2%-0,5%). Pada kasus tertentu, komposisi tersebut ditambah bahan aditif. Untuk mempercepat peningkatan kekuatan, CAED bisa ditambahkan bahan aditif berupa semen sebanyak 1-2% dari berat agregat. Agar mengetahui seberapa besar manfaat dari penambahan dan berapa jumlah kadar semen pada CAED yang optimum, perlu dilakukan suatu penelitian di laboratorium. Diharapkan CAED dengan penambahan semen dapat menghasilkan informasi tentang persentase semen optimal yang dapat memberikan nilai stabilitas tertinggi.

1.2. Rumusan Masalah

1. Seberapa besar Kadar Aspal Residu Optimum (KARO) yang digunakan
2. Bagaimanakah peningkatan stabilitas CAED dengan penambahan semen yang bervariasi?
3. Bagaimanakah karakteristik CAED dan perbandingan nilai parameter Marshall terhadap penambahan semen?

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, m21412118@john.petra.ac.id

² Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, m21412129@john.petra.ac.id

³ Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, paravita@petra.ac.id

⁴ Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, harryp@petra.ac.id

1.3. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui nilai Kadar Aspal Residu Optimum (KARO) yang digunakan.
2. Untuk mengetahui kadar semen yang dapat digunakan pada campuran CAED.
3. Untuk menganalisis karakteristik CAED dengan penambahan semen yang bervariasi.

1.4. Manfaat Penelitian

Untuk mengetahui karakteristik Campuran Aspal Emulsi Dingin (CAED), yang bisa jadi tambahan informasi tentang penggunaan aspal emulsi untuk diaplikasikan

1.5. Ruang Lingkup

1. Penelitian ini dibatasi hanya menguji stabilitas campuran.
2. Agregat Halus dan Kasar yang digunakan berasal dari Besuki.
3. Aspal emulsi tipe CSS-1h (*Cationic Slow Setting - 1 hard*) yang digunakan diperoleh dari PT. Triasindomix.
4. Kadar semen 1%, 2% dan 3%.
5. *Curing time* 3, 7, dan 14 hari.
6. Semen Portland Tipe I.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Bahan Campuran Beraspal

Agregat dan aspal adalah bahan dari campuran beraspal. Kualitas campuran beraspal sangat ditentukan oleh mutu agregat dan mutu aspal yang akan digunakan dalam penelitian.

2.1.1. Campuran Aspal Emulsi Dingin (CAED)

Menurut SNI 4798:2011, definisi aspal emulsi adalah aspal berbentuk cair yang dihasilkan dengan cara mendispersikan aspal keras ke dalam air atau sebaliknya dengan bantuan bahan pengemulsi sehingga diperoleh partikel aspal yang bermuatan listrik positif (kationik) atau negatif (anionik) atau tidak bermuatan listrik (nonionik).

Berdasarkan waktu setting aspal emulsi dibedakan menjadi 3 macam yaitu:

1. *Rapid Setting* (RS), aspal emulsi yang aspalnya memisah dari air secara cepat setelah kontak dengan agregat.
2. *Medium Setting* (MS), aspal emulsi yang aspalnya memisah dari air secara sedang setelah kontak dengan agregat.
3. *Slow Setting* (SS), aspal emulsi yang aspalnya memisah dari air secara lambat setelah kontak dengan agregat.

2.1.2. Agregat

ASTM (1974) mendefinisikan agregat sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa masa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen. (Sukirman, 1992). Spesifikasi Campuran Emulsi Bergradasi Rapat (CEBR) dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Gradasi CEBR

Ukuran Ayakan		Type of DGEM					
No	mm	I	II	III	IV	V	VI
2"	50	100					
1 1/2"	37,5	90 - 100	100				
1"	25		90 - 100	100			
3/4"	19	60 - 80		90 - 100	100		
1/2"	12,5		60 - 80		90-100	100	100
3/8"	9,5			60 - 80		90 - 100	
No.4	4,75	20 - 55	25 - 60	35 - 65	45-70	60 - 80	75 - 100

Tabel 1. Gradasi CEBR (Lanjutan)

No.8	2,36	10 - 40	15 - 45	20 - 50	25 - 55	35 - 65	
No.16	1,18						
No.30	0,6						
No.50	0,3	2 - 16	3 - 13	3 - 20	5 - 20	6 - 25	15 - 30
No.100	0,15						
No.200	0,075	0 - 5	1 - 7	2 - 8	2 - 9	2 - 10	5 - 12
Sand Equivalent (%)		35 min	35 min	35 min	35 min	35 min	35 min
Los Angeles Test @ 500 putaran		40 max	40 max	40 max	40 max	40 max	40 max
Bidang Pecah (%)		65 min	65 min	65 min	65 min	65 min	65 min

Sumber : Bina Marga Spesifikasi Khusus (1991)

2.2. Semen Portland

Semen merupakan bahan perekat yang memiliki sementasi yang paling baik bila dengan di campurkan dengan air. Penggunaan semen Portland sebagai bahan tambahan (*additive*) pada penelitian ini adalah supaya mempercepat proses pengerasan campuran dan mempercepat pengikatan kadungan air yang terdapat pada campuran karena sifat sementasi yang dimiliki semen.

2.3. Pengujian Marshall

Kinerja dari suatu campuran aspal dapat diperiksa dengan bantuan *Marshall Test*. Pengetesan ini pertama kali diperkenalkan oleh Bruce Marshall, yang selanjutnya dikembangkan oleh *U.S Corps of Engineer* (Padmadjaja, 2011). Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan stabilitas dan *flow* dari campuran aspal.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data dalam penelitian ini menggunakan dua jenis metode pengumpulan data, yaitu:

1. Studi Pustaka, untuk mengkaji penelitian – penelitian terdahulu yang sudah pernah dilakukan dan dijadikan sebagai landasan teori dalam penelitian ini.
2. Pada penelitian ini dilakukan pengujian *Marshall*.

3.2. Persiapan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat campuran aspal emulsi adalah:

1. Agregat halus dan kasar yang digunakan diperoleh dari Besuki.
2. Aspal emulsi tipe CSS-1h yang digunakan diperoleh dari PT. Triasindomix.
3. Semen Portland cap Gresik.

3.2.1. Pemeriksaan Bahan Agregat

Agregat yang digunakan harus memenuhi standar pengujian agregat seperti terlihat pada **Tabel 2** untuk pemeriksaan karakteristik agregat.

Tabel 2. Pemeiksaan Karakteristik Agregat

No.	Pengujian	Metode Pengujian	Spesifikasi
A.	Agregat Kasar (05-10 mm, 10-15 mm)		
1	Analisa Saringan	SNI 03-1968-1990	Lampiran 2
2	Berat Jenis <i>Bulk</i>	SNI 1969:2008	-
3	Berat Jenis Semu	SNI 1969:2008	-

Tabel 2. Pemeiksaan Karakteristik Agregat (Lanjutan)

4	Penyerapan Air	SNI 1969-2008	-
5	Keausan Agregat	SNI 2417 : 2008	Maks. 40%
6	Kelekatan Agregat Terhadap Aspal	SNI 03-2439-1991	Min. 95%
7	Partikel Lolos Ayakan No. 200	SNI 03-4428-1997	≤ 1%
8	Agregat yang tertahan ayakan 4.75 mm	SNI 03-1975-1990	≥ 65%
B. Agregat Halus			
1	Berat Jenis <i>Bulk</i>	SNI 1969-2008	-
2	Berat Jenis Semu	SNI 1969-2008	-
3	Penyerapan Air	SNI 1969-2008	-
4	Partikel Lolos Ayakan No. 200	SNI 03-4428-1997	≤ 8%
Sumber: Spesifikasi Umum Interim Seksi 6.5 Direktorat Bina Marga			

3.2.2. Penentuan Variasi Kadar Aspal Emulsi

Dalam penentuan kadar aspal emulsi dilakukan dengan rumus (Asphalt Institute, MS 14, 1989, as cited in Muliawan, 2011):

$$P = (0.05A + 0.1B + 0.5C) \times (0.7) \quad (3.1)$$

dimana:

P = % Kadar aspal residu awal

A = % Tertahan di atas ayakan 2,36 mm

B = % Lolos 2,36 mm tertahan 0,075 mm

C = % Lolos ayakan 0,075 mm

Kemudian diestimasi kadar aspal emulsi awal terhadap berat total campuran:

$$\text{KAE awal} = (P/X)\% \quad (3.2)$$

dimana:

P = % Kadar aspal residu awal

X = % Kadar residu dari aspal emulsi

3.3. Metode Pembuatan Benda Uji

3.3.1. Penentuan Jumlah Benda Uji

Jumlah benda uji didapatkan dengan menggunakan rumus pada persamaan (3.1). Dalam percobaan ini akan digunakan 3 benda uji untuk setiap kadar aspal yang akan didapatkan untuk menentukan Kadar Aspal Residu Optimum (KARO). Setelah mendapatkan KARO, benda uji dengan campuran kadar aspal residu optimum dimodifikasi dengan penambahan semen sebesar 1%, 2% dan 3% dari jumlah aspal. Dengan masa *curing* 3, 7 dan 14 hari.

3.3.2. Pengujian CAED Tanpa dan Dengan Semen

Penelitian dilakukan di Laboratorium Perkerasan dan Bahan Jalan Universitas Kristen Petra, berikut adalah cara kerja pembuatan benda uji tanpa campuran semen.

1. Agregat diproporsikan dengan aspal emulsi sesuai %kadar aspal emulsi awal.
2. Mencampurkan agregat dengan aspal sesuai %kadar aspal emulsi awal secara merata.
3. Campuran aspal yang telah dioven dengan suhu 60°C selama 3 jam kemudian dipadatkan sesuai jumlah tumbukan enersi pemadatan ke dalam *mold*.

4. Sampel didiamkan selama 48 jam di dalam oven dengan suhu 60°C kemudian dites dengan menggunakan metode *marshall* untuk mendapatkan bacaan stabilitas dan *flow*, agar dapat menentukan %KARO.
5. Untuk CAED dengan %KARO selanjutnya campuran diberikan semen sebagai bahan aditif sebesar 1%,2% dan 3%, kemudian diuji lagi dengan *curing time* 3, 7, dan 14 hari untuk mendapatkan nilai stabilitas dan *flow*.

4. HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS

4.1. Pemeriksaan Material

Sebelum membuat benda uji terlebih dahulu diperlukan pemeriksaan terhadap material yang akan digunakan. Pemeriksaan terhadap material ini dilakukan dengan tujuan mengetahui spesifikasi agregat apakah dapat digunakan sebagai bahan campuran untuk membuat benda uji. Untuk pengujian agregat dilakukan pengujian analisa saringan, berat jenis agregat, keausan agregat. Sedangkan untuk aspal emulsi tipe CSS-1h yang digunakan tidak dilakukan pengetesan dikarenakan terdapat data sekunder tentang pengetesan aspal dari PT. Triasindomix selaku perusahaan yang memproduksi aspal emulsi tersebut.

4.1.1. Pemeriksaan Agregat

Pemeriksaan terhadap agregat dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah agregat yang dipakai sudah memenuhi spesifikasi yang sudah ditentukan atau tidak. Hasil dari pemeriksaan agregat dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar dan Halus

No.	Pengujian	Metode Pengujian	Spesifikasi	Hasil Uji
A.	Agregat Kasar (05-10 mm, 10-15 mm)			
1	Analisa Saringan	SNI 03-1968-1990	Lampiran 2	Lampiran 2
2	Berat Jenis <i>Bulk</i>	SNI 1969-2008	-	2.59
3	Berat Jenis Semu	SNI 1969-2008	-	2.67
4	Penyerapan Air	SNI 1969-2008	-	1.06
5	Keausan Agregat	SNI 2417 : 2008	Maks. 40%	23.13
6	Kelekatan Agregat Terhadap Aspal	SNI 03-2439-1991	Min. 95%	> 95%
7	Partikel Lolos Ayakan No. 200	SNI 03-4428-1997	≤ 1%	< 1%
8	Agregat yang tertahan ayakan 4.75 mm	SNI 03-1975-1990	≥ 65%	> 65%
B.	Agregat Halus			
1	Berat Jenis <i>Bulk</i>	SNI 1969-2008	-	2.56
2	Berat Jenis Semu	SNI 1969-2008	-	2.59
3	Penyerapan Air	SNI 1969-2008	-	0.55
4	Partikel Lolos Ayakan No. 200	SNI 03-4428-1997	≤ 8%	< 8%

4.1.2. Pemeriksaan Aspal

Data hasil pemeriksaan aspal didapatkan dari PT. Triasindomix sebagai data sekunder. Aspal yang digunakan adalah aspal emulsi dengan tipe CSS - 1h. Pemeriksaan terhadap aspal dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah aspal yang dipakai sudah memenuhi spesifikasi yang sudah ditentukan atau tidak. Hasil pemeriksaan terdapat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Aspal Emulsi CSS – 1h

No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi
1	Kadar Residu	SNI 03-6829-2002	58.34	Min. 57%
2	Penetrasi 25° 100 gr. 5 detik	SNI 06-2456-1991	89.67	40 - 90
3	Dektilitas	SNI 06-2432-1991	>110	Min. 40 Cm
4	Kelarutan dalam Trichlor Etylen	SNI 06-2468-1991	98.146	Min. 97,5%
5	Viscositas	SNI 03-6721-2002	24.3	20 – 100 Detik
6	Tertahan Saringan No. 20	SNI 03-3643-1994	0.00	Max. 0,10%
7	Pengendapan 1 Hari	SNI 03-6828-1994	0.61	Max. 1%
8	Pengendapan 5 Hari		-	Max. 5%
9	Berat Jenis	SNI 06-2441-1991	-	
10	Muatan Partikel Listrik	SNI 03-3644-1994	Positif	(+)

4.1.3. Estimasi Kadar Aspal Emulsi

Setelah proporsi masing-masing agregat ditentukan, selanjutnya dilakukan perhitungan kadar aspal residu awal perkiraan yang nantinya digunakan sebagai acuan dalam menentukan variasi kadar aspal residu. Adapun perhitungannya sebagai berikut:

Kadar Aspal Residu Awal

$$(P) = [0,05 (A) + 0,1 (B) + 0,5 (C)] \times 0,7$$

$$= (0,05 \times 58.16) + (0,1 \times 37.33) + (0,5 \times 4.51) \times 0,7$$

$$P = 6,2272\% \approx 6.5 \%$$

Dengan kadar aspal residu awal 6.5 % dipergunakan sebagai dasar dalam tes penyelimutan. Berdasarkan kadar aspal residu awal diestimasi Kadar Aspal Emulsi.

KAE awal terhadap berat total campuran = (P/X) %. Aspal Emulsi yang dipergunakan adalah Aspal Emulsi *Cationic Slow Setting - 1 Hard (CSS-1H)* produksi PT. Triasindomix Sidoarjo Jawa Timur, dimana kadar residunya sebesar 58.34 %. Dengan demikian Kadar Aspal Emulsi awal dalam campuran adalah : $(6.5/0,5834) \times 100 \% = 11.14 \%$ terhadap total campuran.

4.2. Pengujian Marshall

Untuk pengujian *Marshall* terlebih dahulu dibuat benda uji sesuai dengan *Job Mix Formula (JMF)* yang telah disiapkan. Setelah benda uji dibuat barulah dilakukan pengujian *Marshall*. Dari pengujian *Marshall* didapatkan data stabilitas dan *flow* hasil pengujian. Data tersebut kemudian diolah dan didapatkan nilai stabilitas *adjust* (Kg). Hasil pengolahan data nantinya akan disajikan dalam bentuk

grafik, dan tabel. Setiap hasil dari pengolahan data yang disajikan akan dianalisa dan dibandingkan dengan spesifikasi yang dipakai.

4.2.1. Campuran Aspal Emulsi Dingin Tanpa Semen

4.2.1.1. Kadar Aspal Residu Optimum

Berdasarkan pada **Tabel 5** dapat dilihat spesifikasi untuk masing-masing variasi kadar aspal campuran aspal emulsi. Untuk menentukan Kadar Aspal Residu Optimum (KARO) dicari dengan melihat kadar yang paling mendekati persyaratan. Dalam tabel tersebut dapat dilihat kadar yang paling sesuai adalah kadar aspal 7%.

Tabel 5. Hasil Pengujian Campuran Aspal Emulsi CSS - 1h

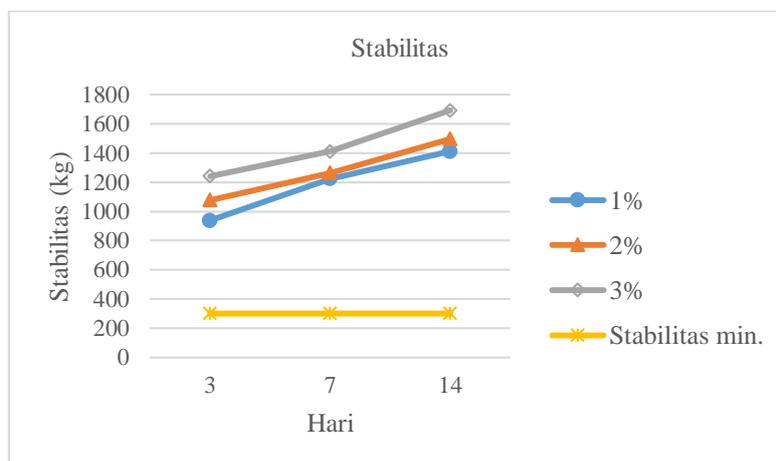
No	Kode Cold Mix	Kadar Bitumen Efektif	Kadar Bitumen Terserap	Kadar Bitumen Total	Stabilitas Rendaman	Stabilitas Sisa
1	I	5,207	0,31	5,5%	1392,421	1290,531
2	II	5,709	0,31	6,0%	1464,206	1360,506
3	III	6,210	0,31	6,5%	1511,117	1474,547
4	IV	6,210	0,31	7,0%	1381,930	1265,01
5	V	7,213	0,31	7,5%	1319,697	1204,897
Spesifikasi		Min. 5,5	Max. 1,7	Min. 6%	Min. 300 kg.	Min. 50

No	Kode Cold Mix	Rongga Udara	Tebal Film Bitumen	Tingkat Penyelimutan
1	I	10,98	21,97	>75
2	II	9,44	24,21	>75
3	III	7,96	26,48	>75
4	IV	6,47	28,78	>75
5	V	5,67	31,09	>75
Spesifikasi		Min. 5%	Min. 10	Min. 75

4.2.2. Campuran Aspal Emulsi Dingin dengan Semen

4.2.2.1. Campuran Aspal Emulsi Dingin dengan Semen Umur 3, 7, dan 14 Hari

Pengujian dilakukan dengan campuran aspal emulsi dingin dengan tambahan semen yang terdiri dari 3 macam variasi yaitu 1%,2% dan 3% dengan KARO yaitu 7%. Pada **Gambar 1** stabilitas semua campuran aspal emulsi dingin dengan tambahan semen telah memenuhi syarat stabilitas. Penambahan waktu *curing* pada campuran mempengaruhi stabilitas



Gambar 1. Stabilitas Campuran Aspal Emulsi Dingin dengan Umur 3, 7, 14 hari

4.2.2.2. Analisa Perbandingan Campuran Aspal Emulsi dengan Semen

Penambahan waktu *curing* pada campuran aspal emulsi dingin dengan semen menyebabkan stabilitas meningkat. Tetapi pada umur awal campuran stabilitas yang didapatkan sangat kecil dibandingkan dengan tanpa semen pada umur 0 hari.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian, permasalahan, pembahasan dan tujuan dari penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Kadar Aspal Residu Optimum (KARO) yang dapat digunakan adalah sebesar 7,0 % dengan mengoptimalkan persyaratan sifat campuran CEBR.
2. Stabilitas Campuran Aspal Emulsi Dingin (CAED) dengan penambahan variasi semen 1% dan 2% mengalami penurunan.
3. Stabilitas CAED pada umur 14 hari dengan kadar semen 3% memiliki stabilitas lebih tinggi dibandingkan dengan CAED kadar yang lainnya, tetapi dengan kesulitan untuk pengerjaan tidak memungkinkan untuk di aplikasikan ke lapangan.

5.2. Saran

1. Perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan aspal emulsi dalam bidang aspek ekonomi untuk mengetahui keuntungan aspal emulsi dibandingkan aspal panas pada saat pengaplikasian di lapangan.
2. Perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut dengan penambahan semen pada campuran aspal emulsi dengan tipe agregat yang lebih banyak untuk lebih mengetahui pengaruh penambahan semen terhadap karakteristik campuran aspal emulsi dingin.

6. DAFTAR REFERENSI

- Muliawan, I.W. (2011). *Analisis Karakteristik dan Peningkatan Stabilitas Campuran Aspal Emulsi Dingin (CAED)*, Tesis Program Pascasarjana Universitas Udayana, Bali.
- Padmadjaja, H. (2011). *TS 4457 Rekayasa Perkerasan Jalan*. Surabaya: Universitas Kristen Petra.
- Direktorat Jendral Bina Marga. (1991). *Spesifikasi Khusus Campuran Aspal Emulsi Dingin (CAED)*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- DirektoratJenderal Bina Marga. (2010). *Spesifikasi Umum Edisi 2010 (Revisi 3)*. Kementrian Pekerjaan Umum. Direktorat Jenderal Bina Marga.