

**SURAT EDARAN MENTERI PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT
NOMOR : 16/SE/M/2015
TANGGAL 23 APRIL 2015**

TENTANG

**PEDOMAN PENUTUPAN ULANG SAMBUNGAN DAN
PENUTUPAN RETAK PADA PERKERASAN KAKU**



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT**



MENTERI PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
REPUBLIK INDONESIA

Kepada Yth.:

Para Pejabat Eselon I di lingkungan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

SURAT EDARAN
NOMOR : 16/SE/M/2015

TENTANG

PEDOMAN PENUTUPAN ULANG SAMBUNGAN DAN PENUTUPAN RETAK
PADA PERKERASAN KAKU

A. Umum

Penutupan ulang sambungan dan retak merupakan kegiatan pemeliharaan perkerasan kaku. Pelaksanaan penutupan sambungan dan retak mencakup langkah-langkah sebagai berikut: pengupasan bahan penutup lama (hanya berlaku pada penutupan ulang sambungan), pembentukan ulang *reservoir* sambungan/retak yang ada, pembersihan sambungan, pemasangan batang penyokong (*backer rod*), serta pemasangan bahan penutup baru.

B. Dasar Pembentukan

- 1) Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2006 Nomor 86, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4655);
- 2) Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2007 tentang Pembagian Urusan Pemerintahan antara Pemerintah, Pemerintahan Provinsi, Pemerintahan Daerah Kabupaten/Kota (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 82, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4737);
- 3) Peraturan Presiden Nomor 7 Tahun 2015 tentang Organisasi Kementerian Negara;
- 4) Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2015 tentang Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomor 16);

- 5) Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 121/P Tahun 2014 tentang Pembentukan Kementerian dan Pengangkatan Menteri Kabinet Kerja Periode Tahun 2014-2019;
- 6) Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 07/PRT/M/2012 tentang Penyelenggaraan Penelitian dan Pengembangan di Bidang Jalan.

C. Maksud dan Tujuan

Surat Edaran ini dimaksudkan sebagai acuan bagi Pejabat Eselon I di Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, perencana, pelaksana dan pengawas dalam menetapkan bahan dan prosedur pelaksanaan pekerjaan penutupan ulang sambungan dan penutupan retak pada perkerasan kaku.

D. Ruang Lingkup

Pedoman ini menjelaskan tentang bahan dan prosedur untuk pekerjaan penutupan ulang sambungan dan penutupan retak pada perkerasan kaku. Tujuan kegiatan ini adalah untuk mengurangi air yang masuk ke dalam struktur perkerasan sehingga mengurangi kerusakan perkerasan yang ditimbulkan oleh air; seperti, pemompaan (*pumping*), penanggaan sambungan (*joint faulting*), erosi lapis fondasi atas dan lapis fondasi bawah, serta retak sudut, dan untuk mencegah intrusi bahan keras ke dalam sambungan atau retak, sehingga mencegah kerusakan akibat tegangan; seperti, gompal (*spalling*), *blowup*, pelengkungan (*buckling*), dan kehancuran pelat.

Penutupan ulang sambungan perlu dilakukan sesegera mungkin apabila bahan penutup tidak berfungsi seperti yang diharapkan. Gejala tersebut ditunjukkan oleh bahan penutup yang hilang, bahan penutup yang tidak melekat pada dinding sambungan meskipun masih tetap pada posisinya, atau sambungan terisi bahan keras.

Penutupan retak yang paling efektif dilakukan adalah pada saat perkerasan mengalami kerusakan minimum serta pada saat retak masih relatif kecil dengan gompal minimum. Penutupan retak dapat dilakukan terhadap retak garis yang mempunyai tingkat keparahan rendah atau sedang dengan lebar retak lebih kecil dari 13 mm.

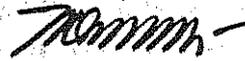
E. Penutup

Ketentuan lebih rinci mengenai Pedoman Penutupan Ulang Sambungan dan Penutupan Retak pada Perkerasan Kaku ini tercantum dalam Lampiran yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari Surat Edaran Menteri ini.

Demikian atas perhatian Saudara disampaikan terima kasih.

Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 23 April 2015

**MENTERI PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT,**



M. BASUKI HADIMULJONO

Tembusan disampaikan kepada Yth.:

Plt. Sekretaris Jenderal, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan
Rakyat.

LAMPIRAN
SURAT EDARAN MENTERI PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT
NOMOR : 16/SE/M/2015
TENTANG
PEDOMAN PENUTUPAN ULANG SAMBUNGAN DAN
PENUTUPAN RETAK PADA PERKERASAN KAKU

PEDOMAN

Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil

**Penutupan ulang sambungan dan penutupan retak
pada perkerasan kaku**



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT**

Daftar isi

Daftar isi	i
Prakata	ii
Pendahuluan	iii
1 Ruang lingkup	1
2 Acuan normatif	1
3 Istilah dan definisi	1
4 Bahan penutup	2
4.1 Bahan penutup termoplastik yang dipasang dalam keadaan panas	3
4.2 Bahan penutup termoseting yang dipasang dalam keadaan dingin	3
4.3 Batang penyokong	4
5 Rancangan dimensi penampang bahan penutup pada sambungan	4
5.1 Rancangan dimensi penampang bahan penutup pada sambungan melintang	4
5.2 Rancangan dimensi penampang bahan penutup pada sambungan memanjang	6
5.3 Konfigurasi bahan penutup	6
6 Peralatan	7
6.1 Peralatan untuk mengupas bahan penutup lama dan pembentukan ulang sambungan dan retak	7
6.2 Peralatan untuk membersihkan sambungan	7
6.3 Alat untuk menempatkan bahan penutup sambungan	7
7 Pelaksanaan	8
7.1 Penutupan ulang sambungan melintang	8
1.1.1 Penghilangan bahan penutup lama	8
7.1.1 Pembentukan ulang sambungan	8
7.1.2 Pembersihan reservoir pada sambungan	9
7.1.3 Pemasangan batang penyokong	9
7.1.4 Pemasangan bahan penutup baru	9
7.2 Penutupan ulang sambungan memanjang	11
7.2.1 Penutupan ulang sambungan memanjang antara dua pelat beton	11
7.2.2 Penutupan ulang sambungan memanjang antara pelat beton lajur lalu lintas dan bahu beton aspal	11
7.3 Penutupan retak	12
8 Pengendalian mutu	12
Lampiran A (informatif)	14
Lampiran B (informatif) Gambar-gambar pelaksanaan	16
Bibliografi	24
Gambar 1 - Ilustrasi tipikal faktor bentuk bahan penutup	5
Gambar 2 - Konfigurasi bahan penutup sambungan(ket gbr (a): tidk menutupi gbr)	6
Tabel 1 Jenis dan spesifikasi bahan penutup yang umum digunakan untuk perkerasan kaku	3
Tabel 2 Faktor bentuk bahan penutup yang direkomendasikan	5

Prakata

Pedoman penutupan ulang sambungan (*joint resealing*) dan penutupan retak (*crack sealing*) pada perkerasan kaku menguraikan tentang penggunaan bahan yang tepat, prosedur penanganan yang direkomendasikan, cara menanggulangi permasalahan, dan prosedur pengendalian mutu yang dihadapi untuk pekerjaan penutupan ulang sambungan dan penutupan retak.

Pedoman ini dipersiapkan oleh Panitia Teknis 91-01 Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil pada Subpanitia Teknis Rekayasa Jalan dan Jembatan 91-01/S2 melalui Gugus Kerja Bahan dan Perkerasan Jalan.

Tata cara penulisan disusun mengikuti Pedoman Standardisasi Nasional (PSN) 08:2007 dan dibahas dalam forum rapat konsensus yang diselenggarakan pada tanggal 26 Juni 2013 di Bandung oleh Subpanitia Teknis, yang melibatkan para narasumber, pakar dan lembaga terkait.

Pendahuluan

Penutupan ulang sambungan dan retak merupakan kegiatan pemeliharaan perkerasan kaku yang dilakukan dalam rangka mencapai dua tujuan utama. Tujuan pertama adalah mengurangi air yang masuk ke dalam struktur perkerasan sehingga mengurangi kerusakan perkerasan yang ditimbulkan oleh air; seperti, pemompaan (*pumping*), perbedaan elevasi antara pelat, akibat penurunan pada sambungan (*joint faulting*), erosi lapis fondasi atas dan lapis fondasi bawah, serta retak sudut. Tujuan ke dua adalah mencegah intrusi bahan keras ke dalam sambungan atau retak, sehingga mencegah kerusakan akibat tegangan; seperti, gompal, *blowup*, pelengkungan (*buckling*), dan kehancuran pelat.

Prosedur penutupan sambungan melintang, sambungan memanjang, dan retak pada perkerasan kaku disajikan pada pedoman ini. Pelaksanaan penutupan sambungan dan retak mencakup langkah-langkah sebagai berikut: pengupasan bahan penutup lama (hanya berlaku pada penutupan ulang sambungan), pembentukan ulang reservoir sambungan/retak yang ada, pembersihan sambungan, pemasangan batang penyokong (*backer rod*), serta pemasangan bahan penutup baru.

Pedoman ini merupakan pedoman baru yang berguna sebagai acuan dalam perancangan serta pelaksanaan pekerjaan penutupan ulang sambungan dan retak untuk pekerjaan pemeliharaan perkerasan kaku.

Penutupan ulang sambungan (*joint resealing*) dan penutupan retak (*crack sealing*) pada perkerasan kaku

1 Ruang lingkup

Pedoman ini menjelaskan tentang bahan dan prosedur untuk pekerjaan penutupan ulang sambungan dan penutupan retak pada perkerasan kaku. Tujuan kegiatan ini adalah untuk mengurangi air yang masuk ke dalam struktur perkerasan sehingga mengurangi kerusakan perkerasan yang ditimbulkan oleh air; seperti, pemompaan (*pumping*), penanggulangan sambungan (*joint faulting*), erosi lapis fondasi atas dan lapis fondasi bawah, serta retak sudut, dan untuk mencegah intrusi bahan keras ke dalam sambungan atau retak, sehingga mencegah kerusakan akibat tegangan; seperti, gompal (*spalling*), *blowup*, pelengkungan (*buckling*), dan kehancuran pelat.

Penutupan ulang sambungan perlu dilakukan sesegera mungkin apabila bahan penutup tidak berfungsi seperti yang diharapkan. Gejala tersebut ditunjukkan oleh bahan penutup yang hilang, bahan penutup yang tidak melekat pada dinding sambungan meskipun masih tetap pada posisinya, atau sambungan terisi bahan keras.

Penutupan retak yang paling efektif dilakukan adalah pada saat perkerasan mengalami kerusakan minimum serta pada saat retak masih relatif kecil dengan gompal minimum. Penutupan retak dapat dilakukan terhadap retak garis yang mempunyai tingkat keparahan rendah atau sedang dengan lebar retak lebih kecil dari 13 mm.

2 Acuan normatif

Dokumen referensi di bawah ini harus digunakan dan tidak dapat ditinggalkan untuk melaksanakan pedoman ini.

SNI 03-4814-1998, *Spesifikasi bahan penutup sambungan beton tipe elastis tuang panas*

ASTM D2628, *Standard specification for preformed polychloroprene elastomeric joint seals for concrete pavement*

ASTM D2835, *Standard specification for lubricant for installation of preformed compression seals in concrete pavement*

ASTM D 5249, *Standard specification for backer material for use with cold- and hot-applied joint sealants in portland-cement concrete and asphalt joints*

ASTM D5893, *Standard specification for cold applied, single component, chemically curing silicone joint sealant for portland cement concrete pavements*

ASTM D6690, *Standard specification for joint and crack sealants, hot applied, for concrete and asphalt pavements*

3 Istilah dan definisi

Untuk tujuan penggunaan pedoman ini, istilah dan definisi berikut digunakan.

3.1

bahan penutup termoplastik (*thermoplastic sealant*)

bahan penutup yang berbahan dasar aspal dan secara tipikal menjadi lembek pada saat dipanaskan dan menjadi keras pada saat didinginkan, dan umumnya tanpa mengalami perubahan komposisi kimia

3.2

bahan penutup termoseting (*thermosetting sealant*)

bahan penutup yang secara tipikal terdiri atas satu atau dua komponen bahan, yang memantap (*set*) melalui pelepasan bahan pelarut atau pengerasan (*cure*) melalui reaksi kimia

3.3

batang penyokong (*backer rod*)

batang dari bahan *polyethelen* yang dipasang pada dasar reservoir dan difungsikan untuk mendapatkan faktor bentuk yang dikehendaki, mencegah bahan penutup melekat pada dasar reservoir dan mencegah bahan penutup yang masih encer mengalir ke dalam celah sambungan di bawah reservoir

3.4

faktor bentuk

perbandingan antara lebar dan kedalaman bahan penutup yang dapat meningkatkan kinerja bahan penutup

3.5

konfigurasi bahan penutup

posisi permukaan bahan penutup terhadap permukaan perkerasan di sekitar sambungan, yang dikelompokkan menjadi reses atau lekuk (*recessed*), rata (*flush-filled*), dan menonjol (*overbanded*)

3.6

penyemprotan udara (*airblasting*)

cara penyemprotan dengan udara bertekanan tinggi dengan tujuan untuk menghilangkan kotoran yang terdapat dalam sambungan atau retak yang mengganggu pelekatan antara bahan penutup dan dinding-dinding sambungan atau retak

3.7

penyemprotan pasir (*sandblasting*)

cara penyemprotan dengan partikel pasir yang dibantu udara bertekanan bertujuan untuk mengikis kotoran yang menempel pada dinding sambungan atau retak yang mengganggu pelekatan antara bahan penutup dan dinding-dinding sambungan atau retak

3.8

reservoir bahan penutup (*sealant reservoir*)

bagian atas sambungan yang diperlebar agar mempunyai lebar dan kedalaman yang cukup untuk menampung bahan penutup yang mempunyai faktor bentuk tertentu dan menampung batang penyokong

4. Bahan penutup

Penutupan ulang sambungan dan penutupan retak umumnya menggunakan bahan penutup yang bersifat termoplastik dituangkan dalam keadaan panas atau bersifat termoseting yang dituangkan dalam keadaan dingin atau jenis bahan penutup yang dibentuk (*preformed joint sealant*). Jenis-jenis bahan penutup yang umum digunakan pada penutupan ulang sambungan dan penutupan retak ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Jenis dan spesifikasi bahan penutup yang umum digunakan untuk perkerasan kaku

Jenis bahan penutup	Spesifikasi	Deskripsi
Cair, dipasang dalam keadaan panas		Termoplastik
▪ Aspal Karet (<i>Ruberized Asphalt</i>)	ASTM D 6690, Tipe II	Merata sendiri
▪ Polimerik (<i>Polymeric</i>)	ASTM D 6690 Tipe I	Merata sendiri
▪ Elastomerik (<i>Elastomeric</i>)	SNI 03-4814-1998	Merata sendiri
Cair, dipasang dalam keadaan dingin		Termoseting
▪ Bahan Silikon		
♦ Tipe NS (<i>Non-Sag</i>)	ASTM D 5893	Tanpa lekukan (<i>non-sag</i>), dipasang menggunakan alat, modulus rendah
♦ Tipe SL (<i>Self-Levelling</i>)	ASTM D 5893	Merata sendiri, dipasang tidak menggunakan alat, modulus rendah
▪ Bahan Penyumbat Kompresi yang Dibentuk (<i>Preformed Compression Seals</i>)		
♦ Polikloroprin Elastomerik (<i>Polychloprene Ealstomeric</i>)	ASTM D 2628	Dipasang dengan menggunakan pelumas
♦ Pelumas (<i>Lubricant</i>)	ASTM D 2835	Digunakan pada saat pemasangan bahan penutup
Batang Penyokong (<i>Backer Rod</i>)	ASTM D 5249	Digunakan di bawah bahan penutup yang dipasang secara panas atau dingin

4.1 Bahan penutup termoplastik yang dipasang dalam keadaan panas

Bahan penutup termoplastik adalah bahan penutup berbasis aspal yang secara tipikal menjadi keras pada saat didinginkan dan menjadi lembek pada saat dipanaskan, umumnya tanpa mengalami perubahan komposisi kimia. Bahan penutup termoplastik tersebut mempunyai variasi elastisitas dan sifat-sifat termal, serta akan mengalami pelapukan pada tingkat temperatur tertentu. Bahan penutup termoplastik umumnya dipasang setelah dipanaskan (pemasangan cara panas).

Bahan penutup jenis aspal karet tersebut diproduksi dengan mencampurkan beberapa jenis dan proporsi polimer serta karet cair dengan aspal keras. Bahan penutup yang dihasilkan mempunyai rentang kinerja yang tahan terhadap sifat elastisitas pada temperatur yang rendah dan mempunyai ketahanan terhadap sifat melembek pada temperatur tinggi. Aspal keras dengan penetrasi yang lebih tinggi dapat juga digunakan untuk aspal karet, sehingga dapat lebih meningkatkan elastisitas pada temperatur lebih rendah. Bahan tersebut disebut sebagai bahan penutup aspal karet dengan modulus rendah. Pada umumnya bahan aspal karet mutu tinggi harus memenuhi ASTM D6690.

4.2 Bahan penutup termoseting yang dipasang dalam keadaan dingin

Bahan penutup bersifat *termoseting* secara tipikal terdiri dari satu atau dua komponen bahan yang memantap melalui pelepasan pelarut atau mengeras melalui reaksi kimia. Ada berbagai jenis bahan penutup *termoseting*, contohnya polisulfida, poliuretan, dan silikon. Dari jenis-jenis tersebut, silikon merupakan jenis yang paling banyak digunakan dan telah menunjukkan kinerja jangka panjang yang baik. Bahan penutup silikon merupakan bahan penutup dipasang dalam keadaan dingin yang mempunyai sifat elastisitas yang baik dan ketahanan yang tinggi terhadap pelapukan. Bahan penutup ini mempunyai lekatan kuat dan

modulus yang rendah maka pada saat dipasang lebih encer dari bahan penutup termoplastik. Kinerja bahan penutup silikon sangat tergantung pada kebersihan sambungan dan efektivitas pengerjaan seperti bahan penutup yang terdiri dari dua komponen bahan harus dicampur dengan homogen dan pemasangan bahan penutup harus memperhatikan sifat bahan tersebut apakah dapat merata sendiri atau tidak dapat merata sendiri.

Bahan penutup silikon tersedia dalam bentuk yang dapat merata sendiri dan yang tidak dapat merata sendiri. Pemasangan bahan penutup silikon yang tidak dapat merata sendiri memerlukan pengerjaan dengan alat, yaitu untuk menekan bahan penutup ke dinding sambungan dan untuk membentuk permukaan lekukan yang seragam. Bahan penutup silikon yang dapat merata sendiri dapat dipasang hanya dengan cara menuangkan saja karena bahan tersebut dapat mengalir secara bebas untuk mengisi reservoir sambungan tanpa pengerjaan dengan alat. Bahan penutup silikon harus memenuhi persyaratan ASTM D 5893.

4.3 Batang penyokong

Batang penyokong umumnya dibuat dari polikloroprin (*polychloroprene*), polistirin (*polystyrene*), poliuretan (*polyurethane*), dan polietilin (*polyethylene*); sedangkan batang penyokong yang terbuat dari kertas, tambang, atau gabus tidak boleh digunakan. Ukuran diameter batang penyokong sekitar 25 persen lebih besar dari lebar reservoir. Batang penyokong harus lentur serta tidak menyerap dan kompatibel dengan bahan penutup. Temperatur titik leleh dari bahan batang penyokong minimum 14 °C lebih tinggi daripada temperatur aplikasi bahan penutup. Apabila sambungan mempunyai lebar yang besar sehingga batang penyokong tidak dapat berfungsi sebagai penyekat yang benar-benar kedap, sambungan tersebut harus disekat dengan batang penyokong yang lebih besar.

Jenis batang penyokong menurut ASTM D5249 adalah:

- Tipe 1 : berbentuk batang bulat dengan berbagai variasi diameter digunakan untuk bahan penutup dipasang dingin dan panas
- Tipe 2: berbentuk lembaran atau strip dengan berbagai variasi ketebalan digunakan untuk bahan penutup dipasang dingin dan panas
- Tipe 3 : berbentuk batang bulat dengan berbagai variasi diameter digunakan untuk bahan penutup dipasang dingin

5 Rancangan dimensi penampang bahan penutup pada sambungan

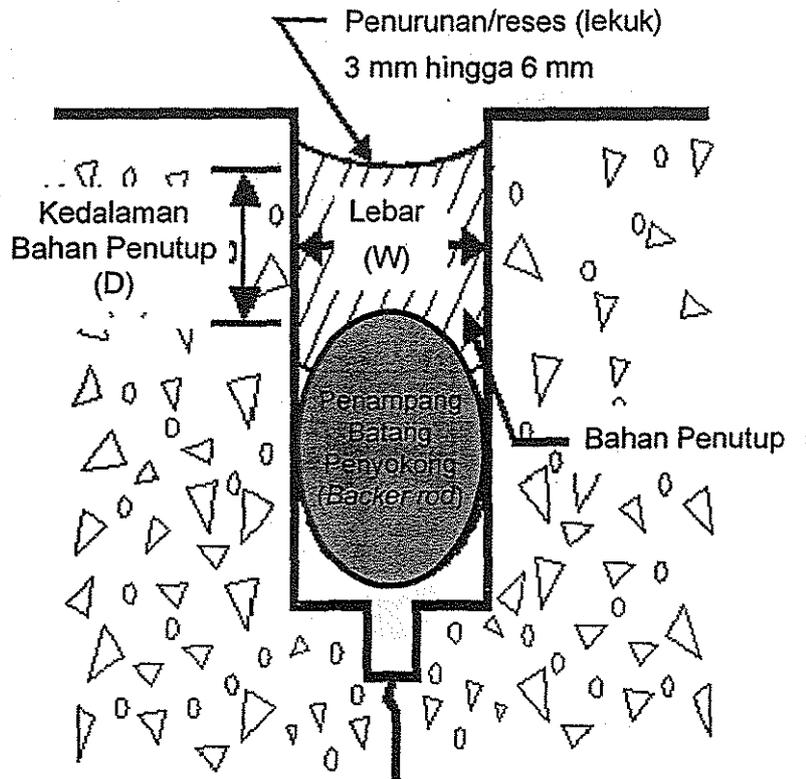
Setelah jenis bahan penutup dipilih, selanjutnya perlu ditentukan rancangan bahan penutup yang mencakup dimensi penampang dan konfigurasi bahan penutup. Dimensi penampang bahan penutup adalah sesuai dengan dimensi penampang reservoir (hanya untuk penutupan ulang sambungan) yang disebut dengan istilah faktor bentuk.

5.1 Rancangan dimensi penampang bahan penutup pada sambungan melintang

Pada kegiatan penutupan ulang sambungan, lebar sambungan adalah tertentu, untuk menghemat bahan dan untuk mengurangi potensi "benturan roda" umumnya diperlukan pembatasan pelebaran sambungan. Oleh karena itu, pertimbangan utama dalam penutupan ulang sambungan melintang harus ditujukan terhadap pemilihan faktor bentuk sambungan agar kinerja bahan penutup dapat ditingkatkan.

Dimensi bahan penutup yang terpasang dinyatakan dengan istilah "faktor bentuk" yaitu perbandingan antara lebar (W) dan kedalaman (D) bahan penutup, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 1. Untuk mendapatkan faktor bentuk yang dikehendaki dan

untuk mencegah pelekatan bahan penutup dengan dasar reservoir, maka pada dasar reservoir perlu dipasang batang penyokong. Selain itu, batang penyokong berfungsi juga untuk mencegah pengaliran bahan penutup yang masih encer ke dalam retak yang terdapat di bawah reservoir. Perlu diperhatikan bahwa batang penyokong, yang umumnya dibuat dari polietilin, dengan bahan penutup yang digunakan.



Gambar 1 – Ilustrasi tipikal faktor bentuk bahan penutup

Desain reservoir harus memperhitungkan besar regangan atau perubahan bentuk akibat pemuluran bahan penutup yang mungkin terjadi. Sebagian besar bahan penutup termoplastik panas yang terdapat di pasaran dirancang untuk menahan regangan yang besarnya antara 25 persen sampai dengan 35 persen lebar aslinya; sedangkan bahan penutup silikon dirancang untuk toleran terhadap regangan yang besarnya antara 30 persen sampai dengan 100 persen.

Faktor bentuk yang direkomendasikan untuk berbagai jenis bahan penutup ditunjukkan dalam Tabel 2. Umumnya direkomendasikan juga bahwa bahan penutup harus mengalami lekuk/reses antara 3 mm sampai dengan 6 mm di bawah permukaan perkerasan. Rekomendasi tersebut didasarkan pada asumsi bahwa sambungan membuka dengan lebar yang seragam.

Tabel 2 Faktor bentuk bahan penutup yang direkomendasikan

Jenis bahan penutup	Sifat bahan	Faktor bentuk tipikal (W:D)
Aspal karet	Termoplastik	1:1
Silikon	Termoseting	2:1
Polisulfida dan poliuretan	Termoseting	1:1

Keterangan: W = lebar bahan penutup dan D = kedalaman bahan penutup

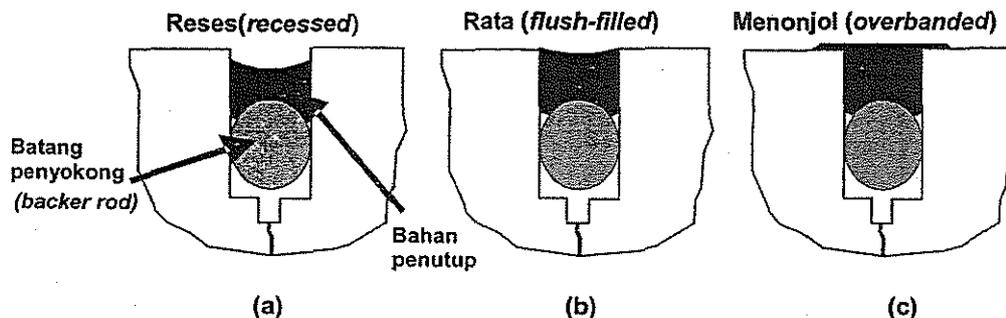
5.2 Rancangan dimensi penampang bahan penutup pada sambungan memanjang

Pergerakan pelat beton dalam arah memanjang terbatas, oleh karena itu sambungan memanjang jarang mempunyai reservoir yang dirancang. Secara tipikal sambungan memanjang mempunyai lebar yang sangat sempit, yaitu sekitar 6 mm (0,25 inci) dan umumnya ditutup dengan bahan termoplastik. Batang penyokong dapat atau juga tidak digunakan.

Untuk sambungan memanjang antara pelat perkerasan kaku jalur utama lalu lintas dan bahu yang dilapis beton aspal panas (*hot-mix asphalt*), pergerakan vertikal merupakan aspek utama yang perlu diperhatikan. Untuk mengatasi perbedaan pergerakan vertikal antara pelat pada jalur utama dan bahu, biasa diterapkan konfigurasi reservoir yang dimensinya 19 mm x 19 mm hingga 25 mm x 25 mm.

5.3 Konfigurasi bahan penutup

Seperti ditunjukkan pada Gambar 2, terdapat tiga konfigurasi bahan penutup, yaitu lekuk atau reses, rata, dan menonjol. Sambungan pada perkerasan kaku biasanya ditutup dengan konfigurasi reses, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 - Konfigurasi bahan penutup sambungan

Konfigurasi reses dapat dilakukan jika pemasangan bahan penutup termoplastik atau *termoseting* dilakukan pada malam hari. Karena pada temperatur perkerasan yang lebih dingin pelat akan menyusut maka celah sambungan akan lebih lebar, sehingga pada saat celah *joint* menyempit, bahan penutup tidak meleleh keluar. Tetapi, pemasangan pada siang hari untuk bahan penutup termoplastik dianjurkan agar reses dihindarkan dan sambungan ditutup dengan konfigurasi rata dengan permukaan perkerasan. Keuntungan dari konfigurasi tersebut adalah adanya kecenderungan bahwa pada saat tertekan roda kendaraan, bahan penutup akan tetap kenyal serta pada reservoir tidak akan terjadi pengumpulan pasir atau kerikil. Ada juga beberapa produsen bahan penutup menganjurkan penerapan konfigurasi menonjol, keuntungan penerapan konfigurasi tersebut adalah adanya tambahan bidang pelekatan, tetapi kelemahannya adalah pada jalan dengan lalu lintas padat bahan penutup akan rusak dalam waktu 1 tahun dan setelah rusak, bahan penutup akan tercabut dari tepi sambungan dan selanjutnya akan terjadi keruntuhan adhesi. Kelemahan lainnya adalah akan menurunkan kenyamanan dan mengurangi keindahan permukaan. Penggunaan bahan penutup jenis silikon tidak boleh dipasang dengan konfigurasi menonjol atau rata dengan permukaan perkerasan, tetapi direkomendasikan dipasang dengan konfigurasi reses 6 mm sampai dengan 9 mm.

6 Peralatan

6.1 Peralatan untuk mengupas bahan penutup lama dan pembentukan ulang sambungan dan retak

1) Pencungkil sambungan (*jointplow*)

Pencungkil sambungan adalah pisau segi empat yang pengoperasiannya dilakukan dengan cara memasukkan pisau pencungkil ke dalam sambungan kemudian menariknya dari ujung ke ujung sambungan. Pisau tersebut harus dapat bergerak bebas secara vertikal dan horizontal dalam sambungan, tanpa terjadi kemacetan.

2) Gergaji (*diamond-bladed saw*)

Gergaji mempunyai kekuatan tipikal 26 kW sampai dengan 46 kW (35 hp sampai dengan 65 hp) serta dilengkapi pendingin air dan bilah gergaji yang mempunyai gigi intan. Sebuah bilah tunggal dengan lebar penuh (*full-width*) berguna untuk mempertahankan lebar sambungan, tetapi bagian tepi bilah tersebut cepat aus sehingga mengurangi efektivitas penggergajian. Diameter inti dari bilah minimum sebesar 4,8 mm untuk menjaga bilah dari bertumpu pada sambungan. Bilah yang terlalu panas dan terbelokkan dapat terjadi dari penggunaan pisau yang tipis. Umumnya, sambungan diperlebar dengan 3 mm; atau 1,5 mm pada tiap permukaan bidang.

6.2 Peralatan untuk membersihkan sambungan

1) Alat penyemprot pasir (*sandblasting equipment*)

Alat penyemprot pasir terdiri dari unit kompresi udara, mesin penyemprot pasir, selang, dan suatu pipa dengan nozel jenis venturi. Pada pelaksanaan penyemprotan harus dipasok 4,3 m³/menit udara yang bebas minyak dan air, dengan tekanan sekurang-kurangnya 620 kPa.

2) Alat penyemprot udara (*airblasting equipment*)

Alat penyemprot udara terdiri dari kompresor udara bertekanan tinggi yang dilengkapi dengan selang dan pipa. Meskipun kompresor udara bertekanan tinggi efektif untuk membuang debu dan debris (sampah) dari sambungan, namun untuk membuang serbuk gergaji tidak seefektif penyemprot pasir. Kompresor harus mampu menghasilkan tekanan peniupan 690 kPa dan dapat meniupkan udara dengan kapasitas 4,3 m³/menit.

6.3 Alat untuk menempatkan bahan penutup sambungan

1) Alat pencair (*meltsers*)

Bahan penutup termoplastik dipanaskan dan dicampur dalam alat pencair jenis yang tidak memanaskan langsung dan berfungsi sebagai pengaduk (*agitator*). Bahan bakar alat pencair terdiri atas minyak diesel dan panas yang dihasilkan dialirkan ke minyak yang mengelilingi wadah berdinding ganda berisi bahan penutup. Cara pemanasan tidak langsung tersebut lebih aman dan menghasilkan panas yang lebih terkendali dan lebih seragam.

2) Pompa silikon

Salah satu komponen silikon biasanya dipompa dari wadah penampung dengan pompa yang bekerja dengan udara bertekanan. Dianjurkan agar kecepatan pemompaan adalah sekurang-kurangnya 1,5 L/menit. Pipa harus dilengkapi dengan nozel yang memungkinkan pengisian dilakukan dari dasar ke atas.

3) Aplikator

Sebagian besar aplikator merupakan sistem pipa-bertekanan; biasanya dipasang pada alat pencair bahan penutup. Aplikator terdiri atas pompa, selang, dan pipa aplikator. Bahan penutup dipompakan langsung (dari wadah pencair melalui sistem) ke dalam sambungan. Pelaksanaan penutupan sambungan dengan produktivitas rendah biasanya menggunakan cerek untuk menuangkan bahan penutup (tidak dipanaskan atau pemanasan tidak penuh) ke dalam sambungan.

4) Termometer

Termometer digunakan untuk mengontrol temperatur bahan penutup pada saat pemanasan supaya mencegah kerusakan pada bahan penutup akibat pemanasan berlebih dan temperatur pemasangan bahan penutup. Termometer yang digunakan mempunyai kapasitas minimum 200 °C.

5) Isolasi

Bahan isolasi yang digunakan berbahan dasar kertas, berfungsi untuk merapikan pada saat penuangan bahan penutup.

7 Pelaksanaan

7.1 Penutupan ulang sambungan melintang

7.1.1 Penghilangan bahan penutup lama

Langkah pertama dari proses penutupan ulang sambungan adalah menghilangkan bahan penutup lama dari sambungan. Pembersihan awal dapat dilakukan dengan cara yang tidak merusak sambungan, seperti menggunakan pencungkil sambungan segi empat atau gergaji. Cara lain yang dapat digunakan adalah melalui penyemprotan dengan air bertekanan.

Penggunaan gergaji untuk pengupasan dinilai sangat baik, karena alat tersebut dapat bekerja untuk mengupas bahan penutup dan secara bersamaan membentuk ulang sambungan. Gergaji sangat efektif untuk mengupas bahan penutup silikon dan bahan penutup termoplastik yang telah mengeras, karena alat tersebut tidak akan melelehkan bahan penutup serta tidak akan membentuk gumpalan pada gergaji dan dinding sambungan.

7.1.2 Pembentukan ulang sambungan

Tujuan pembentukan ulang sambungan adalah untuk mendapatkan dinding sambungan yang bersih agar dihasilkan lekatan yang baik dengan bahan penutup serta untuk mendapatkan reservoir dengan ukuran yang sesuai dengan faktor bentuk yang dikehendaki. Apabila pengupasan dilakukan dengan gergaji, pembentukan ulang sambungan dapat dilakukan secara bersamaan.

Pembentukan ulang sambungan umumnya dilakukan dengan cara penggergajian sambil disiram air dingin. Penggunaan gergaji yang lebarnya sama dengan lebar reservoir akan sangat bermanfaat untuk membentuk reservoir yang lebarnya tetap, meskipun akan memperlemah tepi reservoir sehingga mengurangi efektivitas gergaji. Secara tipikal, pelebaran sambungan adalah 3 mm atau pada satu sisi 1,5 mm.

7.1.3 Pembersihan reservoir pada sambungan

Pembersihan yang efektif terhadap dinding sambungan merupakan aspek yang sangat penting. Dinding sambungan atau retak yang kotor dapat mengurangi kinerja bahan penutup, meskipun digunakan bahan penutup yang paling baik dan desain reservoir yang ideal. Beberapa jenis bahan yang dapat mengontaminasi dinding sambungan adalah:

- bahan penutup lama yang tertinggal dalam sambungan atau retak;
- serbuk gergaji yang tertinggal pada pelaksanaan penggergajian dengan cara basah;
- oli atau air yang berasal dari air yang disemprotkan;
- debu dan kotoran yang tertinggal pada pelaksanaan pembersihan;
- sampah yang memasuki sambungan setelah pembersihan, sebelum penutupan;
- bahan lain yang mengganggu pelekatan, misalnya air yang terkondensasi.

Sambungan yang telah selesai dibentuk ulang harus segera dibersihkan dengan udara atau air yang disemprotkan dan diikuti dengan *sand blasting*. *Sand blasting* dapat efektif menghilangkan serbuk gergaji dan residu lain yang terdapat pada dinding sambungan. Kompresor yang digunakan bersama *sand blasters* harus dilengkapi dengan penyerap air dan oli yang dapat mencegah kontaminasi pada dinding sambungan.

Sebelum operasi *sand blasting* dilakukan, kompresor harus terlebih dahulu diuji dengan kain putih yang bersih, yaitu untuk memastikan bahwa operasi benar-benar bebas air dan oli. Setelah *sand blasting*, seluruh panjang masing-masing dinding sambungan harus terlihat bersih dan beton tampak terbuka (*expose*).

Segera sebelum pemasangan batang penyokong dan bahan penutup, sambungan harus disemprot dengan udara lagi dengan udara kering bertekanan tinggi (>621 kPa) yang bersih untuk membuang debu, pasir, dan bahan keras yang masih tertinggal dalam sambungan. Sambungan dan permukaan di sekitarnya harus ditiup sejalan dengan arah angin dan harus diperhatikan agar sambungan yang telah dibersihkan tidak terkontaminasi lagi. Perlu diperhatikan juga agar debris (sampah) tidak tertiuap ke lajur lalu lintas yang berdampingan. Untuk mengupas bahan penutup lama atau membersihkan sambungan, sikat kawat tidak boleh digunakan karena alat tersebut tidak efektif dan dapat menempelkan bahan penutup lama ke dinding sambungan sehingga menghalangi pelekatan bahan penutup baru.

7.1.4 Pemasangan batang penyokong

Batang penyokong harus dipasang secepatnya setelah sambungan disemprot udara. Ukuran diameter batang penyokong kira-kira 25 persen lebih besar dari lebar reservoir. Batang penyokong harus lentur serta tidak menyerap dan kompatibel dengan bahan penutup. Apabila sambungan mempunyai lebar yang besar, batang penyokong tidak dapat berfungsi sebagai penyekat yang benar-benar kedap, sehingga sambungan tersebut harus disekat dengan batang penyokong yang lebih besar. Batang penyokong harus dipasang pada kedalaman yang tepat dan antara sambungan batang-batang penyokong tidak boleh ada celah. Disamping itu, batang penyokong harus direntangkan dengan tarikan yang sekecil mungkin agar penyusutan dan celah yang mungkin terjadi relatif kecil.

7.1.5 Pemasangan bahan penutup baru

Setelah batang penyokong terpasang, bahan penutup harus secepatnya dipasang. Hal tersebut dimaksudkan untuk menghindari beberapa permasalahan yang mungkin timbul; antara lain, kondensasi pada batang penyokong dan terkumpulnya debris (sampah) dalam reservoir.

7.1.5.1 Pemasangan bahan penutup termoplastik tuang panas

Bahan penutup termoplastik tuang panas harus dipasang pada temperatur udara antara 4 °C dan 30 °C. Bahan penutup harus dipasang secara merata dan mengisi reservoir dari dasar ke atas untuk menghindari gelembung udara yang terperangkap dan bahan penutup dalam reservoir tidak meluap. Umumnya disarankan agar permukaan bahan penutup mempunyai reses 3 mm sampai dengan 6 mm, yaitu untuk menyediakan ruang bagi bahan penutup pada saat pelat memuai (lebar sambungan menyempit), jika pemasangan dilakukan pada malam hari. Apabila tidak ada reses, pada saat lebar sambungan menyempit, bahan penutup akan mencuat di atas permukaan perkerasan dan kemungkinan akan tercabut oleh roda kendaraan. Akan tetapi, jika pemasangan dilakukan pada siang hari maka dianjurkan agar sambungan diisi bahan penutup rata dengan permukaan perkerasan. Untuk menghindarkan terjadinya "pencabutan" (*"tracking"*) bahan penutup, lalu lintas tidak boleh diizinkan melewati sambungan dalam waktu kira-kira 30 menit sampai 1 jam setelah dipasang.

Rekomendasi dari produsen juga penting diperhatikan sehubungan dengan temperatur pemanasan maksimum bahan penutup, temperatur minimum untuk pemasangan bahan penutup, dan lama waktu pemanasan. Banyak bahan penutup polimer dan bahan penutup yang dimodifikasi dengan karet mengalami kerusakan bila temperaturnya di atas temperatur aman pemanasan yang dianjurkan. Pemanasan yang lama akan mengakibatkan beberapa jenis bahan penutup menggumpal di dalam tangki pemanas, sedangkan bahan penutup jenis lain akan mengalami perubahan sifat-sifat elastisnya. Bahan penutup yang telah mengalami pemanasan pada temperatur berlebih cenderung hangus pada dinding bagian dalam wadah pencair/penuang. Apabila bahan penutup yang telah hangus tercampur dengan bahan penutup baru, kinerja bahan penutup akan menurun. Penggunaan termometer untuk memantau temperatur bahan penutup akan membantu pengurangan kerusakan pada bahan penutup akibat pemanasan berlebih.

7.1.5.2 Pemasangan bahan penutup silikon

Bahan penutup silikon tidak boleh dipasang pada temperatur di bawah 4 °C. Seperti halnya bahan termoplastik, bahan penutup silikon harus dipasang secara seragam, mulai dari dasar sampai atas sambungan, untuk mencegah udara terperangkap. Bahan penutup silikon modulus elastis rendah mempunyai sifat yang memungkinkan bahan penutup tersebut dipasang dengan faktor bentuk 2:1. Bahan penutup silikon modulus elastis rendah tidak dianjurkan dipasang dengan tebal yang kurang dari setengah lebar sambungan (lebar minimum 6 mm). Lalu lintas hanya diizinkan melewati perkerasan dalam waktu sekitar 1 jam setelah bahan penutup terpasang atau atas petunjuk dari produsen.

Bahan penutup silikon terdiri atas dua jenis, yaitu bahan penutup yang merata sendiri dan bahan penutup yang tidak merata sendiri. Bahan penutup silikon yang tidak merata sendiri harus didorong dengan bantuan alat untuk masuk ke sekitar batang penyokong dan menempel ke dinding sambungan. Penggunaan alat harus mencakup juga pembentukan permukaan bahan penyumbat yang cekung dengan titik terendah cekungan sekitar 6 mm (0,25 in) di bawah permukaan perkerasan. Pembentukan cekungan yang baik dapat dilakukan dengan selang karet atau batang penyokong berdiameter besar.

Bahan penutup silikon yang dapat merata sendiri tidak memerlukan penggunaan alat. Namun, pemasangan batang penyokong untuk pemasangan bahan penutup tersebut harus dilakukan dengan sangat hati-hati karena sebelum mengeras, bahan penutup akan mudah mengalir ke celah di sekitar batang penyokong.

Apabila pada suatu proyek digunakan bahan penutup silikon dan bahan penutup termoplastik (bahan penutup silikon untuk sambungan melintang dan bahan penutup termoplastik tuang panas untuk sambungan memanjang), bahan penutup silikon harus

dipasang lebih dulu, yaitu untuk menghindarkan kontaminasi pada sambungan melintang selama pengerjaan bahan penutup pada sambungan memanjang.

7.1.5.3 Pemasangan bahan penutup termoseting lain

Bahan penutup termoseting lainnya, seperti polisulfida dan poliuretan, memerlukan periode pengerasan untuk mendapatkan kekuatan dan ketahanan yang diinginkan. Sebagian besar bahan penutup termoseting polimerik terdiri atas dua komponen yang dicampur secara hati-hati sesuai dengan rekomendasi dari produsen sebelum bahan diletakkan pada sambungan. Bahan penutup ini memerlukan alat semprot khusus dan pengendalian mutu harus mencakup pengujian bahan penutup tentang pengerasan yang memadai serta lalu-lintas tidak diijinkan melewati bahan penutup sebelum permukaan perkerasan dibersihkan dan butiran keras yang kemungkinan instruksi ke dalam sambungan dibuang.

7.2 Penutupan ulang sambungan memanjang

Dua jenis sambungan memanjang pada perkerasan kaku dapat menjadi bagian penanganan dengan penutupan ulang, yaitu sambungan memanjang antara dua pelat yang bersebelahan serta sambungan memanjang antara pelat pada lajur lalu lintas dengan bahu beton aspal. Meskipun prosedur penutupan pada dasarnya sama, perlu diperhatikan beberapa aspek tambahan.

7.2.1 Penutupan ulang sambungan memanjang antara dua pelat beton

Sambungan memanjang antara dua pelat beton dijumpai pada dua pelat beton lajur lalu lintas serta pada pelat beton lajur lalu lintas dan pelat beton bahu. Sambungan tersebut biasanya disatukan dengan batang pengikat sehingga pelat tidak mengalami pergeseran berlebih dan terhadap sambungan dapat dilakukan kegiatan penutupan sambungan konvensional. Karena pergeseran pelat di sekitar sambungan memanjang adalah kecil, sambungan memanjang biasanya disumbat dengan bahan termoplastik tuang panas. Pada kegiatan penutupan ulang sambungan memanjang biasanya tidak diperlukan reservoir. Apabila sambungan melintang disumbat dengan silikon, perlu diperhatikan agar penyumbatan sambungan melintang dilakukan lebih dulu, yaitu untuk mencegah kontaminasi sambungan melintang yang akan disumbat dengan bahan termoplastik tuang panas.

7.2.2 Penutupan ulang sambungan memanjang antara pelat beton lajur lalu lintas dan bahu beton aspal

Sambungan antara pelat beton dan beton aspal merupakan sambungan yang sangat sulit ditutup. Perbedaan sifat termal antara kedua jenis bahan serta perbedaan kemampuan struktural dalam arah melintang sering mengakibatkan perbedaan besar pergerakan vertikal. Disamping itu, pergeseran atau pemisahan horizontal sering disertai dengan pergerakan vertikal. Karena pada sambungan jenis ini air mudah meresap ke dalam perkerasan, sambungan harus ditutup.

Langkah-langkah yang diperlukan untuk penutupan dari sambungan antara lajur lalu lintas-bahu beton aspal sama dengan langkah-langkah pada kegiatan penutupan sambungan melintang. Akan tetapi, pada penutupan sambungan lajur lalu lintas dengan bahu beton aspal diperlukan reservoir cukup lebar yang dibuat pada beton aspal; yaitu untuk mengantisipasi pergerakan vertikal yang mungkin terjadi. Reservoir umumnya mempunyai dimensi penampang antara 19 mm x 19 mm hingga 25 mm x 25 mm dan dapat dibuat menggunakan gergaji. Sebelum dipasang bahan penutup, reservoir harus dibersihkan terlebih dulu. Batang penyokong biasanya tidak diperlukan apabila dilakukan pengendalian kedalaman yang tepat selama pembuatan dari reservoir.

7.3 Penutupan retak

Kecuali langkah pengupasan bahan penutup, langkah-langkah penutupan retak sama dengan langkah-langkah penutupan ulang sambungan, yaitu: pembentukan dan pembersihan retak, pemasangan batang penyokong, serta pemasangan bahan penutup. Langkah pertama adalah pembentukan ulang permukaan dinding retak menurut lebar yang diinginkan. Karena retak mempunyai pola yang tidak beraturan, sulit didapatkan bentuk reservoir bahan penutup yang seragam. Oleh karena itu, pembentukan reservoir harus dilakukan dengan gergaji berdiameter kecil. Gergaji yang digunakan untuk pembentukan retak biasanya mempunyai diameter tipikal antara 175 mm dan 200 mm dengan tebal antara 6 mm sampai dengan 13 mm. Lebar celah hasil penggergajian biasanya mempunyai faktor bentuk yang memadai untuk mengantisipasi perubahan lebar retak. Penggunaan gergaji berdiameter lebih kecil dapat mengikuti profil retak yang tidak beraturan.

Setelah reservoir terbentuk, retak harus segera dibersihkan menurut langkah-langkah yang diuraikan untuk penutupan ulang sambungan. Penyemprotan dengan *sandblasting* sangat dianjurkan untuk membersihkan serbuk gergaji yang tertinggal. Setelah dibersihkan, retak ditiup dengan udara bertekanan kemudian bahan penutup dipasang. Ketelitian yang berlaku pada pemasangan bahan penutup untuk sambungan juga berlaku pada pemasangan bahan penutup untuk retak.

8 Pengendalian mutu

Pemasangan bahan penutup merupakan proses yang membutuhkan ketelitian pelaksana. Perhatian yang besar terhadap mutu bahan selama pelaksanaan akan sangat meminimumkan kerusakan dini pada pekerjaan penutupan ulang sambungan dan penutupan retak. Berikut adalah hal-hal yang harus diperhatikan dalam kegiatan pengendalian mutu untuk pelaksanaan penutupan ulang sambungan dan penutupan retak.

- a. Kaji ulang kegiatan; untuk memastikan bahwa kegiatan untuk penutupan ulang sambungan dan penutupan retak masih laik.
- b. Kaji ulang bahan; di bawah ini diuraikan ringkasan beberapa hal tentang bahan yang perlu dicek atau dikaji ulang sebelum pelaksanaan:
 - persyaratan bahan penutup dipenuhi
 - pengujian terhadap bahan penutup perlu dilakukan
 - kondisi kemasan bahan penutup (misalnya: bocor, sobek, atau tidak kedap)
 - batang penyokong mempunyai ukuran dan jenis yang cocok dengan bahan penutup
 - bahan penutup yang tersedia dapat mencukupi untuk menyelesaikan proyek
- c. Inspeksi peralatan; sebelum pelaksanaan dimulai semua peralatan harus diperiksa dalam kondisi baik dan dapat digunakan.
- d. Ketentuan cuaca; cuaca selama pelaksanaan sangat mempengaruhi kinerja bahan penutup. Aspek-aspek cuaca yang harus diperhatikan sebelum pelaksanaan dimulai adalah:
 - Lakukan kaji ulang terhadap instruksi dan persyaratan spesifik untuk pemasangan bahan penutup yang digunakan.
 - Temperatur udara dan/atau permukaan perkerasan memenuhi semua ketentuan penggergajian dan penutupan yang ditetapkan produsen dan direksi.
 - Penutupan sambungan atau retak tidak boleh dilakukan apabila diperkirakan akan turun hujan.

- Penuangan bahan penutup tidak boleh dimulai apabila permukaan perkerasan atau sambungan atau retak dalam kondisi basah.
- e. Pengendalian lalu lintas; menjelang pelaksanaan dimulai harus dipastikan semua rambu dan perlengkapan untuk pengendalian lalu lintas telah sesuai dengan rencana. Setelah pelaksanaan penutupan selesai, lalu lintas tidak diizinkan melewati perkerasan sampai bahan penutup mengeras agar bahan penutup tidak rusak oleh roda kendaraan (sesuai petunjuk produsen)
- f. Selama pelaksanaan, hal-hal yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut:
- i). Pastikan bahan penutup lama telah benar-benar terkupas dari sambungan.
 - ii). Pastikan dimensi reservoir sambungan sesuai dengan bahan penutup yang digunakan.
 - iii). Sebelum bahan penutup dituangkan, sambungan diperiksa dengan cara meraba dinding sambungan dengan jari, untuk memastikan bahwa pada dinding sambungan tidak terdapat kotoran (debu, sebum, minyak, air, atau minyak). Dinding sambungan yang masih kotor harus dibersihkan ulang.
 - iv). Pastikan bahwa batang penyokong dipasang secara seragam pada kedalaman yang telah ditentukan, dipasang secara rapat dalam sambungan (tidak ada celah di sepanjang tepi batang penyokong), dan batang penyokong tidak tertarik atau rusak.
 - v). Pada pemasangan bahan penutup tuang panas, perhatikan temperatur pemanasan dan temperatur penuangan. Pemanasan bahan penutup pada temperatur yang rendah akan mengakibatkan penurunan lekatan bahan penutup, sedangkan pemanasan yang berlebihan akan mengakibatkan penurunan sifat-sifat daktilitas dan meningkatkan penuaan.
 - vi). Bahan penutup harus dipanaskan pada temperatur yang sesuai dengan rentang temperatur penuangan dan aplikasi bahan penutup yang dianjurkan oleh produsen dan harus diperiksa bahwa temperatur pemanasan tidak melampaui temperatur aman bahan penutup.
 - vii). Pada saat pemanasan bahan penutup sebaiknya diaduk secara menerus untuk memastikan keseragamannya.
 - viii). Bahan penutup dalam wadah cair harus dijaga agar diisi sekurang-kurangnya sepertiga isi penuh wadah untuk mempertahankan keseragaman temperatur bahan penutup.
 - ix). Pada bahan penutup tuang dingin, pastikan bahan penutup tidak meleku dengan cara ditekan sehingga menempel ke dinding sambungan dan terbentuk permukaan yang halus dengan reses tertentu dari permukaan perkerasan.
 - x). Pastikan melalui beberapa seksi acak bahwa bahan penutup telah benar-benar mempunyai adhesi yang memadai dengan dinding sambungan. Untuk menguji adhesi, dapat digunakan pisau. Pengujian dilakukan dengan cara menyisipkan pisau tumpul atau bilah logam tipis ke pertemuan antara bahan penutup dan dinding sambungan. Penetrasi pisau yang mudah atau tidak memerlukan tenaga menunjukkan bahwa bahan penutup tidak mempunyai adhesi, sedangkan penetrasi yang susah menunjukkan bahwa bahan penutup mempunyai adhesi yang baik.
 - xi). Setelah penutupan ulang sambungan atau penutupan retak selesai, permukaan perkerasan harus dibersihkan dari sisa-sisa bahan penyumbat.

Lampiran A (informatif)

Permasalahan pada saat pelaksanaan penutupan ulang sambungan dan penutupan retak serta penanggulangannya

Terdapat beberapa faktor yang perlu diperhatikan untuk memastikan bahwa aplikasi bahan penutup sambungan atau retak benar-benar dilakukan dengan seksama. Kesulitan yang dijumpai pada proses penutupan umumnya merupakan akibat pengabaian satu atau lebih langkah pengendalian mutu. Pada Tabel A.1 ditunjukkan beberapa permasalahan pelaksanaan dan kinerja yang biasa dijumpai pada pekerjaan penutupan ulang sambungan atau penutupan retak, termasuk cara mengatasi permasalahan tersebut.

Tabel A.1 Permasalahan pada saat pelaksanaan penutupan ulang sambungan dan penutupan retak serta penanggulangannya

Permasalahan	Penanggulangan tipikal
Perobekan atau pemuluran batang penyokong dapat mengakibatkan perubahan faktor bentuk reservoir atau gangguan pelekatan bahan penutup terhadap dasar reservoir.	Perobekan batang penyokong dapat terjadi sebagai akibat dinding reservoir yang kurang rapi sehingga sebelum pemasangan batang penyokong, dinding reservoir dirapihkan dengan menggergaji ulang. Untuk mengatasi pemuluran batang penyokong pada saat pemasangan batang penyokong perlu dilakukan dengan hati-hati.
Gerigi (<i>burrs</i>) disepanjang sambungan yang digergaji	Gerigi di sepanjang sambungan yang digergaji menyulitkan pemasangan bahan penutup. Untuk mengatasinya, tarik alat berujung tumpul di sepanjang sambungan, atau gunakan sikat kawat mekanis, untuk menghilangkan gerigi tajam. Catatan: sebelum diisi bahan penutup, sambungan atau retak harus dibersihkan ulang.
Pelepasan butir, gompal, atau ketidakteraturan sambungan sebelum aplikasi bahan penutup	Hal ini kemungkinan besar sebagai akibat kurang hati-hatian pada langkah pengupasan bahan penutup lama atau pembersihan sambungan. Dinding sambungan yang tidak beraturan dapat mengurangi tegangan lateral bahan penutup sehingga bahan penutup dapat keluar dari sambungan dan menonjol. Bila dijumpai dinding sambungan yang tidak beraturan, pengawas dan pelaksana harus menyepakati metode yang cocok untuk memperbaiki daerah yang potensial bermasalah.
Bahan penutup tidak melekat dengan dinding sambungan/retak	<ul style="list-style-type: none"> • Bersihkan ulang sambungan atau retak. • Biarkan dinding sambungan mengering. • Lakukan pemanasan pada temperatur yang tepat atau lakukan verifikasi arloji temperatur. • Gunakan reses yang tepat menurut lebar sambungan (terutama sangat penting untuk bahan penutup dingin).
Bahan penutup menjadi agar-agar di dalam wadah (alat pencair)	<ul style="list-style-type: none"> • Periksa arloji temperatur alat pencair. • Gunakan bahan penutup segar.
Jendul (<i>bumps</i>) atau ketidakteraturan permukaan bahan penyumbat yang aplikasinya memerlukan alat	<ul style="list-style-type: none"> • Periksa alat perata untuk memastikan bahwa alat tersebut memberikan hasil yang tepat. Perbaiki atau ganti alat apabila diperlukan. • Patikan bahwa penggunaan alat dilakukan dalam jangka waktu yang tepat setelah aplikasi bahan penutup yang dianjurkan produsen. • Turunkan viskositas bahan penutup apabila diperbolehkan.

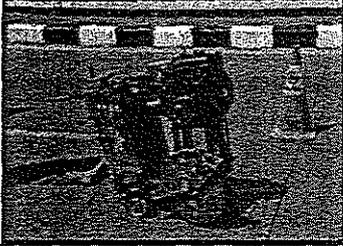
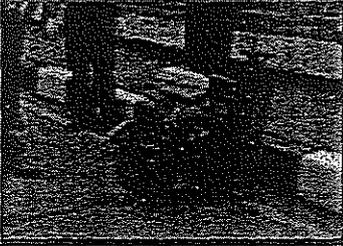
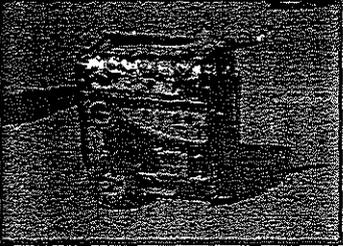
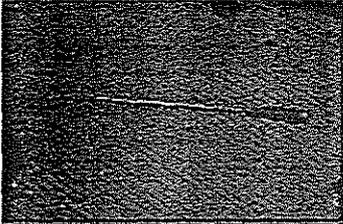
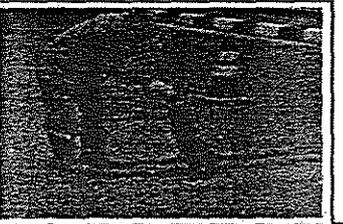
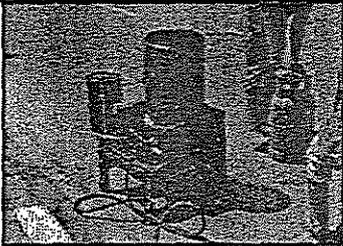
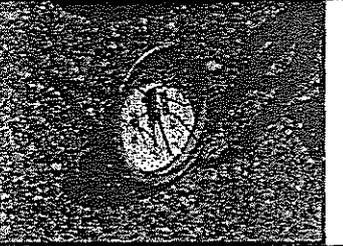
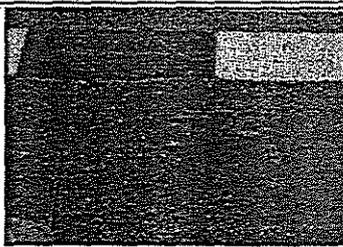
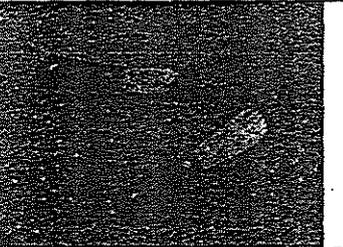
Tabel A.1 Permasalahan pada saat pelaksanaan penutupan ulang sambungan dan penutupan retak serta penanggulangannya (lanjutan)

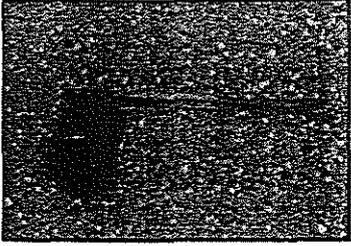
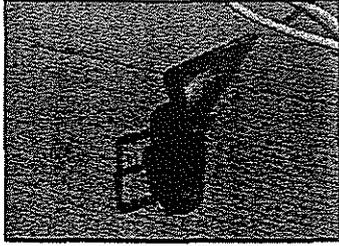
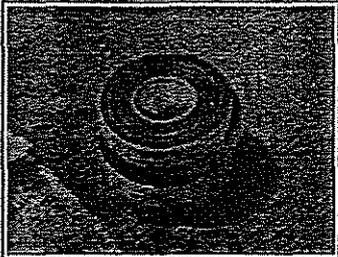
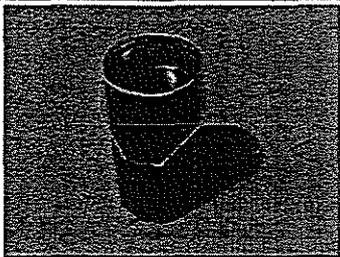
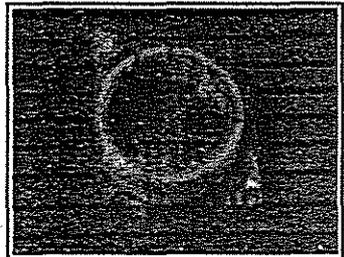
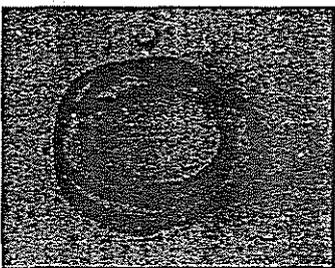
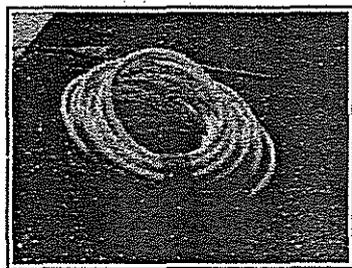
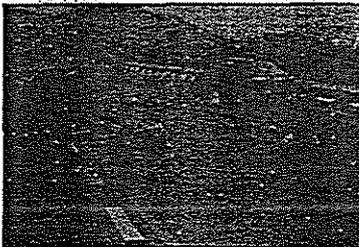
Permasalahan	Penanggulangan tipikal
Bahan penutup dingin tidak mengeras (<i>setting up</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Gunakan bahan penutup segar. • Gunakan perbandingan campuran dan sistem pencampuran yang tepat.
Bahan penutup tercabut ketika dilewati kendaraan	<ul style="list-style-type: none"> • Tutup lalulintas dan tangguhkan pembukaan jalan. • Lakukan penutupan sambungan pada temperatur rendah. • Pasang bahan penutup rata permukaan atau dengan reses yang ditentukan. • Pilih bahan penutup lebih keras menurut temperatur lingkungan. • Pasang pada temperatur yang tepat dan verifikasi terus temperatur pada alat pencair. • Ulangi penyiapan rutin kemudian tutup kembali sambungan yang telah terkontaminasi • Bersihkan kembali dinding sambungan untuk menghilangkan bahan yang mengganggu kemudian lakukan penutupan ulang.
Rongga di dalam bahan penutup yang sudah memantap	<ul style="list-style-type: none"> • Lakukan penutupan pada saat temperatur lebih dingin atau biarkan beton untuk mengering lebih lanjut atau gunakan bahan penutup tidak melekek untuk menghindarkan terjadinya rongga. • Batang penyokong mungkin meleleh oleh bahan penutup panas; gunakan batang penyokong yang lebih tahan panas dan periksa temperatur pemanasan bahan penutup. • Pasang batang penyokong dengan hati-hati agar tidak rusak (bocor). • Isikan bahan penutup mulai dari dasar sambungan. • Ganti batang penyokong bila basah. • Mantapkan bahan penutup menurut petunjuk produsen.
Bahan penutup tenggelam dalam sambungan	<ul style="list-style-type: none"> • Gunakan batang penyokong yang lebih besar atau gunakan bahan penutup tidak lekuk. • Gunakan batang penyokong yang tahan panas.

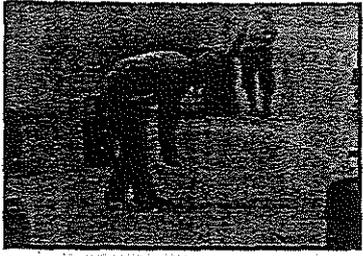
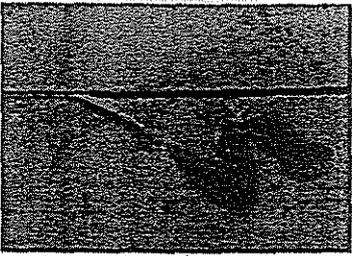
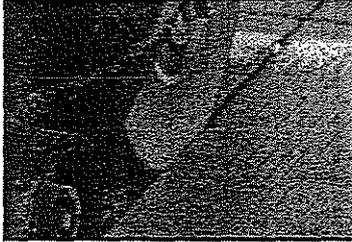
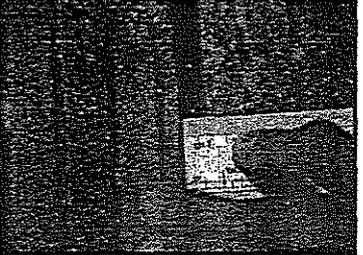
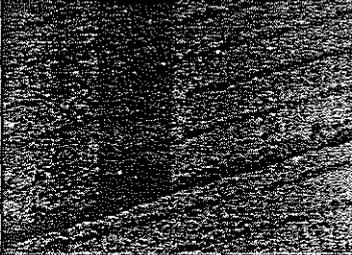
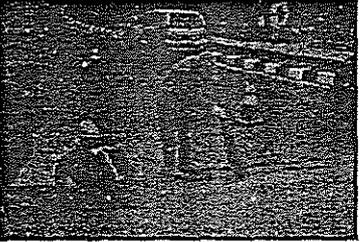
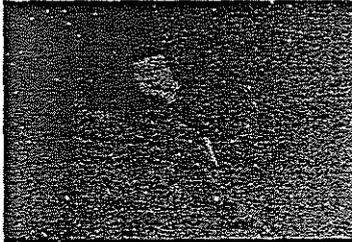
Lampiran B
(informatif)

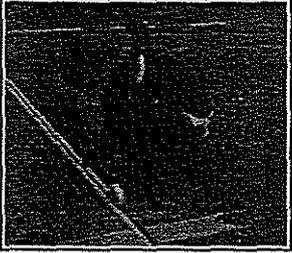
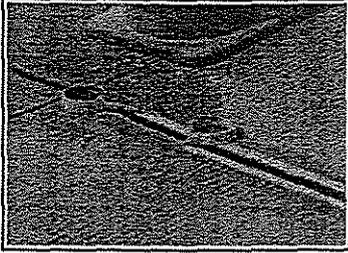
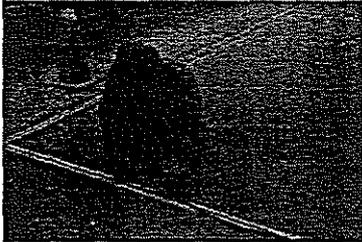
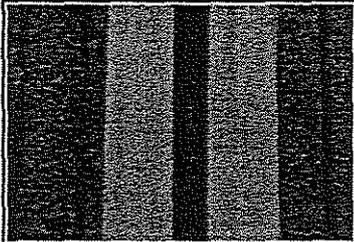
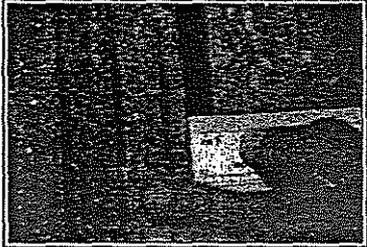
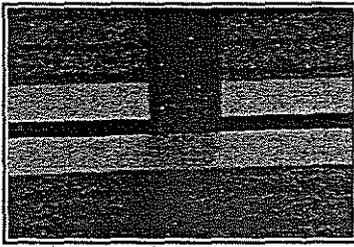
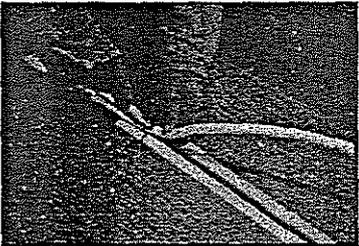
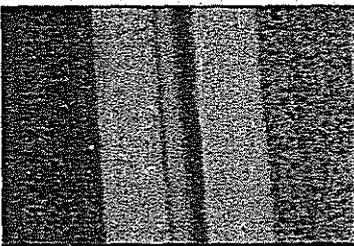
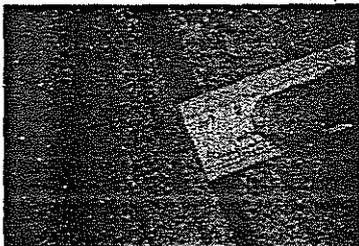
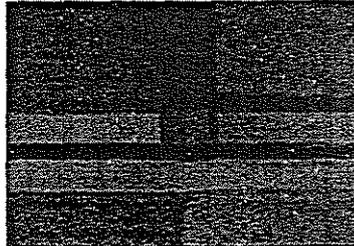
Gambar-gambar pelaksanaan

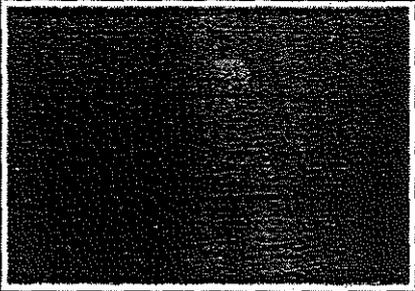
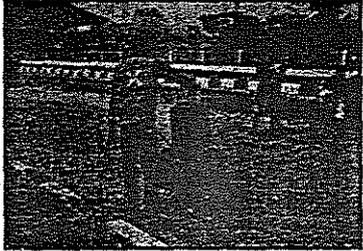
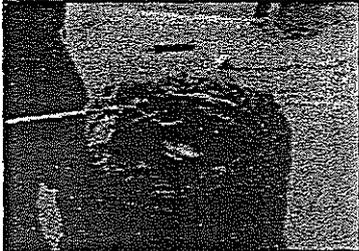
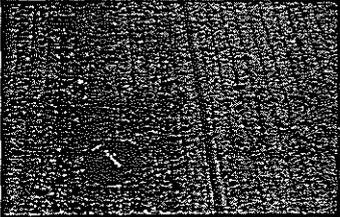
B.1 Pelaksanaan penutupan ulang sambungan

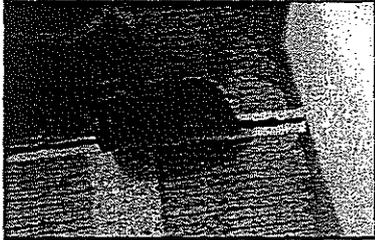
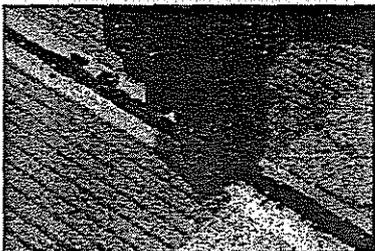
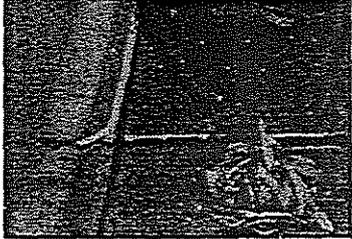
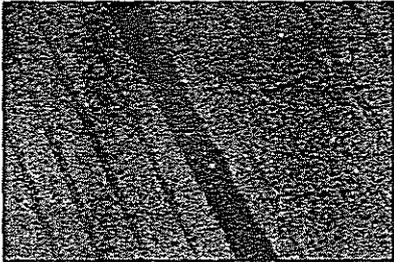
a. Peralatan	
	
Cutter/gergaji	
	
Alat penyemprot udara (<i>airblasting equipment</i>)	
	
Alat pencungkil bahan penutuplama	Sapu lidi
	
Alat pencair bahan penutuptuang panas	termometer
	
Mikser untuk bahan penutup tuangdingin	Kape

	
Alat penuang bahan penutuptuang panas	Alat penuang bahan penutup tuang dingin
b. Bahan	
	
Strip busa-berbitumen	Bahan penutup termoplastik tuang panas
	
Bahan penutuptermoseting tuang dingin	isolasi
	
Batang penyokong (<i>Backer rod</i>) persegi untuk bahan penutuptermoplastik tuang panas	Batang penyokong untuk bahan penutup <i>termoseting</i> tuang dingin
c. Pelaksanaan	
1. Pengupasan bahan sealant lama	
	
Penggergajian sambungan dengan alat <i>cutter</i> untuk mengupas bahan penutuplama	

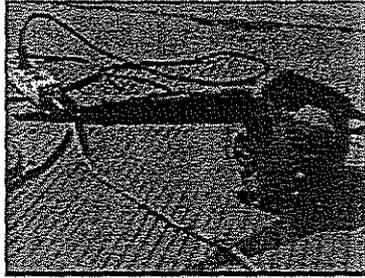
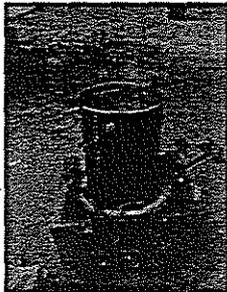
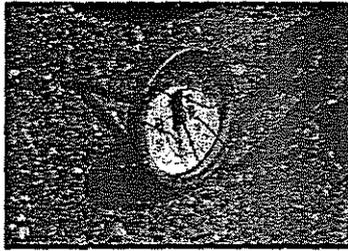
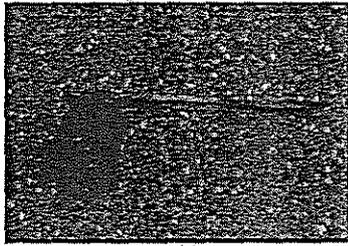
	
Pencungkilan bahan penutup lama pada reservoir sambungan	Bahan penutup lama dari reservoir sambungan
2. Pembentukan ulang sambungan	
	
Penggergajian untuk mendapatkan celah (<i>reservoir</i>) sesuai dengan ukuran faktor bentuk yang diinginkan.	
	
Pengukuran lebar dan kedalaman reservoir	
3. Pembersihan reservoir (<i>joint reservoir cleaning</i>)	
	
Pembersihan reservoir dari bahan penutup lama dengan sapu lidi	Pembersihan reservoir dengan Alat penyemprot udara (<i>airblasting</i>)
	
Pembersihan dinding reservoir dari debu dan kotoran yang tertinggal dengan alat penyemprot udara (<i>airblasting</i>)	

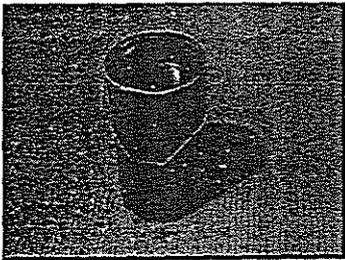
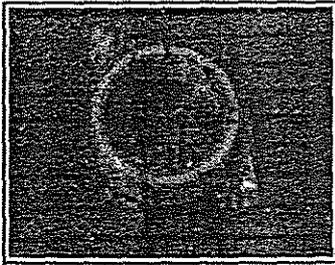
4. Pemasangan <i>backer road</i> (<i>backer road installation</i>)	
	
Sebelum pemasangan <i>backer rod</i> , dipasang isolasi pada setiap sisi sambungan agar bahan penutup terisi dengan rapih	
➤ Pemasangan <i>backer road</i> untuk bahan penutup termoplastik tuang panas	
	
Pemasangan batang penyokong untuk bahan penutup termoplastik tuang panas	Batang penyokong yang sudah terpasang pada reservoir
	
Pengukuran lebar dan kedalaman bahan penutup yang sesuai dengan faktor bentuk yang direkomendasikan	
➤ Pemasangan <i>backer road</i> untuk bahan penutup termoseting tuang dingin	
	
Pemasangan batang penyokong untuk bahan penutup termoseting tuang dingin	Batang penyokong yang sudah terpasang pada reservoir
	
Pengukuran lebar dan kedalaman bahan penutup sesuai dengan faktor bentuk	

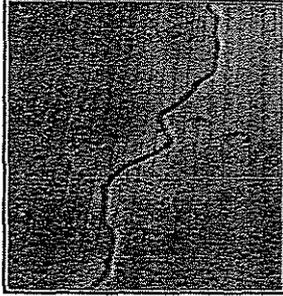
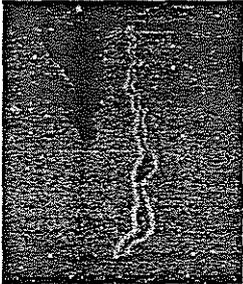
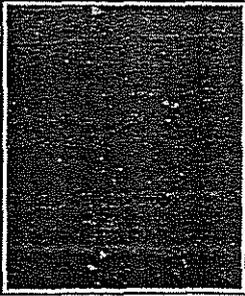
5. Pemasangan bahan penutupbaru (new sealant installation)	
> Pemasangan bahan penutupstrip busa berbitumen	
	
Pemasangan bahan penutupstrip busa berbitumen pada reservoir tidak diperlukan <i>backer rod</i> dan tidak diperlukan pemasangan isolasi di kedua sisi reservoir	
	
Hasil penutupan ulang sambungan dengan bahan penutupstrip busa berbitumen	
> Pemasangan bahan penutuptermoplastik tuang panas	
	
Pemanasan bahan penutuptermoplastik	Pengecekan temperatur pemanasan
	
Bahan penutupdituangkan pada reservoir mulai dari dasar secara merata	Setelah bahan penutup mulai mengeras lepas isolasi yang terpasang
	
Hasil penutupan ulang sambungan dengan bahan penutuptermoplastik panas	

<p>> Pemasangan bahan penutup termoseting tuang dingin</p>	
	
<p>Campur bahan penutup termoseting tuang dingin yang terdiri dari 2 komponen</p>	<p>Aduk dengan menggunakan mikser supaya homogen</p>
	
<p>Bahan penutup dituangkan pada reservoir mulai dari dasar secara merata</p>	
	
<p>Ratakan bahan penutup dalam reservoir sehingga tidak meluap</p>	<p>Setelah bahan penutup terisi lepas isolasi yang terpasang pada permukaan reservoir</p>
	
<p>Hasil penutupan ulang sambungan dengan bahan penutup termoseting dingin</p>	

B.2 Pelaksanaan penutupan retak

Crack sealing dengan bahan penutup termoplastik jenis aspal karet yang dituang panas.	
a. Peralatan	
	
Cutter/gergaji berdiameter kecil	Alat penyemprot udara (
	
Sapu lidi	Alat pencair bahan tuangpanas
	
termometer	Alat penuang bahan tuang panas

b. Bahan	
	
Bahan penutup retak termoplastik tuang panas	isolasi kertas

c. Pelaksanaan	
1. Membentuk ulang retak	
	
cutting mengikuti arah retakan	Retak yang sudah dibentuk
2. Bersihkan reservoir retak dan kotoran	
	
Membersihkan celah retak dari serbuk gergaji yang tertinggal	Bersihkan dengan sapu lidi kotoran disekitar retak yang sudah dibentuk
3. Pemasangan bahan penutup retak	
	
Sebelum penutupan retak, terlebih dahulu dipasang isolasi pada setiap sisi retak agar bahan penutup terisi dengan rapih	Penuangan bahan penutup termoplastik tuang panas pada celah retak
	
Hasil penutupan retak dengan bahan penutup termoplastik tuang panas	

Bibliografi

- American Concrete Pavement Association (ACPA). 1995. *Joint and Crack Sealing and Repair for Concrete Pavements. Technical Bulletin TB012P*. American Concrete Pavement Association, Skokie, IL.
- American Concrete Pavement Association (ACPA). 2004. *Concrete Crack and Partial-Depth Spall Repair Manual. Report JP003P*. American Concrete Pavement Association, Skokie, IL.
- Barksdale, R. D. and R. G. Hicks. 1979. *Improved Pavement-Shoulder Joint Design. NCHRP Report 202*. Transportation Research Board, Washington, DC.
- Evans, L. D., M. A. Pozsgay, K. L. Smith, and A. R. Romine. 1999. *LTPP Pavement Maintenance Materials: SHRP Joint Reseal Experiment, Final Report*. FHWA-RD-99-142. Federal Highway Administration, McLean, VA.
- Evans, L. D., K. L. Smith, and A. R. Romine. 1999. *Materials and Procedures for the Repair of Joint Seals in Portland Cement Concrete Pavements—Manual of Practice*. FHWA-RD-99-146. Federal Highway Administration, McLean, VA.
- Federal Highway Administration (FHWA). 2002. *Pavement Preservation Checklist Series #9: Joint Sealing Portland Cement Concrete Pavements*. FHWA-IF-03-003. Federal Highway Administration, Washington, DC.
- Permanent International Association of Road Congresses (PIARC). 1992. *Evaluation and Maintenance of Concrete Pavements*. Permanent International Association of Road Congresses, Paris, France.
- Peterson, D. E. 1982. *Resealing Joints and Cracks in Rigid and Flexible Pavements*. NCHRP Synthesis of Highway Practice 98. Transportation Research Board, Washington, DC.

Daftar nama dan lembaga

1. Pemrakarsa

Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

2. Penyusun

Nama	Instansi
Neny Kusnianti, ST., MT	Pusat Litbang Jalan dan Jembatan
Aldian Nurcahya, ST	Pusat Litbang Jalan dan Jembatan

Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 23 April 2015

**MENTERI PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT,**



M. BASUKI HADIMULJONO