

**SURAT EDARAN MENTERI PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT
NOMOR : 29/SE/M/2015
TANGGAL 23 APRIL 2015**

TENTANG

**PEDOMAN PENAMBALAN DANGKAL PERKERASAN BETON
BERSAMBUNG TANPA TULANGAN**



**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 : 29 /SE/M/2015**

TENTANG

**PEDOMAN PENAMBALAN DANGKAL PERKERASAN BETON
BERSAMBUNG TANPA TULANGAN**

A. Umum

Penambalan dangkal (*partial-depth repair*) merupakan perbaikan pada perkerasan kaku dengan memperbaiki/mengganti bagian pelat yang mengalami kerusakan terbatas pada sepertiga bagian atas pelat, yaitu dengan cara membongkar bagian pelat beton yang mengalami kerusakan kemudian menggantinya dengan bahan tambalan yang tepat. Penanganan ini akan memulihkan integritas struktural (*structural integrity*) serta meningkatkan kenyamanan, sehingga dapat mempertahankan umur pelayanan perkerasan.

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 melakukan kegiatan penambalan dangkal.

D. Ruang Lingkup

Pedoman ini menetapkan ketentuan perancangan, pemilihan bahan, pelaksanaan serta pengendalian mutu pada pekerjaan penambalan dangkal. Pada Pedoman ini juga dijelaskan informasi tentang keterbatasan dan efektivitas serta permasalahan yang umumnya dijumpai pada penambalan dangkal.

E. Penutup

Ketentuan lebih rinci mengenai Pedoman Penambalan Dangkal Perkerasan Beton Bersambung Tanpa Tulangan 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,**



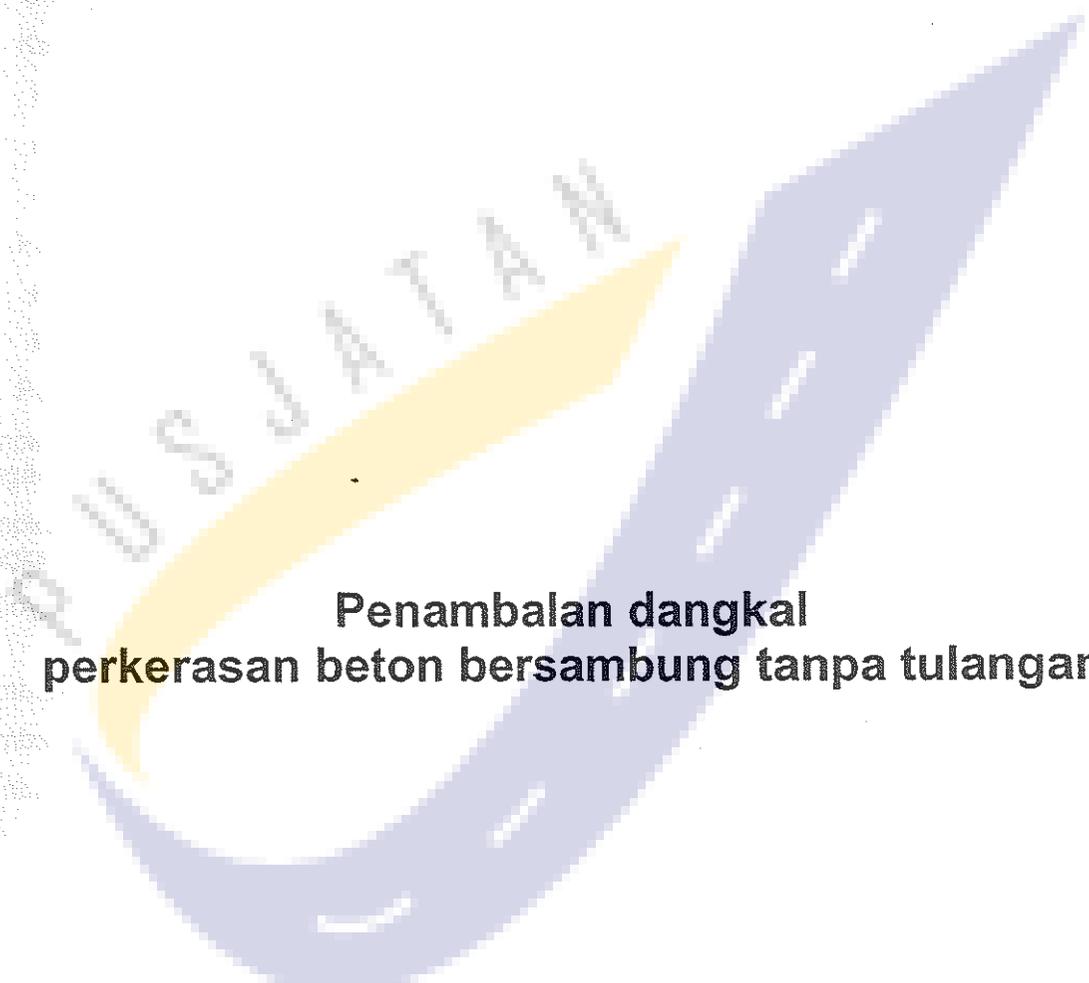
M. BASUKI HADIMULJONO

Tembusan disampaikan kepada Yth.:
Plt. Sekretaris Jenderal, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

LAMPIRAN
SURAT EDARAN MENTERI PEKERJAAN
UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
NOMOR : 29/SE/M/2015
TENTANG
PEDOMAN PENAMBALAN DANGKAL
PERKERASAN BETON BERSAMBUNG TANPA
TULANGAN

PEDOMAN

Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil



Penambalan dangkal
perkerasan beton bersambung tanpa tulangan



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT**

Daftar isi

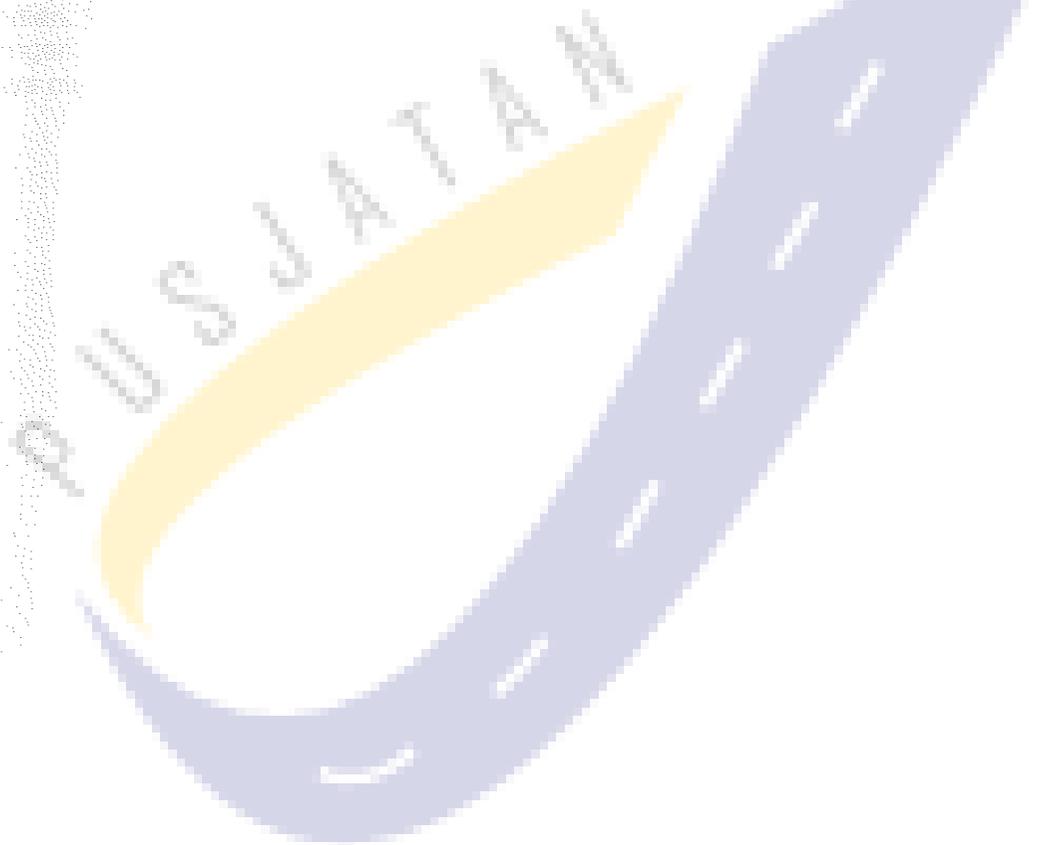
Daftar isi	i
Prakata	ii
Pendahuluan	iii
1 Ruang lingkup	1
2 Acuan normatif	1
3 Istilah dan definisi	1
4 Ketentuan	2
4.1 Keterbatasan dan efektivitas	2
4.2 Perancangan	2
4.3 Pemilihan jenis bahan tambalan	3
5 Pelaksanaan	4
5.1 Peralatan	4
5.2 Prosedur pelaksanaan	5
6 Pengendalian mutu	9
Lampiran A (informatif) Permasalahan yang umum dijumpai pada perbaikan pelat dengan tambalan dangkal dan pemecahannya	12
Lampiran B (informatif) Gambar-gambar pelaksanaan perbaikan pelat dengan tambalan dangkal	13
Bibliografi	15
Gambar 1 – Dimensi dan batas-batas penambalan dangkal	3
Gambar 2 - Pemasangan pemecah lekatan (<i>bond breaker</i>) pada sambungan	6
Gambar 3 - Sketsa tahap-tahap pelaksanaan penambalan dangkal	9

Prakata

Pedoman penambalan dangkal pada perkerasan beton bersambung tanpa tulangan merupakan hasil penelitian Puslitbang Jalan dan Jembatan yang mengacu pada Federal Highway Administration (2008), "*Concrete Pavement Preservation*".

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

Tata cara penulisan disusun mengikuti Pedoman Standardisasi Nasional (PSN) 08:2007 dan dibahas dalam forum rapat konsensus yang diselenggarakan pada tanggal 24 Juli 2014 di Bandung oleh Subpanitia Teknis, yang melibatkan para narasumber, pakar dan lembaga terkait.



Pendahuluan

Penambalan dangkal (*partial-depth repair*) merupakan perbaikan pada perkerasan kaku dengan memperbaiki/mengganti bagian pelat yang mengalami kerusakan terbatas pada sepertiga bagian atas pelat, yaitu dengan cara membongkar bagian pelat beton yang mengalami kerusakan kemudian menggantinya dengan bahan tambalan yang tepat. Penanganan ini akan memulihkan integritas struktural (*structural integrity*) serta meningkatkan kenyamanan, sehingga dapat mempertahankan umur pelayanan perkerasan.

Kerusakan yang tepat ditangani dengan penambalan dangkal adalah gompal atau retak. Penambalan dangkal terhadap sambungan yang gompal mencakup pemulihan celah sambungan sebelum dilakukan penutupan ulang sambungan. Jenis bahan dan pemilihan bahan yang tepat untuk penambalan dangkal tergantung pada persyaratan suatu kegiatan. Masing-masing jenis bahan memerlukan penanganan dan langkah pencampuran yang berbeda, tetapi dibutuhkan langkah-langkah yang sama dalam menyiapkan daerah penambalan. Waktu yang cukup untuk menyiapkan daerah penambalan, prosedur tentang pemasangan bahan dari produsen, pengaruh cuaca selama penambalan dan perawatan, semuanya memberikan sumbangan terhadap kinerja jangka panjang tambalan dangkal.

Penambalan dangkal perkerasan beton bersambung tanpa tulangan

1 Ruang lingkup

Pedoman ini menetapkan tentang ketentuan perancangan, pemilihan bahan, pelaksanaan, serta pengendalian mutu pada pekerjaan penambalan dangkal. Disamping itu, pada pedoman ini dijelaskan juga informasi tentang keterbatasan dan efektivitas serta permasalahan yang umumnya dijumpai pada penambalan dangkal.

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*

SNI 1974:2011, *Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder yang dicetak*

Pd-T-05-2004-B, *Pedoman pelaksanaan perkerasan beton semen*

3 Istilah dan definisi

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

3.1

bahan penutup sambungan (*joint sealant*)

suatu bahan yang bersifat elastis yang dipasang pada bagian atas sambungan yang dimaksudkan untuk mencegah masuknya benda padat ke dalam celah

3.2

gompal (*spalling*)

pecah atau disintegrasi pada beton di bagian tepi perkerasan, sambungan atau retakan pada arah memanjang atau melintang

3.3

kuat tekan beton

besarnya beban sumbu maksimum per satuan luas yang dapat dipikul oleh benda uji hingga terjadi keruntuhan dan dinyatakan dalam satuan MPa

3.4

penambalan dangkal (*partial-depth repair*)

perbaikan pada perkerasan kaku dengan mengganti bagian pelat yang mengalami kerusakan terbatas pada sepertiga bagian atas pelat

3.5

penyemprot 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

3.6

penyemprot 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

tali penyokong (*backer rod*)

tali dari bahan *polietilen* yang dipasang pada dasar celah, dan mencegah bahan penutup melekat pada dasar celah dan mencegah bahan penutup yang masih encer mengalir ke dasar celah sambungan.

4 Ketentuan

4.1 Keterbatasan dan efektivitas

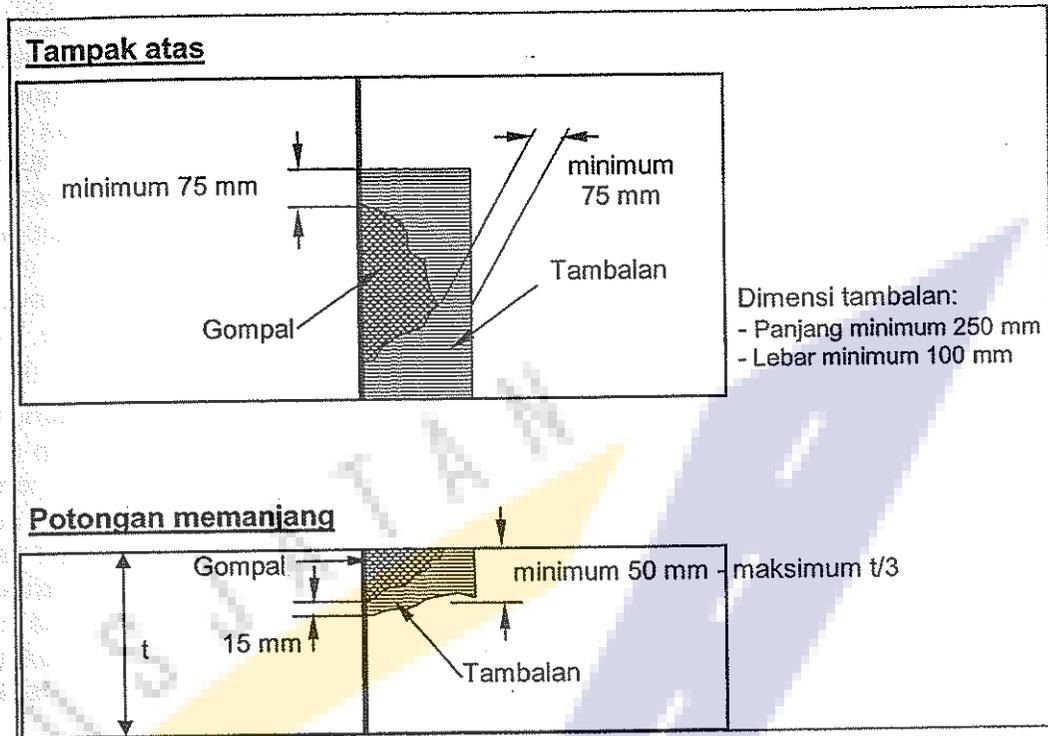
- a. Perbaikan tambalan dangkal hanya tepat untuk jenis kerusakan perkerasan beton tertentu yang terbatas pada sepertiga bagian atas dari pelat. Kerusakan jenis gompal yang tepat ditangani dengan penambalan dangkal adalah sebagai berikut:
 - Gompal yang diakibatkan oleh instruksi bahan keras ke dalam sambungan
 - Gompal yang diakibatkan oleh pelaksanaan pemadatan yang tidak baik dan perawatan yang tidak memadai
 - Gompal yang diakibatkan oleh kerusakan setempat, yaitu pengeroposan (*scaling*) beton yang lemah
 - Gompal yang diakibatkan oleh pembuatan celah sambungan dengan bilah yang disisipkan (*joint inserts*)
 - Gompal yang diakibatkan oleh *dowel* yang terpasang tidak tepat (*misalignment*) atau terkunci
 - Gompal pada retak memanjang atau melintang yang diakibatkan oleh penyusutan, kelelahan, atau pergerakan pondasi
- b. Beberapa faktor yang menjadi penyebab kegagalan pada penambalan dangkal adalah pemilihan bahan tambalan yang tidak tepat, lekatan yang rendah, pengerjaan bahan tambalan yang tidak semestinya, pemadatan yang tidak cukup, dan ketidakcocokan pemuatan termal antara bahan tambalan dengan pelat yang ada.

4.2 Perancangan

- a. Survei lapangan perlu dilakukan untuk mengetahui kondisi permukaan jalan, seperti jenis dan luas kerusakan yang terjadi
- b. Agar penambalan efektif, maka semua bagian pelat yang lemah dan rusak harus ditentukan lokasinya dan dibongkar
- c. Menentukan batas-batas daerah yang akan ditambal dilakukan melalui "pendugaan" dengan menggunakan tongkat baja, atau palu; yaitu untuk menentukan bagian beton yang keropos.
- d. Penentuan dimensi dan batas-batas tambalan, lihat Gambar 1.
 - Dimensi penambalan dangkal disarankan mempunyai panjang minimum 250 mm, lebar minimum 100 mm, dan kedalaman minimum 50 mm.
 - Tanda batas penambalan harus dibuat 75 mm lebih besar dari batas hasil pendugaan, yaitu untuk memastikan agar semua bagian beton yang rusak

terbongkar dan untuk kedalaman tambalan lebihkan sekitar 15 mm mencakup beton yang baik, tetapi tidak boleh sampai menyentuh batang *dowel*.

- Bidang tambalan harus mempunyai bentuk empat persegi panjang atau bujur sangkar, serta harus mengikuti pola sambungan yang ada untuk menghindarkan bentuk tidak beraturan yang dapat menimbulkan retak pada bahan tambalan.



Gambar 1- Dimensi dan batas-batas penambalan dangkal

- Apabila bagian-bagian pelat yang akan ditambal mempunyai jarak kurang dari 60 cm, maka penambalan tersebut harus digabungkan untuk mengurangi tambalan kecil yang banyak.
- Semua batas-batas penambalan harus diberi tanda yang jelas pada waktu survei.
- Apabila terdapat tenggang waktu antara waktu survei dan waktu pelaksanaan penambalan, maka batas-batas penambalan harus diverifikasi kembali untuk memastikan bahwa bagian beton yang keropos tidak bertambah luas.

4.3 Pemilihan jenis bahan tambalan

- Pemilihan bahan tambalan yang tepat harus mencakup evaluasi dari sifat-sifat bahan tambalan yang akan digunakan.
- Kriteria yang umumnya digunakan dalam pemilihan bahan tambalan adalah:
 - kekuatan bahan pada waktu tertentu (misalnya pada saat tambalan dapat dibuka untuk lalu lintas)
 - karakteristik penyusutan dan koefisien pemuaian termal bahan tambalan, karena perbedaan antara pemuaian bahan tambalan dengan pemuaian beton di sekitarnya dapat menimbulkan kerusakan tambalan.
- Bahan untuk penambalan dangkal umumnya dikelompokkan menjadi tiga kategori yaitu bersifat semen, polimerik, beraspal. Pemilihan bahan tersebut tergantung pada waktu pengerasan, temperatur lingkungan, serta luas dan kedalaman tambalan. Karena

terdapat banyak faktor yang mempengaruhi proses pemilihan bahan tambalan, maka tidak mungkin memilih satu jenis bahan untuk semua keperluan/kondisi. Apabila menghendaki agar tambalan dapat dibuka untuk lalu lintas dalam waktu beberapa jam dapat digunakan bahan cepat mengeras (*rapid-setting*) dan bahan berkekuatan awal tinggi (*high-early strength*).

d. Bahan bersifat semen

- Bahan bersifat semen mencakup produk semen *portland*; Tipe I atau OPC (*Ordinary Portland Cement*), PPC (*Portland Pozzolan Cement*) dan PCC (*Portland Composite Cement*)
- Beton semen portland (*portland cement concrete, PCC*) mutu tinggi baik tanpa ataupun dengan bahan tambah lebih banyak digunakan untuk penambalan perkerasan beton
- Campuran tipikal terdiri atas semen portland dengan agregat kasar yang mempunyai ukuran tidak lebih dari setengah ketebalan. Bahan tambalan pada umumnya merupakan beton dengan *slump* rendah dan faktor air-semen tidak lebih dari 0,44. Beton semen portland umumnya memerlukan perekat yang dapat mempertinggi lekatan antara bahan tambalan dengan perkerasan

e. Beton berbasis polimer:

- Beton dengan bahan berbasis polimer dibentuk dengan cara menggabungkan resin polimer, agregat dan inisiator.
- Beton dengan bahan berbasis polimer sifatnya jauh lebih cepat mengeras daripada bahan bersifat semen, tetapi pada kondisi lapangan tertentu sangat peka terhadap temperatur.
- Salah satu jenis beton berbasis polimer adalah beton epoksi, yang mempunyai sifat yang kedap dan mempunyai sifat adhesif yang baik. Pada saat digunakan perlu diperhatikan agar beton epoksi kompatibel dengan beton perkerasan.

f. Campuran beraspal

Campuran beraspal digunakan hanya untuk penambalan sementara pada perkerasan beton sebelum dilakukan pemasangan lapis tambah, terutama bila perkerasan beton yang mengalami retak yang parah. Apabila penambalan dengan campuran beraspal tidak dilakukan, maka kerusakan harus ditangani dengan penambalan penuh.

5 Pelaksanaan

5.1 Peralatan

Peralatan yang digunakan pada pelaksanaan kegiatan penambalan dangkal adalah:

- a. Gergaji bergigi intan (*diamond-bladed saw*), untuk menggergaji batas-batas tambalan
- b. *Jackhammer* ringan dengan berat maksimum 7 kg, untuk membongkar beton
- c. Alat penyemprot pasir (*sandblasting*) dan alat penyemprot udara (*airblasting*), untuk membersihkan daerah penambalan
- d. Alat pencampur beton dengan kapasitas yang sesuai dengan kebutuhan
- e. Alat pemadat manual dan alat perata beton
- f. Alat untuk pengujian bahan tambalan: corong *slump*, cetakan silinder, batang besi, palu, dan mistar
- g. Kuas, untuk melaburkan bahan perekat
- h. Mistar perata (*straightedge*) 3 meter

5.2 Prosedur pelaksanaan

Pengerjaan tambalan dangkal mencakup langkah-langkah sebagai berikut:

a. Pelaksanaan penggergajian

- Lakukan penggergajian sesuai dengan batas-batas tambalan yang sudah diberi tanda.
- Lakukan penggergajian vertikal dengan kedalaman minimum 50 mm dan lebihkan batas-batas tambalan kira-kira 75 mm di luar batas kerusakan.
- Metoda yang paling umum adalah dengan menggunakan gergaji bergigi intan (*diamond-bladed saw*) untuk memotong beton di sepanjang batas-batas penambalan. Penggergajian harus dilakukan dengan lurus dan vertikal.

b. Pembongkaran beton

- Pada saat membongkar bagian beton yang keropos, perlu diperhatikan bahwa tambalan dangkal harus selalu kurang dari sepertiga bagian atas pelat.
- Buang beton yang jelek sampai kedalaman minimum 50 mm dan lebihkan sekurang-kurangnya 15 mm mencakup beton yang baik, tetapi tidak boleh sampai menyentuh batang *dowel*.
- Apabila pada saat penambalan, *dowel* menjadi terbuka, maka perbaikan harus dilakukan dengan penambalan penuh.
- Pembongkaran bagian beton yang keropos dapat dilakukan dengan salah satu metoda berikut:

(i) Penggergajian dan penambalan

Penggergajian pada batas-batas vertikal akan mengurangi gompal yang terkait dengan beton yang tipis atau tidak rapi di sekeliling tambalan. Untuk tambalan yang besar, pembongkaran beton yang keropos dapat dilakukan melalui penggergajian pada batas-batas bagian beton yang luasnya lebih kecil.

Setelah beton digergaji, pembongkaran dilakukan dengan menggunakan *jackhammer*. Pembongkaran dimulai pada bagian tengah daerah penambalan dan bergeser menuju ke arah tepi. Pembongkaran harus dilakukan dengan hati-hati agar tidak merusak beton yang baik di bawah tambalan, tidak menyisakan bagian beton yang harus dibongkar dan tidak menimbulkan gompal pada tepi-tepi daerah penambalan.

(ii) Pemahatan dan penambalan

Beton keropos di tengah daerah penambalan dibongkar dengan menggunakan *jackhammer*, kemudian beton di dekat tepi daerah penambalan selanjutnya dibongkar dengan menggunakan peralatan manual (pahat). Pembongkaran harus di mulai dari bagian dalam daerah penambalan menuju ke arah tepi, dan ujung pahat harus selalu diarahkan menuju bagian dalam daerah penambalan.

(iii) Pembersihan dan penambalan

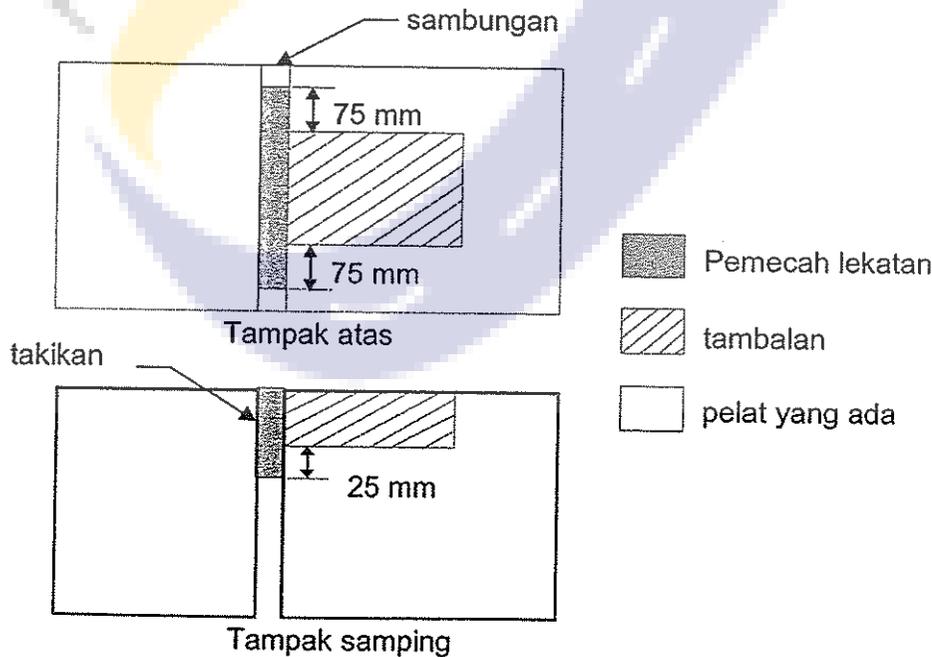
Pembersihan dan penambalan ini digunakan untuk perbaikan darurat pada kondisi jalan yang rusak dan hanya dilakukan apabila gompal membahayakan pengguna jalan dan tidak ada prosedur lain yang dapat diterapkan. Pelaksanaan meliputi pembongkaran bagian beton yang rusak atau lepas dengan menggunakan alat manual atau *jackhammer* ringan. *Jackhammer* ringan hanya digunakan apabila daerah penambalan besar dan bagian beton yang retak masih melekat kuat. Bahan yang telah lepas-lepas kemudian disapukan dengan sapu yang kaku.

c. **Penyiapan area yang akan ditambal**

- Permukaan daerah penambalan harus dalam keadaan bersih dan kasar, sehingga terjadi lekatan yang kuat antara bahan tambalan dengan pelat yang ada.
- Permukaan yang bersih dihasilkan melalui penyapuan dalam keadaan kering, penyemprotan dengan pasir (*sandblasting*), dan peniupan dengan udara bertekanan (*compressed airblasting*)
- Apabila permukaan yang telah disiapkan diraba dengan jari dan terasa masih mengandung bahan lepas (misal, debu atau lumpur), maka permukaan harus dibersihkan ulang.
- Apabila terjadi keterlambatan penambalan pada permukaan yang telah dibersihkan, permukaan perlu dibersihkan ulang

d. **Penyiapan sambungan**

- Faktor yang paling sering menjadi penyebab kerusakan tambalan dangkal pada sambungan adalah timbulnya tegangan yang besar pada bahan tambalan.
- Pemasangan lembaran polistirin atau polietilen atau bahan lain yang dapat dimampatkan antara bahan tambalan dan pelat disampingnya akan mengurangi risiko terjadinya kerusakan tambalan.
- Pemecah lekatan (*bond breaker*) atau pembentuk sambungan harus ditempatkan dengan tepat sehingga dapat mencegah bahan tambalan memasuki bukaan sambungan.
- Kegagalan pemasangan pembentuk sambungan akan menimbulkan tegangan tekan pada bagian bawah tambalan dan selanjutnya tambalan mudah rusak.
- Pemasangan pembentuk sambungan dianjurkan agar dipasang 25 mm lebih dalam dan 75 mm lebih panjang dari batas tambalan, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 - Pemasangan pemecah lekatan (*bond breaker*) pada sambungan

- Sebelum dipasang, lembaran pemecah lekatan perlu ditakik pada kedalaman yang memadai. Setelah lembaran pemecah lekatan yang ditakik dipasang pada sambungan yang telah dibersihkan, dan bahan tambalan telah dipasang dan mengeras kemudian bagian atas lembaran pemecah lekatan (di atas takikan) dicabut. Pencabutan bagian pemecah lekatan di atas takikan akan menghasilkan permukaan yang bersih dan membentuk reservoir sambungan yang siap diisi bahan penutup.
- Tambalan dangkal pada sambungan memanjang yang langsung berdampingan dengan lajur di sebelahnya sering mengalami gompal, sebagai akibat tegangan pelengkungan (*curling*). Hal tersebut dapat dicegah dengan memasang lembar polietilen (atau bahan tipis lain pemecah lekatan) di sepanjang sambungan memanjang menjelang penempatan bahan tambalan.

e. Aplikasi bahan perekat

- Setelah daerah penambalan dibersihkan, dan menjelang pemasangan bahan tambalan, daerah penambalan dapat dilapisi dengan perekat, yaitu untuk menjamin pelekatan yang sempurna antara bahan tambalan dengan beton di sekitar tambalan. Jenis perekat tergantung pada kecepatan pelekatan yang diperlukan untuk pembukaan lalu lintas.
- Sebelum bahan perekat diaplikasikan, daerah yang akan ditambal harus dalam kondisi kering permukaan jenuh.
- Bila sebagai perekat digunakan epoksi yang sudah jadi, maka penggunaan tersebut harus benar-benar mengikuti petunjuk yang dikeluarkan oleh produsen.
- Pelapisan dasar dan dinding daerah tambalan dengan perekat perlu dilakukan dengan seksama. Hal tersebut dapat dilakukan dengan cara mengoleskan perekat ke dasar dan dinding daerah penambalan dengan kuas; untuk daerah tambalan yang luas, aplikasi perekat dapat dilakukan dengan cara disemprotkan.
- Perlu diperhatikan agar pada cekungan-cekungan yang terdapat di dasar daerah penambalan, bahan perekat tidak boleh tergenang (berlebihan). Perekat harus diaplikasikan menjelang pemasangan bahan tambalan, agar perekat tidak mengeras sebelum bahan tambalan dipasang.
- Bahan perekat yang terlanjur mengeras harus dibuang dengan penyemprotan air atau pasir dan selanjutnya diaplikasikan bahan perekat yang baru. Untuk penggunaan bahan tambalan cepat mengeras, bahan perekat dipilih berdasarkan rekomendasi dari produsen yang sesuai dengan kondisi penambalan.

f. Pemasangan bahan tambalan

- Pada pencampuran bahan tambalan, volume bahan tambalan yang diperlukan biasanya sedikit, sehingga drum kecil atau alat pencampur beton yang sesuai dapat digunakan untuk mencampur bahan tambalan.
- Berdasarkan hasil percobaan pencampuran, bahan tambalan dapat terlebih dulu ditimbang dan dimasukkan ke dalam kantong, yaitu untuk memudahkan proses pencampuran.
- Jika menggunakan produk jadi yang dikemas, maka pelajari instruksi yang dikeluarkan oleh produsen tentang ketentuan pemasangan bahan tambalan yang akan digunakan.
- Ketelitian terhadap lama pencampuran dan penggunaan air untuk bahan tambalan cepat mengeras yang dikemas sangatlah penting.
- Selama pemasangan, hampir semua jenis bahan tambalan memerlukan pemadatan, peralatan yang dapat digunakan adalah peralatan manual.

- Prosedur pemasangan dan pemadatan bahan tambalan dimulai dengan mengisikan bahan tambalan agak berlebih ke dalam daerah penambalan, yaitu untuk mengantisipasi terjadinya pengurangan volume selama pemadatan.
- Pemadatan dicapai apabila bahan tambalan berhenti turun, tidak nampak gelembung-gelembung udara yang muncul, dan pada permukaan nampak lapis mortar halus.
- Luas tambalan dangkal biasanya kecil, maka untuk meratakan permukaan bahan tambalan dapat digunakan papan kaku sehingga permukaan tambalan rata dengan permukaan perkerasan yang ada.
- Agar bahan tambalan dapat melekat kuat dengan perkerasan yang ada maka bahan tambalan harus diratakan menuju sisi-sisi daerah penambalan.
- Perataan bahan tambalan sebaiknya dilakukan sekurang-kurangnya dua lintasan, untuk memastikan kerataan permukaan.
- Permukaan tambalan perlu dibuat bertekstur agar sesuai dengan tekstur perkerasan di sekitar tambalan.

g. Perawatan

- Perawatan harus dilakukan dalam mencegah terjadinya retak susut yang akan mempercepat kerusakan dini tambalan.
- Seluruh pekerjaan penambalan harus selesai sebelum waktu *setting* awal tercapai dan proses perawatan harus dimulai sebelum *setting* akhir terjadi.
- Untuk beton semen portland, perawatan yang paling sering dilakukan adalah dengan mengaplikasikan kompon (pigmen putih) atau dapat juga digunakan kain goni atau polietilen basah secepatnya setelah air menguap dari permukaan tambalan (Pd-T-05-2004).
- Perawatan bahan tambalan khusus dalam bentuk kemasan harus dilakukan menurut anjuran produsen.
- Pembukaan tambalan untuk lalu lintas perlu memperhatikan apakah bahan tambalan telah mempunyai kekuatan yang cukup. Sebelum tambalan dibuka untuk lalu lintas, kuat tekan minimum bahan tambalan adalah 21 MPa dari 3 buah benda uji (diuji sesuai SNI 1974:2011).

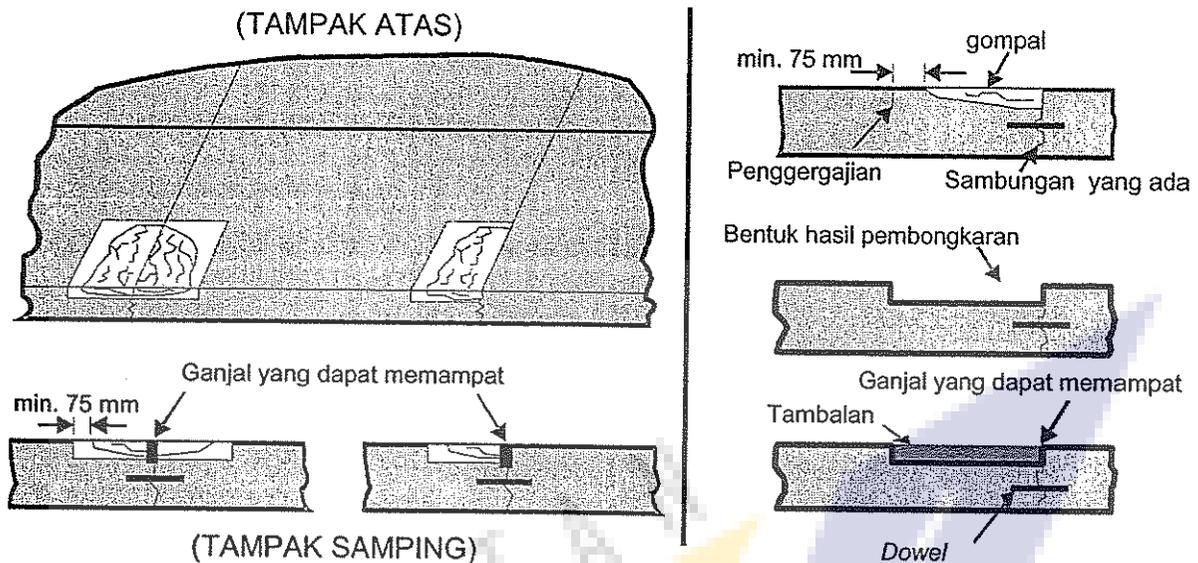
h. Penggerindaan (*diamond grinding*) jika diperlukan

Teknik pemeliharaan perkerasan dengan penambalan dangkal akan meningkatkan ketidakrataan, bila tidak dikerjakan dengan seksama. Hal tersebut biasanya merupakan akibat perbedaan elevasi tambalan dengan elevasi perkerasan di sekitar tambalan. Untuk mendapatkan permukaan tambalan yang rata dengan permukaan perkerasan sering diperlukan penggerindaan tambalan.

i. Penutupan sambungan

Langkah terakhir pada penambalan dangkal adalah penutupan sambungan. Hal tersebut dilakukan dengan cara penggergajian ulang sambungan untuk mendapatkan faktor bentuk yang baru, kemudian, dibersihkan dengan penyemprotan udara (*airblasting*), penyisipan tali penyokong (*rod backer*), serta pemasangan bahan penutup. Bahan untuk mengisi celah sambungan yang disyaratkan sesuai dengan SNI 03-4814-1998.

Tahap-tahap pelaksanaan penambalan diilustrasikan pada Gambar 3 dan Lampiran B.



Langkah-langkah pelaksanaan penambalan

- Lakukan penggergajian vertikal dengan kedalaman minimum 50 mm dan lebihkan batas-batas tambalan kira-kira 75 mm di luar batas kerusakan.
- Buang beton yang jelek sampai kedalaman minimum 50 mm dan lebihkan sekurang-kurangnya 15 mm mencakup beton yang baik, tetapi tidak boleh sampai menyentuh batang *dowel*
- Pasang ganjal yang dapat memampat (polistirin atau polietilen) bila letaknya di sambungan untuk membentuk ulang sambungan, dan oleskan perekat (hanya bila diperlukan).
- Lakukan penguangan, pemadatan, dan perawatan bahan tambalan.

Gambar 3 - Sketsa tahap-tahap pelaksanaan penambalan dangkal

6 Pengendalian mutu

Pengendalian mutu terhadap prosedur perancangan dan pelaksanaan yang teliti merupakan aspek yang sangat penting untuk mendapatkan tambalan dangkal yang awet. Berikut adalah hal-hal yang harus diperhatikan dalam kegiatan pengendalian mutu pada pelaksanaan tambalan dangkal:

- a. **Kaji ulang kegiatan; untuk memastikan bahwa kegiatan untuk tambalan dangkal masih tepat.**
 - i. Verifikasi bahwa kondisi perkerasan sejak perancangan sampai pelaksanaan tidak mengalami perubahan yang signifikan dan penanganan kerusakan dengan penambalan dangkal masih sesuai.
 - ii. Beberapa penambalan dangkal mungkin perlu diubah menjadi penambalan penuh. Pastikan bahwa kriteria untuk mengidentifikasi perubahan tersebut benar-benar dipahami.

b. Pemeriksaan bahan

- i. Bahan tambalan, bahan perekat, kompon dan bahan pengisi sambungan harus memenuhi spesifikasi sesuai dengan ketentuan yang tercantum dalam dokumen kontrak.
- ii. Jumlah bahan harus cukup untuk menyelesaikan kegiatan.
- iii. Jika menggunakan produk jadi yang dikemas, maka pelajari instruksi yang dikeluarkan oleh produsen tentang ketentuan pemasangan bahan tambalan yang akan digunakan.

c. Pemeriksaan peralatan

- i. Peralatan untuk membongkar beton
 - Periksa bahwa gergaji beton yang akan digunakan pada penambalan dangkal memadai untuk memotong beton sampai kedalaman yang dikehendaki dan sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan dalam dokumen kontrak.
 - Periksa peralatan *jackhammer* dalam kondisi dapat dioperasikan dan siap pakai.
- ii. Peralatan untuk membersihkan daerah penambalan
 - Periksa unit penyemprot pasir dan alat penyemprot air (bila digunakan) dapat berfungsi dengan baik.
 - Periksa kompresor mempunyai tekanan dan volume yang cukup untuk membersihkan daerah penambalan sesuai dengan dokumen kontrak.
- iii. Peralatan untuk pencampur beton dan pengujian beton
 - Periksa alat pencampur beton, dalam kondisi baik dan dapat dioperasikan.
 - Periksa bahwa peralatan pengujian bahan yang dibutuhkan telah tersedia di lapangan dan dalam kondisi siap pakai, seperti corong *slump*, cetakan silinder, batang besi, palu, penggaris, dan mistar perata (*straightedge*) 3 m.
- iv. Peralatan untuk memasang dan menyelesaikan bahan tambalan
 - Periksa alat pemadat beton manual tersedia.
 - Periksa alat perata benar-benar lurus dan tidak cacat, serta menghasilkan permukaan akhir yang rata/halus sesuai dengan yang dikehendaki.

d. Batasan cuaca

Sebelum memulai penambalan dangkal, yang perlu diperhatikan adalah: penambalan tidak boleh dilakukan apabila diperkirakan akan turun hujan. Tambalan yang telah selesai harus ditutup dengan terpal *polietilen* untuk mencegah kerusakan akibat hujan.

e. Pengaturan lalu lintas

Menjelang pelaksanaan dimulai harus dipastikan semua rambu dan perlengkapan untuk pengendalian lalu lintas telah sesuai dengan rencana. Setelah pelaksanaan penambalan selesai, lalu lintas tidak diizinkan melewati perkerasan sampai bahan tambalan mengeras dan mempunyai kekuatan minimum yang disyaratkan.

f. Pengawasan pada pelaksanaan

Pembongkaran dan pembersihan daerah tambalan

- Periksa batas-batas daerah pembongkaran ditandai dengan jelas pada permukaan perkerasan.
- Periksa garis-garis batas penambalan dibubuhkan pada jarak sekurang-kurangnya 75 mm di luar batas daerah beton yang keropos.
- Bongkar bagian beton yang keropos, yaitu sesuai garis batas yang telah dibubuhkan dengan menggunakan gergaji dan *jackhammer*.

- Pembongkaran beton yang keropos sampai kedalaman minimum 50 mm tetapi tidak lebih dari sepertiga bagian tebal pelat, serta tidak mengakibatkan batang penyalur beban menjadi terbuka.
 - Periksa setelah beton yang keropos dibongkar, daerah tambalan dibersihkan dengan kompresor menjelang pemasangan bahan tambalan, tiupan udara yang kedua mungkin diperlukan apabila setelah tiupan yang pertama daerah penambalan dibiarkan terbuka untuk beberapa lama yang melebihi waktu yang ditetapkan.
- i. **Penyiapan daerah tambalan**
- Periksa daerah tambalan disemprot dengan udara untuk menghilangkan debu, atau kotoran lain.
 - Periksa pembentuk sambungan yang akan disisipkan dalam sambungan. Pembentuk sambungan biasanya disisipkan 12 mm lebih dalam dari kedalaman daerah penambalan.
 - Bila tambalan berdampingan dengan bahu beraspal, pastikan bahwa papan kayu dipasang untuk mencegah bahan tambalan memasuki sambungan bahu.
 - Pastikan bahwa menjelang pemasangan bahan tambalan, bahan perekat dilaburkan pada dasar dan dinding daerah tambalan. Bila perekat menunjukkan gejala mengering sebelum bahan tambalan dipasang, maka perekat tersebut harus dikupas dengan semprotan pasir, dibersihkan dengan tiupan udara, dan kemudian perekat dilaburkan ulang.
 - Periksa perekat berbasis semen diaplikasikan menggunakan sikat kawat, sedangkan perekat epoksi dilaburkan dengan sikat lembut.
- ii. **Pemasangan, penyelesaian dan perawatan bahan tambalan**
- Periksa bahan tambalan yang akan dicampur mempunyai kuantitas yang cukup, untuk mencegah bahan tambalan tidak mengeras secara prematur.
 - Pastikan beton segar dipadatkan dengan alat pemadat yang sesuai.
 - Periksa elevasi permukaan bahan tambalan terhadap elevasi permukaan beton di sekitarnya dengan menggunakan penggaris. Perbedaan elevasi harus sesuai dengan ketentuan.
 - Periksa kerataan serta tekstur permukaan bahan tambalan segar dan harus sesuai dengan tekstur permukaan pelat di sekitar tambalan.
 - Periksa kompon diaplikasikan pada bahan tambalan yang permukaannya rata dan bertekstur serta masih segar, agar sesuai dengan ketentuan.
- iii. **Penutupan ulang sambungan dan retak**
- Periksa bahan pembentuk sambungan mempunyai ukuran yang sesuai dengan dimensi yang ditetapkan.
 - Periksa sambungan, bersihkan dan ditutup dengan bahan yang sesuai dengan ketentuan.
- g. Tanggung jawab pembersihan**
- i. Semua potongan dan pecahan beton yang lepas harus dibersihkan dari permukaan perkerasan dan dibuang.
 - ii. Periksa peralatan pencampuran, pengecoran, dan penyelesaian akhir telah benar-benar dibersihkan untuk penggunaan berikutnya.
 - iii. Periksa semua rambu yang berhubungan dengan pelaksanaan dan harus sudah dipindahkan pada saat pembukaan untuk lalu lintas.

Lampiran A
(informatif)

Permasalahan yang umum dijumpai pada perbaikan pelat dengan tambalan dangkal dan pemecahannya

Terdapat beberapa permasalahan yang umumnya dijumpai selama maupun setelah pelaksanaan perbaikan pelat dengan tambalan dangkal. Permasalahan tersebut ditunjukkan pada Tabel A.1. bersama-sama dengan penyebab dan pemecahannya.

Tabel A.1 - Permasalahan yang dijumpai pada penambalan dangkal dan pemecahannya

Permasalahan	Penyebab	Pemecahan
Kerusakan berkembang ke luar daerah tambalan	Kerusakan merupakan permasalahan yang tidak dapat diduga, karena luas kerusakan hanya diketahui setelah beton dibongkar.	Memperluas tambalan ke daerah beton yang masih baik. Tetapi bila kerusakan terjadi jauh lebih dalam dari yang diduga (di bawah 1/3 tebal pelat), maka perbaikan harus dilakukan dengan penambalan penuh.
Pada saat membongkar beton, batang penyalur beban terbuka.	Kerusakan beton lebih dalam dari yang diduga, atau teknik membongkar beton yang tidak semestinya.	Perbaikan harus dilakukan dengan penambalan penuh, sebagai pengganti penambalan dangkal.
Bahan tambalan mengalir ke dalam sambungan	Biasanya disebabkan oleh salah satu faktor sebagai berikut: <ul style="list-style-type: none"> ♦ bahan pembentuk sambungan tidak cukup panjang dan dalam. ♦ lebar bahan pembentuk sambungan tidak sesuai dengan lebar sambungan 	Terdapat dua pilihan pemecahan: membongkar dan mengganti bahan tambalan, atau tandai sambungan untuk digergaji secepatnya setelah bahan tambalan cukup kuat digergaji tanpa gompal. Bila bahan tambalan terlajur masuk ke dalam sambungan, maka tambalan harus dibongkar dan diganti.
Bahan tambalan retak atau tidak melekat (<i>debonding</i>)	Tambalan yang mengalami retak dini atau tidak melekat biasanya disebabkan oleh salah satu faktor sebagai berikut: <ul style="list-style-type: none"> ♦ bahan pembentuk sambungan tidak digunakan atau digunakan tidak tepat. ♦ bahan pembentuk sambungan berukuran tidak tepat atau dipasang tidak semestinya. ♦ daerah tambalan tidak dibersihkan menjelang pemasangan bahan tambalan. ♦ perekat terlanjur mengering sebelum bahan tambalan dipasang. ♦ kompon tidak diaplikasikan semestinya. ♦ bahan tambalan mudah retak. ♦ bahan tambalan dipasang pada cuaca yang tidak tepat. 	Bila kerusakan dini tambalan disebabkan oleh salah satu faktor yang telah disebutkan, pemecahannya adalah membongkar dan mengganti bahan tambalan. Namun penyebab kerusakan dini perlu benar-benar diidentifikasi, agar tidak terulang kegagalan yang sama.

Lampiran B
(informatif)

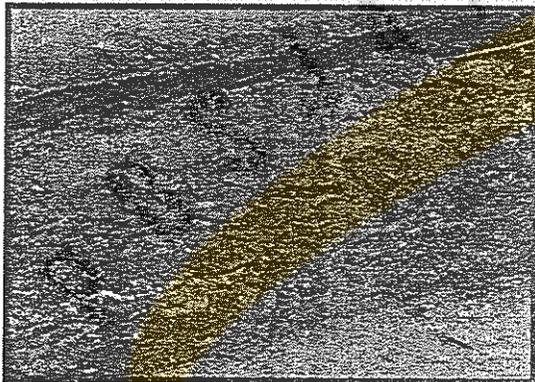
Gambar-gambar pelaksanaan perbaikan pelat dengan tambalan dangkal



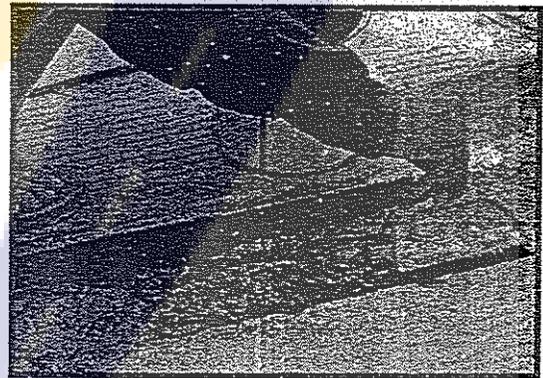
1) Penggergajian beton dengan *cutter*



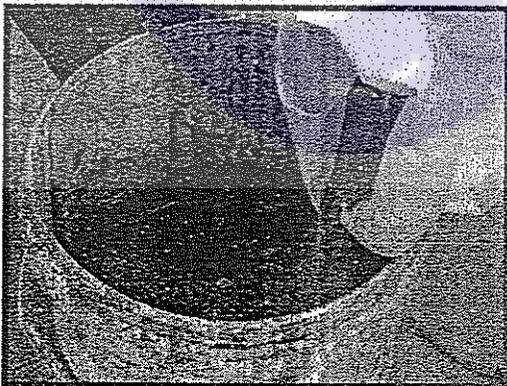
2) Pembongkaran beton dengan *jack hammer*



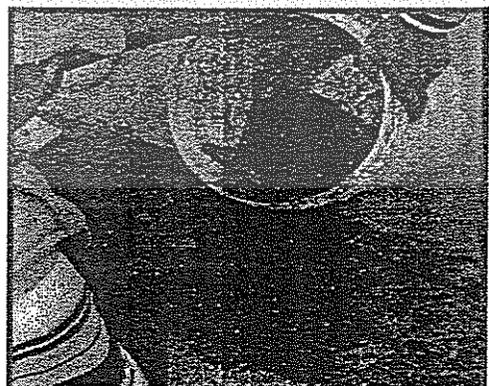
3) Daerah tambalan yang sudah bersih



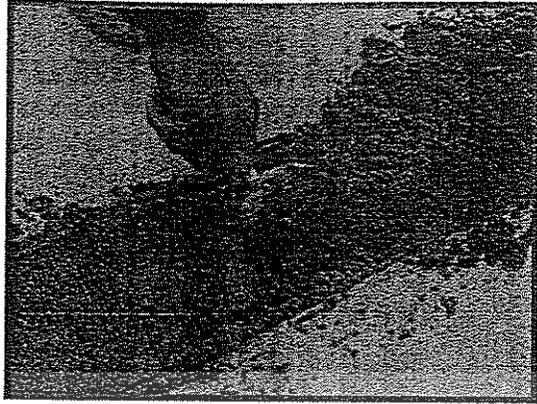
4) Aplikasi bahan perekat



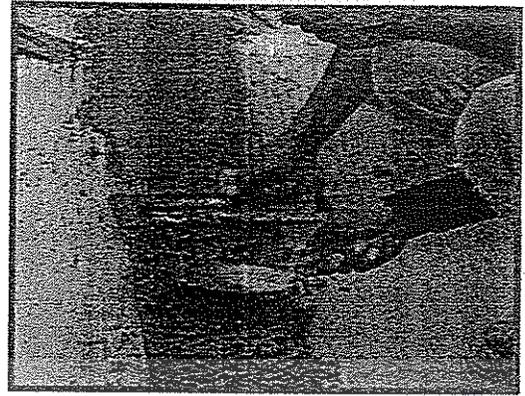
5) Pencampuran bahan tambalan



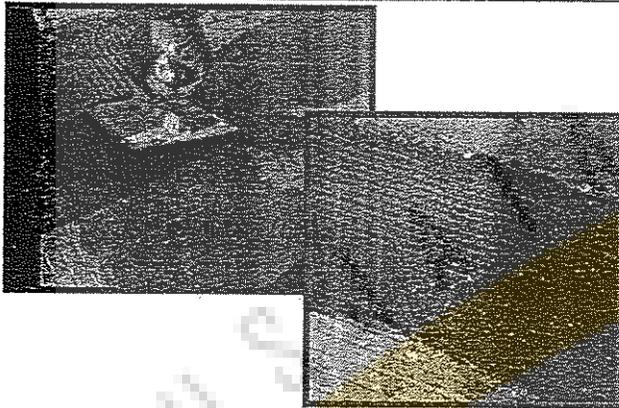
6) Pemasangan bahan tambalan



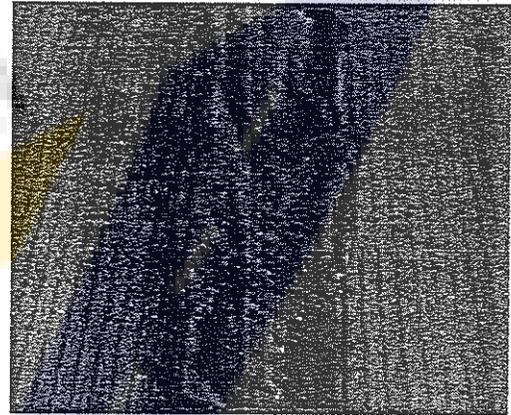
7) Pemasangan bahan tambalan



8) Perataan permukaan tambalan



9) Pembuatan tekstur tambalan



10) Perawatan tambalan



11) Pencabutan pemecah lekatan



12) Penutupan sambungan

Bibliografi

American Concrete Pavement Association (ACPA). 2006. *Concrete Pavement Field Reference - Preservation and Repair*. Report EB239P. American Concrete Pavement Association, Skokie, IL.

Wilson, T. P., K. L. Smith, and A. R. Romine. 1999b. *Materials and Procedures for Rapid Repair of Partial-depth Spalls in Concrete Pavement, Manual of Practice*. FHWA-RD-99-152. Federal Highway Administration, McLean, VA.

Patel, A. J., C. G. Mojab, and A. R. Romine. 1993. *Concrete Pavement Repair Manuals of Practice: Materials and Procedures for Rapid Repair of Partial-Depth Spalls in Concrete Pavements*. Strategic Highway Research Program Report SHRP-H-349. Strategic Highway Research Program, 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
Neni 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 bPERUMAHAN RAKYAT,



M. BASUKI HADIMULJONO