

Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
Nomor : 19/SE/M/2016
Tanggal : 11 Oktober 2016

PEDOMAN

Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil

**Penambalan penuh
perkerasan beton bersambung tanpa tulangan**



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT**



MENTERI PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
REPUBLIK INDONESIA

Kepada Yth.:

1. Para Pimpinan Tinggi Madya di Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat;
2. Para Pimpinan Tinggi Pratama di Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

SURAT EDARAN
NOMOR : 19 /SE/M/2016

TENTANG
PEMBERLAKUAN 10 (SEPULUH) PEDOMAN
BIDANG JALAN DAN JEMBATAN

A. Umum

Dalam rangka menunjang pembangunan infrastruktur PUPR, perlu memberlakukan 10 (sepuluh) Pedoman Bidang Jalan dan Jembatan dengan Surat Edaran sebagai acuan dalam pelaksanaan pekerjaan bidang jalan dan jembatan, sebagai berikut:

1. Pedoman penentuan Indeks Kondisi Perkerasan (IKP) (Pd 01 - 2016 - B)
2. Pedoman pemeliharaan jalan kerikil (Pd 02 - 2016 - B)
3. Pedoman metode uji lendutan menggunakan Light Weight Deflectometer (LWD) (Pd 03 - 2016 - B)
4. Pedoman penambalan penuh perkerasan beton bersambung tanpa tulangan (Pd 04 - 2016 - B)
5. Pedoman pengelolaan lingkungan kerja di lokasi Asphalt Mixing Plant (AMP) (Pd 05 - 2016 - B)
6. Pedoman survei pengukuran berat sumbu kendaraan dengan metode statis (Pd 06 - 2016 - B)
7. Pedoman survei pengukuran berat sumbu kendaraan dengan metode dinamis (Pd 07 - 2016 - B)
8. Pedoman perencanaan manajemen risiko pada kegiatan pembangunan terowongan (Pd 08 - 2016 - B)
9. Pedoman sistem pengambilan keputusan untuk pemilihan terowongan jalan atau galian lereng tinggi (Pd 09 - 2016 - B)
10. Pedoman survei dan pemetaan dalam pembangunan jalan (Pd 10 - 2016 - B)

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 (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomor 8);
4. Peraturan Presiden Nomor 15 Tahun 2015 tentang Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomor 16);
5. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 13/PRT/M/2011 tentang Tata Cara Pemeliharaan dan Penilikan Jalan;
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 Para Pejabat Eselon I dan Eselon II di Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, perancang, perencana dan pelaksana dalam:

1. Penentuan Indeks Kondisi Perkerasan (IKP) sehingga program pemeliharaan dan perbaikan yang diperlukan serta prioritas penanganan kerusakan perkerasan sesuai dengan kondisi kinerja perkerasan eksisting;
2. Pemeliharaan jalan kerikil agar dapat dilewati dengan nyaman pada kecepatan 70 km/jam;
3. Pengukuran lendutan dengan alat *Light Weight Deflectometer* (LWD) yang diperoleh dapat digunakan untuk perancangan tebal perkerasan jalan serta evaluasi kekuatan struktural lapisan perkerasan;
4. Penambalan penuh sebagai tindakan untuk memperbaiki berbagai kerusakan pelat beton seperti retak melintang, retak memanjang, kehancuran sudut (*corner break*), ledakan (*blowup*), gompal, kerusakan di dekat tambalan lama, dan kerusakan tambalan lama;

5. Pengelolaan lingkungan kerja di lokasi AMP dalam penyelenggaraan jalan yang bertujuan untuk mencegah, mengurangi, dan menanggulangi dampak negatif serta menjaga kualitas fungsi lingkungan hidup;
6. Pengumpulan data berat sumbu kendaraan dengan metode statis;
7. Pengumpulan data berat sumbu kendaraan dengan metode dinamis;
8. Pembangunan terowongan jalan untuk mendapatkan informasi risiko-risiko yang akan dihadapi dan tindakan-tindakan yang dapat dilakukan untuk mengurangi risiko tersebut;
9. Penentuan pilihan antara konstruksi terowongan jalan atau galian lereng tinggi pada jalan baru dengan topografi pegunungan agar lebih sistematis, komprehensif, konsisten dan realistis;
10. Kegiatan survei dan pemetaan untuk pekerjaan pembangunan jalan dan jembatan.

D. Ruang Lingkup

Ruang lingkup Surat Edaran ini meliputi pemberlakuan Pedoman sebagai berikut:

1. Pedoman penentuan Indeks Kondisi Perkerasan (IKP) (Pd 01 - 2016 - B)

Pedoman ini menetapkan penentuan Indeks Kondisi Perkerasan (IKP) ruas jalan yang terdiri atas perkerasan beton aspal dan perkerasan kaku melalui survei visual dan prosedur survei kondisi perkerasan di lapangan.

2. Pedoman pemeliharaan jalan kerikil (Pd 02 - 2016 - B)

Pedoman ini menetapkan persyaratan bahan, metode, ketentuan tingkat kepentingan penanganan dan jenis pemeliharaan permukaan jalan kerikil

3. Pedoman metode uji lendutan menggunakan *Light Weight Deflectometer* (LWD) (Pd 03 - 2016 - B)

Pedoman ini meliputi pengukuran lendutan pada permukaan perkerasan dan juga pada perkerasan tanpa penutup menggunakan alat *Light Weight Deflectometer* (LWD). Alat LWD ini sering juga disebut sebagai alat *Portable Falling Weight Deflectometer* (PFWD). Lendutan yang diukur dengan alat LWD bisa digunakan untuk menghitung modulus elastisitas dari lapisan perkerasan dengan menggunakan teknik-teknik perhitungan balik.

4. Pedoman penambalan penuh perkerasan beton bersambung tanpa tulangan (Pd 04 - 2016 - B)

Pedoman ini menetapkan ketentuan bahan dan prosedur penambalan penuh perkerasan beton bersambung tanpa tulangan yang meliputi pembongkaran, penggantian dan pengendalian mutu. Pada pedoman ini diuraikan mengenai pemilihan lokasi dan batas-batas perbaikan, pemilihan bahan perbaikan, pemulihan transfer beban, dan penentuan kapan perkerasan dapat dibuka untuk lalu lintas.

5. Pedoman pengelolaan lingkungan kerja di lokasi *Asphalt Mixing Plant* (AMP) (Pd 05 - 2016 - B)

Pedoman ini menetapkan ketentuan mengenai pengelolaan lingkungan kerja di lokasi AMP meliputi lingkungan kantor, lingkungan laboratorium, dan lingkungan produksi AMP.

6. Pedoman survei pengukuran berat sumbu kendaraan dengan metode statis (Pd 06 - 2016 - B)

Pedoman ini menetapkan ketentuan dan prosedur penimbangan berat sumbu kendaraan dengan metode statis yang meliputi kriteria lokasi penimbangan, kriteria peralatan dan personil serta prosedur keamanan, keselamatan dan prosedur keadaan darurat. Dalam pedoman ini tidak menyertakan metode penimbangan statis jembatan timbang.

7. Pedoman survei pengukuran berat sumbu kendaraan dengan metode dinamis (Pd 07 - 2016 - B)

Pedoman ini menetapkan ketentuan dan prosedur survei berat sumbu kendaraan dengan metode dinamis yang meliputi kriteria lokasi penimbangan, peralatan, personil, keamanan, keselamatan, dan prosedur keadaan darurat. Pedoman survei berat sumbu kendaraan dengan metode dinamis berdasarkan penimbangan kendaraan truk menggunakan peralatan dan sensor penimbang sumbu kendaraan baik secara menerus maupun sesaat.

8. Pedoman perencanaan manajemen risiko pada kegiatan pembangunan terowongan (Pd 08 - 2016 - B)

Pedoman ini menetapkan ketentuan dan prosedur perencanaan manajemen risiko pada kegiatan pembangunan terowongan jalan, yang meliputi penilaian risiko, pengendalian risiko serta komunikasi dan konsultasi. Kegiatan manajemen risiko yang dibahas pada pedoman ini adalah manajemen risiko pada tahap perencanaan, selama masa proses pengadaan dan tahap konstruksi terowongan jalan.

9. Pedoman sistem pengambilan keputusan untuk pemilihan terowongan jalan atau galian lereng tinggi (Pd 09 - 2016 - B)

Pedoman ini menetapkan ketentuan tentang sistem pengambilan keputusan dalam menentukan pemilihan konstruksi terowongan jalan atau galian lereng tinggi pada jalan baru dengan *terrain* pegunungan. Sistem pengambilan keputusan ini dilakukan dengan menggunakan model yang didasarkan pada cakupan dan ketersediaan data. Cakupan model sistem pengambilan keputusan meliputi *Analytical Hierarchy Process* (AHP), pohon keputusan, dan *Laplace*.

10. Pedoman survei dan pemetaan dalam pembangunan jalan (Pd 10 - 2016 - B)

Pedoman ini menetapkan ketentuan tentang survei dan pemetaan untuk pembangunan jalan pada tahapan prastudi kelayakan, studi kelayakan, perencanaan jalan termasuk desain dasar dan *Detail Engineering Design* (DED), pelaksanaan, dan paska pelaksanaan.

E. Penutup

Surat Edaran ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 11 Oktober 2016



Tembusan disampaikan kepada Yth.:
Sekretaris Jenderal, 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 Prinsip penambalan penuh	2
4.1.1 Kriteria dan tipe kerusakan	2
4.1.2 Penentuan daerah tambalan	3
4.1.3 Pertimbangan pemilihan bahan	4
4.1.4 Perencanaan transfer beban	5
4.1.5 Pembukaan untuk lalu lintas	5
4.2 Pelaksanaan penambalan penuh	5
4.2.1 Penggajian beton	5
4.2.3 Persiapan daerah tambalan	7
4.2.4 Perbaikan penyalur beban	7
4.2.5 Pengecoran dan penyelesaian beton	8
4.2.6 Perawatan beton	9
4.2.7 Penutup sambungan	9
4.3 Pengendalian mutu	10
4.3.1 Persiapan	10
4.3.2 Pemeriksaan bahan	10
4.3.3 Pemeriksaan peralatan	10
4.3.4 Pengendalian mutu pada saat pelaksanaan	11
4.3.5 Tanggung jawab pembersihan	12
Lampiran A (informatif) Permasalahan pada saat pelaksanaan tambalan penuh dan potensi permasalahan kinerja tambalan penuh dan teknik-teknik pencegahan	13
Lampiran B (informatif) Gambar-gambar pelaksanaan perbaikan dengan tambalan	15
Bibliografi	17
Gambar 1 - Ilustrasi cakupan potensi dari kerusakan di bawah sambungan	3
Gambar 2 - Contoh pemilihan dari batas-batas perbaikan kedalaman penuh	4
Gambar 3 - Contoh susunan batang <i>dowel</i>	5
Gambar 4 - Lokasi penggajian untuk perbaikan penambalan penuh	6
Gambar 5 - Sketsa posisi dan ukuran lubang <i>dowel</i>	8
Gambar 6 - Rekomendasi arah perataan pada daerah perbaikan	9
Tabel 1 - Jenis dan tingkat kerusakan yang dapat ditangani dengan penambalan penuh	3
Tabel 2 - Jarak maksimum antara perbaikan penambalan penuh	4
Tabel 3 - Keuntungan dan kerugian dari metode pembongkaran beton	7

Prakata

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

Pedoman ini dipersiapkan oleh Panitia Teknik 91-01 Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil pada Sub Panitia Teknis Rekayasa Jalan dan Jembatan 91-01/S2 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 19 September 2014 di Bandung oleh Sub Panitia Teknis, yang melibatkan para narasumber, pakar dan lembaga terkait.

Pendahuluan

Penambalan penuh (*full-depth repair*) merupakan teknik perbaikan perkerasan beton yang mencakup seluruh tebal pelat beton yang ada dan ditujukan untuk memulihkan kenyamanan, dan mencegah kerusakan lebih lanjut. Penambalan penuh meliputi pembongkaran dan penggantian seluruh tebal bagian pelat beton yang rusak dengan pengecoran di tempat. Teknik tersebut dapat digunakan untuk mengatasi berbagai kerusakan pelat beton seperti retak melintang, retak memanjang, kehancuran sudut (*corner break*), ledakan (*blowup*), gompal, kerusakan di dekat tambalan lama, dan kerusakan tambalan lama dengan tingkat kerusakan yang tinggi.

Pada pedoman ini diuraikan mengenai pemilihan lokasi dan batas-batas perbaikan, pemilihan bahan perbaikan, pemulihan transfer beban, dan penentuan kapan perkerasan dapat dibuka untuk lalu lintas. Pedoman ini menitikberatkan pada teknik yang dapat diterapkan untuk perencanaan dan pelaksana perbaikan dengan tambalan penuh pada perkerasan beton bersambung tanpa tulangan.

Penambalan Penuh Perkerasan Beton Bersambung Tanpa Tulangan

1 Ruang lingkup

Pedoman ini menetapkan ketentuan bahan dan prosedur penambalan penuh perkerasan beton bersambung tanpa tulangan yang meliputi pembongkaran, penggantian dan pengendalian mutu.

2 Acuan normatif

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

SNI 4431:2011, *Cara uji kuat lentur beton normal dengan dua titik pembebanan.*

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.*

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

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

batang pengikat (*tie bars*)

batang baja ulir yang dipasang pada sambungan memanjang dengan maksud untuk mengikat pelat agar tidak bergerak horizontal

3.2

bahan penutup sambungan (*joint sealant*)

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

3.3

dowel

batang baja polos lurus yang dipasang pada setiap jenis sambungan melintang sebagai sistem penyalur beban, sehingga pelat yang berdampingan dapat bekerja sama tanpa terjadi perbedaan penurunan yang berarti

3.4

graut (*grout*)

campuran dari bahan berbasis semen dan air dengan atau tanpa agregat, dengan proporsi tertentu untuk menghasilkan konsistensi dalam penuangan tanpa mengalami segregasi

3.5

kuat tekan beton

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

3.6

kuat tarik lentur

kekuatan beton yang diperoleh dari percobaan balok beton dengan pembebanan dua titik yang dibebani sampai runtuh

3.7

ledakan (*blowup*)

kerusakan beton akibat tekuk (*buckling*) yang terjadi pada retak atau sambungan melintang yang mengalami tegangan tekan yang tinggi

3.8

patahan (*faulting*)

perbedaan elevasi antara sambungan panel yang bersebelahan atau daerah retak yang terjadi pada perkerasan kaku tanpa ruji

3.9

penyaluran beban (*load transfer*)

kemampuan sambungan atau retak dalam menyalurkan beban yang dapat dinyatakan dengan nilai lendutan atau tegangan

3.10

penambalan penuh (*full-depth repair*)

perbaikan pada perkerasan kaku dengan mengganti bagian pelat yang mengalami kerusakan setebal pelat yang ada

3.11

pumping

pemompaan atau lontaran rembesan air yang terpompa dari bawah perkerasan melalui retakan atau celah sambungan perkerasan beton semen akibat beban lalu lintas berat

3.12

rocking

fenomena dinamik yang berupa gerakan vertikal pada sambungan atau retakan akibat beban lalu lintas

4 Ketentuan

4.1 Prinsip penambalan penuh

4.1.1 Kriteria dan tipe kerusakan

- a. Kerusakan perkerasan beton yang terbatas pada sambungan atau retak, dan kerusakan tersebut tidak tersebar di seluruh panjang perkerasan yang ditinjau, maka dapat ditangani dengan penambalan penuh.
- b. Jenis kerusakan perkerasan beton bersambung yang dapat ditangani dengan penambalan penuh seperti disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 - Jenis dan tingkat kerusakan yang dapat ditangani dengan penambalan penuh

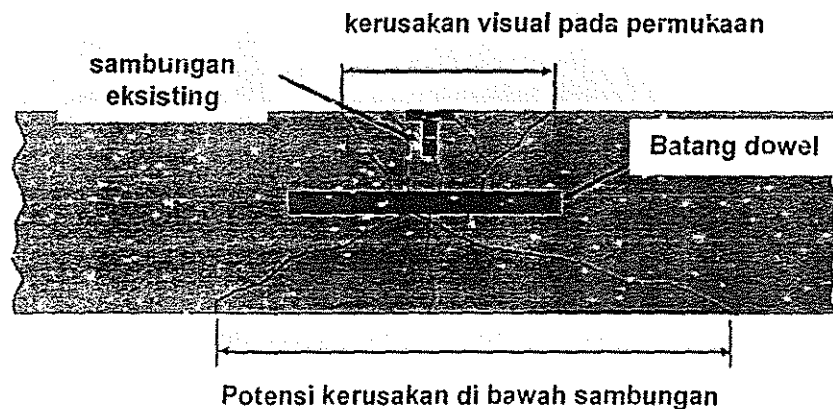
Jenis Kerusakan	Tingkat kerusakan yang ditangani dengan penambalan penuh
Retak melintang	Sedang, Tinggi
Retak memanjang	Sedang ¹ , Tinggi
Kehancuran sudut (<i>corner break</i>)	Rendah, Sedang, Tinggi
Ledakan (<i>blowup</i>)	Sedang ¹ , Tinggi
Kerusakan di dekat tambalan lama	Sedang ¹ , Tinggi
Kerusakan tambalan lama	Sedang ¹ , Tinggi

CATATAN :¹ Dapat ditangani dengan penambalan dangkal, bila kerusakan terjadi pada sepertiga bagian atas tebal pelat.

- c. Kegagalan yang terjadi akibat desain yang tidak memadai (terutama desain batang penyalur beban/*dowel* yang jelek), mutu pelaksanaan yang jelek, atau diaplikasikan pada perkerasan yang sudah terlanjur rusak parah, dapat dilakukan dengan penanganan tambalan penuh.

4.1.2 Penentuan daerah tambalan

- Batas-batas perbaikan diperluas untuk mencakup semua kerusakan yang terjadi pada pelat, seperti ditunjukkan dalam Gambar 1.



Gambar 1 - Ilustrasi cakupan potensi dari kerusakan di bawah sambungan

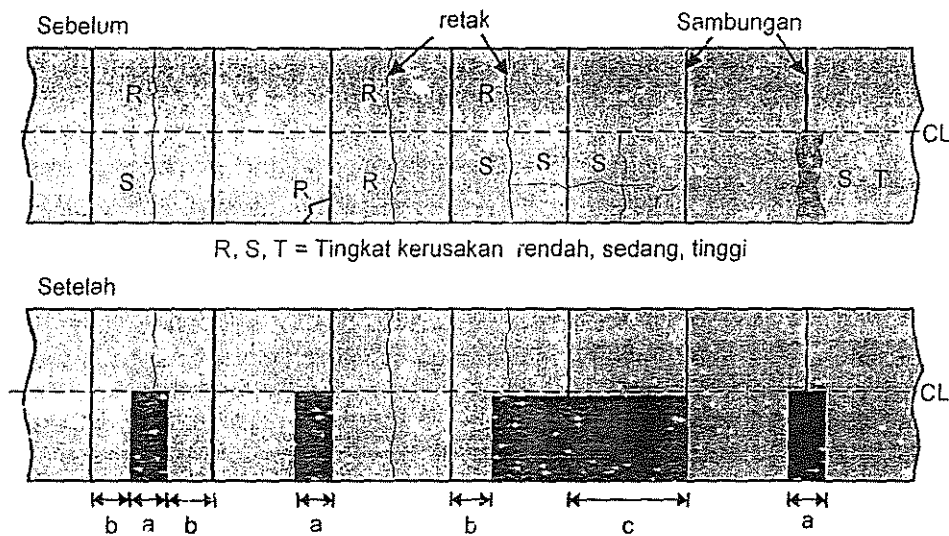
- Cakupan dari kerusakan di bawah permukaan pelat dapat diidentifikasi melalui pengambilan contoh inti.
- Perkerasan yang menggunakan dowel, panjang perbaikan minimum adalah 1,8 m dalam arah memanjang yang efektif untuk meminimalkan *rocking*, *pumping*, dan *breakup* dari pelat.
- Jarak dari sambungan ke batas penggergajian minimal 0,6 m.
- Bentuk perbaikan berupa persegi sejajar dengan pola sambungan.
- Memperluas batas-batas tambalan ke sambungan bila berada dalam batasan 1,8 m dari sambungan yang ada.
- Jika jarak antar tambalan berdekatan pada satu jalur maka gabungkan tambalan menjadi satu tambalan yang lebih besar. Tabel 2 memberikan pedoman untuk menentukan jarak maksimum antara perbaikan penambalan penuh.

Tabel 2 - Jarak maksimum antara perbaikan penambalan penuh

Tebal Perkerasan, mm	Jarak maksimum antar tambalan untuk penggabungan tambalan, m	
	Lebar lajur 3,0 m	Lebar lajur 3,5 m
270	2,7	2,4
300	2,4	2,4

Catatan: Bila jarak antar tambalan lebih dekat dari jarak yang tertera, maka harus digabung menjadi satu perbaikan.

- Contoh pemilihan batas-batas perbaikan apabila terdapat banyak kerusakan dari berbagai tingkat kerusakan yang ada, sesuai dengan Tabel 1 dan Gambar 2. Perlu dicatat tidak semua kerusakan memerlukan perbaikan penambalan penuh.



Catatan:

a – Panjang minimum adalah 1,8 m.

b – Jarak antara tambalan dan sambungan terdekat.

c – Mengganti pelat keseluruhan, di mana terdapat banyak retak yang saling memotong

Gambar 2 - Contoh pemilihan dari batas-batas perbaikan kedalaman penuh

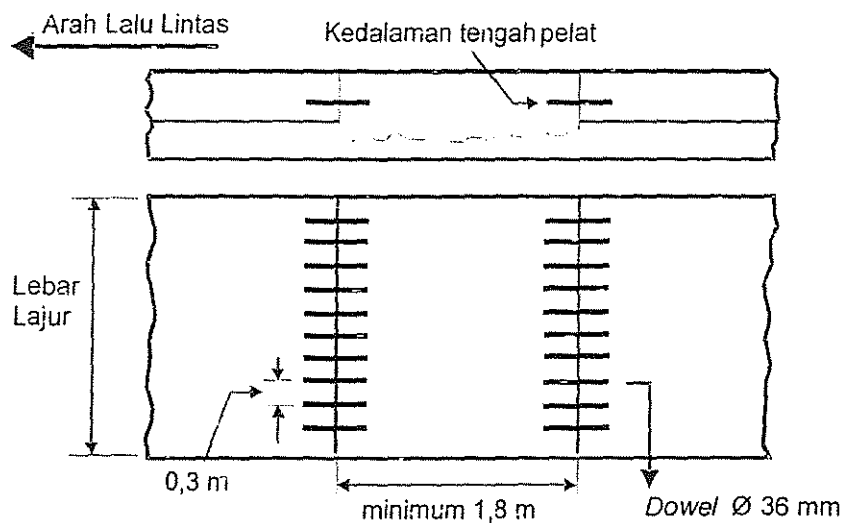
- Pada jalan raya dengan banyak lajur, kerusakan dapat terjadi hanya dalam satu lajur atau melintasi dua atau lebih lajur. Jika dua atau lebih lajur yang berdekatan rusak, maka perbaikan dilakukan per lajur sehingga arus lalu lintas dapat dipertahankan.

4.1.3 Pertimbangan pemilihan bahan

- Bahan untuk penambalan penuh harus dipilih berdasarkan tersedianya waktu penutupan lajur. Umumnya bahan yang digunakan adalah campuran beton semen.
- Kondisi iklim di lokasi (panas matahari dan temperatur udara) adalah faktor yang penting dalam memilih bahan untuk perbaikan.
- Mutu beton perbaikan minimal sesuai dengan beton eksisting atau dibuat lebih kuat.
- Penggunaan beton dengan kekuatan awal tinggi, dapat dicapai dengan mengurangi rasio air semen (w/c), menambah kadar semen, dan dengan menambahkan bahan kimia dan harus mempertimbangkan persyaratan khusus dalam pelaksanaan pengecoran, waktu perawatan (*curing time*), temperatur lingkungan dan biaya.
- Pengujian laboratorium dari bahan perbaikan yang dipilih harus dilakukan untuk memastikan bahwa persyaratan untuk pembukaan lalu lintas dapat tercapai.

4.1.4 Perencanaan transfer beban

- Perencanaan transfer beban sambungan melintang adalah salah satu faktor penting yang mempengaruhi kinerja dari perbaikan dengan tambalan penuh.
- Penggunaan batang *dowel* sangat dianjurkan untuk semua perbaikan penambalan penuh karena memberikan kinerja yang lebih baik (misalnya menurunkan tingkat *faulting*, dan *rocking*).
- Persyaratan ukuran *dowel* untuk perencanaan perbaikan penambalan penuh dengan ketebalan pelat > 250 mm, adalah *dowel* dengan diameter 36 mm, panjang 450 mm dan jarak pemasangan *dowel* 300 mm.
- *Dowel* yang diperlukan dipasang di seluruh lebar lajur. Gambar 3 memperlihatkan salah satu susunan dari *dowel*.



Gambar 3 - Contoh susunan batang *dowel*

4.1.5 Pembukaan untuk lalu lintas

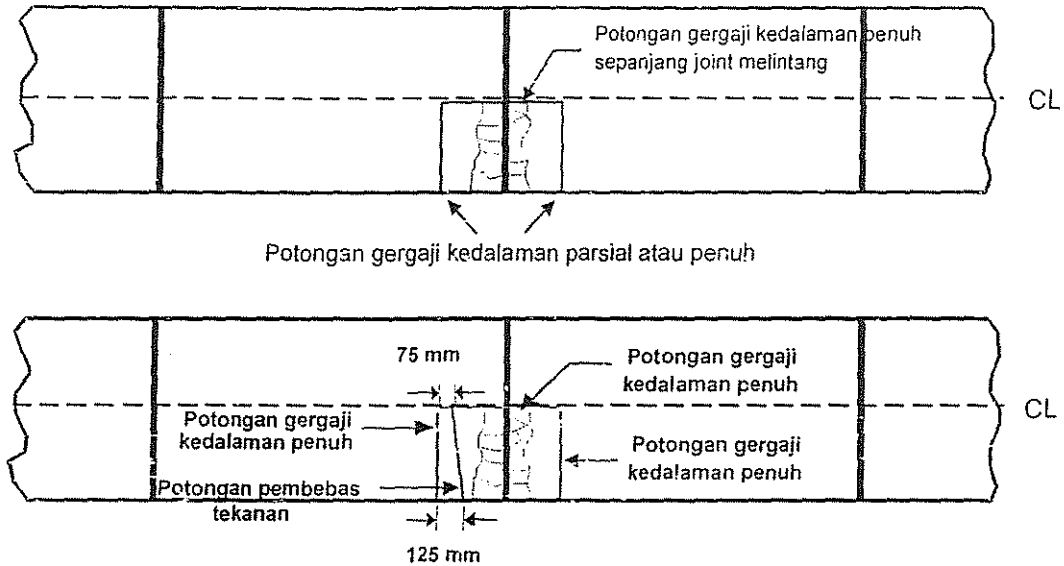
- Pembukaan lalu lintas diizinkan pada beton yang mempunyai kuat lentur 4,5 MPa diuji sesuai SNI 4431:2011 dan kekuatan tekan minimum beton (diuji sesuai SNI 1974:2011) adalah 30 MPa.
- Dibuat benda uji silinder yang dirawat pada kondisi di lapangan untuk mengecek kuat tekan dan kuat lentur beton aktual.

4.2 Pelaksanaan penambalan penuh

4.2.1 Penggergajian beton

- Batas-batas perbaikan harus digergaji dengan kedalaman setebal pelat menggunakan gergaji beton (*diamond saw blade*).
- Untuk mencegah kerusakan pada *subbase*, roda gergaji tidak diperbolehkan untuk menembus lebih dari 13 mm ke dalam *subbase*.

- Sambungan memanjang (dan bahu beton, bila ada) harus dipotong sampai kedalaman setebal pelat. Gambar 4 mengilustrasikan pola penggergajian tambalan penuh. Potongan miring pada bagian bawah gambar adalah potongan pelepas tekanan yang mungkin diperlukan untuk mencegah pecahan dari beton yang berdekatan pada saat pembongkaran beton.



Gambar 4 - Lokasi penggergajian untuk perbaikan penambalan penuh

- Penting untuk membatasi pembebanan lalu lintas antara waktu penggergajian dan pembongkaran beton untuk menghindari *pumping* dan pengikisan di bawah pelat. Dianjurkan tidak lebih dari 2 hari, lalu lintas diizinkan melalui daerah perbaikan setelah penggergajian sebelum prosedur pembongkaran beton dimulai.
- Bila bahu dari campuran beraspal, maka permukaan bahu setebal 150 mm sepanjang daerah perbaikan harus dibongkar untuk menyediakan ruang bagi celah sambungan tepi luar. Bahu harus ditambal dengan campuran beraspal kembali setelah perbaikan kedalaman penuh dilakukan.

4.2.2 Pembongkaran beton

- Terdapat dua metode yang digunakan untuk membongkar beton yang rusak setelah batas-batas potongan telah dibuat di daerah tambalan, yaitu:
 - Metode pemecahan dan pembersihan, pelat beton dipecah menggunakan *jackhammer*, *drop hammer*, atau *hydraulic ram*, dan diangkut menggunakan *backhoe* dan peralatan manual. Untuk mencegah keruntuhan pada beton yang berdekatan, jangan menggunakan *drop hammer* dan *jackhammer* yang besar di dekat sambungan yang digergaji. Pemecahan dapat dimulai pada bagian tengah dari daerah tambalan dan tidak pada potongan gergaji.
 - Metode pengangkatan, pengkait diletakkan pada lubang bor pada pelat yang rusak dan dikaitkan dengan rantai ke ujung depan *loader* atau peralatan lain yang berkemampuan untuk mengangkat vertikal pelat yang rusak. Beton tersebut kemudian diangkat pada satu potongan atau lebih. Metoda ini dapat meminimalkan gangguan terhadap lapis pondasi, dan untuk menghindari kerusakan pada pelat beton yang berdekatan.

- Keuntungan dan kerugian dari kedua metoda pembongkaran tersebut disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 - Keuntungan dan kerugian dari metode pembongkaran beton

Metode	Keuntungan	Kerugian
Pemecahan dan Pembersihan	Alat pemecah beton dapat secara efektif memecahkan beton, dan peralatan <i>backhoe</i> yang dilengkapi bak yang bergerigi dapat dengan cepat menghilangkan beton yang rusak dan mengangkutnya ke dalam truk.	Metode ini dapat merusak lapis pondasi atau tanah dasar, memerlukan penggantian bahan lapis pondasi, serta merusak pelat yang berdekatan.
Pengangkatan	Metode ini tidak mengganggu lapis pondasi dan tidak merusak pelat yang berdekatan. Pembongkaran beton lebih cepat daripada metode pemecahan dan pembersihan.	Pembuangan potongan-potongan besar beton dapat menjadi masalah. Potongan-potongan besar harus diangkat dengan peralatan pengangkat berat, atau digergaji ke potongan-potongan kecil dan diangkat dengan <i>loader</i> .

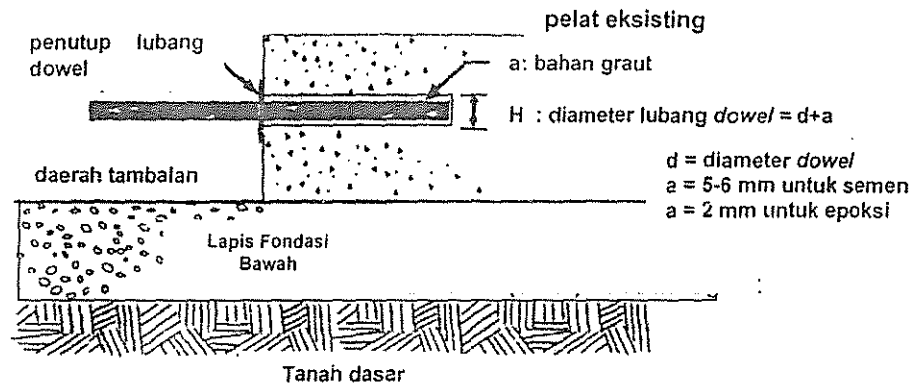
Bila terjadi kerusakan pada pelat yang digergaji selama pembongkaran, penggergajian baru harus dibuat di luar daerah penggergajian yang lama dan kemudian bahan bongkaran tambahan harus dibuang.

4.2.3 Persiapan daerah tambalan

- Semua bahan lapis pondasi dan tanah dasar yang terganggu harus dibuang dan diganti dengan bahan yang lebih baik atau dengan beton.
- Bila daerah tambalan dalam kondisi basah, maka harus dikeringkan sebelum meletakkan bahan baru.
- Jika panjang perbaikan lebih kecil dari 4,5 m, *bondbreaker board* harus diletakkan secara khusus sepanjang sambungan memanjang sebagai pemisah dari pelat yang berdekatan. Jika perbaikan lebih panjang dari 4,5 m, batang pengikat (*tiebars*) secara khusus dipasang pada sambungan memanjang.

4.2.4 Perbaikan penyalur beban

- Dowel dipasang untuk transfer beban pada kedua sambungan tambalan.
- Lubang *dowel* harus dibor sedikit lebih besar dari diameter *dowel* untuk memberikan ruang penjangkaran bahan dan terletak pada setengah tebal kedalaman pelat. Jika digunakan graut semen, diameter lubang harus 5-6 mm lebih besar daripada diameter *dowel*.
- Campuran graut yang plastis menyediakan dukungan yang lebih baik untuk *dowel* dibandingkan campuran yang sangat cair. Jika menggunakan campuran epoksi, diameter lubang maksimal 2 mm lebih besar dari diameter *dowel*, karena bahan jenis ini dapat keluar melalui celah-celah kecil.



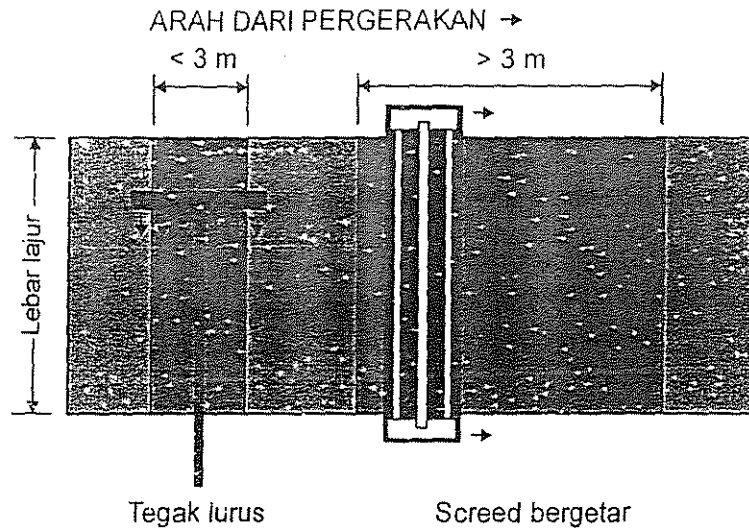
Gambar 5 - Sketsa posisi dan ukuran lubang dowel

- Prosedur pemasangan *dowel* ke pelat adalah sebagai berikut:
 - a) Bersihkan pecahan beton dan debu dari lubang *dowel* dengan kompresor udara. Jika lubang tersebut basah, harus dikeringkan terlebih dahulu sebelum pemasangan *dowel*. Semprotkan graut semen tidak menyusut atau epoksi resin yang cepat mengering pada bagian belakang dari lubang *dowel*. Graut semen disemprotkan dengan menggunakan tabung fleksibel dengan *nozzle* panjang di bagian belakang lubang. Bahan jenis epoksi diletakkan menggunakan *cartridge* dengan *nozzle* panjang yang bisa menempatkan bahan ke bagian belakang lubang.
 - b) Masukkan *dowel* ke dalam lubang dengan sedikit gerakan memutar sehingga bahan di bagian belakang lubang didesak dan mengelilingi batang *dowel*. Hal ini memastikan keseragaman lapisan dari bahan penahan atas batang *dowel*.
 - c) Setelah pemasangan, bagian ujung *dowel* yang menonjol harus dilumasi atau dicat untuk memudahkan pergerakan.

4.2.5 Pengecoran dan penyelesaian beton

Hal-hal yang perlu diperhatikan dari pengecoran dan penyelesaian untuk perbaikan kedalaman penuh (lihat Pd-T-05-2004) meliputi:

- Pencapaian kepadatan dan tingkat kerataan dengan pelat disekitarnya.
- Memastikan bahwa beton telah digetarkan dengan baik di sekitar tepi dari perbaikan dan tidak dilakukan secara berlebihan.
- Pengecoran beton tidak diperbolehkan bila temperatur beton pada saat dituangkan lebih dari 32°C.
- Untuk perbaikan yang panjangnya kurang dari 3 m, permukaan harus diratakan tegak lurus terhadap sumbu jalan, tetapi untuk perbaikan dengan panjang yang lebih dari 3 m, permukaan harus diratakan dengan *screed* sejajar dengan sumbu jalan (lihat Gambar 6).



Gambar 6 - Rekomendasi arah perataan pada daerah perbaikan

- Tidak boleh menambahkan air ke dalam truk pengangkut beton pada lokasi pelaksanaan dengan tujuan untuk meningkatkan workabilitas, karena hal ini akan mengurangi kekuatan dari campuran beton dan meningkatkan penyusutan.
- Tambalan harus diratakan dua atau tiga kali pada arah melintang untuk memastikan bahwa permukaan sama rata dengan beton yang berdekatan.
- Setelah pengecoran, permukaan beton baru yang masih dalam keadaan plastis harus diberi tekstur semirip mungkin dengan tekstur permukaan beton yang lama untuk memberikan kekesatan permukaan.
- Pada daerah perbaikan yang memerlukan sambungan, maka penggergajian sambungan harus secepat mungkin setelah beton mengeras, yaitu sebelum *setting* akhir terjadi umumnya 4 jam – 8 jam dengan lebar celah 6 mm.

4.2.6 Perawatan beton

- Mempertahankan kelembaban dan temperatur selama periode perawatan sangat penting untuk kekuatan akhir dari beton.
- Segera setelah air menghilang dari permukaan beton (sekitar 30 menit sampai 45 menit dari pengecoran beton) prosedur perawatan harus mulai dilakukan untuk mencegah hilangnya kelembaban dari perkerasan.
- Metode perawatan yang umum adalah menutup permukaan beton dengan menggunakan karungoni basah, membran pigmen putih, dan lembaran polietilen.
- Secara umum, penggunaan normal dari membran pigmen putih adalah $0,3m^2/liter$.
- Jika diperkirakan akan turun hujan, tambalan yang telah selesai harus ditutup dengan terpal polietilen untuk mencegah kerusakan akibat hujan.

4.2.7 Penutup sambungan

Sambungan melintang dan memanjang harus digergaji atau dibentuk dan ditutup sesegera mungkin setelah beton mengeras. Hal ini untuk mencegah terjadi gompal dan infiltrasi air. Bahan untuk mengisi celah sambungan yang disyaratkan sesuai dengan SNI 03-4814-1998 atau ASTM D2628.

4.3 Pengendalian mutu

Pengendalian mutu untuk tambalan penuh sama dengan untuk pelaksanaan pada perkerasan beton konvensional. Pengendalian terhadap mutu bahan selama pelaksanaan akan sangat meminimumkan kerusakan dini pada pekerjaan tambalan penuh. Berikut adalah hal-hal yang harus diperhatikan dalam kegiatan pengendalian mutu untuk pelaksanaan tambalan penuh.

4.3.1 Persiapan

- a. Kaji ulang kegiatan; untuk memastikan bahwa kegiatan untuk tambalan penuh masih laik
- b. Persyaratan cuaca
 - memeriksa bahwa temperatur udara dan permukaan memenuhi persyaratan prosedur untuk pelaksanaan pengecoran beton.
 - Pekerjaan penambalan tidak boleh dilakukan apabila diperkirakan akan turun hujan
- c. Pengaturan lalu lintas
 - Pengaturan lalu lintas menjelang pelaksanaan dimulai harus dipastikan semua rambu dan perlengkapan untuk pengendalian lalu lintas telah sesuai dengan spesifikasi.
 - Setelah pelaksanaan penambalan penuh selesai, lalu lintas tidak diizinkan melewati perkerasan sampai bahan tambalan mengeras dan mempunyai kekuatan minimum yang disyaratkan dalam spesifikasi.

4.3.2 Pemeriksaan bahan

- Pengambilan contoh dan pengujian campuran beton dilakukan sebelum pengecoran.
- Unit transfer beban (*dowel*) memenuhi persyaratan dan *dowel* tersebut dilapisi epoksi dengan baik (atau bahan yang disetujui lainnya) dan bebas dari kerusakan kecil pada permukaan.
- Lubang *dowel* di *grout* semen harus memenuhi persyaratan.
- *Bond-breaking board* harus memenuhi persyaratan
- Bahan pengisi sambungan harus memenuhi persyaratan SNI 03-4814-1998 atau ASTM D2628.
- Semua sertifikasi bahan yang dibutuhkan telah lengkap seperti yang tertera di dalam spesifikasi sebelum pelaksanaan konstruksi.

4.3.3 Pemeriksaan peralatan

- a. Peralatan untuk pembongkaran beton
 - memeriksa gergaji beton dalam kondisi yang baik dan cukup memadai untuk memotong batas-batas tambalan seperti yang dibutuhkan dalam dokumen kontrak.
 - memeriksa peralatan yang diperlukan untuk pembongkaran beton sudah berada di lokasi dan dalam kondisi dapat dioperasikan dengan baik dan cukup untuk menyelesaikan proses pembongkaran.
- b. Peralatan persiapan daerah tambalan
 - memeriksa alat pemadat bekerja dengan baik dan mampu untuk memadatkan bahan lapis pondasi.
 - memeriksa alat bor bekerja dengan baik dan cukup kuat untuk membuat lubang *dowel*.
 - memeriksa bahwa kompresor udara dapat bekerja baik.

c. Peralatan pengujian

- memeriksa bahwa peralatan pengujian bahan yang dibutuhkan tersedia semua di lapangan dan dalam kondisi baik seperti kerucut *slump*, cetakan silinder, batang besi, palu karet, penggaris, dan *straightedge* 3 m.
- memeriksa bahwa tersedia tempat penyimpanan silinder beton di lokasi proyek.
- memeriksa bahwa vibrator memiliki diameter yang tepat dan dapat beroperasi dengan baik.
- memeriksa bahwa *float* dan *screed* lurus, bebas dari cacat, dan mampu untuk memberikan hasil akhir yang diinginkan.
- memeriksa bahwa terpal *polietilen* yang cukup sudah tersedia di lapangan sebagai perlindungan hujan dari beton yang baru ditempatkan.

4.3.4 Pengendalian mutu pada saat pelaksanaan

a. Pembongkaran dan pembersihan beton

- memeriksa batas-batas daerah pembongkaran ditandai dengan jelas pada permukaan perkerasan.
- memeriksa ukuran tambalan panjang minimum arah memanjang 1,8 m.
- memeriksa batas-batas yang telah digergaji setebal pelat dari perkerasan.
- memeriksa pembongkaran beton dilakukan dengan metoda yang tepat.
- memeriksa setelah pembongkaran beton, lapis pondasi yang terganggu diganti, dan bahan lapis pondasi tambahan dipadatkan jika diperlukan.
- memeriksa beton yang berdekatan dengan tambalan tidak rusak atau melemah oleh kegiatan pembongkaran beton.
- memastikan beton yang dibongkar dibuang dengan cara yang dijelaskan dalam dokumen kontrak.

b. Persiapan penambalan

- memeriksa lubang dowel telah dibor tegak lurus dengan ujung vertikal dari perkerasan beton menggunakan peralatan bor.
- memeriksa bahwa lubang telah dibersihkan menggunakan kompresor.
- memeriksa semen graut atau epoksi yang telah disetujui dan ditempatkan pada lubang dowel dari belakang ke depan.
- memeriksa bahwa dowel dipasang pada sambungan melintang dengan kedalaman yang tepat dan arah yang sejajar dengan garis tengah serta tegak lurus pada sisi vertikal dari pembongkaran. Toleransi tipikal kesalahan kesejajaran adalah 6 mm per 300 mm dari panjang batang *dowel*.
- memeriksa batang pengikat telah terpasang pada lokasi yang tepat. Jika panjang dari perbaikan adalah 4,5 m atau lebih besar, batang pengikat biasanya dipasang di sambungan muai longitudinal. Jika panjang dari perbaikan lebih kecil dari 4,5 m, papan *bondbreaker* ditempatkan sepanjang tambalan untuk menahannya dari pelat yang berdekatan.
- Memastikan bahwa batang pengikat telah diperiksa untuk lokasi, kedalaman penyisipan, dan arah tegak lurus ke garis tengah dan sejajar dengan permukaan pelat.

c. Pengecoran, penyelesaian akhir dan perawatan bahan tambalan

- beton ditempatkan dari truk *ready mix* atau kendaraan mobil pencampur sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan.
- buat benda uji silinder yang dirawat pada kondisi di lapangan untuk mengecek kuat tekan dan kuat lentur beton aktual.
- memeriksa pemadatan beton segar dengan menggunakan vibrator tegak lurus permukaan.

- memeriksa permukaan dari tambalan apakah sudah sama tinggi dengan pelat yang bersebelahan menggunakan *straightedge*.
 - memeriksa perawatan beton dilakukan dengan selaput kompon sesegera mungkin pada permukaan beton setelah penyelesaian akhir dan penyemprotan dilakukan 2 kali pada permukaan saling tegak lurus satu sama lain.
- d. Penutupan kembali sambungan dan retak
- memeriksa tambalan telah mencapai kekuatan yang memadai untuk mendukung penggergaji beton.
 - memeriksa sambungan telah dibersihkan dan ditutup ulang dengan bahan penutup (*joint sealant*).

4.3.5 Tanggung jawab pembersihan

- memeriksa semua potongan dan pecahan beton yang lepas dibersihkan dari permukaan perkerasan dan dibuang.
- memeriksa peralatan pencampuran, pengecoran, dan penyelesaian akhir telah benar-benar dibersihkan untuk penggunaan berikutnya.
- memeriksa semua rambu yang berhubungan dengan pelaksanaan telah dipindahkan pada saat pembukaan perkerasan untuk lalu lintas.

Lampiran A
(informatif)

Permasalahan pada saat pelaksanaan tambalan penuh dan potensi permasalahan kinerja tambalan penuh dan teknik-teknik pencegahannya

Terdapat beberapa faktor yang perlu diperhatikan untuk memastikan bahwa aplikasi bahan tambalan penuh benar-benar dilakukan dengan seksama. Kesulitan yang dijumpai pada proses pelaksanaan 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 tambalan penuh, termasuk cara mengatasi permasalahan tersebut. Sedangkan pada Tabel A.2 menguraikan tentang potensi permasalahan kinerja tambalan penuh dan teknik-teknik pencegahannya.

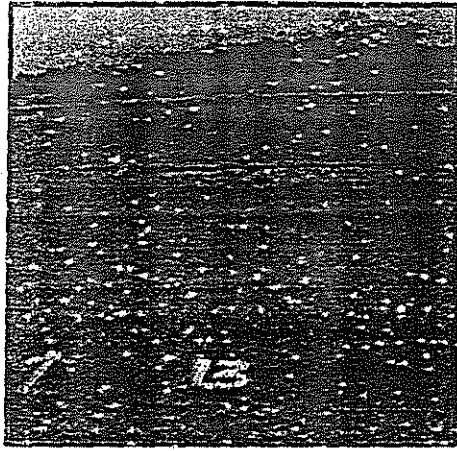
Tabel A.1 - Permasalahan dan pemecahan pada tambalan penuh

Permasalahan	Pemecahannya
<i>Undercut spalling</i> (kerusakan pada bawah pelat) terjadi setelah pembongkaran dari daerah penambalan.	<ul style="list-style-type: none"> • Menggergaji kembali sampai pelat yang berdekatan • Membuat potongan gergaji ganda, terpisah 150 mm, di sekitar daerah tambalan untuk mengurangi kerusakan pada pelat yang berdekatan selama pembongkaran beton.
Gergaji terjepit ketika memotong sambungan	<ul style="list-style-type: none"> • Mematikan gergaji dan memindahkan pisau dari gergaji. • Menunggu pelat dingin, kemudian melepas pisau jika memungkinkan, atau membuat sudut potong kedalaman penuh yang lain di dalam daerah yang akan dibongkar untuk menyediakan potongan kecil yang berdekatan dengan pisau gergaji yang macet. • Membuat potongan gergaji melintang ketika perkerasan telah dingin.
Kerusakan terjadi pada pelat yang berdekatan saat pengangkatan bongkaran.	<ul style="list-style-type: none"> • Menggergaji ulang dan menghilangkan bagian yang rusak dari pelat berdekatan.
Tambalan terisi dengan air hujan atau rembesan air tanah sehingga menjenuhkan lapis pondasi.	<ul style="list-style-type: none"> • Memompa air dari daerah tambalan • Memadatkan kembali lapis pondasi ke kepadatan yang sesuai dengan dokumen kontrak, menambah bahan jika diperlukan. • Mengijinkan penggunaan pasir halus setebal 12 mm atau kurang pada permukaan dari subbase sebelum bahan tambalan ditempatkan.
Penginjeksian di sekitar batang dowel mengalir keluar dari lubang setelah dowel dimasukkan.	<ul style="list-style-type: none"> • Memompa graut ke belakang dari lubang pertama. • Menggunakan gerakan memutar ketika memasukkan dowel. • Menambahkan cakram penyimpan graut di sekitar batang untuk mencegah graut bocor keluar.
Dowel tampak tidak sejajar setelah dimasukkan ke dalam lubang.	<ul style="list-style-type: none"> • Jika ketidaksejajaran kurang dari 6 mm per 300 mm dari panjang batang dowel, tidak dilakukan apapun. • Jika ketidaksejajaran lebih besar dari 6 mm per 300 mm dari panjang batang dowel pada lebih dari 3 batang, menggergaji ulang batas-batas tambalan melebihi batang dan mengebor ulang lubang.

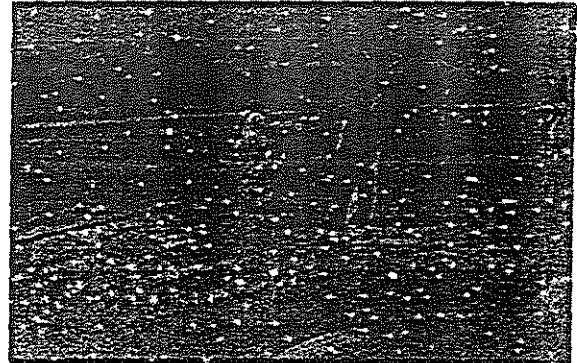
Tabel A.2 - Potensi permasalahan kinerja tambalan penuh dan teknik-teknik pencegahan

Permasalahan	Sebab-Sebab Khusus	Pencegahan
Retak longitudinal pada tambalan.	<ul style="list-style-type: none"> • Tambalan kurang panjang. • Kurangnya isolasi dari pelat berdekatan. • Tidak cukupnya perawatan dari kondisi lingkungan. • Ekspansi dari pelat berdekatan pada perkerasan beton muda. 	<ul style="list-style-type: none"> • Memeriksa dimensi tambalan. • Menggunakan bahan yang sesuai untuk menutup tambalan sepanjang sambungan longitudinal. • Menghindari penambalan dilakukan pada kondisi cuaca ekstrim. • Menggunakan perlindungan yang cocok untuk melawan kehilangan kelembaban yang cepat
Retak melintang pada tambalan.	<ul style="list-style-type: none"> • Tambalan terlalu panjang. • Batang <i>dowel</i> yang tidak sejajar. • Batang pengikat sebagai ganti batang <i>dowel</i>. • Tidak cukupnya perawatan dari kondisi lingkungan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Memeriksa dimensi tambalan. • Mengecek ukuran <i>dowel</i> dan lokasinya. • Menggunakan batang pengikat pada satu sambungan saja. • Menggunakan metode perawatan yang tepat.
<i>Scaling</i> permukaan.	<ul style="list-style-type: none"> • Perencanaan campuran yang buruk. • Menambahkan air ketika perletakan atau penyelesaian. • Penyelesaian yang berlebihan pada permukaan. • Tidak cukupnya perawatan dari kondisi lingkungan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengecek rencana campuran dan disesuaikan jika diperlukan. • Jangan menambah air di lapangan. • Jangan menyelesaikan permukaan secara berlebihan. • Menggunakan metode perawatan yang tepat.
<i>Spalling</i> pada tambalan di sambungan melintang atau longitudinal.	<ul style="list-style-type: none"> • Beban "titik" menyebabkan tegangan kompresi yang tinggi. • Tidak dapat dikompresi pada sambungan. • Transier beban yang terkunci. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menutup sambungan longitudinal dan memastikan sambungan melintang bersih. • memasang semua <i>dowel</i> melintang dan batang pengikat segaris dengan sambungan longitudinal dan tegak lurus dengan sambungan melintang.
Kerusakan terjadi pada pelat yang berdekatan dengan tambalan	<ul style="list-style-type: none"> • Penghilangan bahan yang tidak tepat. • Potongan gergaji kedalaman penuh yang kurang. • Teknik penghilangan yang buruk. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengidentifikasi batas-batas penghilangan di luar daerah kerusakan. • Gergaji potong penghilangan daerah kedalaman penuh. • Menggunakan teknik penghilangan yang tidak merusak perkerasan yang berdekatan.
Penurunan dari tambalan.	<ul style="list-style-type: none"> • Transfer beban yang tidak mencukupi. • Persiapan lapis pondasi yang buruk. • <i>Sealant</i> yang kurang. • Kelembaban bawah permukaan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengikuti panduan untuk batang pengikat dan alat transfer beban. • Mempersiapkan lapisan bawah permukaan dengan benar. • Menghilangkan apapun sumber dari air bawah permukaan. • Menutup sambungan setelah pembangunan.

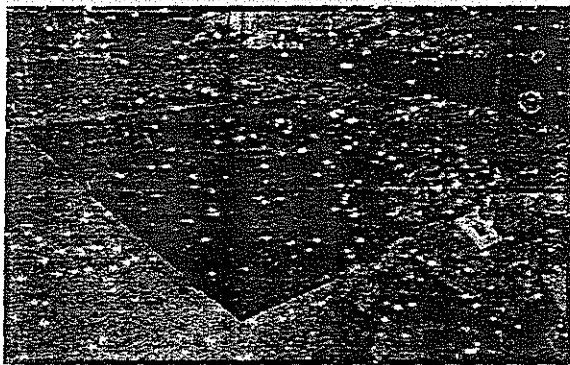
Lampiran B
(informatif)
Gambar-gambar pelaksanaan perbaikan dengan tambalan



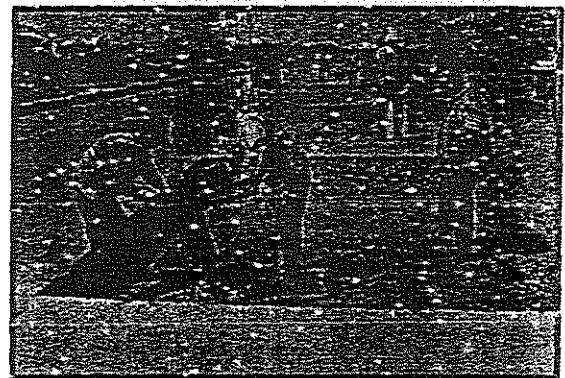
1. Penentuan batas-batas perbaikan



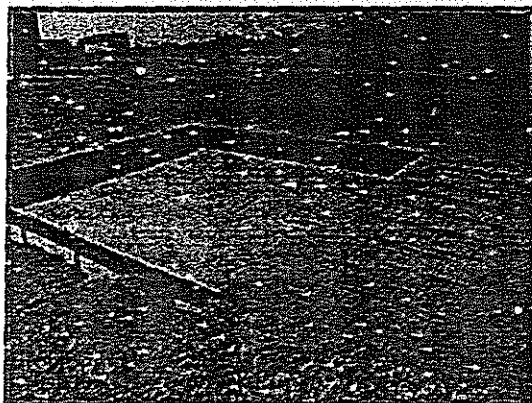
2. Penggergajian beton



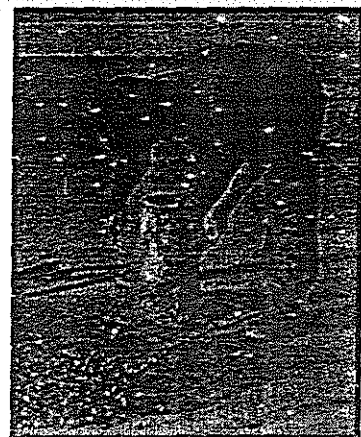
3. Pembongkaran beton



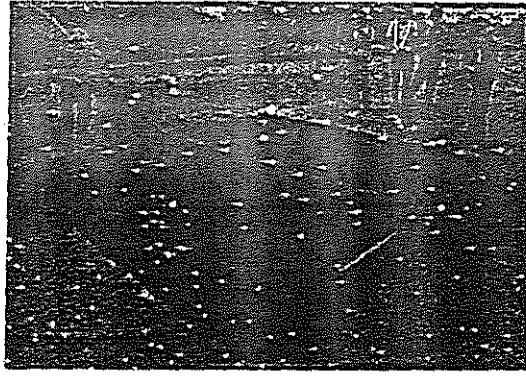
4. Pemadatan lapis pondasi yang terganggu



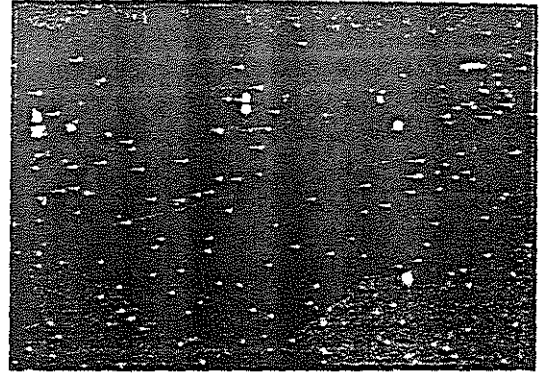
5. Persiapan pengecoran



6. Pengujian slump beton



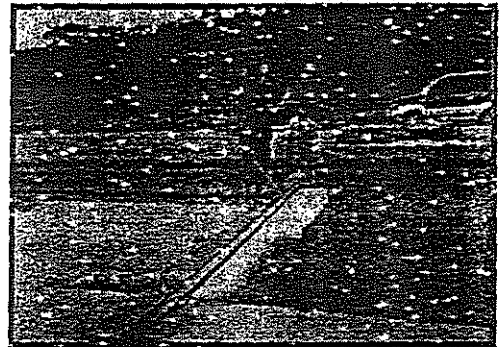
7. Pengecoran



8. Perataan permukaan



9. Pembuatan tekstur permukaan



10. Perawatan beton



11. Penggergajian sambungan



12. Penutupan sambungan

Bibliografi

American Concrete Pavement Association (ACPA). 1994. *Fast Track Concrete Pavements. Technical Bulletin* TB-004.02. American Concrete Pavement Association, Skokie, IL.

American Concrete Pavement Association (ACPA). 1995. *Guidelines for Full-Depth Repair. Technical Bulletin* TB002.02P. American Concrete Pavement Association, Skokie, IL.

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

Buch, N., B. Lane, and T. Kazmierowski. 2006. "The Early-Age Evaluation of Full-Depth Precast Panels: Canadian and Michigan Experience" Proceedings, International Conference on Long-Life Concrete Pavements, Chicago, IL.

Correa, A. L. and B. Wong. 2003. *Concrete Pavement Rehabilitation—Guide for Full-Depth Repairs*. FHWA-RC Atlanta 1/10-03 (5M). Federal Highway Administration, Atlanta,

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
Ir. Andri Herdianti.	Pusat Litbang Jalan dan Jembatan

3. Subkomite Teknis 91-01-S2 Rekayasa Jalan dan Jembatan

No	Nama	Instansi	Kedudukan	Wakil dari
1.	Ir. Herry Vaza, M.Eng.Sc	Pusat Litbang Jalan dan Jembatan	Ketua Subkomite Teknis	Pemerintah
2.	Prof. Dr.Ir. M. Sjahdanulirwan, M.Sc	Pusat Litbang Jalan dan Jembatan	Wakil Ketua Subkomite Teknis	Pakar
3.	Ir. Nandang Syamsudin, MT	Pusat Litbang Jalan dan Jembatan	Sekretaris Subkomite Teknis	Pemerintah
4.	Prof. Dr. Ir. Raden Anwar Yamin, MT, M.E	Pusat Litbang Jalan dan Jembatan	Anggota Subkomite Teknis	Pemerintah
5.	Prof. Ir. Wimpy Santosa, Ph.D	Universitas Parahyangan (UNPAR)	Anggota Subkomite Teknis	Pakar
6.	Abinhot Sihotang, ST., MT	Institut Teknologi Nasional (ITENAS)	Anggota Subkomite Teknis	Pakar
7.	Dr.Ir. Samun Haris, MT	Himpunan Pengembangan Jalan Indonesia (HPJI)	Anggota Subkomite Teknis	Konsumen
8.	Dr. Ir. Imam Aschuri, MT	Himpunan Ahli Teknik Tanah Indonesia (HATTI)	Anggota Subkomite Teknis	Konsumen
9.	Ir. Saktyanu P.S.D, M.Eng.Sc	Astatindo	Anggota Subkomite Teknis	Konsumen
10.	Ir. Gompul Dairi, BRE, M.Sc	PT. Pacific Prestress Indonesia (PT. PPI)	Anggota Subkomite Teknis	Produsen
11.	Dr. Ir. Hindra Mulya, MM	PT. MBT	Anggota Subkomite Teknis	Produsen

4. Peserta rapat konsensus 19 September 2014 Gugus Kerja Bahan dan Perkerasan Jalan

No	Nama	Instansi	Kedudukan	Wakil dari
1.	Prof (R) Dr.Ir. M. Sjahdanulirwan, M.Sc	Pusat Litbang Jalan dan Jembatan	Wakil Ketua SPT Rekayasa Jalan dan Jembatan	Pakar
2.	Ir. Nandang Syamsudin, MT	Pusat Litbang Jalan dan Jembatan	Sekretaris SPT Rekayasa Jalan dan Jembatan	Pemerintah
3.	Abinhot Sihotang, ST., MT	Institut Teknologi Nasional (ITENAS)	Anggota SPT Rekayasa Jalan dan Jembatan	Pakar
4.	Dr. Ir. Hindra Mulya, MM	PT. MBT	Anggota SPT Rekayasa Jalan dan Jembatan	Produsen
5.	Ir. Muchtar Soedin, CES	TAS-QC / MASTAN	Narasumber	Praktisi
6.	Ir. Roestaman, M.Sc	STTG Garut	Narasumber	Pakar
7.	Suntoro	Dit. Bintek Ditjen Bina Marga	Narasumber	Pemerintah
8.	Ridwan Umbara	Dit. Bintek Ditjen Bina Marga	Narasumber	Pemerintah
9.	Imam H. Kurniawan	Dit. Bintek Ditjen Bina Marga	Narasumber	Pemerintah
10.	Prof (R) Ir. Lanneke Trisanto		Narasumber	Pakar
11.	Ir. Agus Bari Sailendra, M.Sc	Pusat Litbang Jalan dan Jembatan	Narasumber	Pemerintah
12.	Ir. Nyoman Suaryana, M.Sc	Pusat Litbang Jalan dan Jembatan	Ketua GK Bahan dan Perkerasan Jalan	Pemerintah
13.	Yohanes Rony, ST., MT	Pusat Litbang Jalan dan Jembatan	Sekretaris GK Bahan dan Perkerasan Jalan	Pemerintah
14.	Prof. (R) Dr.ir. Furqon Affandi, M.Sc	Pusat Litbang Jalan dan Jembatan	Anggota GK Bahan dan Perkerasan Jalan	Pemerintah
15.	Dr. Djoko Widajat, MSc	Pusat Litbang Jalan dan Jembatan	Anggota GK Bahan dan Perkerasan Jalan	Pemerintah
16.	Neni Kusnianti, ST., MT	Pusat Litbang Jalan dan Jembatan	Konseptor	Pemerintah
17.	Ir. Andri Herdianti	Pusat Litbang Jalan dan Jembatan	Konseptor	Pemerintah
18.	Dian Yuliantini, S.ST	Pusat Litbang Jalan dan Jembatan	Sekretariat / Editor	Pemerintah