

DIKLAT PEMELIHARAAN JEMBATAN II

MODUL 2

PERBAIKAN KERUSAKAN BERDASARKAN BAHAN



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT

BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA

PUSDIKLAT JALAN, PERUMAHAN, PERMUKIMAN, DAN

PENGEMBANGAN INFRASTRUKTUR WILAYAH

BANDUNG

2015

DAFTAR ISI

zDAFTAR ISI.....	2
DAFTAR TABEL	5
DAFTAR GAMBAR.....	6
PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL.....	8
1 PENDAHULUAN	10
1.1 Latar Belakang.....	10
1.2 Deskripsi Singkat	10
1.3 Tujuan Pembelajaran	11
1.4 Materi Pokok dan Sub Materi Pokok	11
2 KEGIATAN BELAJAR 1.....	12
PERBAIKAN ELEMEN DENGAN BAHAN PASANGAN BATU/BATA	12
2.1 Umum	12
2.2 Elemen Dengan Bahan Pasangan Batu/Bata	13
2.2.1 Penurunan Mutu dan Retak	13
2.2.2 Kerusakan 101 - Penurunan Mutu Atau Retak Pada Pasangan Batu/Bata	14
Cara Penanganan:	14
2.2.3 Kerusakan 102 - Perubahan Bentuk Atau Pengerutan Permukaan	18
2.2.4 Kerusakan 103 - Batu/Bata Yang Pecah Atau Hilang.....	20
3 KEGIATAN BELAJAR 2.....	22
PERBAIKAN ELEMEN DENGAN BAHAN BETON	22

3.1	Umum	22
3.2	Penanganan Kerusakan Beton	24
3.2.1	Kerusakan 201 - Kerusakan Beton	24
3.2.2	Kerusakan 202 - Keretakan Beton	31
3.2.3	Kerusakan 203 - Karat Best Tulangan Dalam Beton	40
3.2.4	Kerusakan 204 - Beton Yang Aus Atau Lapuk Karena Cuaca	41
3.2.5	Kerusakan 205 - Pecah Atau Hilangnya Sebagian Elemen Beton	41
3.2.6	Kerusakan 206 - Elemen Beton Yang Melendut	42
4	KEGIATAN BELAJAR 3	45
	PERBAIKAN ELEMEN BAHAN BAJA	45
4.1	Umum	45
4.2	Penanganan Kerusakan Pada Elemen Baja	48
4.2.1	Kerusakan 301 - Penurunan Mutu Lapisan Pelindung Terhadap Karat	48
4.2.2	Kerusakan 302 - Karat Pada Elemen Baja	53
4.2.3	Kerusakan 303 - Deformasi Pada Elemen Baja (Perubahan Bentuk)	55
4.2.4	Kerusakan 304 - Retak Pada Elemen Baja	59
4.2.5	Kerusakan 305 - Rusak Atau Hilangnya Elemen Baja	61
4.2.6	Kerusakan 306 - Salah Penempatan Komponen	61
4.2.7	Kerusakan 307 - Kabel Jembatan Gantung Yang Aus/Mulai Lepas Ikatannya	63
4.2.8	Kerusakan 308 - Ikatan/Sambungan Yang Longgar	64
5	KEGIATAN BELAJAR 4	66
	PERBAIKAN ELEMEN DENGAN BAHAN KAYU	66
5.1	Umum	66
5.2	Perbaikan Elemen Dengan Bahan Kayu	68
5.2.1	Kerusakan 401 - Kayu Yang Rusak	68

5.2.2	Kerusakan 402 - Pecah Atau Hilangnya Elemen	78
5.2.3	Kerusakan 403 - Kayu Yang Susut.....	79
5.2.4	Kerusakan 404 - Penurunan Mutu Lapisan	80
5.2.5	Kerusakan 405 - Elemen Kayu Atau Bagian Yang Longgar	81
	RANGKUMAN	82
	LEMBAR KERJA	82
	DAFTAR PUSTAKA.....	82

DAFTAR TABEL

Tabel 1 – Nilai Kondisi Penanganan Keretakan Beton	17
Tabel 2 – Nilai Kondisi Penanganan Lapisan Pelindung Baja	48
Tabel 3 - Nilai Kondisi Penanganan Elemen yang Direkomendasikan	56
Tabel 4 – Nilai Kondisi Penanganan pada Pembengkokan	72
Tabel 5 – Nilai Kondisi Penanganan Memuntirnya Kayu pada Lantai Kayu .	75
Tabel 6 – Nilai Kondisi Penanganan Terbelahnya Kayu pada Elemen Struktur	75
Tabel 7 – Nilai Kondisi Penanganan pada Mata Kayu, Serat Miring	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 – Penurunan Mutu Adukan pada Pasangan Batu	14
Gambar 2 – Perbaikan Dinding Spandrel	20
Gambar 3 – Elemen Pasangan Bata pada Jembatan yang Pecah atau Hilang	21
Gambar 4 - Kerontokan Beton	25
Gambar 5 – Beton Keropos	27
Gambar 6 – Beton yang Berongga	28
Gambar 7 – Langkah - Langkah Dalam Perbaikan Beton.....	29
Gambar 8 – Potongan Melintang Perbaikan Lantai Beton	31
Gambar 9 – Penanganan Lantai Beton yang Retak	35
Gambar 10 – Korosi Baja Tulangan pada Beton	40
Gambar 11 – Pecahnya Sebagian Beton pada Elemen Jembatan	42
Gambar 12 – Jembatan yang Mengalami Lendutan yang Berlebihan	43
Gambar 13 – Korosi Baja Tulangan pada Beton	55
Gambar 14 – Elemen Baja yang Mengalami Perubahan Bentuk	57
Gambar 15 – Pelurusan Elemen Baja.....	58
Gambar 16 – Kabel yang Mulai Aus	64
Gambar 17 – Perbaikan Tarik pada Kabel yang Aus	64

Gambar 18 – Jembatan Kayu yang Mengalami Kerusakan.....	68
Gambar 19 – Perbaikan Tiang Pancang Kayu	70
Gambar 20 – Perbaikan Tiang Pancang Kayu	71
Gambar 21 – Penanganan Tiang Pancang Kayu.....	72
Gambar 22 – Gambar Pengikat Kayu	73
Gambar 23 – Perkuatan Gelagar.....	76
Gambar 24 – Sambungan Kayu.....	78
Gambar 25 – Lantai Kendaraan Kayu Kondisi Rusak	79

PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

Modul ini terdiri dari empat kegiatan belajar. Kegiatan belajar pertama akan menguraikan tentang tatacara/prosedur pemeliharaan rutin, pemeliharaan berkala dan pekerjaan rehabilitasi yang berhubungan dengan jenis bahan dan kerusakannya, seperti telah dijelaskan pada Manual Pemeriksaan Jembatan. Kegiatan belajar kedua akan menguraikan berbagai penanganan kerusakan beton. Kegiatan belajar ketiga akan menjelaskan berbagai penanganan kerusakan pada elemen baja serta kegiatan belajar ke empat akan menjelaskan berbagai penanganan pada elemen berbahan kayu.

Untuk membantu anda dalam menguasai kemampuan di atas, materi dalam modul ini dibagi menjadi empat kegiatan belajar sebagai berikut:

Kegiatan belajar 1: **Perbaikan Elemen dengan Bahan Pasangan Batu/Bata**

Kegiatan belajar 2: **Perbaikan Elemen dengan Bahan Beton**

Kegiatan belajar 3: **Perbaikan Elemen Bahan Baja**

Kegiatan belajar 4: **Perbaikan Elemen dengan Bahan Kayu**

Anda dapat mempelajari keseluruhan modul ini dengan cara yang berurutan. Jangan memaksakan diri sebelum benar-benar menguasai bagian demi bagian dalam modul ini, karena masing-masing saling berkaitan. Di akhir modul ini terdapat soal latihan berupa esai yang harus dikerjakan untuk mengetahui pemahaman anda dalam menguasai materi. Jika anda belum menguasai 75% dari setiap kegiatan, maka anda dapat mengulangi untuk mempelajari materi yang tersedia dalam modul ini.

Apabila anda masih mengalami kesulitan memahami materi yang ada dalam modul ini, silahkan diskusikan dengan teman atau Widyaiswara anda.

1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengembangan pendidikan dan pelatihan tentang pemeliharaan jembatan sangat dibutuhkan untuk meningkatkan kompetensi dan kemampuan aparatur bidang jalan dan jembatan dalam rangka meningkatkan kuantitas dan kualitas penggunaan jalan dan jembatan.

Oleh sebab itu diperlukan adanya pelatihan bidang jembatan, khususnya tentang pemeliharaan jembatan sehingga pegawai bidang jalan dan jembatan dapat mencapai kompetensi yang diinginkan.

1.2 Deskripsi Singkat

Mata pelatihan ini memberikan bekal pengetahuan, keterampilan/ keahlian serta sikap yang dipergunakan untuk melaksanakan pekerjaan pemeliharaan jembatan, dengan melakukan metoda pemeliharaan dan rehabilitasi jembatan yang berhubungan dengan bahannya, metoda pemeliharaan dan rehabilitasi jembatan yang berhubungan dengan

elemennya, perkuatan struktur jembatan, RAB, dan pemeliharaan jembatan bentang panjang.

1.3 Tujuan Pembelajaran

Selesai mengikuti mata pelatihan ini peserta diharapkan mampu melaksanakan **pekerjaan pemeliharaan jembatan** dengan melakukan metoda pemeliharaan dan rehabilitasi jembatan yang berhubungan dengan bahannya, metoda pemeliharaan dan rehabilitasi jembatan berhubungan dengan elemennya, RAB, perkuatan struktur jembatan, serta pemeliharaan jembatan bentang panjang.

1.4 Materi Pokok dan Sub Materi Pokok

Perbaikan Kerusakan Jembatan Berdasarkan Bahan dapat dibagi dalam beberapa jenis kerusakan, sebagai berikut:

- a. Elemen dengan bahan pasangan batu/bata
- b. Elemen dengan bahan beton
- c. Elemen dengan bahan baja
- d. Elemen dengan bahan kayu

2

KEGIATAN BELAJAR 1

Indikator Keberhasilan :

Mampu Mengidentifikasi Perbaikan elemen berbahan batu dan bata

PERBAIKAN ELEMEN DENGAN BAHAN PASANGAN BATU/BATA

2.1 Umum

Bagian ini menguraikan mengenai tatacara/prosedur pemeliharaan rutin, pemeliharaan berkala dan pekerjaan rehabilitasi yang berhubungan dengan jenis bahan dan kerusakannya, seperti telah dijelaskan pada Manual Pemeriksaan Jembatan.

Prosedur pemeliharaan dan perbaikan dibagi dalam beberapa jenis kerusakan sebagai berikut:

1. Elemen dengan bahan pasangan batu/bata
2. Elemen dengan bahan beton
3. Elemen dengan bahan baja
4. Elemen dengan bahan kayu

Uraian mengenai cara-cara perbaikan mengikuti sistem penomoran elemen dan kerusakan seperti dijelaskan dalam buku Manual Pemeriksaan jembatan, dan demikian juga mengenai penilaian kondisi.

2.2 Elemen Dengan Bahan Pasangan Batu/Bata

Terdapat tiga masalah utama yang harus diperhatikan sehubungan dengan jembatan yang memakai material pasangan batu/bata.

2.2.1 Penurunan Mutu dan Retak

Sebelum diadakan perbaikan keretakan pada pasangan batu/bata, harus diketahui terlebih dulu apa yang menyebabkan keretakan dan apakah pergerakan serta keretakan tersebut disebabkan oleh adanya suatu penurunan pada struktur tersebut.

Pada umumnya, keretakan pada pasangan batu/bata dimulai dari adukan dan hal tersebut dapat dengan mudah diatasi.

Konstruksi dengan bahan pasangan batu/bata seringkali mengalami penurunan mutu akibat hujan dan/atau pengaruh panas atau dingin. Adukan pada pasangan batu/bata diantara batu/bata biasanya lemah dibandingkan dengan batu/bata itu sendiri dan seringkali terjadi dengan cepat.

- a. Permukaan pasangan yang menggelembung
- b. Hancur atau sebagian batu/bata hilang

Perbaikan konstruksi dengan bahan pasangan batu/bata juga diperlukan apabila ada sebagian batu/bata hancur atau hilang akibat bergesernya kepala jembatan, pilar atau dinding.



Gambar 1 – Penurunan Mutu Adukan pada Pasangan Batu

2.2.2 Kerusakan 101 - Penurunan Mutu Atau Retak Pada Pasangan Batu/Bata

Cara Penanganan:

- a. Penurunan Mutu Batu

Bata atau batu dapat mengalami penurunan mutu secara tersendiri. Hal ini dapat terjadi karena:

- Beberapa bahan/material berbeda mutunya
- Kecelakaan yang merusakkan satu atau lebih bagian daripada batu bata
- Pengikisan/gerusan sungai atau hujan dapat jadi lebih membahayakan pada bagian-bagian tertentu

Batu yang mengalami penurunan mutu harus diganti dan menggantikannya dengan batu yang mutunya baik dan ditempatkan pada bagian yang seharusnya.

Penurunan mutu ini dapat diperiksa dengan penglihatan memukul-mukul untuk mendengarkan bunyinya. Penurunan mutu dari pada pasangan batu/bata pada sekitar daerah perletakan atau pada daerah pembebanan adalah berbahaya.

Batu/bata yang mengalami penurunan mutu dapat diperbaiki dengan memahat/mengambil semua bagian yang sudah rapuh, kemudian membentuk suatu permukaan lalu dibersihkan dengan sikat dan air. Bagian permukaan tersebut kemudian dilapisi dengan plesteran lapisan adukan semen. Lubang-lubang yang mempunyai kedalaman lebih dari 50 mm harus diisi dengan adukan beton sebelum dilakukan pemlesteran. Plesteran yang baru tersebut sedapat mungkin dijaga agar tetap lembab paling sedikit 3 hari.

b. Penurunan mutu adukan

Adukan pengikat biasanya akan menurunkan mutunya terlebih dahulu jika dibandingkan dengan batu atau bata. Hal ini terjadi karena

- Pengikisan air atau
- Retak yang menyebabkan adukan bergeser tempat atau
- Hancurnya adukan

Jenis kerusakan ini berbahaya jika mengakibatkan batu bata bergeser

Adukan dapat mengalami penurunan mutu akibat waktu, lapuk karena erosi air, kualitas yang rendah sewaktu pengerjaannya.

Pelapukan pada adukan/spesi (biasanya-pada bagian dimana sungai atau air hujan terus mengalir diatas permukaannya) dan retak atau adukan yang jelek, harus dipahat/dibersihkan hingga mencapai kedalaman paling sedikit 10 mm sampai 20 mm dan adukan yang baru dibuat dengan kualitas tinggi (1 bagian semen dengan 3 bagian pasir)

c. Keretakan pada pasangan batu/bata

Retak merupakan suatu masalah yang berbahaya pada pasangan batu/bata dan ini disebabkan oleh:

- Penurunan pondasi
- Getaran pada struktur
- Beban atau kejut yang berlebihan

Keretakan dapat terjadi pada bagian batu atau pada bagian adukan/spesi yang mengikat batu.

Keretakan seringkali terjadi setelah timbul pergerakan pada pilar, dinding penahan tanah atau kepala jembatan.

Tabel 1 – Nilai Kondisi Penanganan Keretakan Beton

Nilai kondisi	Penanganan
Nilai Kondisi < 3	Hanya pengamatan
Nilai Kondisi = 3	Lepaskan batu yang retak dan bersihkan adukan/beton yang retak, lalu ganti dengan bahan yang baru. Pekerjaan ini dilakukan pada <i>Pemeliharaan berkala dan Perbaikan ringan</i> .
Nilai Kondisi > 3	Keretakan ini mungkin akibat pergerakan bangunan bawah. Lakukan pemeriksaan khusus untuk menentukan jenis penanganan secara menyeluruh. Pekerjaan yang cukup besar ini dilaksanakan dalam <i>Program Rehabilitasi</i> .

Harus diperhatikan diperlukan sokongan/penyangga karena adanya beban dari atas ketika dilakukan pemindahan batu atau adukan yang retak.

Permukaan pasangan batu/bata yang lama harus benar-benar menjadi satu dengan permukaan yang baru. Hal tersebut dilakukan dengan:

- 1) Bersihkan dan kasarkan permukaan yang terbuka agar mudah terjadi suatu daya cengkeram dengan permukaan baru.
- 2) Basahkan permukaan yang lama dan lapisi dengan lapisan air semen sebagai dasar penempatan bahan yang baru atau,

Retak biasanya terlihat pada bagian adukan tetapi dapat juga terjadi pada bagian batu atau batanyadan sangat berbahaya apabila terjadi pada daerah perletakan serta tanaman akan tumbuh pada daerah retak dan akibat dari ini timbul tekanan yang mengakibatkan retak bertambah lebar.

2.2.3 Kerusakan 102 - Perubahan Bentuk Atau Peggembangan Permukaan

Permukaan konstruksi pasangan batu/bata akibat mengembang atau bergerak keluar ini dapat terjadi pada bagian manapun pada struktur pasangan batu bata yang disebabkan oleh adanya tekanan di belakang dinding dan kerusakan ini menjadi bahaya jika pengembangan tersebut menyebabkan retak atau lepasnya adukan.

Perubahan bentuk atau pengembangan dapat terjadi pada luas sampai dengan 8 meter persegi dan mudah untuk ditangani seperti dinding penahan tanah dan tembok sayap.

Peggembangan yang besar dan perubahan bentuk seperti pada dinding kepala jembatan atau pilar.

Cara Penanganan:

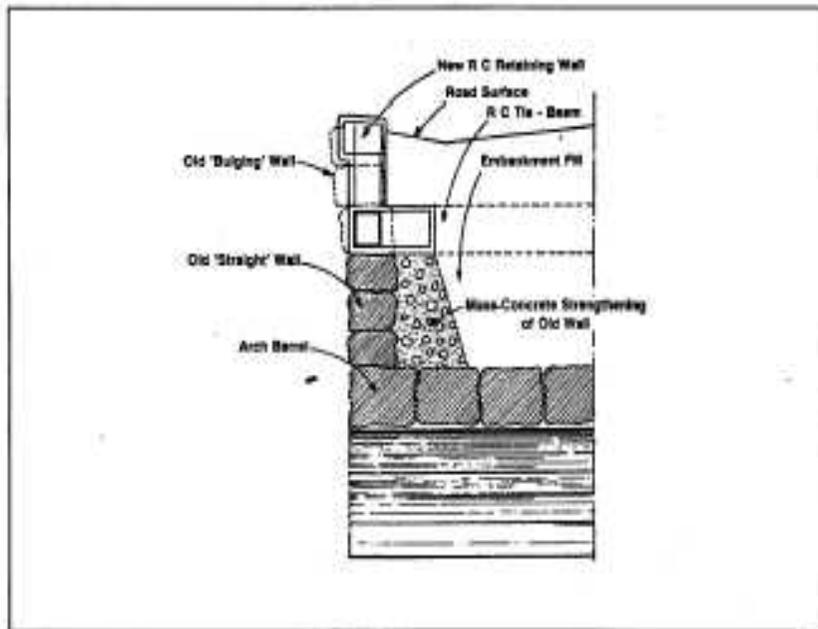
a. Peggembangan yang sedikit

Penanganan secara umum adalah sebagai berikut:

- 1) Lepaskan pasangan batu/bata yang rusak, periksa apakah terdapat tanah timbunan yang jenuh air atau tidak padat dibelakang dinding pasangan batu/bata,
- 2) Gantilah pasangan batu/bata yang rusak dengan jenis material yang setara atau sama dengan aslinya dalam ukuran dan bentuknya. Yakinkan bahwa terdapat cukup lubang drainase dinding sepanjang dinding.
- 3) Hubungan antara permukaan lama dengan baru harus ditangani dengan baik dan terikat dengan baik seperti diuraikan pada bagian "Perubahan beton yang rontok" (kerusakan no. 201)

b. Perubahan bentuk atau pengembangan yang cukup besar

Perubahan bentuk atau pengembangan yang cukup besar memerlukan pemeriksaan khusus untuk menentukan jenis penanganan secara keseluruhan jembatan.



Gambar 2 – Perbaikan Dinding Spandrel

Bilamana dinding spandrel (pelengkung) pada struktur pelengkung mengalami pengembangan, cara penanganannya dapat dilihat pada Gambar 2 berdasarkan pemeriksaan khusus.

2.2.4 Kerusakan 103 - Batu/Bata Yang Pecah Atau Hilang

Pasangan batu bata seringkali terdapat hilangnya batu atau bata yang sudah terpasang dan hal ini dapat mengakibatkan berkurangnya kekuatan pada pasangan batu/bata tersebut.

Penanganan secara umum adalah sebagai berikut:

- a. Gantilah bagian yang hilang/pecah tersebut dengan material seperti yang disebutkan dalam spesifikasi atau setara dengan aslinya dalam bentuk dan ukurannya.
- b. Bilamana bagian hilang tersebut perlu diganti kembali, maka hubungan bagian yang lama dengan yang baru harus ditangani

seperti diuraikan dalam Perbaikan pasangan batu/bata yang retak (Kerusakan 101).

Apabila terdapat penggantian bagian dinding pasangan batu/bata, maka penting diperhatikan penyediaan lubang drainase dinding guna pengurangan tekanan air yang dapat menyebabkan kerontokan lebih lanjut.



Gambar 3 – Elemen Pasangan Bata pada Jembatan yang Pecah atau Hilang

3

KEGIATAN BELAJAR 2

Indikator Keberhasilan :

Mampu Mengidentifikasi Perbaikan elemen berbahan beton.bata.

PERBAIKAN ELEMEN DENGAN BAHAN BETON

3.1 Umum

Terdapat tiga macam jenis beton yang berbeda yang dipakai untuk konstruksi jembatan:

- a. Beton tak bertulang
- b. Beton bertulang
- c. Beton pratekan

Elemen dengan bahan beton pratekan biasanya didapati pada bagian gelagar jembatan. Perbaikan pada pemeliharaan hanya dibatasi untuk bahan beton. Jadi untuk perbaikan bahan beton pratekan akan ditangani seperti penanganan bahan beton.

Apabila bagian kabel prategang beton pratekan terlihat, laporkan segera kepada Pengawas Jembatan yang bertanggung jawab dan segera lakukan pemeriksaan khusus untuk menentukan jenis kerusakannya.

Banyak masalah yang timbul pada beton bertulang yang disebabkan oleh air dan udara yang merembes masuk ke dalam beton yang menyebabkan berkaratnya besi tulangan. Air dan udara juga dapat membawa zat kimia ke dalam beton yang dapat merusak beton dan/atau menyebabkan besi tulangan lebih cepat berkarat (misalnya air asin, sulfat).

Secara umum kita melihat bahwa pertumbuhan atau perkembangan industri konstruksi di Indonesia cukup pesat, hampir 60% material digunakan dalam pekerjaan konstruksi adalah beton (Concrete) yang pada umumnya dipadukan dengan baja (Composite) atau jenis lainnya. Perancangan beton harus memenuhi kriteria standard yang berlaku antara lain ASTM, ACI, JIS atau SNI. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan beton yang baik harus memenuhi 2 kinerja utamanya yaitu kuat tekan yang tinggi (minimal sesuai dengan rencana dan mudah dikerjakan (Workability) selain itu beton yang dirancang harus memenuhi kriteria antara lain, tahan lama atau awet (Durability), murah dan tahan aus.

Proses awal terjadinya beton adalah pasta semen yaitu proses hidrasi antara air dengan semen, selanjutnya jika ditambahkan dengan agregat halus menjadi mortar dan jika ditambahkan dengan agregat kasar menjadi beton. Penambahan material lain akan membedakan jenis beton misalnya ditambahkan dengan tulangan baja akan terbentuk beton bertulang.

Cara terbaik untuk melindungi beton bertulang adalah menjaganya sekering mungkin dan mencegah terjadinya keretakan.

Pada umumnya cat yang kedap/tahan air atau suatu selaput/lapisan tipis tidak diperlukan untuk beton yang berkualitas baik dan dapat melindungi besi tulangan dengan cukup baik jika selimut beton mempunyai ketebalan minimum 30 mm sampai 50 mm untuk daerah pantai.

Biasanya banyak digunakan plesteran untuk melindungi permukaan beton. Jika hal tersebut dikerjakan dengan baik dan tepat, maka hal itu dapat merupakan suatu metoda perlindungan yang efektif.

3.2 Penanganan Kerusakan Beton

3.2.1 Kerusakan 201 - Kerusakan Beton

Perbaikan kerusakan beton mencakup masalah-masalah sebagai berikut:

3.2.1.1 Kerontokan Beton

Kerontokan adalah terlepasnya sebagian betonan dari beton secara keseluruhan. Hal ini dapat terjadi karena karat dan pengembangan pada baja tulangan atau akibat dari kesalahan penanganan.

Kerontokan beton akibat karat pada baja dapat terjadi pada bagian manapun yang disebabkan selimut beton yang kurang tebal, dan bagian bawah lantai beton, gelagar yang dicor ditempat dan ujung siku-siku kolom dan balok kepala tiang merupakan bagian yang sering mengalami kerusakan seperti ini.



Gambar 4 - Kerontokan Beton

3.2.1.2 Beton Keropos

Beton keropos akan terjadi apabila material yang halus tidak mengisi rongga-rongga antara agregat yang besar dan baja, akibatnya beton kehilangan ketahanannya seperti adanya udara dan uap air yang merembes masuk dalam beton sehingga terjadi karat pada baja tulangan. Demikian juga beton akan menjadi lemah, hati-hati memilih persentase pasir terhadap total agregat dimana terlalu sedikit pasir dapat menghasilkan beton yang segregasi atau keropos karena kelebihan agregat kasar. Perbandingan agregat halus dan agregat kasar harus sesuai dengan komposisi campuran yang telah dilakukan pengujian di laboratorium.

Beton keropos dapat juga terjadi akibat campuran yang jelek tetapi lebih umum diakibatkan karena cara penanganan yang jelek, seperti kurangnya pemadatan, hilangnya cairan beton yang disebabkan bekisting yang jelek dan terlalu rapatnya baja tulangan.

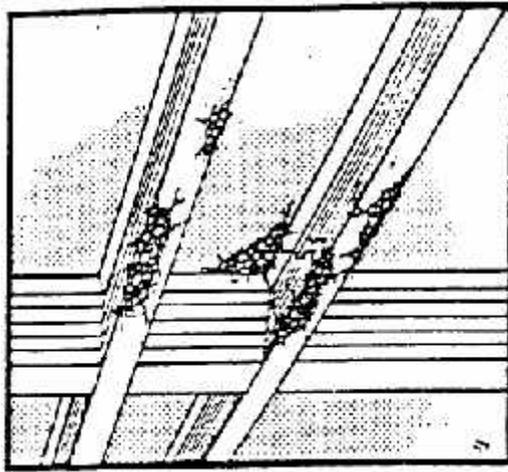
Perbaikan/penanganan secara umum untuk beton yang keropos dilaksanakan sama seperti pada beton yang rontok. Jika sudah

terdapat rembesan lantai beton akibat beton yang keropos, maka harus dilakukan beberapa hal berikut ini:

- a. Kupaslah lapisan aspal pada permukaan jalan dan bersihkan dengan baik bagian atas lantai beton tersebut.
- b. Kerjakan grouting pada daerah beton yang berpori/ kurang padat atau beton yang keropos.
- c. Berilah lapisan kedap air (waterproofing) diatas daerah beton yang kurang padat tadi.
- d. Kerjakan lapisan perkerasan kembali.

Jika terjadi suatu rembesan/bocoran air pada dinding penahan tanah atau kepala lembatan, hal ini mungkin diakibatkan oleh kurangnya lubang drainase dinding atau tersumbatnya lubang drainase dinding tersebut.

Perbaikan/pembersihan lubang drainase atau pembuangan air dapat mengurangi tekanan air yang ada dibelakang dinding dan juga mengurangi penguapan air melalui dinding beton. Apabila dibuat lubang drainase tambahan dengan cara mengebor dinding, apabila pengeboran lubang tersebut memotong besi tulangan maka harus dilakukan penutupan baja tulangan untuk menghindari terjadinya karat pada besi tulangan. Baja tulangan yang terlihat/terkelupas harus dilapisi dengan bahan epoxy pengisi retak beton guna mencegah karat yang akan-terjadi.



Gambar 5 – Beton Keropos

Beton keropos dapat terjadi akibat campuran yang jelek tetapi lebih umum diakibatkan karena cara penanganan yang jelek, seperti kurangnya pemadatan, hilangnya cairan beton yang disebabkan bekisting yang jelek dan terlalu rapatnya baja tulangan.

3.2.1.3 Beton Yang Berrongga

Drumminess adalah suatu istilah yang diberikan untuk mutu beton yang jelek jika waktu dipukul dengan palu beton menjadi berlubang atau berbunyi seperti drum. Beton yang berongga dapat diakibatkan oleh:

- Karat yang ada pada besi tulangan mendorong sebagian permukaan beton
- Perbaikan yang tidak baik bila penambalan yang dilakukan tidak menempel dengan baik pada bahan dasar dan terjadi lapisan yang terpisah



Gambar 6 – Beton yang Berongga

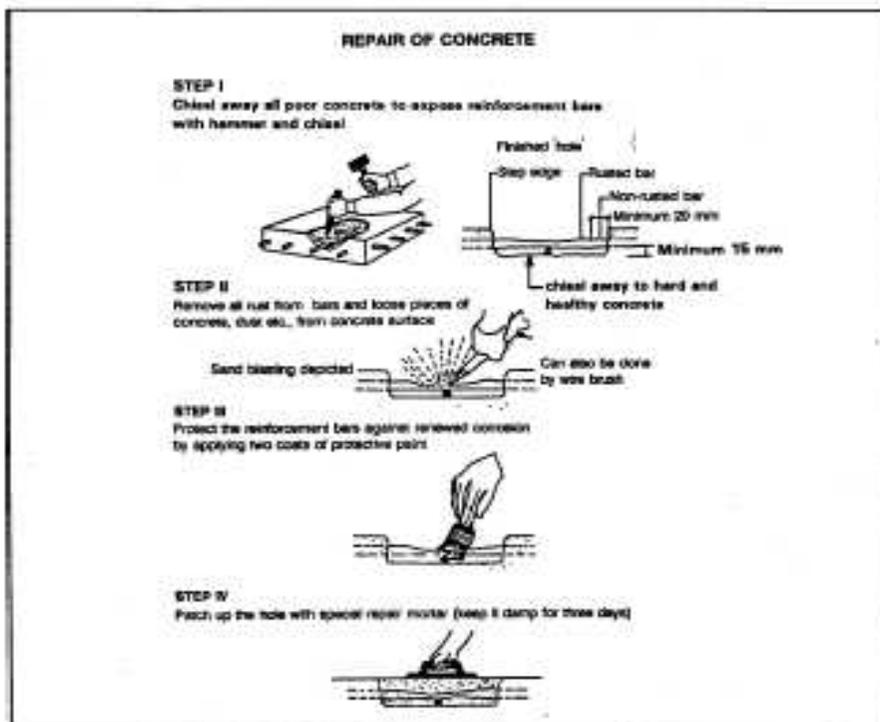
3.2.1.4 Mutu Beton Yang Jelek

Kerusakan ini merupakan kerusakan pada beton yang mempunyai kekuatan rendah. Jenis kerusakan ini sulit bagi pemeriksa untuk menentukan dan diperlukan alat khusus. Atas dasar alasan apapun, jika timbul keragu-raguan mengenai mutu beton tanpa nampak adanya kerusakan yang lain, hal ini harus diusulkan untuk dilakukan pemeriksaan secara khusus.

Cara Penanganan:

- a. Buang/lepaskan semua bagian beton yang lepas dan rusak, sampai bagian beton yang baik, terlihat dan dalam keadaan bersih.
- b. Usahakan membersihkan beton sampai ± 25 mm dibelakang besi tulangan agar didapat ikatan yang baik.
- c. Bersihkan semua karat yang ada pada besi tulangan

- d. Kuatkan/Ikatkan baja tulangan yang baru jika didapat bagian baja tulangan yang hilang lebih dari 20 % dari diameternya.
- e. Pakailah bahan perekat pada permukaan yang kering dengan bahan yang dapat disetujui.
- f. Pasanglah dan bentuklah beton baru untuk mendapatkan selimut beton yang sesuai asalnya dengan menggunakan bahan yang disetujui.



Gambar 7 – Langkah - Langkah Dalam Perbaikan Beton.

Catatan:

- 1. Jika baja tulangan tidak terlihat dan hanya sedikit kerusakan beton, maka plesteran saja sudah cukup untuk memperbaikinya.

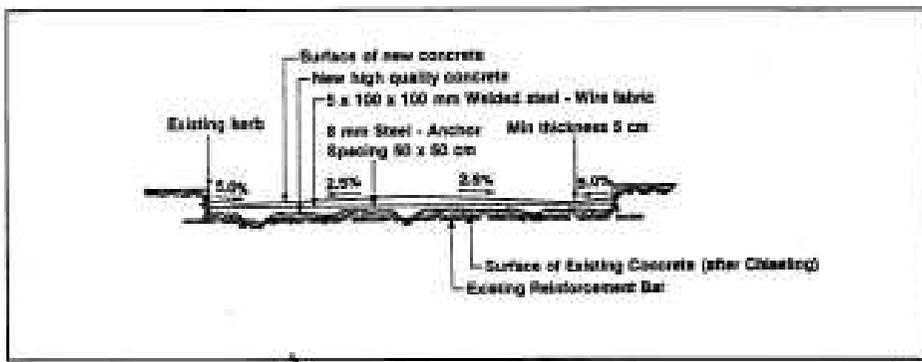
Permukaan harus dibersihkan dan dilembabkan untuk memudahkan pengikatan beton lama dengan beton baru.

2. Jika ketebalan tambalan lebih dari 40 mm, disarankan agar ditambahkan jaring kawat (wire mesh) halus yang ditempelkan pada permukaan beton yang lama sebelum dipasang beton yang baru. Jaring kawat tersebut akan memberikan daya rekat dan kekuatan yang lebih baik pada tambalan tadi.
3. Disarankan agar menggunakan epoxy beton halus sebagai bahan untuk pembentukan kembali elemen struktur baru yang mempunyai ketebalan melebihi 40 mm atau dimana besi tulangan terlihat.

Jika beton yang rusak mencakup seluruh permukaan lantai beton jembatan maka jalan yang terbaik untuk memperbaikinya adalah membongkar semua beton yang rusak tersebut dan menggantinya dengan beton baru dengan cara sebagai berikut

- a. Semua beton yang hancur sekitar besi tulangan yang sudah berkarat dan pada bagian beton yang jelek harus dibongkar dan besi tulangan dibersihkan kemudian diberi lapisan sebagaimana dijelaskan pada bagian ini.
- b. Kemudian, sisa permukaan tadi dikasarkan dengan pahat. Kemudian dibor lubang-lubang pada lantai beton lama agar dapat memasukkan kawat angker (diameter 8 mm) yang kemudian dicor dengan adukan khusus dengan jarak dari as ke as 500 x 500 mm. Angker khusus ini sekarang sudah terpasang yang kemudian diberi lem epoxy yang sudah disediakan.

- c. Kemudian seluruh bidang diperkuat dengan tulangan jaring (wire mesh) berukuran 5x100x100 mm, dan corkan lapisan beton baru yang berkualitas tinggi (kekuatan minimum $f'c= 24$ MPa atau K-275, slump 12 ± 2 cm, $w/c=0,53$) dengan ketebalan minimum 50 mm (lihat Gambar 2.3) diatas beton lama.
- d. Beton tersebut harus dipadatkan dengan vibrator yang sesuai.
- e. Permukaan beton baru tersebut harus diusahakan tetap lembab paling sedikit selama 7 hari.



Gambar 8 – Potongan Melintang Perbaikan Lantai Beton

3.2.2 Kerusakan 202 - Keretakan Beton

Sebelum pekerjaan perbaikan dimulai, perlu diperiksa terlebih dulu apakah yang menyebabkan keretakan dan jika perlu adakan penggantian bagian yang mengalami keretakan tersebut dengan mempertimbang kan agar kemungkinan-kemungkinan retak dihindari.

Beberapa pertanyaan harus dijawab terlebih dulu yaitu:

1. Apakah yang menyebabkan keretakan ?
2. Apakah didapati pergerakan pada keretakan tersebut?

Retak pada beton merupakan hal yang umum. Retak dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu:

- Retak struktural
- Retak non struktural

Retak Struktural adalah retak yang paling berbahaya diakibatkan adanya beban yang melebihi beban rencana atau kekuatan yang berasal dari potongan. Retak pada balok dan elemen utama dapat disebabkan oleh:

- Momen (sekitar daerah tengah bentangan)
Retak ini berupa retak yang tegak/vertikal
- Gaya lintang dekat landasan
Retak ini biasanya membuat sudut 40 sampai 50 derajat terhadap sumbu elemen yang bersangkutan
- Kombinasi momen dan gaya lintang

Retak non struktural atau retak tak bergerak terjadi pada bagian permukaan dan umumnya tidak bertambah besar. Beberapa jenis retak ini ada yang berbahaya tetapi dapat tidak berbahaya. Retak non struktural dapat disebabkan oleh:

- Penguapan kadar air dari permukaan beton yang baru digelarkan lebih cepat daripada penggantian oleh kelebihan air dari campuran beton (*bleed water*) maka beton akan mengalami retak susut.
- Retak pada permukaan

Keretakan secara umumnya terjadi karena:

- a. Adanya beban yang berlebihan pada bagian tersebut. Dalam hal ini harus dilakukan perkuatan atau pembatasan muatan.
- b. Tidak samanya penurunan yang terjadi. Dalam hal ini, apabila penurunan atau settlement tidak berhenti maka harus diadakan pencegahan penurunan selanjutnya dengan memperkuat fondasi.
- c. Susut, terutama pada lantai beton.
- d. Mutu beton yang rendah pada lantai beton.

Cara Penanganan:

1. Bagian Non Struktural dan Retak Non Struktural

Jika retak tersebut lebih kecil dari 0,5 mm lebarnya:

- a. Bersihkan retak tersebut dengan menggunakan sikat dan kemudian ditiup dengan angin yang bertekanan.
- b. Tutup retak tersebut dengan adukan semen yang encer.

Jika lebar retak antara 0,5 mm sampai 3 mm:

- a. Bentuklah pada bagian retak seperti huruf V sampai kedalaman kurang lebih 5 mm kemudian bersihkan bagian tersebut.
- b. Gunakan perekat/epoxy yang telah disetujui oleh Direksi yang kemudian dilapiskan pada sisi bagian V tadi.
- c. Kemudian tutup bagian V tadi dengan adukan semen atau epoxy.

2. Elemen Struktural

Elemen struktural adalah bagian bangunan yang menjadi struktur tetap kokoh dan stabil dalam mendukung beban.

Tergantung fungsinya salah satu elemen dapat mempengaruhi perilaku struktur secara keseluruhan. Sedangkan elemen non struktural adalah bagian bangunan yang tidak terkait secara langsung dengan kekuatan struktur bangunan dan menjadi beban bagi elemen struktural. Biasanya elemen non struktural mengalami kerusakan lebih awal dan mengalami perbaikan/penggantian. Termasuk elemen non struktural adalah lantai, dinding, penutup atap dan tangga

Jika retak yang ada terus berkembang/bertambah lebar maka harus dicari penyebabnya dan kemudian penyebab keretakan tersebut harus dihilangkan. Misal terjadinya keretakan pada gelagar karena adanya penurunan/ settlement pada jalan pendekat yang mengakibatkan adanya gaya kejut tambahan, atau gelagar beton yang retak pada daerah gaya lintang karena adanya penurunan/ settlement pada kepala jembatan maka harus dilakukan penanganan kerusakan kepala jembatan terlebih dahulu.



Gambar 9 – Penanganan Lantai Beton yang Retak

Jika terdapat retak pada daerah gaya lintang atau momen maksimum, maka elemen harus diperkuat atau beban dikurangi.

Kriteria-kriteria keretakan pada elemen beton yang fungsinya struktural dibagi menjadi 3 bagian yaitu:

1) Kriteria I

- a. Lebar retak berkisar antara 0,1 mm sampai 0,25 mm dan mencakup daerah kurang dari 30% dari luas elemen yang bersangkutan.
- b. Tidak terjadi rembesan atau adanya bocoran air.
- c. Mutu beton lantai tidak kurang dari 25 Mpa
- d. Mutu beton pada gelagar, kepala jembatan, pilar tidak kurang dari 20 Mpa
- e. Nilai kondisi elemen yang bersangkutan adalah 2.

2) Kriteria II

- a) Lebar retak kurang dari 2 mm dan mencakup daerah kurang lebih 50% dari luas elemen yang bersangkutan
- b) Belum terjadi rembesan atau adanya bocoran air
- c) Diperlukan suatu perkuatan karena terjadinya beban yang berlebihan yang tidak dapat diterima oleh lantai atau gelagar akibat mutu beton yang tidak sesuai dengan persyaratan
- d) Mutu beton lantai tidak kurang dari 25 Mpa
- e) Mutu beton gelagar, kepala jembatan, pilar tidak kurang dari 20 Mpa.
- f) Nilai kondisi elemen yang bersangkutan adalah 3.

3) Kriteria III

- a) Lebar retak lebih besar dari 2 mm dan mencakup daerah lebih dari 50% luas elemen tersebut
- b) Terjadi rembesan atau adanya bocoran air
- c) Mutu beton lantai kurang dari 25 Mpa
- d) Mutu beton gelagar, kepala jembatan, pilar kurang dari 20 Mpa.
- e) Nilai kondisi elemen yang bersangkutan adalah 3 atau 4.

Prosedur perbaikan untuk menangani keretakan beton tergantung pada jenis kriteria masing-masing elemen. Jenis penanganan sesuai dengan kriteria adalah sebagai berikut:

- 1) **Kriteria I** - perbaikan keretakan dengan metoda suntikan bahan perekat/epoxy sehingga beton dapat berfungsi

kembali dan menjadi satu kesatuan kembali serta berfungsi sebagaimana mestinya.

- 2) **Kriteria II** - perbaikan keretakan dengan menggunakan metoda suntikan bahan epoxy ditambah dengan perkuatan untuk menahan gaya momen atau gaya lintang yang tidak dapat ditahan lagi oleh elemen yang bersangkutan. Perkuatan tersebut dapat berupa plat baja atau bahan FRP yang direkatkan pada bagian bawah pelat lantai atau balok, biasanya pelat tersebut berfungsi untuk menahan gaya momen atau gaya lintang yang berlebihan. Gaya momen adalah gaya yang menyebabkan rotasi pada struktur sedangkan gaya lintang merupakan gaya yang tegak lurus sumbu batang struktur. Perkuatan tersebut dapat juga berupa menambah balok baja atau gelagar pada bagian bawah lantai hal ini disebabkan adanya momen yang berlebihan yang tidak dapat ditahan oleh lantai, hal ini berfungsi untuk memperkecil bentangan yang ada.
- 3) **Kriteria III** - dalam hal ini mutu beton sudah tidak dapat dipertanggungjawabkan lagi, lebar keretakan juga sudah melampaui batas yang dapat diperbaiki, sehingga apabila keadaan ini terjadi maka beton pada elemen yang bersangkutan harus dibongkar untuk kemudian dipasang kembali dengan beton yang sesuai persyaratan dan ukuran serta bentuknya seperti aslinya dengan mempertimbangkan sebab-sebab terjadinya keretakan sebelumnya. Apabila terjadi sambungan antara permukaan beton lama dan beton

baru maka hal tersebut dapat ditangani sesuai dengan penanganan kerontokan pada beton dengan no. kerusakan 201.

Rekomendasi penanganan perbaikan retak dengan cara suntikan epoxy adalah sebagai berikut:

- 1) Bersihkan semua jenis kotoran, bekas beton yang tidak sempurna atau sejenisnya yang menyebabkan terjadinya kontaminasi pada retak dengan menggunakan sikat kawat atau gerinda pada daerah selebar kurang lebih 5 cm sepanjang retakan tersebut. Jika terdapat minyak/gemuk pada bagian tersebut harus dibersihkan dengan thinner.
- 2) Pasangkan alat pipa penyuntik ditengah-tengah permukaan yang retak dengan menggunakan bahan penutup (seal). Jarak setiap perletakan pipa penyuntik tergantung pada lebar dan dalamnya retak.
- 3) Tutupi sepanjang jalur retakan antara alat penyuntik dengan menggunakan bahan penutup (seal) atau pasta epoxy dengan lebar 5 cm dan tebal 3 mm yang ditunggu sampai mengeras.
- 4) Pasang alat injeksi beton berupa sebuah tabung yang dirancang khusus dengan angin kompresor bertekanan 6 kg/cm², sehingga bahan injeksi dapat masuk dengan sempurna
- 5) Setelah selesai penyuntikan dan bahan epoxy mengering dalam waktu yang tertentu, kemudian lepaskan kembali alat-

alat suntikan dan bersihkan kembali bahan-bahan penutup retakan.

- 6) Bersihkan permukaan beton yang sepanjang retakan yang diperbaiki dengan menggunakan gurinda atau dengan melembutkan bahan penutup dengan api dan mengelupaskannya.

Catatan: Semua spesifikasi yang disyaratkan oleh pabrik pembuat bahan epoxy atau bahan perekat untuk retak harus diikuti.

Bentuk keretakan lain yang seringkali ditemui adalah jenis retak yang tidak beraturan dan pada umumnya dijumpai pada lantai beton jembatan.

Jika yang retak hanya sebagian saja, maka penanganannya dapat secara penanganan retak sebagian atau pada mutu beton yang rendah, lihat penanganan untuk kerusakan no.201. Jika lalu lintas pada jembatan tidak dapat ditutup maka perbaikan dilaksanakan dengan cara penanganan dengan mempergunakan bahan yang tidak terpengaruh oleh gerakan/goyangan yang ditimbulkan oleh beban lalu lintas dan juga bahan tersebut harus cepat mengering dalam waktu yang tertentu. Biasanya jenis-bahan perekat tersebut mempunyai harga yang mahal, tetapi mempunyai keuntungan tanpa menutup lalu-lintas yang ada. Dalam hal ini direksi harus memperhitungkan mana yang lebih ekonomis dalam penggunaan bahan perekat.

3.2.3 Kerusakan 203 - Karat Best Tulangan Dalam Beton

Cara Penanganan:

- a. Bersihkan karat yang ada pada baja tulangan
- b. Jikas setelah dibersihkan ternyata luas tulangan berkurang hingga 20% maka pada bagian tersebut harus ditambah tulangan yang baru dengan panjang sambungan kurang lebih 300 mm pads masing-masing ujungnya dengan menyambung kannya secara mekanis atau las yang baik sehingga pemindahan gaya yang ada tetap terjamin dengan baik. Posisi sambungan atau bagian sambungan harus ditempatkan diluar daerah dimana besi tulangan yang berkarat tersebut. Mungkin perlu membongkar sebagian beton agar terlihat besi tulangan yang tidak berkarat guna penyambungan tersebut.
- c. Setiap baja tulangan yang mencuat harus dipotong paling sedikit 20 mm dibawah permukaan beton kemudian beton diperbaiki sesuai dengan Kerusakan no 201.



Gambar 10 – Korosi Baja Tulangan pada Beton

3.2.4 Kerusakan 204 - Beton Yang Aus Atau Lapuk Karena Cuaca

Perlu diadakan penilaian untuk menetapkan apakah elemen tersebut perlu diganti jika kerusakan sudah mulai menyeluruh.

Cara Penanganan:

Jika penyebab kerusakan adalah karena reaksi kimiawi atau pengkaraman maka diperlukan pengujian untuk menetapkan luas dan dalamnya daerah yang terkena untuk kemudian dapat ditentukan banyaknya pembongkaran.

Jika kerusakan disebabkan karena terjadinya karbonasi adalah proses dalam siklus hidup beton semen yang memiliki efek yang berbeda. Aksi konkrit berkarbonasi adalah semacam tempat penyimpanan yang secara permanen menyerap jumlah CO₂ yang signifikan di atmosfer, sehingga proses ini mengancam ketahanan struktur dengan mengurangi kemampuan pelindung beton untuk penguatan. Oleh karena itu diperlukan selimut beton yang dapat menyelimuti beton secara sempurna.

Kerusakan lain akibat keausan beton diperbaiki dengan cara seperti pada KERUSAKAN 201.

3.2.5 Kerusakan 205 - Pecah Atau Hilangnya Sebagian Elemen Beton

Cara Penanganan:

- a. Angkatlah elemen yang mengalami kelebihan gaya tersebut akibat pecahnya atau hilangnya sebagian dari elemen tersebut.

- b. Gantilah bagian yang pecah tersebut dengan bahan yang sesuai spesifikasinya atau yang serupa/sama dengan bentuk dan ukuran yang ditetapkan dalam spesifikasi aslinya.

Bilamana bagian yang pecah tersebut memerlukan penggantian, maka hubungan antara permukaan yang baru dan yang lama harus ditangani sebagaimana diuraikan pada perbaikan pada kerusakan 201.



Gambar 11 – Pecahnya Sebagian Beton pada Elemen Jembatan

3.2.6 Kerusakan 206 - Elemen Beton Yang Melendut

Penyebab melendutnya beton mungkin adalah:

- Beban yang berlebihan
- Kecelakaan
- Bekisting beton bergerak pada saat pengecoran



Gambar 12 – Jembatan yang Mengalami Lendutan yang Berlebihan

Cara Penanganan:

a. Beban yang berlebihan

Bilamana terjadi lendutan akibat beban yang berlebihan, maka diperlukan pemeriksaan khusus untuk menentukan luas/volume kerusakan

Hindarkan beban yang berlebihan dengan cara mengadakan pembatasan muatan

Bagian yang mengalami gaya yang berlebihan harus diperkuat, diganti atau diperbaiki.

Lendutan yang terjadi pada elemen beton akibat beban yang berlebihan biasanya terjadi karena adanya keretakan atau pecah/hancurnya elemen tersebut. Perbaikan mengikuti kode KERUSAKAN 201 atau 202.

b. Kecelakaan

Kerusakan karena kecelakaan seringkali terjadi pada sandaran. Sandaran yang rusak biasanya diganti sehingga tetap dapat menahan apabila terjadi kecelakaan lagi.

Jenis kerusakan lain akibat kecelakaan yang mengakibatkan lendutan, biasanya diperbaiki sesuai dengan kerusakan akibat beban yang berlebihan (contoh - Beban yang berat sekali jatuh dari truk pengangkut yang menyebabkan lendutan pada gelagar dan lantai)

c. Bekisting yang bergerak pada saat pengecoran

Jika bekisting (formwork) berubah bentuk atau bergerak pada saat beton belum mengeras dan mengakibatkan terjadinya keretakan dari elemen yang bersangkutan maka hal tersebut dimasukkan dalam masalah beban yang berlebihan.

Jika tidak terlihat adanya lendutan yang berlebihan maka tidak diperlukan perbaikan atau suatu tindakan.

4

KEGIATAN BELAJAR 3

Indikator Keberhasilan :

Mampu Mengidentifikasi Perbaikan elemen berbahan baja.

PERBAIKAN ELEMEN BAHAN BAJA

4.1 Umum

Baja akan berkarat apabila tidak dilindungi terhadap udara dan air, oleh sebab itu baja harus dilindungi terhadap terjadinya karat dengan cara pengecatan atau galvanisasi.

Lapisan pelindung/pengaman cat atau galvanis mempunyai umur yang terbatas. Umur lapisan pelindung tersebut tergantung dari beberapa faktor antara lain

1. Ketebalan cat (atau galvanisasi)
2. Keberadaan baja terhadap udara laut atau bahan kimia lainnya (dari pabrik)
3. Keberadaannya terhadap air atau adanya uap air yang terjebak (pada sambungan dan sebagainya).

Daya tahan sistem lapisan pelindung baja ini, pada umumnya:

1. Permukaan yang digalvanis dengan cara hot-dipped dapat bertahan sekitar 15 - 20 tahun
2. Permukaan yang dicat (dipabrik) dapat bertahan sekitar 10 - 15 tahun
3. Permukaan yang dicat (di lapangan) bertahan sekitar 10 tahun.

Pengecatan ulang biasanya paling lama adalah sekitar 7 - 10 tahun (tetapi yang paling baik adalah antara 5 - 7 tahun), dan hal ini disarankan bagi jembatan-jembatan rangka baja yang dipasang di Indonesia. Siklus waktu tersebut mungkin harus dikurangi apabila jembatan tersebut berada pada daerah pantai.

Pengecatan yang dilakukan disarankan sesuai dengan uraian untuk KERUSAKAN 301.

Bagian struktur baja yang sudah berkurang luas efektifnya yang disebabkan adanya karat harus dipotong dan diganti dengan baja baru yang mempunyai ukuran yang sama atau perkuatan dengan pemasangan plat sebagaimana diuraikan untuk KERUSAKAN 302.

Bagian-bagian struktur baja yang retak harus diperbaiki sebagaimana diuraikan untuk KERUSAKAN 305.

Bagian-bagian struktur baja yang rusak (bengkok) akibat adanya beban yang berlebihan harus diperbaiki dengan mengadakan perkuatan sebagai berikut:

1. Penambahan plat pengaku dengan mengelas (pada flens bagian bawah)
2. Mengganti bagian struktur baba tersebut dengan yang baru dengan kekuatan yang lebih.
3. Menambah struktur baja lain

4. Membuat perkuatan dengan kabel prategang pada- bagian bawah jembatan

Hal tersebut diatas akan diuraikan pada KERUSAKAN 303.

Sebelum pekerjaan perbaikan dilakukan, harus diadakan terlebih dulu pemwiksaan khusus untuk menentukan jenis perkuatan yang akan dilaksanakan secara tepat atau diadakan suatu sokongan sementara pada tempat yang tepat pula selama pekerjaan perbaikan tersebut dilaksanakan.

Semua bagian-bagian atau elemen jembatan yang baru yang akan dipasang maka harus dilakukan penanganan permukaan sebagaimana diuraikan pada KERUSAKAN 301.

Paku keling yang longgar harus diganti. Baut dan paku keling yang berkarat atau pecah harus diganti dengan baut yang baru (dengan ukuran yang sama). Baut mutu tinggi apabila longgar tidak boleh dikencangkan melainkan harus diganti.

Bagian las yang pecah harus dipotong dan diganti dengan yang baru (dengan ukuran yang sama).

Perkuatan ikatan dapat dilakukan dengan jalan mengadakan pengelasan plat baja pada tempat yang tepat.

Perkuatan pada pilar baja dapat dilakukan dengan cara membuat pengaku melintang pilar.

Jika turap baja berkarat maka turap baja tersebut harus dibersihkan dan dicat dengan sistem cat yang mengandung aspal.

Apabila pilar baja rusak berat akibat karat pada permukaan air maka hal tersebut dapat diperbaiki dengan jalan pemasangan selimut beton

bertulang. Bagian selimut beton tersebut harus masuk kurang lebih 0,5 meter dibawah permukaan dasar sungai sampai kurang lebih 30 cm diatas muka air banjir terbesar.

4.2 Penanganan Kerusakan Pada Elemen Baja

4.2.1 Kerusakan 301 - Penurunan Mutu Lapisan Pelindung Terhadap Karat

Penurunan mutu lapisan pelindung terhadap Karat ini dapat disebabkan oleh:

- a. Umur
- b. Lingkungan yang mengandung karat
- c. Lapuk
- d. Kecelakaan
- e. Penanganan yang buruk pada waktu awal.
- f. Kekerasan/tangan jahil

Cara Penanganan:

Penanganan lapisan pelindung baja akan sangat tergantung pada:

- a. Besarnya masalah
- b. Lingkungan
- c. Tersedianya sumber-sumber produksi lapisan pelindung
- d. Jenis lapisan pelindung yang sudah ada

Tabel 2 – Nilai Kondisi Penanganan Lapisan Pelindung Baja

Nilai Kondisi	Penanganan yang direkomendasikan
Kerusakan dengan nilai 1-2	<p>Kerusakan yang ada terbatas dan tidak parah. Permukaan pelindung harus dibersihkan dan dilakukan pengecatan sebagai bagian dari Pemeliharaan Rutin.</p> <p>Pembersihan dapat dilakukan dengan cara mencuci dan hanya pada bagian yang berkarat saja dilakukan penyikatan dengan sikat kawat.</p> <p>Pengecatan dapat dilakukan dengan kuas. Cat yang dipakai merupakan suatu cat yang mempunyai cat dasar yang sederhana dan cat akhir sebagai berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cat dasar - Jenis Alkyd zinc chromate Ketebalan 40 mikron (minimum) • Cat akhir - Jenis Alkyd enamel. Ketebalan 50 mikron (minimum) <p>Dapat pula digunakan sistem cat yang lain untuk lingkungan yang tertentu pula.</p>
Kerusakan dengan nilai 3-4	<p>Masalahnya bersifat umum dan karat yang terjadi sudah nilai 3-4 berpengaruh terhadap kekuatan baja. Pekerjaan tersebut ini bukan tanggung jawab pemeliharaan rutin jembatan lagi</p>

	kecuali sandaran dan tiang sandarannya yang rusak. Sandaran yang rusak harus ditangani sebagaimana diuraikan pada pemeliharaan rutin..
Kerusakan dengan nilai 4-5	Keadaan umum elemen-elemen harus diperiksa. Jika nilai kerusakan yang disebabkan oleh karat menjadi besar, maka seluruh bagian tersebut harus diganti daripada dipelihara. Jika nilai kerusakannya agak kurang maka bagian tersebut harus diperbaiki (jika diperlukan) dan penanganan lapisan pelindung permukaan seperti yang akan diuraikan berikut ini.

a. Cara/Metoda Penyiapan Permukaan

Pertama-tama harus dilakukan pembersihan dengan cara mencuci dan menyikat dengan menggunakan salah satu dari yang diuraikan berikut ini:

- 1) Sikat kawat yang dapat berputar secara mekanis
- 2) Alat penembak pneumatik runcing
- 3) Pembersihan dengan teknik pemanasan api
- 4) Pembersihan dengan sikat kombinasi dengan semprotan di lapangan

- 5) Pembersihan dengan-sikat kombinasi dengan semprotan di bengkel

Untuk semua cara pembersihan tersebut, harus diperhatikan kebutuhan nilai pembersihan dalam hal penyiapan permukaan dengan tidak menyebabkan kerusakan pada permukaan baja atau bagian lainnya.

Pencegahan yang harus dilakukan meliputi:

- 1) *Sikat kawat* dan alat penembak pembersihan yang terlalu lama pada satu tempat akan menimbulkan goresan pada permukaan.
- 2) *Pembersihan dengan pemanasan api* Penggunaan api untuk membersihkan harus dikendalikan agar hanya cat saja yang menjadi lunak atau mulai terkelupas. Titik pembakaran tidak boleh tetap pada satu tempat saja sebab dapat mengakibatkan baja menjadi panas dan mulai meleleh.
- 3) *Pembersihan dengan semprotan abrasif* Pasir yang berlebihan dapat mengakibatkan permukaan baja menjadi kasar dan sesuai dengan yang diharapkan. Jika bahan abrasif akan dikeringkan dengan cara pemanasan api, kemudian harus diperiksa apakah ada bahan yang masih mengandung minyak yang tersisa. Permukaan yang berminyak tidak akan secara baik menyerap cat dasar. Pembersihan dengan semprotan bahan abrasif, merupakan suatu pekerjaan yang berbahaya terhadap orang yang memegang ujung selang semprotan, pada waktu melaksanakan pekerjaan pembersihan jembatan memerlukan perlindungan khusus.

Dalam segala keadaan, harus dilakukan pengecatan dengan cat dasar segera setelah dilakukan persiapan permukaan dan. Pembersihan untuk mencegah terjadinya karat. Pengecatan permukaan harus dilakukan pada hari yang sama dengan pekerjaan pembersihan permukaan.

b. Sistem Pengaplikasian Cat

Cat dapat diaplikasikan dengan menggunakan

- 1) Kwas - balk digunakan untuk pekerjaan *pemeliharaan rutin*
- 2) Penyemprotan udara untuk pekerjaan menengah
- 3) Penyemprotan dengan hampa udara baik digunakan untuk pekerjaan besar dimana bidang datar yang akan dicat berupa permukaan yang cukup luas.

c. Sistem Pengecatan

Untuk lingkungan yang normal

- 1) Lapisan ke 1: 40 mikron, cat dasar alkyd zinc chromate
- 2) Lapisan ke 2: 40 mikron, lapisan dasar alkyd
- 3) Lapisan ke 3: 35 mikron, lapisan enamel alkyd
- 4) Lapisan ke 4: 35 mikron, lapisan enamel alkyd

Ketebalan lapisan cat kering akhir minimum 150 mikron.

Untuk lingkungan yang agresif, seperti pada daerah lingkungan berair asin maka sistem pengecatan jenis lain yang harus dipakai.

Disarankan agar lapisan dasar epoxy mempunyai ketebalan minimum 150 mikron pada permukaan baja yang sudah dibersihkan sebagaimana diuraikan diatas dan satu atau dua

lapisan chlorinated rubber masing-masing dengan ketebalan 100 mikron dan 125 mikron untuk pemakaian pada lingkungan berair asin.

Sistem pengecatan yang baru harus sesuai dengan sistem pengecatan yang sudah ada.

4.2.2 Kerusakan 302 - Karat Pada Elemen Baja

Cara Penanganan

Bersihkan secara menyeluruh semua permukaan yang berkarat untuk menentukan luas penampang yang rusak/hilang dari komponen jembatan.

Jika luas kerusakan kurang dari 15% maka bagian tersebut harus dibersihkan seluruhnya dan dicat sebagaimana diuraikan pada kerusakan 301.

Jika luas kerusakan melebihi 15% maka diperlukan pemeriksaan khusus untuk menentukan dengan tepat strategi pemeliharaan. Cara berikut ini dapat diikuti:

a. Pembentukan Kembali

Jika daerah cakupannya kecil (panjang kurang dari 200 mm) maka kerusakan tersebut dapat diperbaiki dengan mengembalikan pada bentuk semula dengan teknik pengelasan yang sesuai. Proses pengelasan harus berpadanan dengan tipe baja aslinya. Semua bahan-bahan yang menderita kerusakan

harus dibersihkan secara menyeluruh sebelum dilakukan pengelasan.

b. Perkuatan Bagian Yang Lemah

Perkuatan bagian yang lemah dapat dilaksanakan dengan menambahkan pelat baja atau menambah gelagar tambahan untuk dapat memikul beban.

Harus diperhatikan dengan adanya penambahan pelat atau gelagar benar-benar pada tempat yang sesuai dan benar-benar dapat memikul beban serta tidak melemahkan bagian yang aslinya, misalnya membor lubang baut tambahan untuk sambungan.

c. Penggantian

Penggantian bagian yang rusak harus mengembalikan bagian tersebut pada kapasitas beban rencana semula.

Harus diperhatikan pada waktu diadakan penggantian, apakah penunjang sementara yang dibuat betul-betul cukup kuat untuk menahan jembatan pada waktu satu bagian dipindahkan dan dipasang bagian yang baru. Hal tersebut memerlukan perencanaan yang khusus dan bahkan jembatan harus ditutup selama perbaikan.



Gambar 13 – Korosi Baja Tulangan pada Beton

4.2.3 Kerusakan 303 - Deformasi Pada Elemen Baja (Perubahan Bentuk)

Penanganan hal tersebut sangat beraneka ragam (bervariasi) tergantung pada:

- a. bagian tersebut merupakan bagian non struktural seperti sandaran.
- b. bagian tersebut merupakan bagian yang struktural seperti batang tepi atas rangka
- c. Perubahan bentuk setempat misalnya adanya bengkokan sedikit pada flens batang diagonal rangka
- d. Perubahan bentuk yang sifatnya menyeluruh atau pada tempat tertentu pada beberapa lokasi

Perubahan bentuk atau deformasi ini menjadi sangat kritis masalahnya apabila elemen yang mengalami deformasi tersebut berada dalam kondisi tertekan atau mengalami momen. Deformasi

yang terjadi yang disebabkan oleh adanya gaya tarik tidak berbahaya.

Cara Penanganan:

Tabel 3 - Nilai Kondisi Penanganan Elemen yang Direkomendasikan

Nilai Kondisi	Penanganan yang direkomendasikan
Elemen Non Struktural Nilai kondisi > 2	Perkuatan atau penggantian - tergantung mana yang lebih ekonomis
Elemen Struktural Nilai kondisi 1	Dipantau saja
Nilai kondisi 2 atau 3	Perbaikan, penunjang, perkuatan, penggantian
Nilai kondisi 4 atau 5	Penggantian

DEFORMASI PADA ELEMEN BAJA

Perbaikan pada umumnya merupakan pekerjaan meluruskan komponen Baja. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan tekanan atau pemanasan dengan panas tertentu yang diijinkan atau kombinasi dari keduanya.

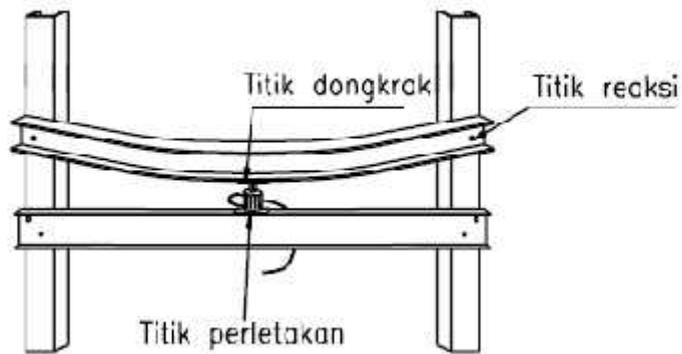
Apabila digunakan dengan cara penekanan, harus diperhatikan agar tidak terjadi kerusakan pada bagian lain pada titik pendongkrakan/penekanan atau pada titik adanya reaksi atau pada titik perkuatan dimana diadakan

proses penekanan. Contoh dari tiga titik dimana diadakan penekanan dapat dilihat pada Gambar 14.

Jika diusulkan menggunakan cara pemanasan, harus dilakukan pemeriksaan terlebih dahulu terhadap bajanya, apakah panas tersebut akan mempengaruhi sifat-sifat baja tersebut. Dalam hal ini mungkin diperlukan pendapat seorang metalurgi tentang bagaimana cara pemanasan atau pendinginan baja tersebut.



Gambar 14 – Elemen Baja yang Mengalami Perubahan Bentuk



Gambar 15 – Pelurusan Elemen Baja

Penunjang atau penopang akan mempengaruhi panjang bentangan efektif dari elemen tersebut. Contoh penunjang adalah sebagai berikut:

- Menunjang gelagar yang melendut atau balok kepala melintang antara dua perletakan.
- Menunjang ikatan angin ujung yang rusak pada rangka baja untuk menghentikan penurunan.

Perkuatan dapat dilaksanakan untuk jenis pekerjaan perbaikan yang sementara maupun tetap apabila adanya suatu komponen yang mengalami lendutan. Jika lendutan yang terjadi pada komponen tersebut akibat adanya beban yang berlebihan, maka beban yang berlebihan tersebut harus dihilangkan terlebih dahulu sebelum diadakan perkuatan.

Bilamana lendutan yang terjadi akibat rusaknya komponen karena tertabrak/kecelakaan (misalnya batang vertikal pada rangka baja), sambungan harus sesuai dengan beban yang harus disalurkan melewati bagian rusak tadi.

Penggantian akan mengembalikan elemen tersebut pada kapasitas struktural semula. Bagi elemen-elemen yang kritis seperti gelagar atau

komponen rangka baja yang utama maka aspek yang paling berbahaya dari pekerjaan adalah pada waktu pemindahan komponen yang rusak dan pemasangan yang baru. Tahap ini mungkin memerlukan suatu perencanaan yang khusus dan penutupan sebagian atau seluruh jembatan atau keduanya selama berlangsungnya pekerjaan. Jika keadaan mengharuskan jembatan harus terbuka untuk lalu lintas maka lebih baik membuat suatu perkuatan pada elemen/komponen yang rusak tadi daripada harus menggantinya, misalnya menempatkan gelagar baru disamping gelagar yang sudah ada dan membiarkan gelagar yang lama tetap pada tempatnya.

4.2.4 Kerusakan 304 - Retak Pada Elemen Baja

Beberapa penanganan terhadap baja yang retak adalah sebagai berikut:

- a. Menghilangkan gaya dengan membor suatu lubang pada bagian ujung retak
- b. Memperbaiki dengan cara pengelasan
- c. Memperbaiki dengan membuat plat penutup
- d. Memperkuat atau mengganti

Cara Penanganan:

a. Menghilangkan Gaya Dengan Membor Lubang

Cara/metoda ini hanya dipakai - untuk keretakan yang kecil saja tetapi memerlukan pemantauan setelah dilakukan pengeboran (misalnya setiap enam bulan sekali).

Setelah menemukan ujung retak, maka periksalah setiap sisi bagian tersebut untuk menemukan celah yang terpanjang. Lubangilah dengan tepat ujung yang retak, kemudian bor,

ratakan dan kemudian dicat. Lubang bor tadi disarankan berdiameter 20 mm.

b. Perbaikan Retak Dengan Pengelasan

Perbaikan jenis ini merupakan perbaikan yang paling umum dilakukan pada keretakan baja. Keretakan tersebut dapat dibentuk dan ditangani sebagai las sambungan. Cara pengelasan dengan kawat las harus sepadan dengan baja yang ada. Ukuran dari las harus paling sedikit sama padatnya dengan bagian asli yang retak.

c. Perbaikan Retak Dengan Plat Penutup

Plat penutup dipakai untuk memperkuat elemen yang rusak. Pengelasan sebagaimana diuraikan diatas dapat juga dipergunakan jika ingin mendapat hasil yang terbaik. Jika dilakukan pengelasan, maka lasnya harus rata sehingga mudah dilakukan pengecatan dan plat penutup tepat meutupi daerah yang bersangkutan. Plat penutup biasanya dilekatkan dengan cara pengelasan atau dengan baut.

d. Penggantian atau Perkuatan

Elemen baja yang retak dapat diperbaiki dengan memperkecil beban yang dipikul. Hal ini dapat dilakukan dengan menaruh balok penunjang. Balok penunjang lain dapat diletakkan disamping elemen yang rusak guna menampung semua atau sebagian beban yang ada. Penggantian elemen yang rusak merupakan metoda perbaikan yang paling baik dan pasti tetapi

mungkin harus menghentikan lalu-lintas yang lewat di jembatan selama proses penggantian tersebut berlangsung.

4.2.5 Kerusakan 305 - Rusak Atau Hilangnya Elemen Baja

CARA PENANGANAN:

Jika elemen tersebut masih diperlukan maka harus diadakan penggantian atau perbaikan.

Jika elemen baja tersebut yang pecah/rusak akan diperbaiki, maka teknik perbaikan berikut dapat dipergunakan:

- a. Pengelasan, pemasangan baut atau paku keling pada bagian yang baru
- b. Perkuatan atau meringankan beban yang dipikul oleh bagian yang pecah/rusak.
- c. Penggantian bagian yang rusak.

Untuk detail penanganan, dapat dilihat pada KERUSAKAN 304.

4.2.6 Kerusakan 306 - Salah Penempatan Komponen

Cara Penanganan:

Jika pemasangan elemen yang salah tersebut menimbulkan masalah maka hal itu harus diganti atau diperkuat. Hal ini sangat penting artinya untuk jembatan rangka baja. Diperlukan suatu penyelidikan secara khusus untuk menetapkan seberapa luas perkuatan yang dimaksud.

a. Perkuatan

Jika elemen baja yang salah tadi akan diperkuat, maka harus diperhatikan dengan baik teknik pengelasan, pemasangan baut dan paku keling

b. Pengelasan

Prosedur pengelasan harus menghasilkan pelaksanaan yang semudah-mudahnya karena itu perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- Harus diusahakan supaya pelaksanaan dapat dikerjakan dengan posisi elektroda yang seharusnya
- Harus diusahakan agar juru las dapat melihat busur listrik yang terjadi
- Harus diusahakan agar pengelasan dapat dilaksanakan dengan posisi alamiah

Jika dipasang penambahan cover plate atau pengaku pada elemen maka permukaan yang akan disambungkan harus terlebih dahulu dibersihkan dan dicat. Pengelasan akan memberikan kekuatan dalam hal pemindahan. gaya pada bagian tambahan tersebut.

c. Pemasangan baut

Lubang baut harus dibor sedemikian rupa dengan tepat dan baut atau paku keling harus pas dengan lubang tersebut sehingga tidak mungkin terjadi pergeseran sebelum bagian yang baru dapat memikul beban. Apabila dipakai baut, maka baut tersebut

harus merupakan baut dengan mutu tinggi dan harus dikencangkan dengan tepat.

d. Penggantian

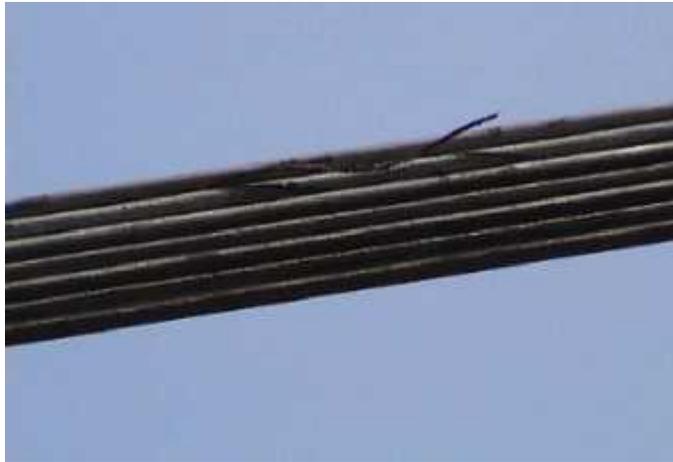
Bila diusulkan penggantian elemen baja maka perlu dibuat suatu ketentuan/batasan khusus untuk lalu-lintas yang akan lewat di jembatan dan guna menunjang konstruksi yang ada, sementara bagian yang lama dilepas dan diganti dengan bagian yang baru. Hal ini memerlukan suatu perencanaan khusus.

4.2.7 Kerusakan 307 - Kabel Jembatan Gantung Yang Aus/Mulai Lepas Ikatannya

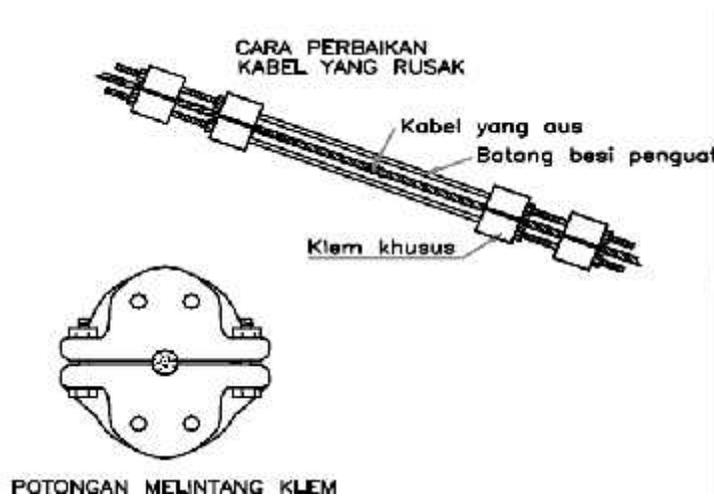
Cara Penanganan:

- a. Laksanakan pemeriksaan khusus untuk menetapkan dengan tepat besarnya kerusakan.
- b. Jika kurang 5% dari strands yang rusak, jepitlah dengan klem pada kedua sisi kabel tersebut untuk menahan beban. Periksalah agar batang besi cukup panjang sehingga daerah yang lemah tadi betul-betul tertolong.
- c. Jika lebih 5% dari strands yang rusak/aus/ mulai lepas dari ikatannya, maka kabel tersebut harus diganti.

Cara penggantian kabel pemikul jembatan gantung harus direncanakan dengan hati-hati. Harus diperhatikan bilamana beban sedang dialihkan dari kabel yang lama ke kabel yang baru.



Gambar 16 – Kabel yang Mulai Aus



Gambar 17 – Perbaikan Tarik pada Kabel yang Aus

4.2.8 Kerusakan 308 - Ikatan/Sambungan Yang Longgar

Cara Penanganan:

a. Baut

Ada dua jenis baut mutu tinggi yang ditetapkan ASTM yaitu A325 dan A490. Baut A325 terbuat dari baja karbon sedang dengan kekuatan leleh (*yield strength*) dari 560 sampai 630

Mpa, sedangkan baut A 490 terbuat dari baja alloy yang mempunyai kekuatan leleh mendekati 790 sampai dengan 900 Mpa. Ukuran diameter baut berkekuatan tinggi berkisar $\frac{1}{2}$ " sampai dengan 1,5", untuk struktur jembatan biasa digunakan $\frac{7}{8}$ " sampai dengan 1".

Bilamana suatu elemen ini longgar, maka hal tersebut harus dikencangkan. Jika elemen tersebut merupakan elemen dengan mutu tinggi maka baut yang longgar tadi harus dibuang dan diganti dengan yang baru.

Jika lubang baut menjadi besar diameternya karena adanya pergerakan elemen yang longgar tersebut maka lubang tersebut harus diperbesar sampai adanya ukuran baut atau paku keling yang akan dipakai.

b. Sambungan Las

Jika elemen yang longgar tersebut karena las yang pecah, maka ujung bahan yang ada harus dibersihkan, dipersiapkan kembali untuk diadakan pengelasan kembali. Jika kerusakan yang terjadi diperkirakan akan berulang kembali maka disarankan agar dibuat rencana yang khusus untuk hal ini.

5

KEGIATAN BELAJAR 4

Indikator Keberhasilan :

Mampu Mengidentifikasi Perbaikan elemen berbahan kayu.bata.

PERBAIKAN ELEMEN DENGAN BAHAN KAYU

5.1 Umum

Masalah utama yang berhubungan dengan kayu pada konstruksi jembatan disebabkan oleh:

1. Pembusukan yang disebabkan oleh jamur yang tumbuh pada kayu yang lembab
2. Serangan serangga. Yang paling merusak adalah kutu kayu dan rayap yang membuat lubang-lubang di dalam kayu.
3. Didaerah yang berair asin ada sejenis cacing (toredo) yang menyerang bagian kayu yang berada di bawah muka air, pasang. Cacing toredo membuat lubang lubang besar.

Untuk mencegah pembusukan dan serangan serangga maka kayu yang akan dipakai untuk konstruksi jembatan dan perbaikannya harus diberi suatu bahan pengawet yang telah disetujui.

Paku, baut, dowel, plat penyambung dan sekrup kayu yang akan dipakai untuk pembangunan atau perbaikan konstruksi jembatan disarankan digalvanis terlebih dahulu untuk mencegah pengkaratan atau paling tidak diberi lapisan cat anti karat.

Semua kayu yang dipakai untuk konstruksi jembatan harus dilapisi bahan pelindung kembali secara teratur karena bahan pelindung (pengawet) yang dilapiskan ketika jembatan tersebut dibangun hanya akan tahan sekitar 3 sampai 5 tahun.

Jika mungkin, semua konstruksi kayu dibuat sedemikian rupa sehingga air tidak akan lama melekat pada kayu tersebut atau kayu tersebut tidak berhubungan langsung dengan tanah yang basah. Semua kayu yang dipakai harus merupakan kayu bagian dalam (inti kayu).

Semua bagian yang rusak-harus diperbaiki atau diganti. Bagian-bagian yang lemah diperkuat dengan pelat baja (bila berdasarkan perhitungan akan cukup kuat).

Apabila pada konstruksi jembatan didapati kulit kayu yang masih menempel pada kayu strukturnya, maka kulit kayu tersebut harus dibuang kemudian diberi lapisan pelindung (pengawet).

Semua celah yang memungkinkan air dapat masuk ke dalamnya harus diperbaiki.

Papan lantai yang membusuk, lapuk atau pecah harus diganti. Paku-paku yang mencuat keatas harus diketok masuk ke dalam papan dan papan lantai

yang longgar harus dirapatkan/dikencangkan dengan tambahan baut pengikat.

Perkuatan lantai kayu dapat dilaksanakan dengan memasang baut secara memanjang mengikuti papan jalur kendaraan (jika belum dikerjakan).

Tiang pancang kayu yang rusak harus diperkuat, diganti atau disokong tergantung pada tingkat kerusakannya. Perkuatan mungkin akan dilaksanakan dengan berbagai macam cara, diantaranya akan diuraikan pada pasal ini.

Jika masih terdapat cukup tempat untuk menambah tiang pancang, mungkin lebih baik dilakukan pemancangan tiang pancang kayu yang baru yang dihubungkan dengan bagian yang sudah ada.



Gambar 18 – Jembatan Kayu yang Mengalami Kerusakan

5.2 Perbaikan Elemen Dengan Bahan Kayu

5.2.1 Kerusakan 401 - Kayu Yang Rusak

Kerusakan pada kayu mencakup:

- Pembusukan kayu
- Serangan serangga

- Pecah atau retaknya kayu
- Bengkok
- Adanya mata kayu/ kayu cacat
- Serat kayu yang miring

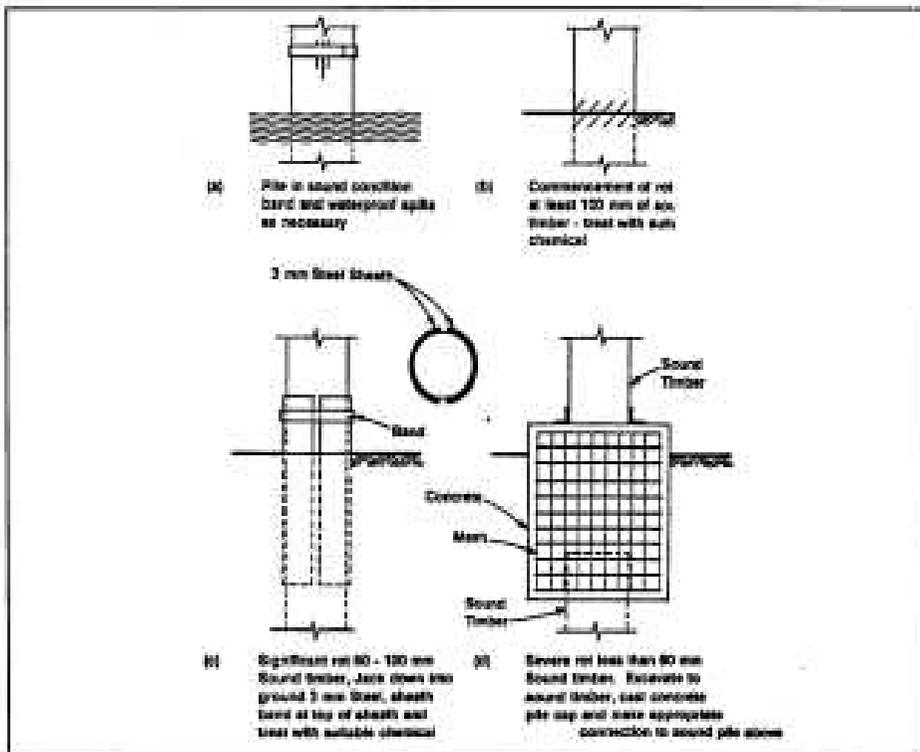
Cara Penanganan:

a. Kayu yang busuk

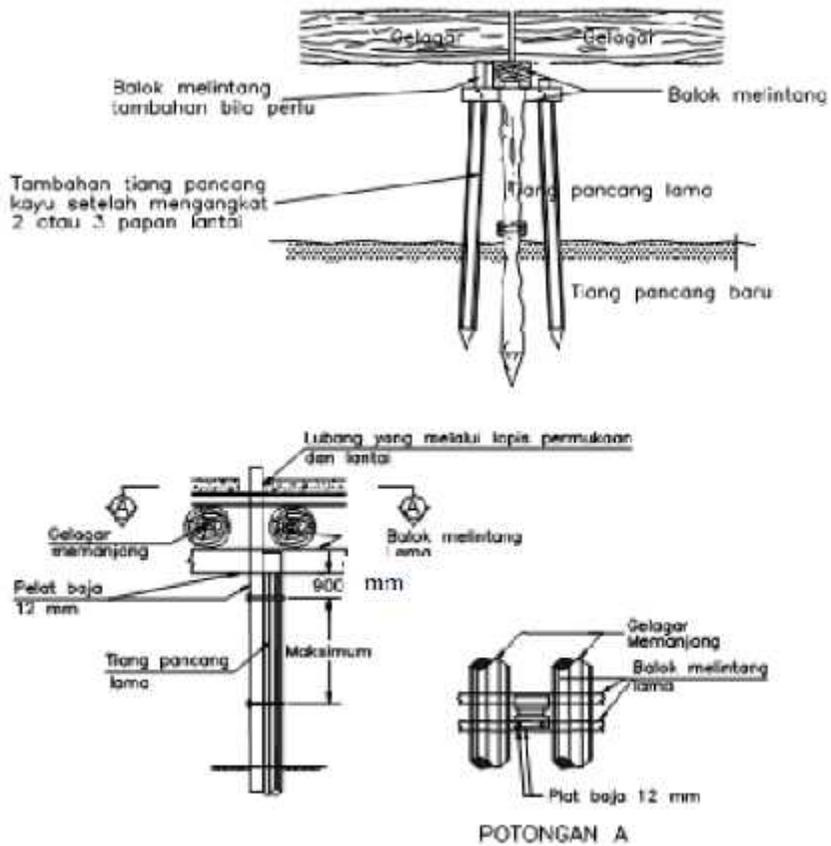
Secara umum - Jika bagian kayu sudah membusuk sekitar 15% dari penampangnya maka kayu tersebut harus diganti atau disokong.

b. Tiang Pancang Kayu

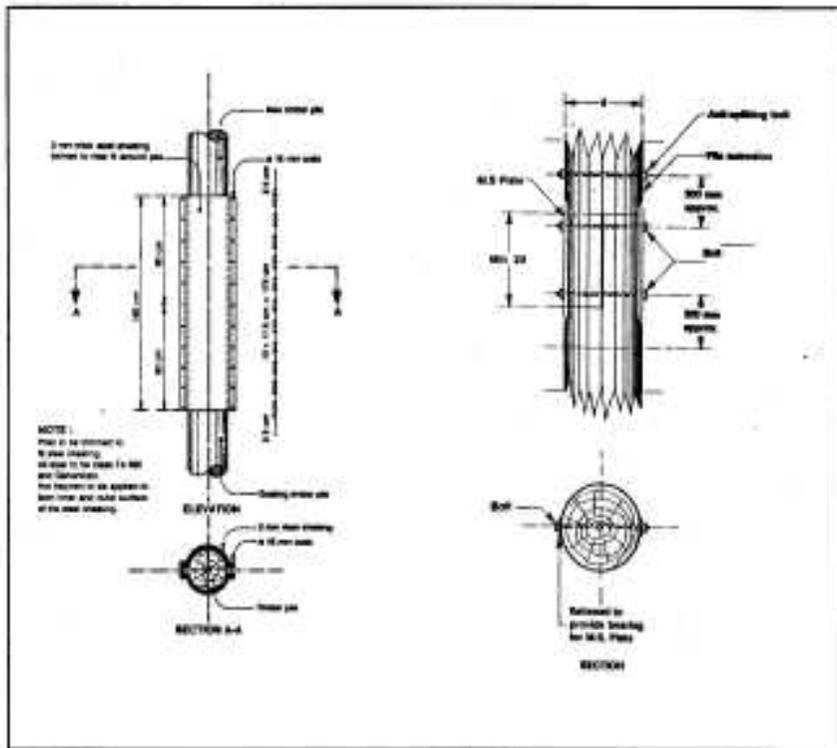
Jika masalahnya pada tiang pancang kayu, biasanya pembusukan terjadi pada bagian pasang surut air. Jika hal tersebut terjadi maka penampang tiang pancang menjadi berkurang dan tiang pancang harus diperkuat, ditopang atau diberi pengaman. (lihat Gambar 19, 20 dan 21).



Gambar 19 – Perbaikan Tiang Pancang Kayu



Gambar 20 – Perbaikan Tiang Pancang Kayu



Gambar 21 – Penanganan Tiang Pancang Kayu

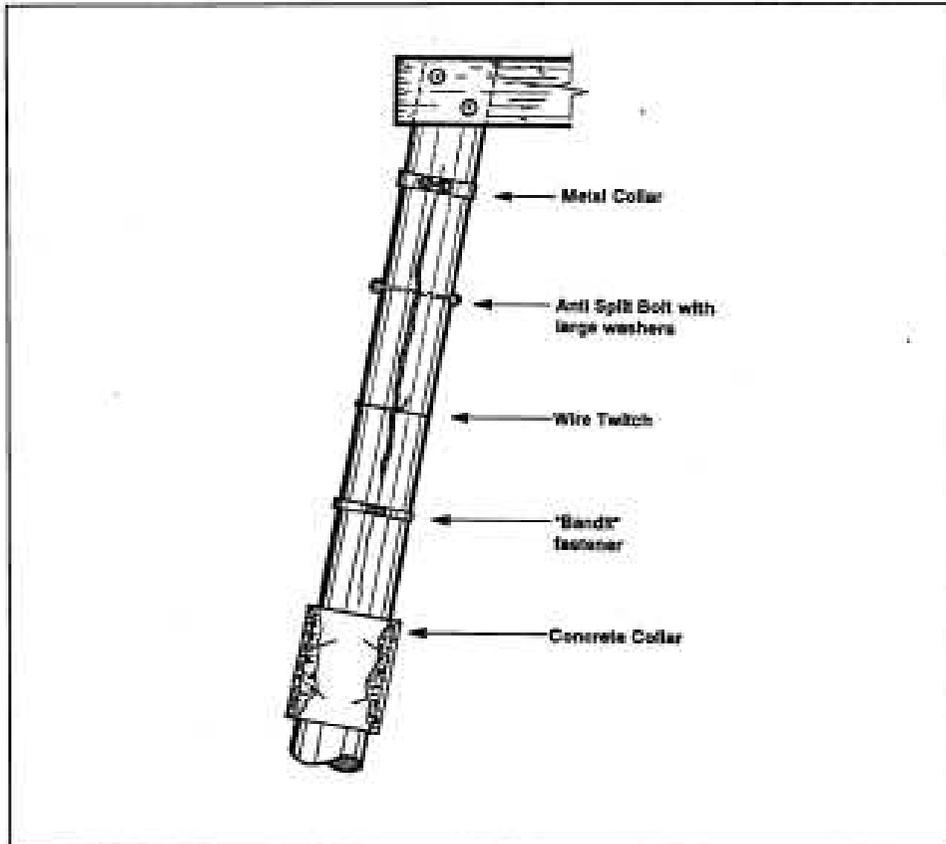
c. Pembengkokan

Kerusakan "pembengkokan" hanya terjadi pada elemen yang mengalami gaya tekan. Biasanya terjadi pada kolom dan penopang yang terbuat dari batang kelapa.

Tabel 4 – Nilai Kondisi Penanganan pada Pembengkokan

Nilai Kondisi	Penanganan yang direkomendasikan
Nilai kondiasi = 3	Perkuatan atau ganti
Nilai kondisi > 3	Ganti

Mungkin perlu diadakan pengalihan jalur lalu lintas atau menutup jembatan selama penggantian kayu dilakukan.



Gambar 22 – Gambar Pengikat Kayu

d. Serangan serangga terhadap kayu

Jika kayu telah kehilangan lebih dari 15% dari penampangnya maka kayu tersebut harus diganti atau ditopang. Lebih baik untuk mengganti dan menghancurkan semua kayu yang sudah terserang serangga guna mengurangi pengaruhnya terhadap kayu yang masih baik.

Perhatian, untuk mengurangi serangan serangga terhadap kayu ini, maka dapat digunakan insektisida.

e. Tiang Pancang Kayu

Bilamana masalah ini timbul pada tiang pancang kayu maka serangan serangga biasanya terjadi pada daerah pasang surut yang ada cacing toredonya. Jika hal ini dan luas penampang berkurang maka tiang dapat diperkuat dengan cara membungkus dengan plat baja.

Bahan anti cacing toredo dapat dilapiskan dan dimasukkan ke dalam setiap retakan atau lubang yang terjadi sebelum dilakukan pekerjaan perkuatan.

f. Terbelahnya dan terpuntirnya kayu

Memuntirnya dan terbelahnya kayu mengurangi kekuatan kayu. Pemuntiran merupakan masalah yang umum dijumpai pada lantai kayu. Permukaan lantai kayu dapat terbelah dan memburuk. Terbelahnya kayu merupakan masalah pada struktur kayu. Jika belahan yang terjadi segaris dengan serat kayu seperti pada lubang baut maka baut yang bersangkutan dapat lepas dan membuat struktur menjadi goyah (tidak stabil).

Air dapat dengan mudah merembes melalui belahan dan membuat kayu yang bersangkutan menjadi lebih mudah membusuk.

g. Memuntirnya kayu pada lantai kayu

Tabel 5 – Nilai Kondisi Penanganan Memuntirnya Kayu pada Lantai Kayu

Nilai Kondisi	Penanganan yang direkomendasikan
Nilai kondisi < 3	cukup diamati saja
Nilai kondisi > 3	elemen diganti - papan lantai baru harus ditempatkan dengan bagian yang keras pada bagian sebelah bawah. Papan lantai yang pendek sebaiknya jangan digunakan. Hanya papan kayu yang sesuai lebarnya saja yang digunakan.

h. Terbelahnya kayu pada elemen struktur

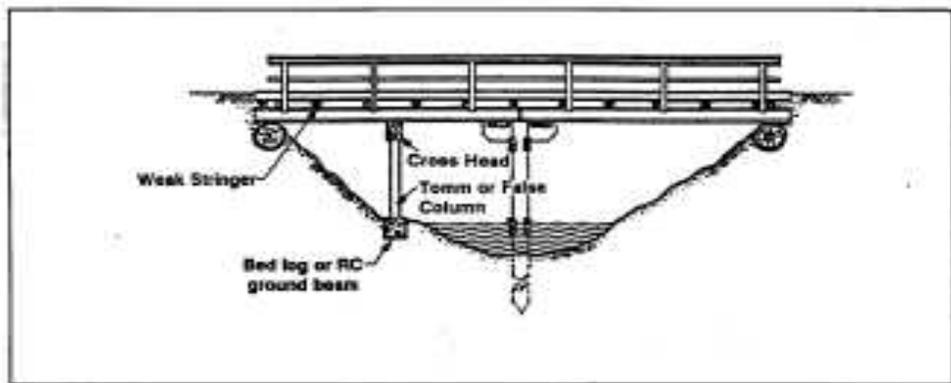
Tabel 6 – Nilai Kondisi Penanganan Terbelahnya Kayu pada Elemen Struktur

Nilai kondisi	Penanganan yang direkomendasikan
Nilai kondisi < 3	Cukup diamati saja
Nilai kondisi 3 atau 4	Gunakan alat pengikat
Nilai kondisi 5	Ganti elemen

i. Gelagar kayu

Bilamana yang menjadi masalah adalah gelagar memanjang, mungkin lebih mudah dilakukan perkuatan dengan sokongan daripada harus menggantinya. Hal ini dapat dilaksanakan

dengan meletakkan gelagar baru disamping gelagar yang lemah tadi atau menyokong/menopang gelagar tersebut guna mengurangi gaya akibat adanya momen (lihat Gambar 23)



Gambar 23 – Perkuatan Gelagar

j. Papan Lantai Kayu

Bilamana masalah yang timbul pada papan lantai kayu dan lebih dari 15% mengalami pembusukan, maka papan, lantai harus diganti. Bagian papan lantai yang busuk harus dipotong dan diganti sebab hal tersebut akan memperlemah struktur dan hanya merupakan penanganan sementara saja jadi seluruh papan lantai harus diganti.

k. Pengawetan kayu

Pencegahan dapat dilakukan untuk mengurangi pembusukan. Beberapa cara ini mencakup penanganan kayu sementara dalam keadaan baru atau dalam kondisi balk yaitu:

- Buang kulit kayu pada waktu awal dan pisahkan dengan kayu yang baik.

- Catlah permukaan kayu yang terlihat dengan lapisan cat oli atau aspal.
- Lumasi seluruh permukaan ujung potongan kayu dan sambungan dengan petroleum jelly (gemuk)
- lapiskan bahan kreosot pada semua permukaan kayu
- Bungkus tiang pancang kayu yang berada pada daerah pasang surut dengan lapisan pengikat yang mengandung bahan pengawet.
- Jagalah atap kayu jangan sampai bocor apabila jembatan kayu menggunakan atap
- Hindarilah pemakaian paku pada waktu perbaikan dan gunakanlah baut jika dapat.

Hindari penggunaan batang kelapa untuk struktur jembatan kayu karena daya tahan batang kelapa sangat pendek (sekitar 2 tahun).

I. Mata kayu, serat miring

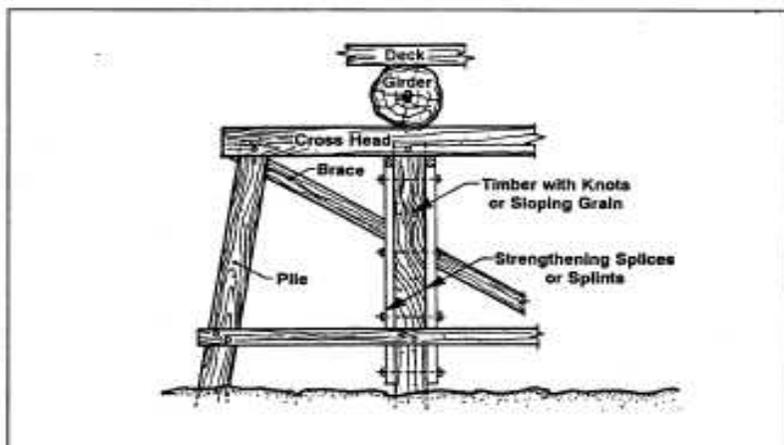
"Mata kayu" dan "serat kayu yang miring" merupakan jenis kerusakan-yang ada pada kayu pada waktu pohon kayu itu tumbuh. Kerusakan ini berpengaruh pada kekuatan kayu apabila dipakai pada elemen yang menahan gaya tekan atau momen.

Tabel 7 – Nilai Kondisi Penanganan pada Mata Kayu, Serat Miring

Nilai kondisi	Penanganan yang direkomendasikan
Nilai kondisi ≤ 3	Perkuatan atau penggantian
Nilai kondisi > 3	Penggantian

Perkuatan dapat dilaksanakan dengan cara melekatkan sepotong kayu lain atau plat baja sepanjang kayu yang rusak untuk memikul beban.

Mungkin perlu pengalihan jalur lalu-lintas atau menutup jembatan pada waktu dilakukan pekerjaan pada jembatan.



Gambar 24 – Sambungan Kayu

5.2.2 Kerusakan 402 - Pecah Atau Hilangnya Elemen

Cara Penanganan:

1. Gantilah bagian/material yang hilang dengan material yang sesuai atau ekuivalen dengan spesifikasi aslinya dengan ukuran dan bentuk yang sama.
2. Perbaikan sementara dapat dilakukan bilamana ada bagian yang rusak. Perbaikan tersebut dapat dilakukan dengan cara penyambungan dengan kayu atau plat baja seperti dapat dilihat pada gambar 25.
3. Bilamana tiang pancang kayu hancur, maka harus dilakukan pembungkusan dengan beton sebagai penyambungannya seperti terlihat pada gambar 24.



Gambar 25 – Lantai Kendaraan Kayu Kondisi Rusak

5.2.3 Kerusakan 403 - Kayu Yang Susut

"Penyusutan kayu" merupakan kerusakan yang berpengaruh besar terhadap jembatan rangka kayu. Penyusutan arah memanjang disebabkan pemakaian kayu muda pada waktu pembangunan dan pengeringan serta penyusutan terjadi setelah pembangunan. Penyusutan kayu memanjang mungkin menyebabkan terjadinya lendutan pada jembatan rangka.

Penyusutan pada potongan melintang umumnya tidak merupakan masalah kecuali baut atau pengikatnya menjadi longgar.

Cara Penanganan:

Untuk mengimbangi penyusutan memanjang, harus dilakukan beberapa cara sebagai berikut:

1. Rangka kayu harus ditopang disekitar bagian yang melendut.
2. Longgarkan baut pada bagian yang menyusut/memendek
3. Bagian ujung kayu dibaji
4. Baut dikencangkan
5. Penopang dilepas.

5.2.4 Kerusakan 404 - Penurunan Mutu Lapisan

Kerusakan lapisan pelindung/pengaman permukaan kayu dapat terjadi pada dua daerah:

1. Sandaran
2. Kayu struktur

Cara Penanganan:

1. Sandaran

Sandaran kayu harus dipelihara melalui *Pemeliharaan Rutin*. Sandaran tersebut harus dicuci bersih dengan air dan sikat paling sedikit sekali sebulan untuk menghilangkan kotoran.

Bilamana catnya sudah mulai menurun mutunya (memudar warnanya), semua bagian cat yang mengelupas harus dibersihkan dengan cara mencuci dengan menggunakan sikat kawat.

Kemudian permukaan diberi cat dasar (dimeni) kembali pada bagian yang sudah mengelupas catnya lalu dicat kembali.

2. Struktur Kayu

Penanganan pemeliharaan permukaan struktur kayu hanya terjamin bila kayu tersebut adalah kayu yang kuat (kayu kelas I) dan tahan lama. Kayu yang berkualitas rendah akan mudah rusak karena alasan lain (misalnya membusuk) dan pemeliharaan permukaan tidak akan banyak menolong.

Kayu yang bermutu baik hendaknya disemprot atau dilabur dengan kreosot, cairn aspal atau bahan pengawet lainnya untuk melindungi kayu. Semua ujung-ujung kayu potongan dilapisi dengan "hot petrolleum jelly". Lihat penanganan serangan serangga pada kerusakan no. 401.

5.2.5 Kerusakan 405 - Elemen Kayu Atau Bagian Yang Longgar

Kencangkan semua ikatan/elemen yang longgar. Jangan menggunakan paku apabila dapat digunakan baut. Paku dapat merusak kayu, mudah longgar, dan menyebabkan kerusakan pada lubang. Kemudian air akan terperangkap pada lubang tersebut dan terjadilah pembusukan. Catatan ini berlaku untuk perbaikan papan lantai dan papan jalur kendaraan.

RANGKUMAN

1. Perbaikan dalam pemeliharaan jembatan yang berhubungan dengan jenis elemen bahan dan kerusakan harus diperhatikan agar penanganan pemeliharaan jembatan terhadap penurunan mutu batu/bata dan retak dapat diperbaiki dengan baik dan benar sehingga diharapkan mampu memberi nilai kondisi yang diharapkan.
2. Perbaikan beton yang retak, keropos dan mutu yang tidak sesuai dengan persyaratan teknis harus dilakukan dengan pembongkaran, dan untuk pemeliharaan harus dilakukan perbaikan kembali sesuai dengan standar dan spesifikasi yang dipersyaratkan.
3. Untuk perbaikan kerusakan akibat elemen baja pada pemeliharaan jembatan sangat ditentukan oleh nilai kondisi dalam hal penanganan dan perbaikan.
4. Perbaikan pada elemen jembatan kayu harus diperhatikan terhadap jenis kayu akibat adanya pelapukan terutama pada lantai jembatan.

LEMBAR KERJA

1. Sebutkan jenis-jenis kerusakan pada elemen jembatan!
2. Jelaskan cara penanganan kerusakan pada masing-masing elemen jembatan!
3. Bagaimana penanganan terhadap beton yang keropos, retak, dan yang tidak sesuai dengan standar atau spesifikasi?
4. Jelaskan cara penanganan kerusakan pada elemen baja!
5. Jelaskan cara penanganan kerusakan pada elemen kayu!

DAFTAR PUSTAKA

- Ditjen Bina Marga. 1993. *Manual Bridge Management System (BMS)*.
- Ditjen Bina Marga. 2009. *Petunjuk Teknis Rehabilitasi Jembatan (No. 020/BM/2009)*.
- Ditjen Bina Marga. 2011. *Manual Perbaikan Standar untuk Pemeliharaan Rutin Jalan (No.001-02/M/BM/2011)*.
- Ditjen Bina Marga. 2011. *Manual Survei Kondisi Jalan dan Pemeliharaan Rutin (No.001-01/M/BM/2011)*.
- Kementerian Pekerjaan Umum. 2010. *Pedoman Pemeriksaan Jembatan*.
- Kementerian Pekerjaan Umum. 2010. *Pedoman Penanganan Preserva*.