



UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

PERENCANAAN, PEMBANGUNAN, DAN PERAWATAN JEMBATAN

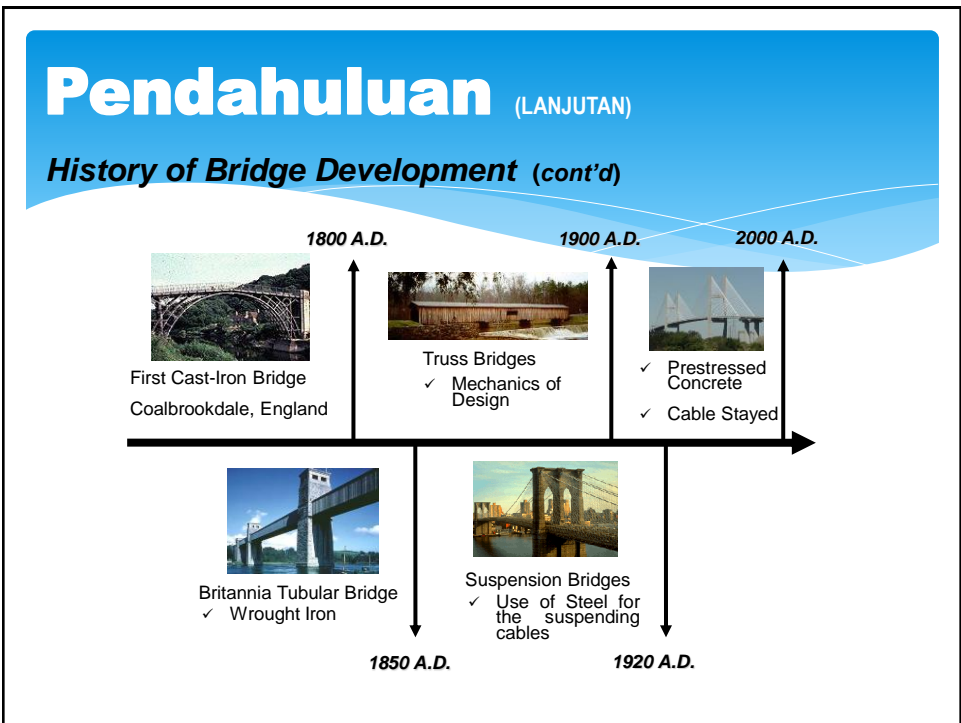
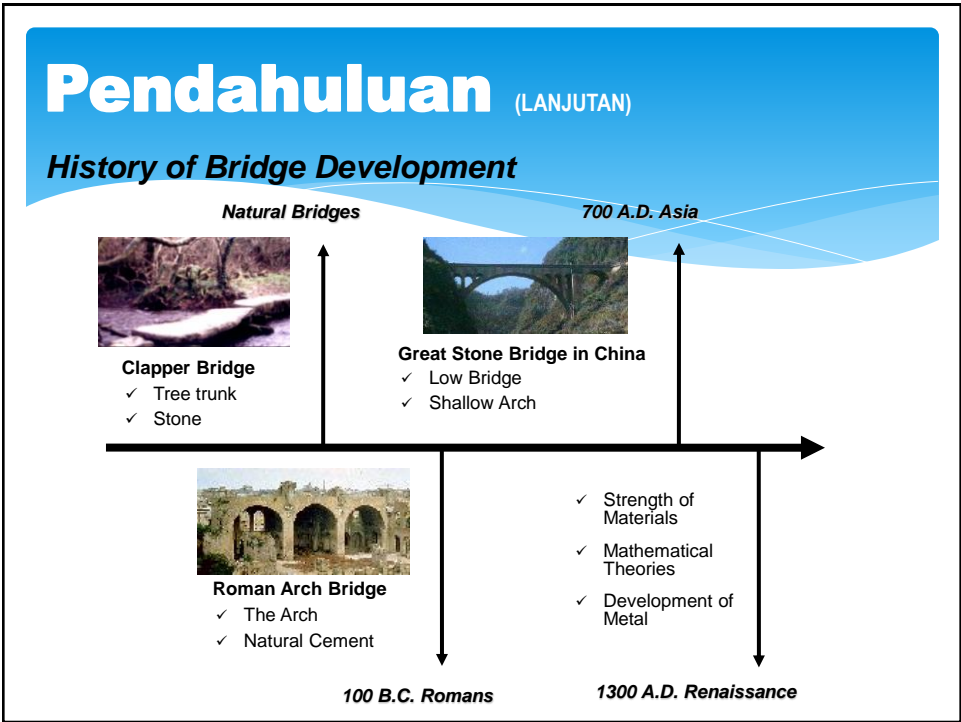
oleh :

Dr.Eng. Achfas Zacoeb, ST., MT.

Malang, 8 Mei 2017

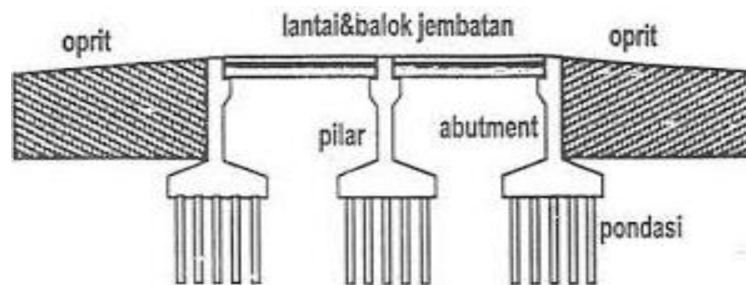
Pendahuluan

- ❑ Jembatan merupakan struktur konstruksi yang dibangun membentangi sungai, jalan, saluran air, jurang dan lain sebagainya yang digunakan untuk menghubungkan kedua tepi bentang agar orang dan kendaraan dapat menyeberang.
- ❑ Sejarah jembatan sudah cukup tua bersamaan dengan terjadinya hubungan komunikasi/transportasi antara sesama manusia dan antara manusia dengan alam lingkungannya.



Pendahuluan (LANJUTAN)

- Secara umum, struktur jembatan terdiri dari bangunan atas, bangunan bawah, dan bangunan pelengkap. Bangunan atas memikul beban lalu lintas kendaraan yang bergerak di atasnya. Beban tersebut disalurkan ke kepala jembatan yang harus didukung pula oleh bangunan bawah.



Pendahuluan (LANJUTAN)

Konstruksi bagian atas jembatan (*superstructures*) meliputi :

- Trotoir :
 - Sandaran + tiang sandaran
 - Peninggian trotoir/kerb
 - Konstruksi trotoir
- Lantai kendaraan + perkerasan
- Balok diafragma/ikatan melintang
- Balok gelagar
- Ikatan pengaku (ikatan angin, ikatan rem, ikatan tumbukan)
- Perletakan (rol dan sendi)

Pendahuluan (LANJUTAN)

Konstruksi bagian bawah (substructures) meliputi :

- ❑ Pangkal jembatan/abutment + pondasi
- ❑ Pilar/pier + pondasi

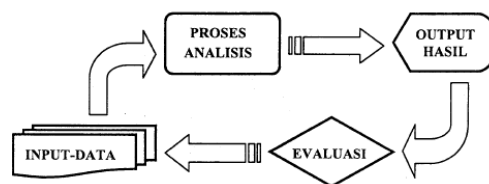
Pada umumnya suatu bangunan jembatan terdiri dari 6 (enam) bagian pokok, yaitu :

1. Bangunan atas
2. Tumpuan
3. Bangunan bawah
4. Pondasi
5. Oprit (timbunan di belakang abutment)
6. Bangunan pengaman jembatan.

Perencanaan

Dalam merancang jembatan ada beberapa aspek yang perlu ditinjau yang nantinya akan mempengaruhi dalam penetapan bentuk dan dimensi jembatan. Adapun aspek tersebut antara lain :

- Aspek lalu lintas,
- Aspek tanah,
- Aspek topografi,
- Aspek geometri,
- Aspek konstruksi,
- dan Aspek pembebanan.



Perencanaan (LANJUTAN)

▪ Aspek Lalu Lintas

Dalam perencanaan lebar jembatan sangat dipengaruhi oleh besarnya arus lalu lintas yang melintasi jembatan dengan interval waktu tertentu yang diperhitungkan terhadap Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR) dalam Satuan Mobil Penumpang (SMP). Dengan diketahuinya volume lalu lintas yang lewat pada ruas jalan dalam waktu tertentu maka akan diketahui kelas jalan tersebut sehingga nantinya dapat ditentukan tebal perkerasan dan lebar efektif jembatan.

Perencanaan (LANJUTAN)

▪ Aspek Tanah

Dalam pelaksanaan abutment dan pilar jembatan data-data tanah yang dibutuhkan berupa data-data sudut geser, kohesi dan berat jenis tanah yang digunakan untuk menghitung tekanan tanah horizontal juga gaya akibat berat tanah yang bekerja pada abutment, serta daya dukung tanah yang merupakan reaksi tanah dalam menyalurkan beban dari abutment. Tekanan tanah dihitung dari data soil properties yang ada. Dalam menentukan tekanan yang bekerja dapat ditentukan dengan cara analitis ataupun grafis. Gaya berat dari tanah ditentukan dengan menghitung volume tanah di atas abutment dikalikan dengan berat jenis tanah itu sendiri. .

Perencanaan (LANJUTAN)

▪ Aspek Topografi

Topografi berarti suatu kondisi permukaan tanah yang dihitung dari permukaan air laut. Peta topografi bertujuan untuk memberikan informasi atau data tentang selisih ketinggian suatu lahan. Aspek topografi yang diperhitungkan dalam perencanaan lebih kepada topografi perbukitan dan lembah, karena keadaan topografi pegunungan yang ada merupakan variabel yang sangat menentukan dalam perencanaan konstruksi pilar jembatan. Tujuan-tujuan dalam penentuan lokasi jembatan yang paling ideal diantaranya: peningkatan kelancaran lalu lintas, keamanan, dan kenyamanan bagi pengguna jembatan, tercapainya perencanaan yang optimal dan ekonomis dengan tidak mengabaikan nilai estetikanya.

Perencanaan (LANJUTAN)

▪ Aspek Geometri

Perencanaan geometri merupakan bagian dari perencanaan jembatan yang dititik beratkan pada pengaturan tata letak jembatan sehingga menghasilkan jembatan yang aman, efisiensi pelayanan arus lalu lintas dan memaksimalkan ratio tingkat penggunaan atau biaya pelaksanaan. Perencanaan geometri jembatan sangat berkaitan dengan perencanaan geometri jalan yang dihubungkan oleh jembatan tersebut, sehingga elemen-elemen yang terdapat pada geometri jalan merupakan dasar dari perencanaan geometri jembatan.

Perencanaan (LANJUTAN)

▪ Aspek Konstruksi

Tinjauan terhadap aspek konstruksi bertujuan untuk mendapatkan jembatan yang kuat, efektif, dan efisien. Untuk itu diperlukan pertimbangan-pertimbangan teknis dalam pemilihan material untuk bangunan atas jembatan adalah sebagai berikut :

- Konstruksi kayu
- Konstruksi baja
- Konstruksi beton bertulang
- Konstruksi beton prategang dan pracetak
- Konstruksi kabel

Perencanaan (LANJUTAN)

▪ Aspek Pembebanan

Spesifikasi pembebanan yang membahas masalah beban dan aksi-aksi lainnya yang akan digunakan dalam perencanaan jembatan jalan raya termasuk jembatan pejalan kaki dan bangunan-bangunan sekunder yang terkait dengan jembatan adalah Pembebanan untuk Jembatan (RSNI T-02-2005) yang merupakan revisi dari SNI 03-1725-1989 (Tata Cara Pembebanan Jembatan Jalan Raya). Beban dan gaya yang digunakan dalam perhitungan tegangan-tegangan dalam konstruksi adalah beban dalam (berat sendiri) dan beban luar (beban primer, beban sekunder dan beban khusus).

Perencanaan (LANJUTAN)

Perencanaan jembatan didasarkan pada peraturan-peraturan yang berlaku di Indonesia dan yang dikeluarkan oleh Dinas Pekerjaan Umum, antara lain:

1. Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya (PPPJJR) SKBI-1.3.28. 1987.
2. Bridge Management System (BMS 1992),
3. Panduan Perencanaan Teknik Jembatan, 1992.
4. Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan RSNi T-02-2005.
5. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Jembatan Jalan Raya SNI-03.28.33. 1992.
6. Peraturan Pelaksanaan Pembangunan Jembatan No.04/ST/BM/1974.

Perencanaan (LANJUTAN)

6. Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang SKSNI T-15-1991-03.
7. Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBBI) NI-2-1971.
8. Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan antar Kota No.038/T/BM/1997.
9. Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) No.036/T/BM/1997.
10. Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen SKBI-2.3.26. 1987.
11. Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013.
12. Peraturan lain yang masih berlaku dan sesuai dengan kondisi yang ada.

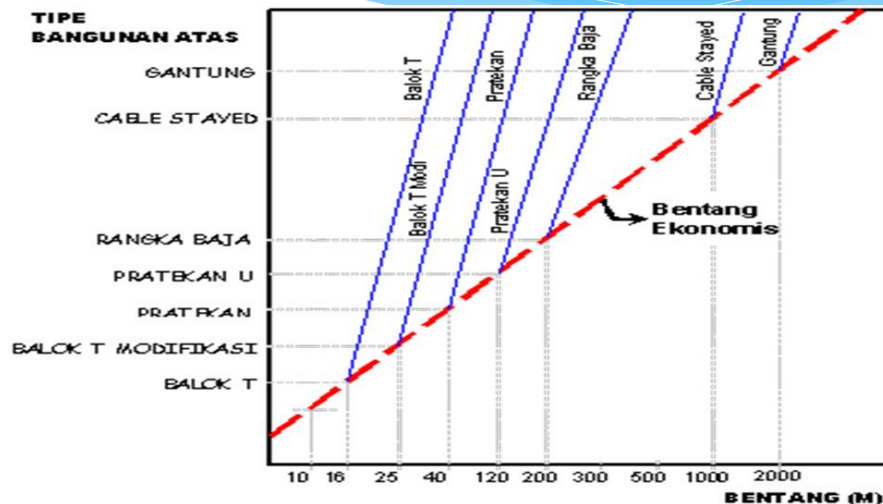
Pembangunan

Prinsip Dasar :

- Penentuan lokasi dan layout jembatan tergantung pada kondisi lalu lintas.
- Secara umum, fungsi jembatan adalah untuk melayani arus lalu lintas dengan baik, kecuali jika terdapat kondisi khusus.
- Prinsip dasar dalam pembangunan jembatan adalah **“jembatan untuk jalan raya, bukan jalan raya untuk jembatan”**.

Pembangunan (LANJUTAN)

Pemilihan Tipe Jembatan



Pembangunan (LANJUTAN)

Pondasi Jembatan

Dalam pemilihan tipe pondasi secara garis besar ditentukan oleh kedalaman tanah keras, karena untuk mendukung daya dukung tanah terhadap struktur bangunan jembatan yang akan direncanakan. Alternatif tipe pondasi yang dapat digunakan untuk perencanaan jembatan antara lain :

- Pondasi Dangkal (pondasi telapak dan pondasi sumuran)
- Pondasi Dalam (pondasi bore pile, dan pondasi tiang pancang).

Pembangunan (LANJUTAN)

Klasifikasi Jembatan menurut kegunaan :

1. Jembatan jalan raya (*highway bridge*)
2. Jembatan pejalan kaki (*foot path*)
3. Jembatan kereta api (*railway bridge*)
4. Jembatan jalan air
5. Jembatan jalan pipa
6. Jembatan militer
7. Jembatan penyebrangan

Pembangunan (LANJUTAN)

Klasifikasi Jembatan menurut letak lantai jembatan :

1. Jembatan lantai kendaraan di bawah
2. Jembatan lantai kendaraan di atas
3. Jembatan lantai kendaraan di tengah
4. Jembatan lantai kendaraan di atas dan di bawah (*double deck bridge*)

Pembangunan (LANJUTAN)

Klasifikasi Jembatan menurut bentuk umum struktur :

1. Jembatan gelagar (*girder bridge*)
2. Jembatan pelengkung/busur (*arch bridge*)
3. Jembatan rangka (*truss bridge*)
4. Jembatan portal (*rigid frame bridge*)
5. Jembatan gantung (*suspension bridge*)
6. Jembatan kabel (*cable-stayed bridge*)
7. Jembatan plat beton bertulang (*RC slab*)
8. Jembatan boks beton (*RC box*)

Pembangunan (LANJUTAN)

Kelas jembatan berdasarkan lebar (m) dan LBM (%) :

Kelas	Lebar (m)	LBM (%)
A	1.0 + 7.0 + 1.0	100
B	0.5 + 6.0 + 0.5	70
C	0.5 + 3.5 + 0.5	50

Ket :

LBM : Loading Bina Marga

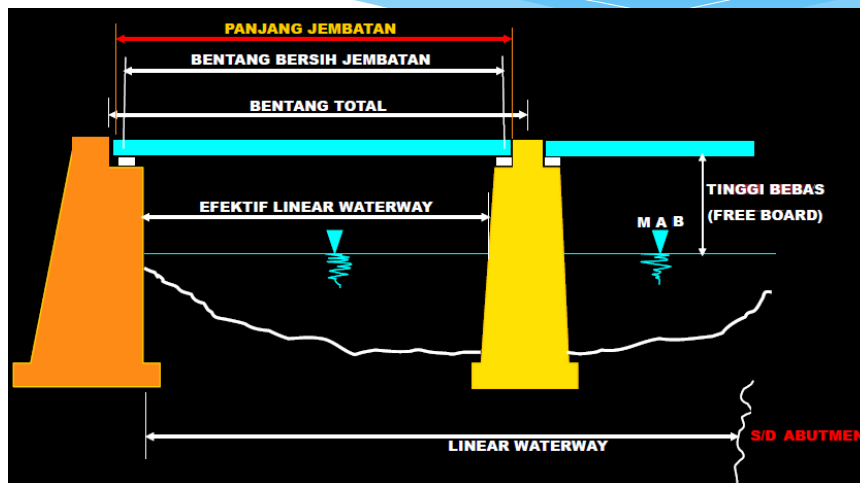
A : Kelas standard sebesar 100% LBM

B : Kelas sub standard sebesar 70% LBM

C : Kelas low standard sebesar 50% LBM

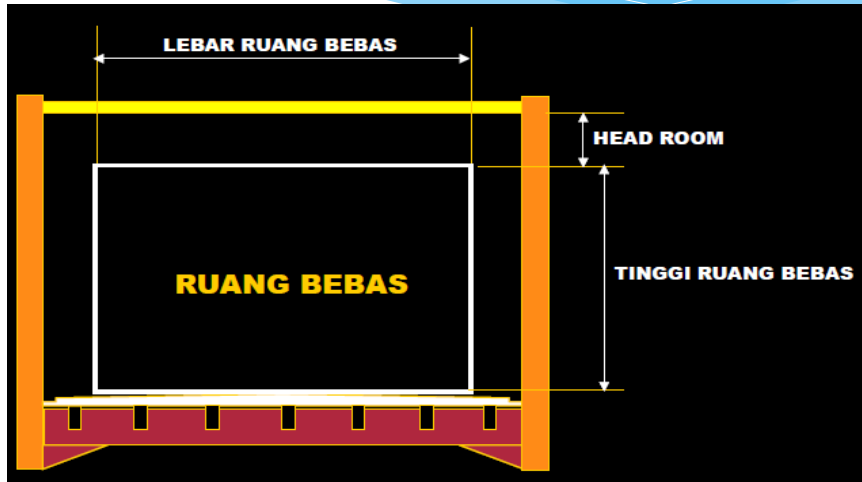
Pembangunan (LANJUTAN)

Istilah pada Jembatan (1) :



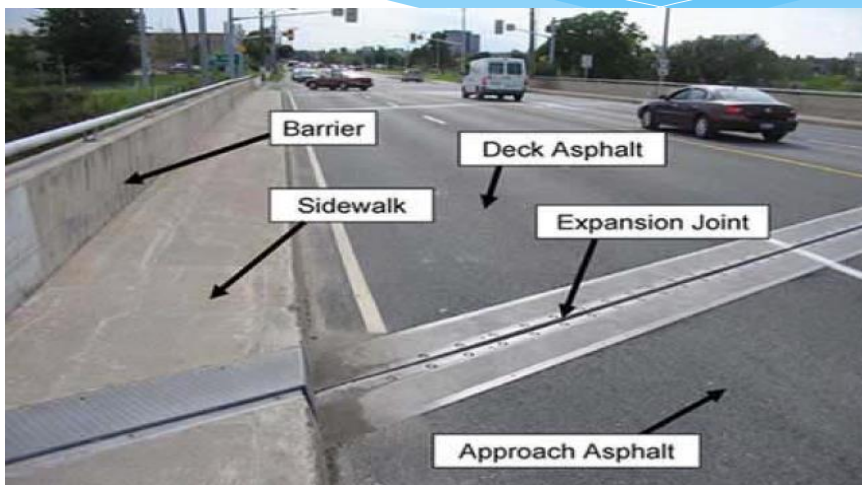
Pembangunan (LANJUTAN)

Istilah pada Jembatan (2) :



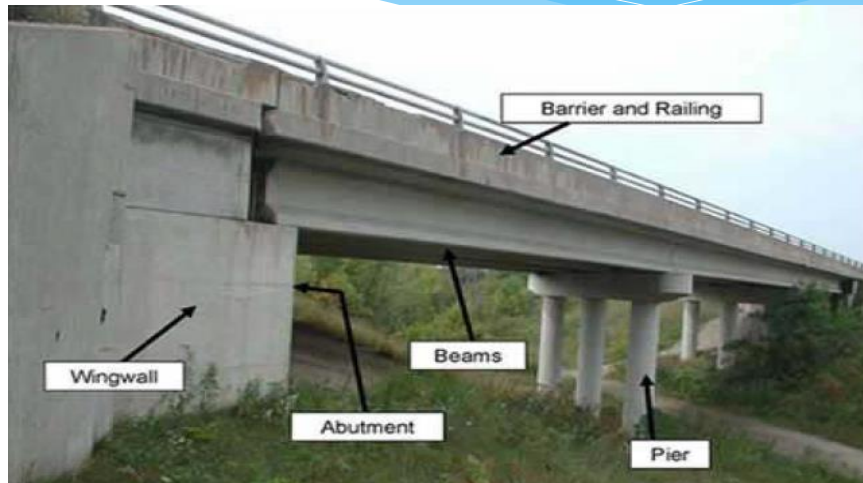
Pembangunan (LANJUTAN)

Istilah pada Jembatan (3) :



Pembangunan (LANJUTAN)

Istilah pada Jembatan (4) :



Pembangunan (LANJUTAN)

Istilah pada Jembatan (5) :

- **Scour** : pengikisan dasar sungai akibat arus air
- **Afflux** : kenaikan muka air di atas muka air normal
- **Jembatan tetap** : direncanakan untuk jangka waktu yang panjang
- **Jembatan sementara** : direncanakan untuk penggunaan jangka waktu yang pendek

Pembangunan (LANJUTAN)

Ilustrasi Jembatan (1) :



Pembangunan (LANJUTAN)

Ilustrasi Jembatan (2) :



Pembangunan (LANJUTAN)

Ilustrasi Jembatan (3) :



Pemeliharaan

- Hampir semua pembangunan jembatan yang selesai dibangun ternyata mengalami kerusakan karena tidak terpelihara, yang kemungkinan disebabkan tidak tersedianya dana rehabilitasi dari sektor/instansi terkait.
- Belum adanya kesadaran masyarakat untuk memelihara jembatan tersebut, sehingga manfaat yang diterima oleh masyarakat dengan adanya pembangunan jembatan tersebut tidak optimal dan belum berkelanjutan.
- Pemanfaatan dan Pemeliharaan (**OM** = *Operation and Maintenance*) adalah serangkaian kegiatan terencana dan sistematis yang dilakukan secara rutin maupun berkala untuk menjaga agar jembatan yang telah dibangun tetap dapat berfungsi dan bermanfaat sesuai umur rencana.

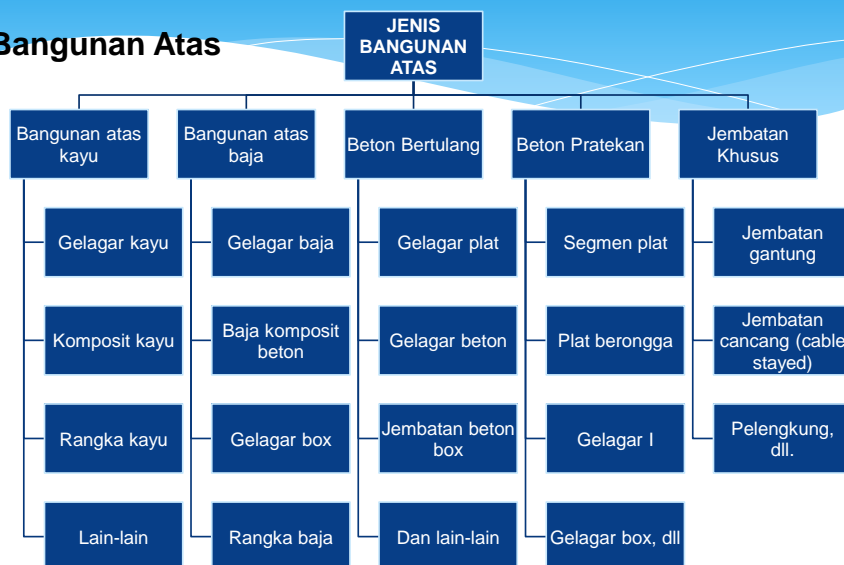
Pemeliharaan (LANJUTAN)

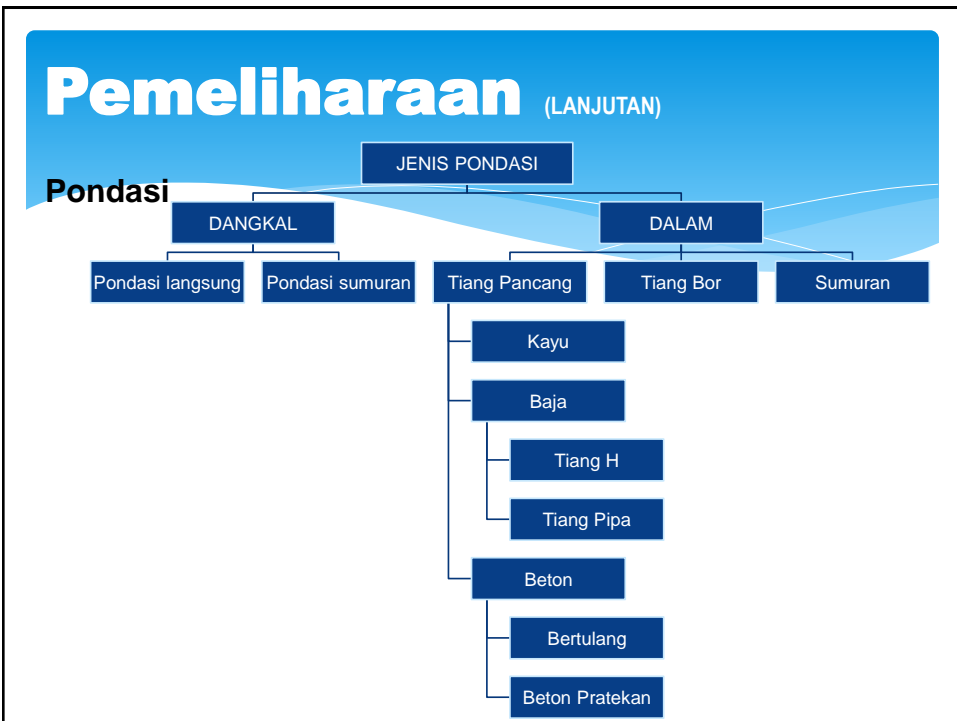
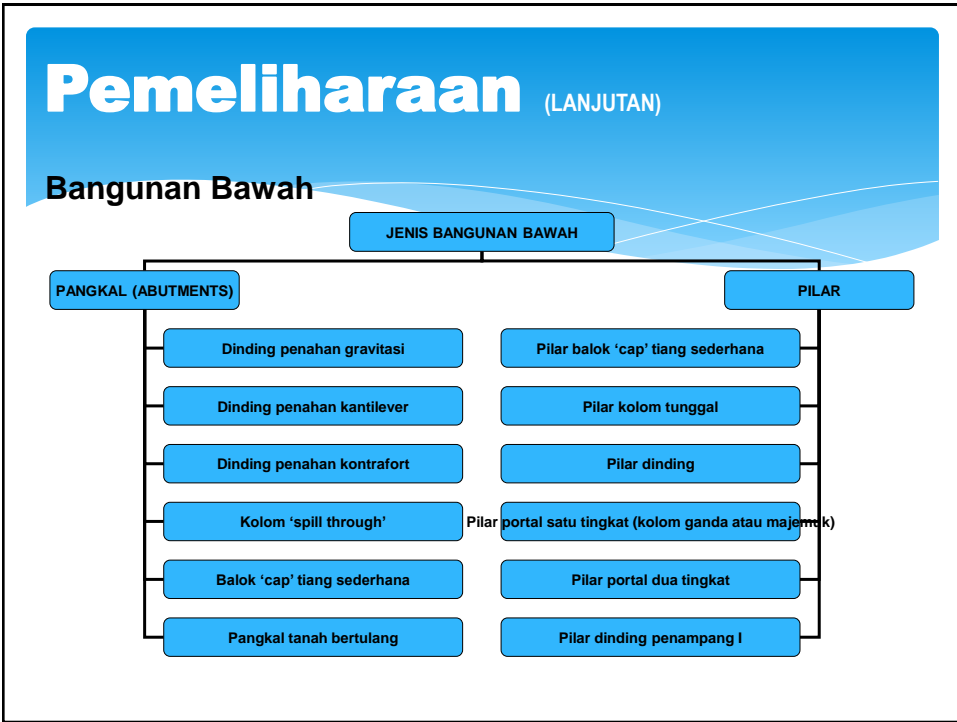
Mengenal Jembatan :

Bangunan atas atau pemikul lalu lintas suatu jembatan, menumpu di setiap ujung pada pangkal atau kepala jembatan (abutments). Pendukung antara dinamakan pilar. Pendukung-pendukung tersebut secara bersama-sama dinamakan bangunan bawah jembatan. Bangunan bawah kemudian didukung oleh pondasi.

Pemeliharaan (LANJUTAN)

Bangunan Atas





Pemeliharaan (LANJUTAN)

Mengapa perlu pemeliharaan? Karena jembatan difungsikan untuk menerima beban-beban :

Berat sendiri	Baja, aluminium Beton pracetak. Beton cor ditempat Kayu	Beban Truk "T"	Beban aliran sungai Hanyutan dan tumbukan material terapung
Beban mati tambahan	Kasus umum Kasus khusus	Gaya pengereman kendaraan	Beban akibat tekanan hidrostatik dan gaya apung
Beban susut bahan		Gaya sentrifugal	Beban angin
Beban pengaruh pratekan		Beban pejalan kaki	Gempa bumi
Beban karena tekanan tanah	Tekanan tanah vertikal Tekanan tanah lateral Aktif Pasif Diam	Beban tumbukan pada penyangga	Gesekan perletakan
Pengaruh tetap pelaksanaan		Penurunan konstruksi jembatan	
Beban lajur "D"		Beban perubahan temperatur	

Pemeliharaan (LANJUTAN)

Persyaratan pemeliharaan yang diatur dalam BMS7-C1 :

- Tinjauan lokasi, bentuk dan perencanaan jembatan harus dipilih sedemikian untuk meminimumkan persyaratan pemeliharaan dimasa yang akan datang.
- Harus direncanakan untuk dapat mencapai seluruh bagian jembatan yang memerlukan pemeliharaan dan inspeksi rutin.
- Drainase pada jalur lalu lintas
- Detail-detail drainase
- Ketentuan untuk penggantian
- Ketentuan untuk pengecatan kembali.

Pemeliharaan (LANJUTAN)

Penilaian Beban BMS7-C9 :

- Penilaian beban digunakan untuk menentukan beban maksimum yang aman dapat dipikul oleh jembatan pada :
 - Lalu lintas biasa, dan
 - Lalu lintas kendaraan sangat berat
- Petunjuk kemudian diberikan untuk pembatasan beban pada jembatan rusak.
- Bila faktor keamanan lebih kecil dari satu, jembatan adalah kurang aman untuk memikul beban kendaraan.

Pemeliharaan (LANJUTAN)

Umur Rencana Jembatan (persyaratan umum perencanaan BMS 1992) :

- Umur rencana 50 tahun, kecuali :
- Jembatan sementara20 thn
- Jembatan-jembatan khusus....100 thn
- Tidak berarti : (a) tidak dapat dipakai pada akhir umurnya, juga (b) tanpa perlu diperiksa dan dipelihara secara teratur dan memadai selama selang waktu tersebut.

Pemeliharaan (LANJUTAN)

Permasalahan jembatan saat ini :

- Fenomena kurangnya pemeliharaan rutin



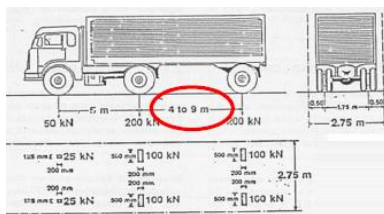
- Fenomena beban berlebih



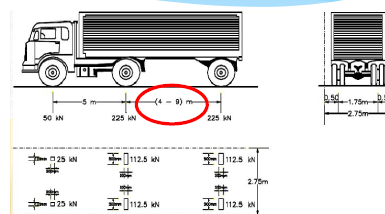
Pemeliharaan (LANJUTAN)

Tipe Truk :

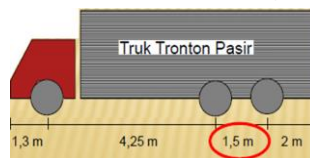
Standar BMS'92



Standar SNI'05



Kondisi Eksisting



Pemeliharaan (LANJUTAN)

Beban Mati Tambahan



Pemeliharaan (LANJUTAN)

Kerusakan akibat kurangnya pemeliharaan (1) :

- Tanaman liar yang tidak dibersihkan



Pemeliharaan (LANJUTAN)

Kerusakan akibat kurangnya pemeliharaan (2) :

- Saluran drainase tersumbat



Pemeliharaan (LANJUTAN)

Kerusakan akibat kurangnya pemeliharaan (3) :

- Pipa cucuran kurang panjang



Pemeliharaan (LANJUTAN)

Kerusakan akibat kurangnya pemeliharaan (4) :

- Tumbuhan pada jembatan



Pemeliharaan (LANJUTAN)

Kerusakan akibat kurangnya pemeliharaan (5) :

- Kerusakan pada siar muai



Pemeliharaan (LANJUTAN)

Kerusakan akibat kurangnya pemeliharaan (8) :

- Gerusan pada pelindung kepala jembatan



- Penurunan tanah timbunan oprit akibat DPT rusak

Pemeliharaan (LANJUTAN)

Kerusakan akibat kurangnya pemeliharaan (9) :

- Landasan logam berkarat



- Landasan karet deformasi dan sobek

Pemeliharaan (LANJUTAN)

Kerusakan akibat kurangnya pemeliharaan (10) :

- Korosi pada kepala jembatan



- Korosi pada pilar

Pemeliharaan (LANJUTAN)

Kerusakan akibat kurangnya pemeliharaan (11) :

- Korosi pada gelagar



- Korosi pada lantai

Pemeliharaan (LANJUTAN)

Kerusakan akibat beban berlebih (1) :

- Lantai beton retak



Pemeliharaan (LANJUTAN)

Kerusakan akibat beban berlebih (2) :

- Tulangan keluar



Pemeliharaan (LANJUTAN)

Kerusakan akibat beban berlebih (3) :

- Beton terkelupas (*spalling*)



Pemeliharaan (LANJUTAN)

Kerusakan akibat beban berlebih (4) :

- Runtuh (*failure*)



Pemeliharaan (LANJUTAN)

Kerusakan akibat lingkungan (1) :

- Akibat kebakaran (*fire*)



Pemeliharaan (LANJUTAN)

Kerusakan akibat lingkungan (2) :

- Akibat gerusan (*scouring*)



Pemeliharaan (LANJUTAN)

RESUME PETUNJUK TEKNIS PEMELIHARAAN RUTIN JALAN DAN JEMBATAN			
No	Judul Standar	No.SMI / SK SNI	Ruang Lingkup
1	Pemeliharaan rutin damja dan dawaja	UPR. 02	Tertletak pada sepanjang dengan selebar damaja dan dawaja dari ruas jalan yang dipelihara, yang tak tercakup di dalam lingkup pekerjaan pemeliharaan bahun dan trotoar dan pemeliharaan jalan.
2	Pemeliharaan rutin bangunan bawah jembatan	UPR.03.2	Pemeliharaan rutin bangunan bawah jembatan meliputi : pembersihan kotoran, perbaikan kerusakan pasangan batu / bata, perbaikan retak / kerusakan beton, perbaikan karatan pada tiang pancang baja
3	Petunjuk praktis pemeliharaan rutin jalan : Organisasi	UPR.01	Organisasi pemeliharaan rutin mengacu pada Keputusan Menteri Dalam Negeri No. 39 Tahun 1992 tentang Pedoman Organisasi Dinas Daerah
4	Pemeliharaan rutin bangunan pelengkap jembatan	UPR.03.3	Pemeliharaan rutin bangunan pelengkap jembatan meliputi : pembersihan kotoran, perbaikan kerusakan pada fender
5	Petunjuk praktis pemeliharaan rutin jalan : Administrasi	UPR.04	Administrasi pemeliharaan rutin jalan meliputi : opname kerusakan, rencana kebutuhan sumber daya, laporan pemakaian peralatan, pengamatan hasil kerja, laporan harian peralatan
6	Pemeliharaan rutin perlengkapan jalan	UPR.02.5	Pemeliharaan rutin perlengkapan jalan meliputi : patok KM dan HM dan patok pengaman jalan, rambu-rambu jalan dan rambu-rambu lalu lintas, marka jalan, kerib.
7	Pemeliharaan rutin drainase	UPR.02.3	Pemeliharaan rutin drainase meliputi : selokan samping tidak diperkeras, selokan samping diperkeras, gorong-gorong dan drainase air tanah (subdrain)
8	Pemeliharaan rutin talud dan dinding penahan tanah	UPR.02	Pemeliharaan rutin talud dan dinding penahan tanah meliputi : yang disebabkan oleh erosi, longsor, dinding retak
9	Pemeliharaan rutin perawatan aliran sungai	UPR.03	Pemeliharaan rutin perawatan aliran sungai meliputi : pembersihan kotoran, erosi/penggerusan,
10	Pemeliharaan rutin peralatan dan tenaga	UPR.05.1	Pemeliharaan rutin peralatan dan tenaga meliputi : pekerjaan grading operation, cold mixed, lapisan penetrasi, prime coat, tack coat, laburan aspal dua lapis, laburan aspal satu lapis, laburan aspal, perbaikan pondasi, perbaikan pondasi agregat base a, perbaikan pondasi agregat base B, perawatan bahu jalan, perawatan bahu jalan tidak diperkeras
11	Pemeliharaan rutin taman jalan	UPR. 02.6	Pemeliharaan rutin peralatan dan tenaga meliputi : Pengiraman, Pendangiran dan penyiangiran, pemangkasan, pemupukan, pencegahan dan pemberantasan hama /penyakit/penggantian tanaman / penyulaman.
12	Pemeliharaan rutin bangunan atas jembatan	UPR. 03.1	Pemeliharaan rutin peralatan dan tenaga meliputi : Pembersihan kotoran, retak / kerusakan beton, karatan / lapisan cat / galvanis yang terkelupas, pin, baut kurang kencang / hilang, penyimpangan kabel penggantung pada jembatan gantung.
13	Pemeliharaan rutin peralatan	UPR. 05.2	Pemeliharaan rutin peralatan dan tenaga meliputi : Mesin disel, mesin bensin, hydraulic sistem, roda ban, sistem rem roda truck, steel wheel
14	Pemeliharaan rutin bahu dan trotoar	UPR. 02.2	Pemeliharaan rutin peralatan dan tenaga meliputi : Bahu jalan, trotoar.
15	Pemeliharaan rutin bangunan atas jembatan	UPR. 03.1	Pemeliharaan rutin peralatan dan tenaga meliputi : pembersihan kotoran, perbaikan tetap / kerusakan beton, perbaikan karatan / cat / galvanis yang terkelupas, perbaikan pin atau baut kurang kencang / hilang, perbaikan penyimpangan kabel penggantung pada jembatan gantung.

Penutup

Solusi strategis :

- Standarisasi kendaraan,
- Rencana jaringan jalan dengan Muatan Sumbu Tunggal (MST) 10 T,
- *Performance based contract*,
- Moda angkutan barang alternatif,
- Pengaturan muatan dan penegakan hukum,
- Konsep *road fund* dalam pemeliharaan jembatan,
- Denda sangat berat,
- Peran serta masyarakat dan dunia usaha dalam pemeliharaan jembatan,
- Metode dan teknologi perkuatan.



*Thanks for your attention
and always success!*