

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Penelitian Terdahulu

Tinjauan penelitian terdahulu merupakan upaya peneliti untuk mencari perbandingan dan selanjutnya untuk menemukan inspirasi baru untuk penelitian selanjutnya. Kajian terdahulu membantu penelitian dapat memposisikan penelitian serta menujukkan originalitas dari penelitian. Pada bagian ini peneliti mencantumkan berbagai hasil penelitian terdahulu terkait dengan penelitian yang hendak dilakukan, kemudian membuat ringkasannya, baik penelitian yang sudah terpublikasikan atau belum terpublikasikan. Berikut merupakan penelitian terdahulu yang masih terkait dengan tema yang penulis kaji pada tabel dibawah ini.

PRO PATRIA

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

| Author | Terbitan | Judul | Persamaan/Perbedaan Dengan Tema |
|------------------------------|-----------------------------------|---|--|
| Sabidin | 2023 Jurnal Teknik Sipil | Penilaian Jembatan Menggunakan <i>Bridge Management System</i> (BMS) Berbasis Android Di Kabupaten Kendal | <p>Persamaan :</p> <p>Menggunakan Metode <i>Bridge Management System</i> dengan hasil nilai kondisi jembatan</p> <p>Perbedaan :</p> <p>Tesis bertujuan untuk menentukan bobot komponen jembatan hasil BMS dengan aplikasi android untuk 6 buah jembatan di Kabupaten Kendal. Penulis menganalisis dan menentukan nilai kondisi 10 jembatan di Kabupaten Lamongan dan menentukan penanganan yang tepat.</p> |
| Danny Ferdian Alamsyah | 2021 Jurnal Teknik Sipil | Analisis Kondisi Jembatan Untuk Menentukan Prioritas Penanganan Dengan Metode <i>Bridge Management System</i> (BMS) (Studi Kasus Jembatan Wilayah Kabupaten Jombang) | <p>Persamaan:</p> <p>Menggunakan metode <i>Bridge Management System</i> (BMS) untuk menentukan prioritas penanganan jembatan.</p> <p>Perbedaan:</p> <p>Danny melakukan penelitian jembatan di Kabupaten Jombang. Penulis melakukan penilaian kondisi jembatan di Kabupaten Lamongan.</p> |

| Author | Terbitan | Judul | Persamaan/Perbedaan Dengan Tema |
|----------------------------|--|---|--|
| Nadifa Gina Safana | 2021 Jurnal Teknik Sipil ITB | Penilaian Kondisi Visual Dan Prediksi Sisa Umur Jembatan Way Gedau Lampung Dengan <i>Metode Bridge Management System</i> | <p>Persamaan: Menggunakan metode <i>Bridge Management System</i> dengan visual</p> <p>Perbedaan: Dalam jurnal tersebut bertujuan membuat prediksi sisa umur jembatan Way Gedau di Lampung. Penulis Menggunakan metode <i>Bridge Management System</i> (BMS) untuk menentukan prioritas penanganan jembatan di Kabupaten Lamongan dengan menganalisis dan memberikan penilaian kondisi.</p> |
| Dicky Ardian Pratama | 2023 Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan | Analisa Penilaian Kondisi Jembatan Sarolangun Batang Tembesi Dengan <i>Metode Bridge Management System</i> (BMS) | <p>Persamaan: Menilai kondisi jembatan dengan metode <i>Bridge Management System</i></p> <p>Perbedaan: Dalam tugas akhir tersebut penilaian kondisi jembatan hanya dilakukan pada jembatan Sarolangun saja di wilayah Batang Tembesi. Penulis melakukan penilaian kondisi dari 10 jembatan dengan bentang berbeda di wilayah Kabupaten Lamongan.</p> |

| Author | Terbitan | Judul | Persamaan/Perbedaan Dengan Tema |
|--------------------|---|---|---|
| Wilhman Harywijaya | 2020 Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan | Penilaian Kondisi Jembatan Menggunakan <i>Bridge Management System</i> (BMS) Dan <i>Bridge Condition Rating</i> (BCR) | <p>Persamaan:</p> <p>Menggunakan metode <i>Bridge Management System</i> (BMS) untuk menilai kondisi jembatan.</p> <p>Perbedaan:</p> <p>Dalam artikel tersebut melakukan perbandingan hasil penilaian metode <i>Bridge Management System</i> dengan metode Bridge Condition Ratio pada 4 jembatan di wilayah Aceh. Penulis melakukan penelitian dengan BMS pada 10 jembatan di wilayah Kabupaten Lamongan.</p> |
| Panji Marshando | 2020 Jurnal Teknik Sipil | Penilaian Kondisi, Solusi Penanganan, dan Prediksi Umur Sisa Jembatan Way Kendawai I Bandar Lampung Menggunakan Metode <i>Bridge Manajemen Sistem</i> (BMS) | <p>Persamaan:</p> <p>Menggunakan metode <i>Bridge Management System</i> (BMS) untuk memberikan penilaian kondisi jembatan.</p> <p>Perbedaan:</p> <p>Dalam jurnal tersebut penilaian kondisi jembatan hanya pada 1 jembatan saja di Bandar Lampung. Penulis memberikan penilaian kondisi jembatan di Kabupaten Lamongan dengan 5 tipe jembatan sebagai data masukan.</p> |

| Author | Terbitan | Judul | Persamaan/Perbedaan Dengan Tema |
|-----------------------------|---|--|--|
| Tranggono Aji Satmoko | 2021 Jurnal Ilmiah Teknik Sipil | Evaluasi Jembatan Dengan Metode <i>Bridge Management System</i> (BMS) (Studi Kasus:Jembatan Bogem, Prambanan) | <p>Persamaan: Menggunakan metode <i>Bridge Management System</i> (BMS) untuk menilai kondisi jembatan.</p> <p>Perbedaan: Dalam jurnal tersebut penilaian kondisi jembatan hanya pada 1 jembatan saja di jembatan Bogem Prambanan Jawa Tengah. Penulis memberikan penilaian kondisi jembatan di Kabupaten Lamongan dengan 5 tipe jembatan sebagai data masukan.</p> |
| M. Fahri Fatharani | 2020 Jurnal Ilmiah Teknik Sipil | Evaluasi Kondisi Dan Perhitungan Umur Sisa Jembatan Teluk Dalam Kepulauan Riau Berdasarkan Metode <i>Bridge Management System</i> 1992 | <p>Persamaan: Menggunakan Metode <i>Bridge Management System</i> untuk menilai kondisi jembatan.</p> <p>Perbedaan: Dalam jurnal ini bertujuan untuk menghitung umur sisa jembatan Teluk Dalam Kepulauan Riau dari nilai kondisi jembatan. Penulis melakukan penilaian kondisi jembatan sebagai pembaruan database penilaian kondisi jembatan di Kabupaten Lamongan untuk menentukan prioritas penanganan jembatan.</p> |

| Author | Terbitan | Judul | Persamaan/Perbedaan Dengan Tema |
|---|--|--|---|
| Ryandi Nurwijaya Dwi Saputra Budiarso | 2023 Journal of Civil Engineering Universitas Merdeka Malang | Studi Inventarisasi Jembatan menggunakan Metode <i>Bridge Management System</i> dan <i>Bridge Condition Rating</i> | <p>Persamaan: Menggunakan Metode <i>Bridge Management System</i> untuk menilai kondisi jembatan</p> <p>Perbedaan: Dalam artikel melakukan perbandingan hasil penilaian metode BMS dengan metode BCR. Penulis melakukan penilaian kondisi jembatan dari 10 jembatan dengan panjang berbeda, dan 5 tipe jembatan di Kabupaten Lamongan untuk menentukan prioritas penanganan.</p> |
| Desy Kumalasari | 2020 Jurnal Teknika | Investigasi Visual Jembatan Kp. Keling A & B Menggunakan Metode <i>Bridge Management System</i> (BMS) | <p>Persamaan: Penggunaan metode <i>Bridge Management System</i> (BMS) untuk menilai kondisi jembatan</p> <p>Perbedaan: Dalam jurnal ini investigasi dilakukan pada satu jembatan saja yaitu Jembatan Kp. Keliang A dan B di Kepulauan Riau. Penulis melakukan pemeriksaan 10 jembatan di Kabupaten Lamongan, kemudian menentukan prioritas penanganan.</p> |

| Author | Terbitan | Judul | Persamaan/Perbedaan Dengan Tema |
|----------------------|--|--|--|
| Yosimson P. Manaha | 2022 SEMSINA ITN Malang | Analisis Sistem Informasi Database Kondisi Jembatan Dengan Metode <i>Bridge Management System</i> (Studi Kasus Jembatan Di Kabupaten Flores Timur) | <p>Persamaan: Menggunakan Metode <i>Bridge Management System</i> untuk menilai kondisi jembatan</p> <p>Perbedaan: Dalam artikel ini bertujuan memberikan informasi database kondisi jembatan di Kabupaten Flores Timor. Penulis memberikan analisis penilaian kondisi dan usulan penanganan jembatan di Kabupaten Lamongan.</p> |
| Ade Yunianti Pratiwi | Buletin Profesi Insinyur 6(1) (2023) 026–031 | <i>Bridge Management System</i> dan Bridge Condition Rating pada Evaluasi Kondisi Jembatan Girder Baja Komposit di Kabupaten Tapin | <p>Persamaan: Menggunakan Metode <i>Bridge Management System</i> untuk menilai kondisi jembatan</p> <p>Perbedaan: Dalam artikel tersebut melakukan perbandingan hasil penilaian metode BMS dengan metode BCR pada satu jembatan di Kabupaten Tapin. Penulis melakukan penilaian kondisi jembatan dari 10 jembatan dengan panjang berbeda, dan 5 tipe jembatan di Kabupaten Lamongan untuk menentukan prioritas penanganan.</p> |

| Author | Terbitan | Judul | Persamaan/Perbedaan Dengan Tema |
|---|--|---|--|
| Anna Elvaria | 2023 Jurnal Teslink : Teknik Sipil dan Lingkungan | Evaluasi Kondisi Jembatan Cipamokolan 1 Dengan Menggunakan Metode <i>Bridge Management System</i> (BMS) | Persamaan: Penggunaan metode <i>Bridge Management System</i> (BMS) untuk menilai kondisi jembatan Perbedaan: Dalam jurnal ini investigasi dilakukan pada satu jembatan saja yaitu Jembatan Cipamokolan di wilayah Jawa Barat. Penulis melakukan pemeriksaan 10 jembatan di Kabupaten Lamongan, kemudian menentukan prioritas penanganan. |
| Umbu Andu Maramba Leonardo Kapita,Jako bis Johanis Messakh dan Hikmah | 2021 Jurnal Batakarang, Vol. 2, No.2 | Pemeriksaan Kondisi Jembatan Noelmina Pulau Timor Menggunakan metode BMS (<i>Bridge Management System</i>) | Persamaan: Memeriksa kondisi jembatan menggunakan metode <i>Bridge Management System</i> Perbedaan: Dalam jurnal tersebut melakukan pemeriksaan pada satu jembatan. Penulis melakukan penilaian kondisi jembatan dari 10 jembatan dengan panjang berbeda, dan 5 tipe jembatan di Kabupaten Lamongan untuk menentukan prioritas penanganan. |

Sumber : Hasil Penelusuran Pustaka, 2024

Penelitian ini dilakukan tidak terlepas dari hasil penelitian-penelitian terdahulu yang pernah dilakukan sebagai bahan perbandingan dan kajian. Adapun hasil-hasil penelitian terdahulu yang dijadikan perbandingan terdapat kesamaan dalam topik penelitian, teori dan metode yang digunakan. Terlepas dari itu, penelitian yang dilakukan akan berbeda disaat objek penelitian, rumusan masalah, dan tujuan penelitian berbeda sehingga menghasilkan simpulan yang berbeda.

2.2 Teori Dasar Yang Digunakan

2.2.1 Definisi Jembatan

Menurut Agus Iqbal Manu (1995:4) jembatan adalah suatu struktur yang memungkinkan rute transportasi melintasi sungai, danau, kali, jalan raya, jalan kereta api, dan lain-lain. Transportasi berperan penting dalam bidang ekonomi, politik, sosial, budaya, pertahanan dan keamanan. Karena dengan adanya transportasi hubungan antar wilayah semakin lancar dan menghemat waktu serta biaya yang sangat bermanfaat bagi masyarakat. Pelayanan jasa transportasi yang baik akan meningkatkan jasa transportasi, karena orang menjadi lebih mudah dalam bertransaksi sehingga kebutuhan masyarakat dapat dipenuhi (Mudjiastuti Handajani, 2012).

Berdasarkan UU 38 Tahun 2004 bahwa jalan dan jembatan sebagai bagian dari sistem transportasi nasional mempunyai peranan penting terutama dalam mendukung bidang ekonomi, sosial dan budaya serta lingkungan yang dikembangkan melalui pendekatan pengembangan

wilayah agar tercapai keseimbangan dan pemerataan pembangunan antar daerah.

Jembatan merupakan karya konstruksi yang memberi banyak manfaat bagi manusia. Banyak sekali aktivitas yang terjadi ketika ada jembatan. Seiring dengan perkembangan zaman, fungsi jembatan bukan hanya sebatas alat penyebrangan. Jembatan juga menjadi objek wisata dan ikon di daerah tersebut. Jembatan adalah bangunan yang penting dari suatu sistem jaringan jalan. Dengan fungsi jembatan sebagai penghubung antara dua ujung jalan yang terputus oleh sungai, saluran, dan rel kereta api. Jembatan juga mampu membuka daerah-daerah yang terisolasi karena terpisah dengan lembah, jurang, dan selat laut. Menurut Supriyadi (2007) jembatan adalah suatu bangunan yang menghubungkan daerah atau jalan yang terpisah oleh sungai, danau, laut, lembah dan keadaan terpisah lainnya agar mudah dilalui oleh kendaraan maupun pengguna lainnya.

Seiring dengan bertambahnya waktu banyak kinerja suatu jembatan mengalami penurunan yang berarti semakin tinggi pula kebutuhan akan pemeliharaan, rehabilitasi dan penggantian suatu jembatan. Agar suatu jembatan dapat selalu beroperasi dengan baik dalam mendukung beban-beban lalu lintas dan memberikan kenyamanan dan keamanan bagi pengguna jembatan maka perlu dilakukan pemeliharaan secara rutin. Kegiatan pemeliharaan jembatan meliputi evaluasi (*evaluation*), pemantauan (*monitoring*), dan perbaikan (*repair, rehabilitation, and repalcement*).

2.2.2 Tipe-tipe Jembatan

Menurut Siswanto (1999), jembatan dapat diklasifikasikan menjadi bermacam-macam jenis/tipe menurut fungsi, keberadaan, material yang dipakai, jenis lantai kendaraan dan lain-lain.

A. Tipe Jembatan Menurut Fungsinya:

1. Jembatan jalan raya

Jembatan yang direncanakan untuk memikul beban lalu lintas kendaraan, baik kendaraan berat maupun ringan.

2. Jembatan jalan rel

Jembatan yang dirancang khusus untuk dapat dilintasi kereta api.

3. Jembatan untuk menyebrangkan pipa-pipa (air, minyak, gas)

B. Tipe jembatan berdasarkan bentuk struktur atasnya, dibagi menjadi :

1. Jembatan balok/gelagar (beam bridge)

Jembatan gelagar terdiri dari lebih dari satu gelagar tunggal yang terbuat dari beton, baja, atau beton pratekan. Penggunaannya umum pada bentang 15 meter sampai 20 meter.

2. Jembatan plat

Jembatan pelat atau *slab bridge* tersusun dari pelat monolit, dengan bentang dari tumpuan menuju ke tumpuan tanpa didukung oleh balok melintang ataupun balok girder atau balok gelagar, sehingga pelat tersebut hanya ditopang oleh abutment jembatan. Suatu jembatan beton dengan struktur atas berupa slab atau pelat akan

lebih efisien bila digunakan untuk bentang pendek, umumnya digunakan pada bentang pendek 6-8 meter (*Supriyadi & Muntohar, 2007*).

3. Jembatan pelengkung/busur (*arch bridge*)

Jembatan pelengkung adalah sebuah jembatan dengan kepala jembatan di setiap akhir berbentuk seperti kurva melengkung. Bentang dari jembatan pelengkung dibatasi hingga 50 meter sampai 150 meter.

4. Jembatan rangka

Jembatan rangka dibuat dari struktur rangka yang biasanya terbuat dari bahan baja dan dibuat dengan menyambung beberapa batang dengan las atau baut yang membentuk pola-pola segitiga. Jembatan rangka biasanya digunakan untuk bentang 20 m sampai 375 m

5. Jembatan gantung (*suspension bridge*)

Jembatan gantung terdiri dari dua kabel besar atau kabel utama yang menggantung dari dua pilar atau tiang utama dimana ujung-ujung kabel tersebut diangkurkan pada fondasi yang biasanya terbuat dari beton.

C. Klasifikasi jembatan menurut material yang dipakai, dibagi menjadi :

1. Jembatan baja

Jembatan ini juga sering dijadikan bahan umum pada jembatan. Biasanya digunakan pada jembatan dengan ukuran yang besar dan

panjang dengan beban dan volume kendaraan yang cukup besar.

Jembatan berbahan baja sering jadi ikon di suatu tempat karena memiliki daya tarik bentuk yang beragam dan indah.

2. Jembatan beton bertulang (konvensional)

Jembatan beton bertulang adalah jembatan yang paling umum dijumpai di jaman sekarang. Selain karena penggerjaanya relatif praktis dan ekonomis kekuatan konstruksinya pun tinggi. Beton bertulang biasanya untuk jembatan dengan bentang pendek dan beton prategang diaplikasikan pada konstruksi jembatan bentang panjang.

3. Jembatan beton pratekan

Merupakan salah satu jenis jembatan dengan material konstruksi beton yang berisi kabel baja dengan tujuan untuk memberikan tegangan awal berupa tegangan tarik terhadap beton akibat sifat beton yang tidak mampu menahan gaya tarik. Beton pratekan umumnya di produksi di pabrik, kemudian saat pemasangan baru dikirim ke lokasi.

4. Jembatan komposit

Jembatan komposit adalah jembatan yang memiliki bahan konstruksi gabungan antara beton dan baja. Pembagian strukturnya berdasarkan kemampuan bahan mana yang lebih baik untuk menopang beban yang diterima.

Pemilihan bahan jembatan berkaitan dengan anggaran, bentang jembatan, dan juga jenis beban yang akan melalui jembatan.

2.2.3 Bagian-bagian Jembatan

Secara umum konstruksi sebuah jembatan memiliki dua bagian yaitu bangunan atas (*super structure*) dan bangunan bawah (*sub structure*).

A. Bangunan Atas (*super structure*)

Menurut (Supriyadi & Muntohar, 2007) bangunan atas jembatan adalah bagian dari struktur jembatan yang secara langsung menahan beban lalu lintas untuk selanjutnya disalurkan ke bangunan bawah jembatan.

Bangunan atas merupakan bagian dari sistem struktur jembatan yang berada di atas perletakan dan memikul langsung beban lalu lintas yang melewati dan mendistribusikannya ke bangunan bawah, bagian-bagian yang termasuk dalam bangunan atas adalah:

- i. Tiang sandaran, berfungsi untuk membatasi lebar dari suatu jembatan agar membuat rasa aman bagi pengguna jembatan yang melewatinya. Tiang sandaran dengan trotoar terbuat dari beton bertulang dan untuk sandarannya dari pipa galvanis.
- ii. Trotoar, berfungsi sebagai tempat pejalan kaki yang terbuat dari beton bertulang. Bentuknya lebih tinggi dari lantai jalan atau permukaan aspal.
- iii. Lantai kendaraan, adalah lantai dari beton sepanjang bentang jembatan. Berfungsi untuk memikul beban lalu lintas yang melewati

- jembanan serta melimpahkan beban dan gaya-gaya tersebut ke gelagar memanjang melalui gelagar-gelagar melintang.
- iv. Expansion joint, adalah bidang pertemuan antara bangunan atas dengan abutmen bangunan bawah yang dibuat untuk menampung berbagai gesekan bangunan atas baik rotasi, arah memanjang dan melintang sebagai akibat beban hidup maupun gesekan muai dan susut akibat perubahan temperatur. Menurut jenis bahan expansion joint dibedakan atas 2 macam yaitu expansion joint baja dan expansion joint karet.
 - v. Balok difragma, adalah pengaku dari gelagar-gelagar memanjang dan tidak memikul beban plat lantai.
 - vi. Gelagar, adalah balok utama yang memikul beban dari lantai kendaraan maupun kendaraan yang melewati jembatan tersebut.
 - vii. Perlengkapan lain seperti lampu, rambu-rambu lalu lintas, papan nama jembatan.

B. Bangunan Bawah (*sub structure*)

Bangunan bawah adalah bagian dari sistemstruktur jembatan yang menerima beban dan berat dari bangunan atas jembatan, kemudian menyalurkannya ke pondasi (Agus Iqbal Manu, 1995:5). Bagian-bagian yang termasuk dalam bangunan bawah jembatan yaitu:

i. Kepala jembatan (*abutment*)

Bagian bangunan pada ujung-ujung jembatan, selain sebagai pendukung bagi bangunan atas juga berfungsi sebagai penahan tanah. Abutment adalah suatu bangunan yang didesain untuk meneruskan beban dari bangunan atas, baik beban mati atau beban hidup, berat sendiri dari abutment (beban mati) dan tekanan tanah ke tanah pondasi. Bentuk umum abutment yang sering dijumpai baik pada jembatan lama maupun jembatan baru pada prinsipnya semua sama yaitu sebagai pendukung dan penopang dari bangunan-bangunan atas dari jembatan. Jenis-jenis kepala jembatan pada umumnya dibuat dari beton bertulang, dengan konstruksi seperti dinding atau tembok.

ii. Dinding sayap (*wing wall*)

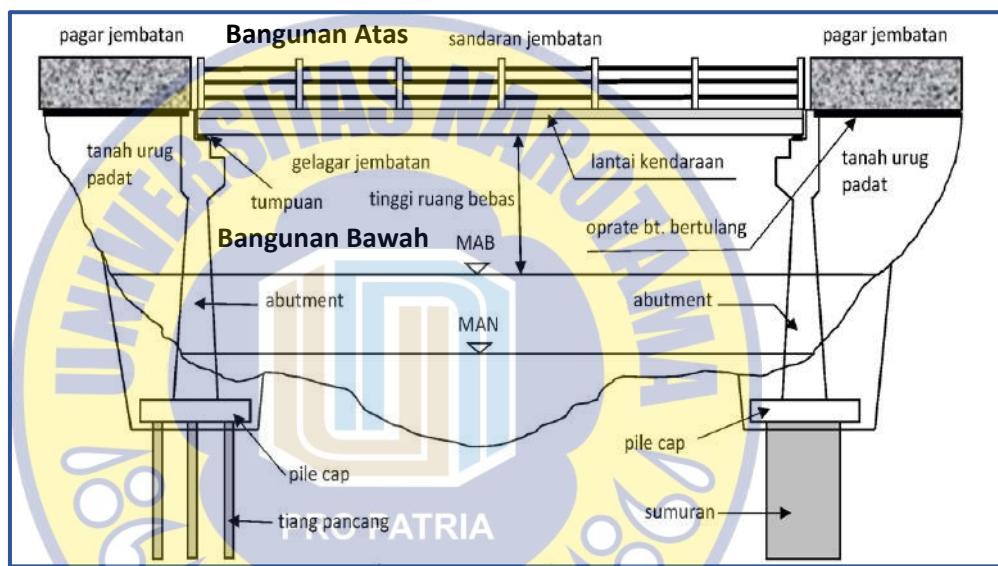
Adalah bagian dari bangunan bawah jembatan yang berfungsi untuk menahan tegangan tanah dan memberikan kestabilan pada posisi tanah terhadap jembatan.

iii. Pilar

Pilar jembatan berfungsi sebagai pendukung bangunan atas. Bila bentang jembatan panjang atau jarak antara abutment sangat panjang diperlukan pilar ada pada suatu bangunan jembatan dan jumlahnya tergantung keperluan. Namun pada jembatan dengan bentang pendek seringkali tidak dibutuhkan.

iv. Pondasi

Adalah bagian dari jembatan yang tertanam di dalam tanah. Fungsi dari pondasi adalah untuk menahan beban bangunan yang berada di atasnya dan meneruskannya ke tanah dasar, baik ke arah vertikal maupun ke arah horisontal.



Gambar 2.1 Bagian-bagian Jembatan
Sumber: Materi Ajar Konstruksi Jembatan 1, Drs. Andi Indianto,
ST., MT

2.3 Pemeliharaan Jembatan

Pemeliharaan jembatan adalah suatu pekerjaan yang dilaksanakan setelah pekerjaan pembangunan selesai dilaksanakan. Pekerjaan pemeliharaan ini termasuk pemeliharaan rutin jembatan dan sangat diperlukan untuk mempertahankan kondisi jembatan atau struktur untuk selalu berada dalam kondisi siap layan. Pemeliharaan rutin harus dimulai pada waktu jembatan selesai dibangun (jembatan masih dalam keadaan baru) dan dilanjutkan seumur jembatan tersebut (*Pedoman Pemeliharaan Rutin Jembatan Kementerian PU Dirjen Bina Marga, 2011*).

Lingkup pekerjaan pemeliharaan rutin jembatan adalah sebagai berikut:

1. Pembersihan
 - a) Pembersihan secara umum
 - b) Penumpukan sampah dan hambatan
 - c) Pipa cucuran dan drainase yang tersumbat
 - d) Siar muai yang tersumbat
2. Pengecatan sederhana
3. Penanganan kerusakan ringan, yaitu:
 - a) Pemeliharaan permukaan jalan
 - i. Lapisan permukaan yang berlubang, kasar, atau retak
 - ii. Lapisan permukaan yang licin
 - b) Tanah timbunan yang retak atau menggembung
 - c) Permukaan trotoar/kerb yang licin

- d) Kerusakan ringan siar muai (*expansion joint*)
 - i. Kerusakan siar muai yang tidak sama sama tinggi
 - ii. Kerusakan siar muai yang longgar /terlepas ikatannya
- e) Kerusakan rambu-rambu lalu lintas dan marka jalan
 - i. Rambu-rambu lalu-lintas dan marka jalan usang
 - ii. Hilangnya material rambu lalu-lintas dan marka jalan

Pemeliharaan berkala jembatan bertujuan untuk mengembalikan jembatan pada kondisi daya layan yang seharusnya dimiliki jembatan setelah pembangunan. Pemeliharaan berkala mencakup beberapa kegiatan yaitu:

- 1. Kegiatan pemeliharaan berkala yang terencana, mencakup hal-hal:
 - i. Pengecatan ulang
 - ii. Penggantian lapisan permukaan
 - iii. Penggantian lantai kayu
 - iv. Penggantian kayu jalur roda kendaraan
 - v. Pembersihan jembatan secara keseluruhan
 - vi. Pemeliharaan peletakan dan landasan
 - vii. Penggantian *expansion joint* (siar muai)
- 2. Perbaikan sederhana, mencakup hal-hal:
 - i. Penggantian bagian-bagian kecil dan elemen yang kecil
 - ii. Perbaikan tiang dan sandaran
 - iii. Perawatan bagian-bagian yang bergerak
 - iv. Perkuatan bagian yang struktural

- v. Perbaikan tebing yang longsor dan terkena erosi
- vi. Perbaikan bangunan pengaman yang sederhana

2.4 *Bridge Management System (BMS)*

Bridge Management System yang dikenal juga dengan Sistem Manajemen Jembatan (SMJ) merupakan metode pemeriksaan jembatan secara visual yang dikembangkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum pada tahun 1993. Panduan Pemeriksaan Jembatan – *Bridge Management System* (BMS) disusun oleh Balai Geoteknik, Terowongan, dan Struktur Direktorat Jenderal Bina Marga dengan mempertimbangkan kemudahan yang dibutuhkan dalam melakukan pemeriksaan terhadap jembatan, terutama yang berkaitan dengan Pemeriksaan Inventaris, Pemeriksaan Detail, dan Pemeriksaan Rutin. Pada Januari 2022 Direktorat Jenderal Bina Marga telah menerbitkan Pedoman Pemeriksaan Jembatan No. 01/P/BM/2022 sebagai acuan program pemeriksaan jembatan, sehingga menggantikan Pedoman Pemeriksaan Jembatan – *Bridge Management System* (BMS) 1993 dan Pedoman Pemeriksaan Jembatan No. 005-01/P/BM/2011. Dimana metode ini mengacu pada Nilai Kondisi (NK) sebuah jembatan untuk menentukan penanganan terhadap jembatan tersebut, meliputi pemeliharaan rutin, pemeliharaan berkala, rehabilitasi dan penggantian elemen.

2.4.1 Pemeriksaan Inventaris

Pemeriksaan inventaris dilaksanakan pada awal tahapan Sistem Manajemen Jembatan. Pemeriksaan ini bertujuan mengumpulkan data dasar dan mencatat juga mengukur dimensi jembatan, menunjukkan jenis jembatan, menilai kondisi komponen utama jembatan, mencatat batas-batas jembatan, dan sebagainya.

Adapun prosedur pemeriksaan inventaris sebagai berikut:

i. Data Administrasi

Data administrasi harus dicatat dalam kotak yang telah disediakan. Meliputi Nomor Jembatan, Nama Jembatan, Cabang, Lokasi Jembatan, dan Tanggal Pemeriksaan, Nama Pemeriksa.

Tabel 2.2 Data Administrasi Jembatan pada Form Isian

| No. Jembatan | PRO PATRA | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-----------|--|--|--|--|------------------|--|------------------------------|--|--|--|
| Nama Jembatan : | | | | | | Kabupaten/Kota : | | | | | |
| Lokasi Jembatan : | | | | Koordinat awal : LU/LSBT Koordinat akhir :LU/LSBT | | | | Dari (Kota asal) Km. | | | |
| Tanggal Pemeriksaan : | | | | Nama Pemeriksa : | | | | Tahun Pembangunan : | | | |

**Sumber: Pedoman Pemeriksaan Jembatan No. 01/P/BM/2022
Dirjen Bina Marga**

ii. Jenis Lintasan dan data geometris

Meliputi jenis lintasan (berupa sungai, rel kereta api, jalan, dan lainnya), jumlah bentang, panjang total, bentang terpanjang, dan sifat bangunan atas.

Tabel 2.3 Data Lintasan dan Geometris pada Form Isian

| Tipe Lintasan : | Jumlah Bentang : | Panjang Total (m) : |
|-----------------|--------------------------|-----------------------|
| | Bentang Terpanjang (m) : | Sifat Bangunan Atas : |

**Sumber: Pedoman Pemeriksaan Jembatan No. 01/P/BM/2022
Dirjen Bina Marga**

iii. Data bentang dan komponen utama

Data ini berupa panjang bentang jembatan, lebar antara kerb, lebar trotoar, ruang bebas lalu lintas vertikal. Komponen utama terdiri dari:

- a) Bangunan atas (struktur bangunan atas, permukaan lantai kendaraan, sandaran)
- b) Bangunan bawah (pondasi, kepala jembatan, dan pilar)

Kode dari setiap komponen seperti berikut:

Tabel 2.4 Kode Tipe Bangunan Atas (*upper structure*)

| A. TBA (Tipe Bangunan Atas) | |
|-----------------------------|---|
| B | Gorong-gorong persegi |
| Y | Gorong-gorong pipa |
| A | Gorong-gorong pelengkung |
| T | Gantung |
| C | Jembatan Gantungan/ Beruji Kabel (<i>Cable Stayed</i>) |
| G | Gelagar |
| M | Gelagar Komposit |
| O | Gelagar boks |
| Q | Gelagar tipu U |
| L | Balok Pelengkung |
| E | Pelengkung |
| D | Flat Slab |
| V | Voided Slab |
| R | Rangka |
| P | Pelat |
| F | Ferry |
| K | Lintasan kereta api |
| W | Lintasan basah |
| U | Lain-lain |

**Sumber: Pedoman Pemeriksaan Jembatan
No. 01/P/BM/2022 Dirjen Bina Marga**

Tabel 2.5 Kode Bahan

| B. BHN (Bahan) | |
|-----------------------|-----------------------------------|
| K | Kayu |
| S | Pasangan bata |
| M | Pasangan batu |
| G | Bronjong dan sejenisnya |
| H | Pasangan batu kosong |
| D | Beton tak bertulang |
| T | Beton bertulang |
| P | Beton pratekan |
| B | Baja |
| U | Pelat baja gelombang |
| Y | Komposit Baja-Beton |
| J | Aluminium |
| E | Neoprene/Karet |
| F | Teflon |
| V | PVC |
| N | Geotextile |
| O | Tanah biasa/lempung atau timbunan |
| A | Aspal |
| R | Kerikil/pasir |
| W | Macadam |
| X | Bahan asli |
| L | Lain-lain |

Sumber: Pedoman Pemeriksaan Jembatan
No. 01/P/BM/2022 Dirjen Bina Marga

Tabel 2.6 Kode Tipe Lintasan

| Tipe Lintasan | |
|----------------------|-----------------|
| JN | jalan |
| SL | sungai lurus |
| SM | sungai meander |
| SB | sungai berjalin |
| S/T | selat/teluk |
| KA | kereta api |
| L | lain-lain |

Sumber: Pedoman Pemeriksaan Jembatan
No. 01/P/BM/2022 Dirjen Bina Marga

Tabel 2.7 Kode Tipe Pondasi

| D. TF (Tipe Fondasi) | |
|-----------------------------|------------------|
| CA | Cakar ayam |
| LS | Langsung |
| TP | Tiang pancang |
| PB | Tiang bor |
| TU | Tiang ulir |
| SU | Sumuran |
| LL | Lain-lain |
| PILON | |
| A | Tipe A |
| D | Tipe Diamond |
| H | Tipe H |
| I | Tipe tunggal / I |
| Y | Tipe Y |
| V | Tipe V terbuka |
| W | Tipe Double I |

Sumber: Pedoman Pemeriksaan Jembatan
No. 01/P/BM/2022 Dirjen Bina Marga

PRO PATRIA

Tabel 2.8 Kode Kepala Jembatan

| E. KJP (Kepala Jembatan/Pilar) | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| Kepala Jembatan | |
| A | Cap (Kepala tiang) |
| B | Dinding penuh |
| K | Kepala jembatan khusus |
| Pilar | |
| C | Cap (kepala tiang) |
| P | Dinding penuh |
| S | Satu kolom |
| D | Dua kolom |
| T | Tiga atau lebih kolom |
| L | Lain-lain |
| V | Tipe V |
| Tiang Sandaran | |
| TB | tiang beton sandaran baja |
| BB | tiang baja sandaran baja |
| DB | dinding bagian bawah + sandaran baja |
| DD | Sandaran/Media beton bertulang |
| KK | tiang kayu sandaran kayu |

**Sumber: Pedoman Pemeriksaan Jembatan
No. 01/P/BM/2022 Dirjen Bina Marga)**

2.4.2 Pemeriksaan Detail

Pemeriksaan detail jembatan dilaksanakan untuk menilai secara akurat kondisi suatu jembatan. Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengumpulkan data kondisi jembatan dengan melakukan pemeriksaan visual terhadap bagian-bagian dan komponen dari jembatan, kemudian dibuat laporan tercatat sebagai data awal.

Hasil pemeriksaan ini dilakukan untuk:

- a. Mengenali dan menyajikan data semua kerusakan penting elemen jembatan.
- b. Memberikan nilai kondisi elemen atau sekelompok elemen jembatan dengan obyektif.
- c. Sebagai pelaporan untuk perlunya tindakan darurat yang dibutuhkan dan alasannya.
- d. Sebagai pelaporan untuk perlunya tindakan khusus yang diperlukan dan alasannya.
- e. Sebagai pelaporan perlunya tindakan pemeliharaan rutin yang diperlukan.

A. Hierarki dan Kode Elemen

Jembatan dianggap mempunyai suatu hierarki elemen dalam 5 (lima) level. Tiap-tiap level mengandung sejumlah elemen atau kelompok elemen, dimana masing-masing memiliki suatu Kode Elemen dengan empat angka. Penggunaan kode sangat perlu bagi BMS guna pendataan dan pemrosesan. Level tertinggi dari sebuah jembatan dalam BMS adalah Level 1 yaitu jembatan dan lintasan basah, dengan kode 1.000 untuk jembatan dan kode 1.900 untuk lintasan basah.

Level 1 kemudian dibagi menjadi komponen jembatan dalam hierarki Level 2. Komponen tersebut adalah Jalan Pendekat/Tanah Timbunan (2.100), Aliran Sungai (2.200), Bangunan Bawah (2.300),

Bangunan Atas (2.400), Perlengkapan (2.700), dan Gorong-gorong (2.800).

Level 2 dibagi menjadi elemen utama dalam hierarki Level 3. Misalnya komponen dengan kode elemen 2.300 (Bangunan Bawah) dibagai menjadi Fondasi (3.310) dan Kepala Jembatan/pilar (3.320).

Level 3 kemudian dibagi menjadi elemen dalam hierarki Level 4, yang merupakan kumpulan elemen-elemen individual (klaster elemen) dan elemen individual itu sendiri. Misalnya kode elemen 3.310 (Fondasi) dibagi menjadi Sistem Struktur Fondasi (4.311), Fondasi Sumuran (4.312), Fondasi Langsung (4.313), Fondasi Balok Pelengkung (4.314), Sambungan Fondasi dan lainnya (4.315), Perkuatan Fondasi (4.316), Struktur Jembatan Apung (4.317).

Pada Level 5 adalah penilaian di tingkat subelemen dari elemen Level 4. Penjelasan jelas tentang hierarki level jembatan dalam BMS dapat dilihat dalam kode elemen jembatan pada lampiran.

B. Kode Kerusakan

Untuk tujuan mencatat, kerusakan diberi suatu Kode Kerusakan dengan 3 (tiga) angka. Kerusakan disini secara umum berkaitan dengan material ataupun dengan elemen. Misalkan kerusakan pada sandaran adalah karat dengan kode 302. Untuk kode kerusakan dalam BMS dapat dilihat pada lampiran.

C. Sistem Penilaian Elemen

Sistem penilaian elemen untuk elemen yang rusak terdiri atas serangkaian pertanyaan berjumlah 5 mengenai kerusakan yang ada. Pertanyaan tersebut berkaitan dengan Struktur, Kerusakan, Perkembangan (volume), Fungsi, dan Pengaruh.

Tabel 2.9 Sistem Penilaian

| Nilai | Kriteria | Nilai Kondisi |
|-----------------------|--------------------------------------|---------------|
| Struktur (S) | Berbahaya | 1 |
| | Tidak Berbahaya | 0 |
| Kerusakan (R) | Parah | 1 |
| | Tidak Parah | 0 |
| Kuantitas (K) | Lebih dari 30% | 1 |
| | Kurang dari 50% | 0 |
| Fungsi (F) | Elemen tidak berfungsi | 1 |
| | Elemen masih berfungsi | 0 |
| Pengaruh (P) | Mempengaruhi elemen lain | 1 |
| | Tidak mempengaruhi elemen lain | 0 |
| Nilai Kondisi (NK) | $NK = S + R + K + F + P$ | 0 - 5 |

**Sumber: Pedoman Pemeriksaan Jembatan No. 01/P/BM/2022
Dirjen Bina Marga**

D. Kerusakan Yang Serius

Yang dimaksud dengan kerusakan serius:

- a. Kerusakan yang terjadi tersebut merugikan dan telah berkembang sampai tingkat yang berat.
- b. Kerusakan tersebut membahayakan dan telah meluas.
- c. Kerusakan yang terjadi membahayakan, telah berkembang sampai tingkat kerusakan yang berat, dan semakin meluas.

E. Penilaian Kondisi Jembatan

Setelah data inventarisasi jembatan diperiksa dan diperbarui pada formulir inventarisasi jembatan, maka pemeriksaan detail dilakukan dan mencatat hasilnya pada formulir pemeriksaan detail.

Tabel 2.10 Penilaian Kondisi Jembatan

| | |
|-----------------|--|
| Nilai Kondisi 0 | - Jembatan dalam keadaan baru, tanpa kerusakan - Cukup jelas. Elemen jembatan berada dalam kondisi baik |
| Nilai Kondisi 1 | - Kerusakan sedikit (kerusakan dapat diperbaiki melalui pemeliharaan rutin, dan tidak berdampak pada keamanan atau fungsi jembatan) - Contoh : scour sedikit, karat pada permukaan, papan kayu yang longgar |
| Nilai Kondisi 2 | - Kerusakan yang memerlukan pemantauan atau pemeliharaan pada masa yang akan datang - Contoh : pembusukan sedikit pada sedikit struktur kayu, penurunan mutu pada elemen pasangan batu, penumpukan sampah atau tanah di sekitar perlakuan – kesemuanya merupakan tanda-tanda yang membutuhkan penggantian |

| | |
|-----------------|---|
| Nilai Kondisi 3 | <ul style="list-style-type: none"> - Kerusakan yang membutuhkan perhatian (kerusakan yang mungkin menjadi serius dalam 12 bulan) - Contoh : struktur beton dengan sedikit retak, rangka kayu yang membusuk, lubang pada permukaan lantai kendaraan, adanya gundukan aspal pada permukaan lantai kendaraan dan pada kepala jembatan, scouring dalam jumlah sedang pada pilar/kepala jembatan, rangka baja berkarat |
| Nilai Kondisi 4 | <ul style="list-style-type: none"> - Kondisi kritis (kerusakan serius yang membutuhkan perhatian segera) - Contoh : kegagalan rangka, keretakan atau kerontokan lantai beton, pondasi yang terkikis, kerangka beton yang memiliki tulangan yang terlihat dan berkarat, sandaran pegangan/pagar pengaman yang tidak ada |
| Nilai Kondisi 5 | <ul style="list-style-type: none"> - Elemen runtuh atau tidak berfungsi lagi - Contoh : bangunan atas yang runtuh, timbunan tanah yang hanyut |

Sumber: Pedoman Pemeriksaan Jembatan No. 01/P/BM/2022 Dirjen Bina Marga

Hal terpenting yang perlu diingat bahwa hanya satu kali diadakan pendataan. Sebisa mungkin dihindari pendataan ulang dengan memulai setiap pemeriksaan dari titik kilometer referensi yang sudah diketahui (penghubung atau kota asal) dan diperiksa secara sistematis semua jembatan yang berada dalam ruas jalan tersebut.

Jembatan yang tidak terdapat dalam database atau hilang harus dialokasikan, apabila mungkin, dengan nomor jembatan baru dan nama jembatan baru, dan hindari penggantian nomor jembatan yang sudah ada. Untuk jembatan baru ini, harus dilakukan pemeriksaan inventaris dan dicatat pada formulir “Laporan Pemeriksaan Inventaris Jembatan” sesuai dengan detail prosedur pada manual pemeriksaan kondisi jembatan.

Pada saat pelaksanaan survey lapangan sering terjadi kondisi titik referensi tidak sesuai dengan data dari UPT, harus dilakukan pembuatan

dokumentasi foto lokasi titik referensi yang akan digunakan sebagai titik referensi tersebut.

Saat pemeriksaan pada suatu jembatan harus dilakukan evaluasi kondisi jembatan baik visual dan tertulis. Pemeriksaan yang harus dilakukan sesuai urutan berikut:

1. Konfirmasikan lokasi jembatan dan catat data administrasi jembatan.
2. Periksa Data Inventarisasi Jembatan, lakukan koreksi pada laporan data bila perlu.
3. Berjalan mengelilingi jembatan dan dapatkan suatu data visual menyeluruh mengenai struktur jembatan.
4. Periksa secara sistematis jembatan yang bersangkutan dari pondasi ke lantai permukaan dan catat elemen-elemen dengan kondisinya, lokasi elemen, dan nilai kondisi.
5. Catat data lain yang perlu.
6. Ambil dari Nilai Kondisi dari elemen tingkat lebih tinggi, sesuai dengan keperluan, dan catat pada laporan pemeriksaan.
7. Catat perlunya suatu Pemeriksaan Khusus atau Tindakan Darurat dan alasannya.
8. Selama melakukan rangkaian pemeriksaan disertai dengan pengambilan foto dan membuat gambar-gambar untuk lebih menjelaskan laporan, bila diperlukan.

2.5. Bridge Condition Rating (BCR)

Bridge Condition Rating (BCR) merupakan indeks kondisi jembatan yang digunakan oleh *New York State Department of Transportation* (NYSDOT) untuk memberikan penilaian kondisi jembatan secara keseluruhan. Indeks kondisi jembatan dilakukan pembobotan pada komponen utama dari jembatan.

Tabel 2.11. Pembobotan Komponen Jembatan dalam BCR

| No. | Komponen | Bobot (Weight) |
|-----|--|----------------|
| 1 | Gelagar Utama (<i>primary girder</i>) | 10 |
| 2 | Kepala Jembatan (<i>abutment</i>) | 8 |
| 3 | Pilar (<i>pier</i>) | 8 |
| 4 | Lantai (<i>deck</i>) | 8 |
| 5 | Gelagar sekunder (<i>secondary girder/diaphragm</i>) | 5 |
| 6 | Tiang Sandaran (<i>Railing</i>) | 4 |
| 7 | Sambungan (<i>joint</i>) | 4 |
| 8 | Lapis permukaan (<i>wearing surface</i>) | 4 |

Sumber: *Bridge Condition Rating – New York State Department of Transportation, 2017*

Penilaian komponen jembatan dilakukan dengan inspeksi dan evaluasi visual terhadap kondisi komponen di lokasi. Untuk sistem penilaian komponen dalam BCR dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.12. Rating Komponen Jembatan dalam BCR

| CR | Deskripsi |
|----|--|
| 9 | Kondisi sangat baik (<i>excellent condition</i>) |
| 8 | Kondisi baik sekali (<i>very good condition</i>) – tidak ada masalah |
| 7 | Kondisi baik (<i>good condition</i>) – ada sedikit masalah |
| 6 | Kondisi memuaskan (<i>satisfactory condition</i>) – elemen struktur menunjukkan sedikit kerusakan |
| 5 | Kondisi wajar (<i>fair condition</i>) – semua elemen struktur dalam kondisi baik, namun mungkin ada sedikit bagian hilang, retak, terkelupas, atau gerusan |
| 4 | Kondisi buruk (<i>poor condition</i>) – bagian utama hilang, rusak, terkelupas atau gerusan |
| 3 | Kondisi serius (<i>serious condition</i>) – hilangnya bagian, kerusakan, pengelupasan, atau gerusan berdampak serius pada komponen struktur utama. Kegagalan lokal mungkin saja terjadi |
| 2 | Kondisi kritis (<i>critical condition</i>) – kerusakan lanjut pada elemen struktur primer, mungkin terjadi retakan akibat lelah pada baja atau retakan geser pada beton, gerusan telah menghilangkan penyangga bangunan bawah. Kemungkinan jembatan mungkin perlu ditutup sampai dilakukan tindakan khusus |
| 1 | Kegagalan yang segera terjadi (<i>imminent failure condition</i>) – kerusakan besar atau kehilangan bagian terjadi pada komponen struktural yang kritis yang jelas mempengaruhi stabilitas struktur. Jembatan ditutup untuk lalu lintas sampai tindakan perbaikan khusus. |
| 0 | Kondisi gagal (<i>failed condition</i>) – jembatan tidak dapat digunakan sehingga tidak dapat dilakukan perbaikan |

Sumber: *Bridge Condition Rating – New York State Department of Transportation, 2017*

Bridge Condition Rating (BCR) di dapat dari kondisi tiap komponen (CR) jembatan yang dikalikan dengan bobot komponen (weight) itu sendiri, kemudian hasilnya dibagi dengan total bobot komponen.

$$\text{Bridge Condition Rating (BCR)} = \frac{\sum(\text{Component Rating (CR)} \times \text{weight})}{\sum \text{weightings}}$$

dimana :

Component rating (CR) = rating komponen

Weight = bobot komponen

Weightings = total bobot

Sumber : *New York State Department State of Transportation, 2017*

Nilai BCR yang diperoleh akan mewakili kondisi dari jembatan secara umum dan usulan penanganan yang dapat dilakukan pada masa yang akan datang.

Tabel 2.13 Rentang Nilai BCR (Kondisi dan Penanganan)

| BCR | Kondisi | Penanganan |
|---------------|----------------------------------|--------------------------------|
| 1,000 – 3,000 | Buruk (<i>Poor</i>) | Penggantian |
| 3,001 – 4,999 | Sedang (<i>Fair</i>) | Rehabilitasi |
| 5,000 – 6,000 | Baik (<i>Good</i>) | Pemeliharaan Rutin dan Berkala |
| 6,001 – 7,000 | Sangat Baik (<i>Very Good</i>) | Pemeliharaan Rutin dan Berkala |

Sumber: *Bridge Condition Rating – New York State Department of Transportation, 2017*

