

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

1. *Assesment* Kondisi Jembatan Rangka Baja Callender Hamilton Dengan Menggunakan Metode *Bridge Management System*.

Penelitian ini dilakukan oleh (Azhari et al., 2022), meneliti tipe jembatan Callender Hamilton (CH) di Kabupaten Aceh Utara dan Kabupaten Aceh Timur, Provinsi Aceh khususnya pada jembatan Kr. Pase Geudong, jembatan Alue Asam Kumbang, jembatan Kr. Peudawa Raycuk dan jembatan Kr. Sei Raya. Dan metode yang digunakan yaitu menggunakan *Bridge Management System*.

Pemeriksaan kerusakan pada masing-masing jembatan dilakukan secara subjektif berdasarkan metode *Bridge Management System* (BMS) untuk menentukan kondisi komponen utama dari struktur jembatan, kemudian usulan penanganan jembatan akan dilakukan sesuai dengan kondisi jembatan. Berdasarkan hasil inspeksi di lapangan terdapat beberapa jenis kerusakan yang berbeda – beda dan ditemukan pada jembatan Krueng Pase Geudong, jembatan Alue Asam Kumbang, jembatan Krueng Peudawa Rayeuk dan jembatan Krueng Sei Raya. Adapun jenis kerusakan yang ditemukan pada saat inspeksi lapangan antara lain seperti: kerusakan pada siar muai, lapisan permukaan yang berlubang, baut yang hilang, korosi yang terdapat pada baut maupun pelat kopel, beton keropos dan lain sebagainya.

Kemudian dirincikan kerusakan-kerusakan yang dianggap sudah memerlukan penanganan disertai dengan solusi penanganannya.

2. Penilaian Kondisi Dan Prediksi Sisa Umur Jembatan Sei Kumu Dengan Metode *Bridge Management System*.

Penelitian ini dilakukan oleh Arrazid et al., (2024), pelaksanaan penelitian ini di jembatan Sei Kumu dengan nomor kode jembatan 09.12.02 yang berada diruas jalan Boter-simpang kumu, Kecamatan Rambah Hilir. Terletak di titik koordinat : $0^{\circ}93'20.21''N$ $100^{\circ}33'71.09''E$. dibangun pada tahun 1984 dengan umur rencana 50 tahun. Struktur jembatan adalah beton bertulang.

Penelitian ini menggunakan metode *Bridge Management System*, dimana untuk hasil penilaian menunjukkan nilai pemeriksaan kondisi Jembatan Sei Kumu ialah 2 dengan artian kerusakan sedang maka proses dalam penanganannya yaitu pemeliharaan rutin. Dan hasil perkiraan sisa umur jembatan Sei Kumu ialah 19 tahun lagi.

3. Penilaian Kondisi Jembatan Menggunakan *Bridge Management System* (BMS) Dan *Bridge Conditional Rating* (BCR).

Penelitian ini dilakukan oleh Harywijaya et al., (2020), penelitian ini berfokus pada 4 jembatan di wilayah PPK-01 Aceh , dalam proses pemeriksaanya yaitu menggunakan pengamatan visual, kemudian di analisis dengan metode BMS dan BCR. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui kerusakan – kerusakan jembatan, nilai kondisi dan kode kerusakan jembatan yang dihasilkan oleh program BMS dan BCR serta

menentukan rencana penanganan yang sesuai dengan nilai kondisi jembatan dari analisa perbandingan antara BMS dan BCR. Hasil tersebut diharapkan menjadi bahan acuan untuk penanganan jembatan kepada konsultan.

Pada perbandingan BMS dan BCR untuk hasil dari penilaian kondisi dan usulan penanganan jembatan menghasilkan nilai kondisi dan usulan yang sama yaitu berupa pemeliharaan rutin dan berkala. Untuk beberapa masing – masing komponen diperlukan penanganan berupa perbaikan retak pada beton, *patching* pada lubang dilapis permukaan, pengecatan kembali pada rangka baja dan sandaran, kemudian perbaikan pada pipa cucuran dan drainase lantai, serta perbaikan pada sambungan siar muai.

4. Penilaian Kondisi Visual Sisa Usia Jembatan Sei Kumu Dengan Metode *Bridge Conditional Rating*.

Penelitian ini dilakukan oleh (Toib et al., 2024), untuk penelitiannya yaitu di jembatan Sei Kumu dan dilakukan dengan metodologi kuantitatif yaitu suatu proses menemukan pengetahuan menggunakan data berupa angka sebagai alat menganalisis keterangan mengenai apa yang ingin diketahui. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode *Bridge Conditional Rating* (BCR)

Dan hasil dari pemeriksaan visual kondisi jembatan menggunakan metode *Bridge Conditional Rating* (BCR) yang sudah dilakukan terhadap jembatan Sei Kumu dan untuk sisa usia jembatan Sei Kumu Kabupaten Rokan Hulu Provinsi Riau, dengan rencana 50 tahun dan setelah menggunakan metode BCR adalah 20,6 Tahun dan EA nya 29,35 tahun.

5. Penilaian Kondisi Visual Dan Prediksi Sisa Umur Jembatan Way Gedau Lampung Dengan Metode *Bridge Management System*.

Penelitian ini dilakukan oleh (Safana & Sumargo, 2021), meneliti jembatan Way Gedau terletak kurang lebih 50 meter dari laut lepas di jalan Lintas Barat Sumatera dengan nomor ruas 025 berdasarkan penomoran peta jaringan jalan yang dikeluarkan oleh Kementerian PUPR.

Dalam penelitian ini menggunakan metode BMS dan untuk hasil dari penelitiannya yaitu struktur jembatan Way Gedau dalam kondisi rusak ringan dengan nilai kondisi sebesar 2 sehingga prediksi sisa usia jembatan yaitu 18,89 tahun. Dan kondisi visual jembatan menunjukkan bahwa kinerja dan umur sisa jembatan masih sesuai dengan perencanaan awal dari jembatan.

B. Jembatan

Jembatan merupakan bagian yang terpenting dari suatu *system* jaringan jalan karena dari pengaruhnya yang berarti apabila jembatan itu runtuh atau rusak maka jembatan tidak dapat berfungsi dengan baik. (Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia. *Bridge Management System Panduan Pemeriksaan Jembatan*, 1993). Jembatan sendiri merupakan struktur yang melintasi Sungai atau penghalang lalu lintas yang lainnya, maka keruntuhan jembatan akan mengurangi atau terhenti lalu lintas, yang dimana dalam hal itu mengganggu kelancaran barang maupun orang. Oleh karena itu sudah sepatutnya infrastruktur ini dijaga dengan baik agar kinerja dari jembatan dapat ditingkatkan atau dipertahankan. (Rustawa & Sumargo, 2021)

C. Komponen – komponen Konstruksi Jembatan

Dalam membangun suatu jembatan, ada beberapa tahapan konstruksi yang harus dilaksanakan secara sistematis. Secara keseluruhan, bagian dari konstruksi jembatan dibedakan menjadi 2, yaitu bagian atas dan bagian bawah.

1. Konstruksi Bagian Atas

Untuk konstruksi bagian atas meliputi : Gelagar induk atau gelagar utama, gelagar melintang / diafragma, trotoar, slab / pelat lantai kendaraan, *expansion join*, tumpuan, sendi, railing, curb, Deck.

2. Konstruksi Bagian Bawah

Untuk konstruksi bagian bawah meliputi : Pondasi, abutmen, pilar, dinding sayap, dinding belakang.

D. Pemeriksaan Jembatan

Pemeriksaan kondisi jembatan merupakan upaya untuk mempertahankan kondisi dari jembatan tetap baik dan menjamin agar penurunan dari kondisi jembatan dapat di kembalikan pada kondisi kemantapan sesuai dengan kinerjanya. (Zulfi et al., 2024)

Dalam hal ini, peneliti menggunakan metode *Bridge Management System* dan *Bridge Conditional Rating* karena kedua metode ini sering digunakan pemeriksaan jembatan Indonesia. Dan juga dari metode itu nanti akan menjadi perbandingan supaya mendapatkan penanganan yang akurat

terhadap jembatan walaupun dilakukan secara visual. Sebab dari penelitian ini dilakukan secara mendetail di setiap komponen – komponen nya.

1. Tujuan Pemeriksaan Jembatan

Tujuan dari inspeksi jembatan adalah untuk menjamin bahwa keadaan jembatan sesuai dengan semua standar pelayanan yang ditetapkan. Proses ini dilakukan secara sistematis agar setiap kondisi yang dapat menyebabkan kerusakan atau kegagalan struktural dapat terdeteksi secepat mungkin, sehingga tindakan intervensi atau perbaikan yang tepat bisa dilaksanakan. (Murtosidi et al., 2021)

2. Jenis Pemeriksaan Jembatan

a. Pemeriksaan Inventaris

Pemeriksaan inventarisasi umumnya ditujukan untuk menginventarisasi jembatan yang baru dibangun. Selanjutnya, pemeriksaan detail dilaksanakan pada masing-masing elemen dari jembatan tersebut. Kondisi struktur atas jembatan diperiksa secara menyeluruh, mencakup lantai jembatan, trotoar, railing, saluran drainase, dan permukaan jalan. Setelah itu, fokus beralih ke bagian bawah jembatan. Proses ini biasanya dilakukan secara berkala. (Rustawa & Sumargo, 2021)

b. Pemeriksaan Detail

Pemeriksaan dilakukan untuk mengevaluasi kondisi komponen dan elemen jembatan, dengan tujuan merumuskan strategi pelestarian jembatan serta menetapkan urutan prioritas berdasarkan jenis pelestariannya. Inspeksi mendetail sebaiknya dilakukan paling sedikit sekali dalam lima tahun atau lebih sering bila diperlukan, tergantung pada keadaan jembatan yang bersangkutan, dengan batas waktu maksimal lima tahun jika memang dianggap perlu. (Pedoman Pemeriksaan Jembatan, No/P/BM/2022 Direktorat Jenderal Bina Marga, 2022)

c. Pemeriksaan Rutin

Pemeriksaan tahunan dilaksanakan untuk memastikan terpenuhinya berbagai aspek, yaitu: keamanan kondisi jembatan, keselamatan, kenyamanan bagi pengguna jalan, pelaksanaan penanganan jembatan, aspek sosial dan kemasyarakatan yang berhubungan dengan kesesuaian penggunaan jembatan. (Pedoman Pemeriksaan Jembatan, No/P/BM/2022 Direktorat Jenderal Bina Marga, 2022)

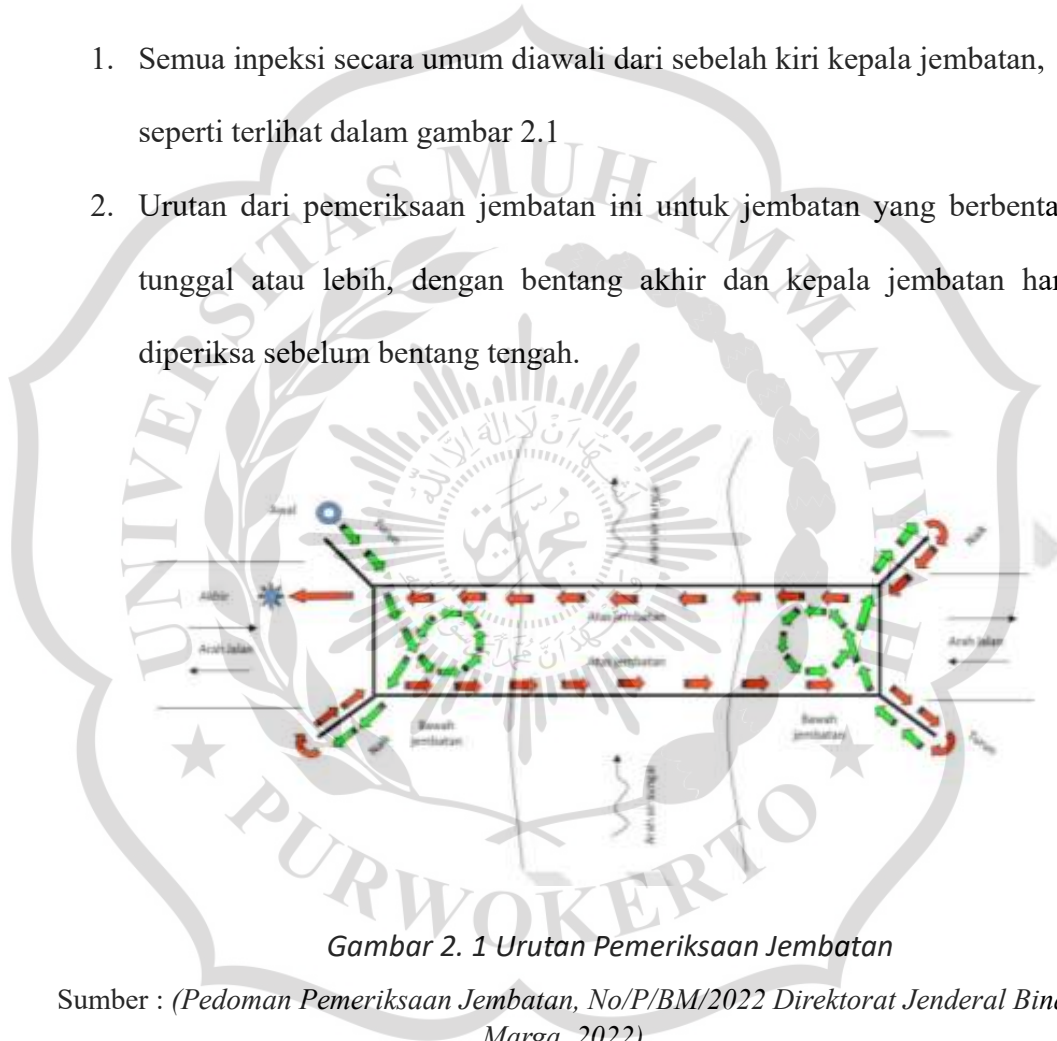
d. Pemeriksaan Khusus

Pemeriksaan khusus merujuk pada proses observasi atau pengujian yang dilakukan dengan lebih teliti dan detail. Ini merupakan langkah lanjutan setelah penilaian kerusakan melalui pengamatan visual, atau ketika inspektur tidak memiliki sumber daya, pelatihan,

maupun pengalaman yang memadai untuk menilai kondisi jembatan secara efektif. (Pedoman Pemeriksaan Jembatan, No/P/BM/2022 Direktorat Jenderal Bina Marga, 2022)

E. Urutan Pemeriksaan Jembatan

1. Semua inspeksi secara umum diawali dari sebelah kiri kepala jembatan, seperti terlihat dalam gambar 2.1
2. Urutan dari pemeriksaan jembatan ini untuk jembatan yang berbentuk tunggal atau lebih, dengan bentang akhir dan kepala jembatan harus diperiksa sebelum bentang tengah.



Gambar 2. 1 Urutan Pemeriksaan Jembatan

Sumber : (Pedoman Pemeriksaan Jembatan, No/P/BM/2022 Direktorat Jenderal Bina Marga, 2022)

F. Bridge Management System

Bridge Management System, yang disingkat BMS, adalah sebuah sistem yang diciptakan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga pada tahun 1993 untuk mengelola jembatan di jalan nasional dan provinsi. Sistem ini mencakup

seluruh aspek manajemen jembatan, mulai dari pemeriksaan hingga perencanaan teknis serta pelaksanaan dan pemeliharaan. Proses dalam menilai kondisi jembatan melibatkan pemeriksaan data administratif, analisis geometri, dan evaluasi kondisi elemen jembatan di lapangan. (Arrazid et al., 2024)

1. Pemeriksaan Inventaris

Pemeriksaan inventarisasi umumnya ditujukan untuk menginventarisasi jembatan yang baru dibangun. Selanjutnya, pemeriksaan detail dilaksanakan pada masing-masing elemen dari jembatan tersebut. Kondisi struktur atas jembatan diperiksa secara menyeluruh, mencakup lantai jembatan, trotoar, railing, saluran drainase, dan permukaan jalan. Setelah itu, fokus beralih ke bagian bawah jembatan. Proses ini biasanya dilakukan secara berkala. (Rustawa & Sumargo, 2021)

2. Pemeriksaan Detail

a. Umum

Pemeriksaan dilakukan untuk mengevaluasi kondisi komponen dan elemen jembatan, dengan tujuan merumuskan strategi pelestarian jembatan serta menetapkan urutan prioritas berdasarkan jenis pelestariannya. Inspeksi mendetail sebaiknya dilakukan paling sedikit sekali dalam lima tahun atau lebih sering bila diperlukan, tergantung pada keadaan jembatan yang bersangkutan, dengan batas waktu maksimal lima tahun jika memang dianggap perlu. (Pedoman Pemeriksaan Jembatan, No/P/BM/2022 Direktorat Jenderal Bina Marga, 2022)

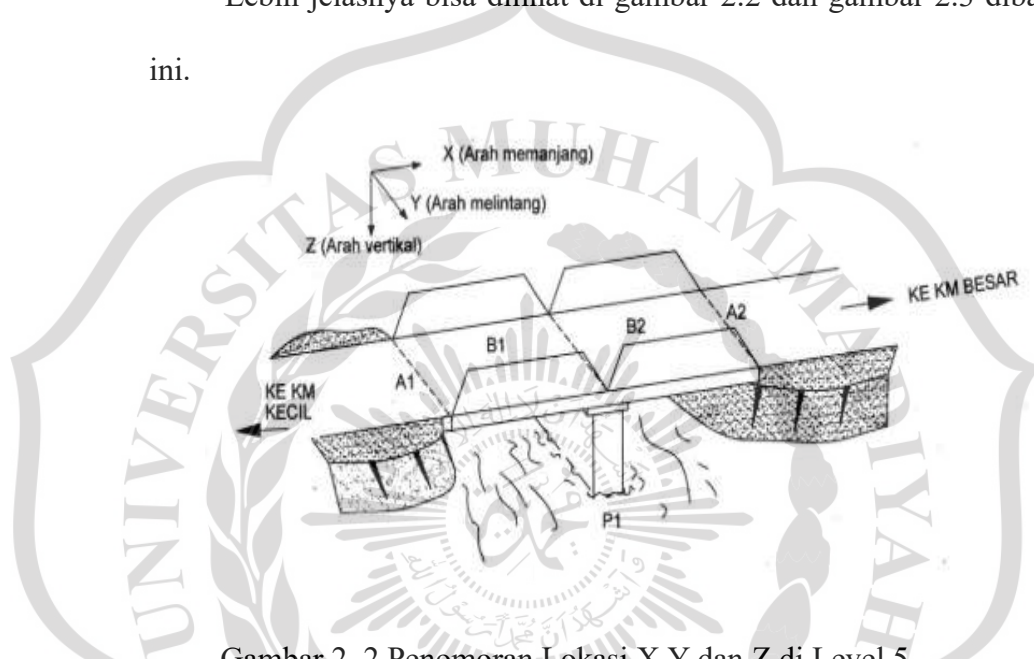
b. Hirarki dan kode – kode elemen

Pemeriksaan jembatan dengan metode *Bridge Management System*, elemen – elemen jembatan itu dibagi menurut level hirarkinya. Maka terdapat 5 (lima) level dalam hirarki jembatan. Dan tertera juga didalam tabel 2.1.

- 1) Level 1 yaitu jembatan itu sendiri dan mempunyai kode elemennya
1.000 – Jembatan
- 2) Level 2 yaitu komponen–komponen utama jembatan sebagai berikut :
2.200 – Aliran sungai dan tanah timbunan
2.300 – Bangunan bawah
2.400 – Bangunan atas
- 3) Level 3 yaitu bagian – bagian komponen utama menjadi elemen secara terperinci. Contohnya :
3.210 – Aliran Sungai
3.220 – Bangunan pengaman
3.230 – Tanah timbunan
- 4) Level 4 yaitu bagian – bagian elemen dari level 3, dibagi menjadi lebih detail. Contohnya :
4.411 – Gelagar
4.412 – Gelagar melintang
4.413 – Diafragma
4.414 - Sambungan gelagar

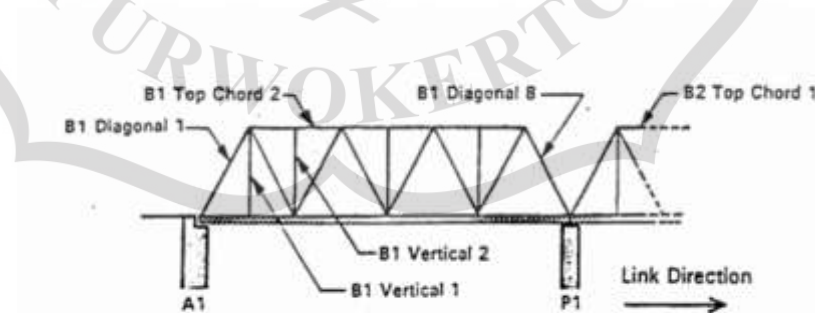
- 5) Dalam level 5 ini tidak memiliki kode elemen. Level ini unuk membedakan antar elemen – elemen pada suatu tipe yang sama dan lokasi yang berbeda.

Lebih jelasnya bisa dilihat di gambar 2.2 dan gambar 2.3 dibawah ini.



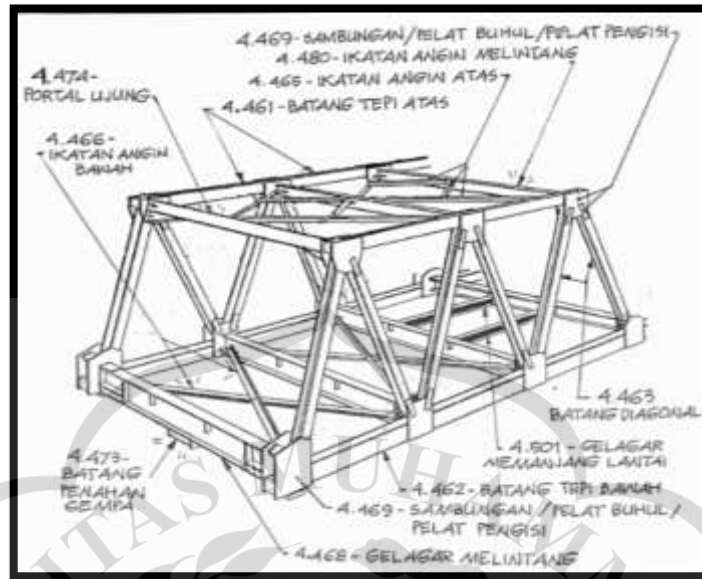
Gambar 2. 2 Penomoran Lokasi X,Y dan Z di Level 5

Sumber : (Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia. Bridge Management System Panduan Pemeriksaan Jembatan, 1993)



Gambar 2. 3 Penomoran lokasi di level 5

Sumber : (Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia. Bridge Management System Panduan Pemeriksaan Jembatan, 1993)



Gambar 2. 4 Elemen - elemen pada bangunan atas jembatan rangka

Sumber : (Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia. Bridge Management System Panduan Pemeriksaan Jembatan, 1993)

Tabel 2. 1 Hierarki Elemen

kode	level 1	kode	level 2	kode	level 3	kode	level 4
1.000	Jembatan	2.200	Aliran Sungai/Tanah Timbunan	3.210	Aliran Sungai	4.211	Tebing Sungai
						4.212	Aliran Air Utam
						4.213	Daerah Genangan Ban
				3.220	Bangunan Pengaman	4.221	Krib/Pengarah Arus Sungai
						4.222	Bronjong
						4.223	Talud
						4.224	pasangan batu kososng
						4.225	Turap
						4.226	Fender
		3.230	Tanah Timbunan	4.227	Dinding Penahan Tanah		
				4.228	Pengamanan dasar sungai		
				4.231	Timbunan Jalan Pendekat		
				4.232	Drainase - Timbunan		
				4.233	Lapisan Perkerasan		
				4.234	Pelat Injak		
3.310	Fondasi	4.235	Tanah Bertulang				
		4.311	Tiang Pancang				
		4.312	Fondasi Sumuran				
		4.313	Fondasi Langsung				
		4.314	Angkur				
		4.315	Fondasi Balok Pelengkung				
3.320	Kepala Jembatan/Pilar	2.300	Bangunan Bawah	4.321	Balok Pondasi		
				4.322	Pilar Dinding/ Kolom		
				4.323	Dinding Kepala Jembatan		
				4.324	Tembok Sayap		
				4.325	Balok Kepala		
				4.326	Balok Penahan Gempa/Stoper Lateral		
				4.327	Penunjang/Pengaku		
				4.328	Penunjang Sementara		
				4.329	Drainase Dinding		

Sumber : (Pedoman Pemeriksaan Jembatan, No/P/BM/2022 Direktorat Jenderal Bina Marga, 2022)

Lanjutan Tabel 2. 1 Hierarki Elemen

kode	level 1	kode	level 2	kode	level 3	kode	level 4
1.000	Jembatan	2.400	Bangunan Atas	3.410	Sistem Gelagar	4.411	Gelagar
						4.412	Gelagar Melintang
						4.413	Diafragma
						4.414	Sambungan Gelagar
						4.415	Perkuatan Ikatan Angin
				3.420	Jembatan Pelat	4.421	Pelat
				3.430	Pelengkung	4.431	Bagian Lengkung
						4.432	Dinding Teg
				3.440	Balok Pelengkung	4.441	Gelagar Balok Pelengkung
						4.442	Elemen Balok Pelengkung
						4.443	Balok Vertikal
						4.444	Balok melintang
						4.445	Balok Pengaku Mendatar
						4.446	Sambungan Balok Pelengkung
				3.450	Rangka	4.451	Panel Rangka (Bailey)
						4.452	Gelagar Penguat (Bailey)
						4.453	Rangka Pengaku (Bailey)
						4.454	Raker- Penyokong (Bailey)
						4.455	Pin Panel/Surclip (Bailey)
						4.456	Clamp (Bailey)
						4.461	Batang tepi atas
4.462	Batang tepi bawah						
4.463	Batang Diagonal						
4.464	Batang Vertikal						
4.465	katan Angin Atas						
4.466	Ikatan Angin Bawah						
4.467	Diafragma Rangka						
4.468	Gelagar Melintang						
4.469	Buhul						
4.471	Batang Tengah						
4.472	Batang Diagonal Kecil						

Sumber : (Pedoman Pemeriksaan Jembatan, No/P/BM/2022 Direktorat Jenderal Bina Marga, 2022)

Lanjutan Tabel 2. 1 Hierarki Elemen

kode	level 1	kode	level 2	kode	level 3	kode	level 4
1.000	Jembatan	2.400	Bangunan Atas	3.480	Sistem Gantung	4.481	Kabel pemikul
						4.482	Batang penggantung
						4.483	Kabel penahan ayun
						4.484	Kolom pilon
						4.485	Pengaku pilon
						4.486	Sadel pilon
						4.487	Balok melintang (gantung)
						4.488	Ikatan Angin Bawah
						4.489	Sambungan (gantung)
				3.500	Sistem Lantai	4.501	Gelagar Memanjang Lantai
						4.502	Pelat Lantai (kayu / beton / baja)
						4.503	Pelat baja bergelombang/ bekisting
						4.504	Balok Tepi
						4.505	lapisan permukaan lantai
						4.506	Trotoar / Kerb
						4.507	Pipa Cucuran
				3.600	Expansion Join	4.601	Expansion Join Baja
						4.602	Expansion Join Baja
						4.603	Expansion Join Karet
4.604	Sambungan						
3.610	Landasan	4.611	Landasan Baja				
		4.612	Landasan Karet				
		4.613	Landasan Pot				
		4.614	Bantalan Mortar/Pelat Dasar				
		4.615	Baut Pengikat				
3.620	Sandaran	4.621	Tiang Sandaran				
		4.622	Sandaran Horizontal				
		4.623	Penunjang Sandaran				
		4.624	Parapet/Tembok Sandaran				

Sumber : (Pedoman Pemeriksaan Jembatan, No/P/BM/2022 Direktorat Jenderal Bina Marga, 2022)

Lanjutan Tabel 2. 1 Hierarki Elemen

kode	level 1	kode	level 2	kode	level 3	kode	level 4
1.000	Jembatan	1.000	Bangunan Atas	3.700	Perlengkapan	4.701	Batas-batas ukuran
						4.711	Rambu-rambu dan tanda tanda
						4.712	Marka Jalan
						4.713	Papan Nama
						4.714	Patung
						4.721	Lampu Penerangan
						4.722	Tiang Lampu
						4.723	Kabel Listrik
						4.731	Utilitas
						2.800	Gorong-Gorong
3.802	gorong-gorong pipa						
3.803	gorong-gorong Pelengkung						
2.900	Lintasan Bawah			3.901	ferry lintasan dengan perkerasan		
				3.902	lintasan alam		

Sumber : (Pedoman Pemeriksaan Jembatan, No/P/BM/2022 Direktorat Jenderal Bina Marga, 2022)

c. Kode – Kode Kerusakan

Kerusakan pada elemen – elemen jembatan mempunyai kode tertentu tujuannya adalah memudahkan dalam pendataan. Berikut beberapa contoh kerusakan pada elemen – elemen jembatan.

Karat pada baja (kode 302)

Retak pada beton (kode 202)

Drainase tersumbat (kode 711)

Berikut dibawah ini kode kerusakan dan keterangannya dapat dilihat tabel

2.2.

Tabel 2. 2 Kode dan Jenis Kerusakan Elemen Batu Bata

Kerusakan Pada Elemen Batu Bata			S		R	
Kode	Jenis Kerusakan	Penyebab Kerusakan	Struktur	Pengukuran	Tingkat Kerusakan	Satuan Ukuran
101	Penurunan mutu bata atau batu	Aus karena umur	Berbahaya	Batu bata	Parah	m ²
		Benturan		Adukan sedalam ≤ 20 mm	Tidak parah	
		Terkikis		Sedalam > 20 mm	Parah	
101	Keretakan	Pondasi runtuh	Berbahaya	Adukan selebar ≤ 5 mm	Tidak parah	m ²
		Bergerak				
		Beban berlebihan		Selebar > 5 mm	Parah	
102	Permukaan pasangan yang mengembang	Pondasi runtuh	Berbahaya	Pergerakan ke arah luar dari permukaan > 40 mm	Parah	m ²
		Beban berlebihan		Panjang < 750 mm	Tidak parah	
				Panjang > 750 mm	Parah	
103	Bagian yang pecah atau hilang	Apa saja	Berbahaya	Elemen struktura	Parah	m ² atau m ³

Sumber : (Pedoman Pemeriksaan Jembatan, No/P/BM/2022 Direktorat Jenderal Bina Marga, 2022)

Tabel 2. 3 Kode dan Jenis Kerusakan Elemen Beton

Kerusakan Pada Elemen Beton			S		R	
Kode	Jenis Kerusakan	Penyebab Kerusakan	Struktur	Pengukuran	Tingkat Kerusakan	Satuan Ukuran
201	Kerontokan beton	Karbonasi Benturan	Tidak berbahaya	Tulangan tidak terlihat	Tidak parah	m ¹ atau m ²
	Beton Keropos	Tidak cukupnya selimut beton	Berbahaya	Tulangan terlihat	Parah	
	Beton yang berongga/berbuyi	Beton berlebihan	Berbahaya			
		Pengerjaan yang buruk	Tidak berbahaya			
	Kualitas yang buruk	Gaya pratekan pengembangan volume	Berbahaya	Terlihat adanya rembesan	Parah	
202	Kualitas yang buruk	Gaya pratekan pengembangan volume	Berbahaya	Terlihat adanya rembesan	Parah	m ² atau m ²

				Lebar > 0,2 mm	Parah	
				Terlihat adanya rembesan/bocor	Parah	
		Karbonasi	Tidak berbahaya	Terlihat adanya rembesan/bocor	Parah	
		Benturan Kegagalan fundasi Gaya pratekan	Berbahaya			m ¹ atau m ²
		Susut	Tidak berbahaya	Lebar < 0,4 mm	Tidak parah	
		Tumbuhan Pengembangan volume	Berbahaya	Lebar > 0,4 mm	Parah	
203	Karat besi tulangan	Apa saja	Berbahaya	< 10% dari diameter tulangan	Tidak parah	m ¹ atau m ²
				> 10% dari diameter tulangan	Parah	
204	Kerusakan komponen karena aus, penuaan, dan pelapukan	Abrasi Penuaan Serangan kimiawi Benturan Pengerjaan yang buruk Pengembangan volume	Berbahaya	≤ selimut beton	Tidak parah	m ² atau m ³
				> selimut beton	Parah	
205	Pecah atau hilangnya sebagian dari beton	Apa saja	Berbahaya	Element structural	Parah	m ² atau m ³
				Element nonstruktural	Tidak parah	
206	Lendutan	Tertabrak Pondasi runtuh Beban berlebihan	Berbahaya	Lantai ≤ 1 : 600	Tidak parah	m ³
				> 1 : 600	Parah	
				Elemen lain ≤ 20 mm	Tidak parah	
				> 20 mm	Parah	

Sumber : (Pedoman Pemeriksaan Jembatan, No/P/BM/2022 Direktorat Jenderal Bina Marga, 2022)

Tabel 2. 4 Kode dan Jenis Kerusakan Elemen Baja

Kerusakan Pada Elemen Baja			S		R	
Kode	Jenis Kerusakan	Penyebab Kerusakan	Struktur	Pengukuran	Tingkat Kerusakan	Satuan Ukuran
301	Penurunan mutu dan atau kinerja proteksi korosi	Penuaan	Berbahaya	Tidak terlihatnya permukaan	Tidak parah	m ²
		Retak	Tidak berbahaya	Sebaliknya	Parah	
		Lembab (akibat korosi)	Berbahaya			
		Tindakan kekerasan	Tidak berbahaya			
		Pemakaian / terkikis	Berbahaya			
302	Karat	apa saja	Berbahaya	< 10% dari ukuran	Tidak parah	m ²
				> 10% dari ukuran	Parah	
303	Perubahan bentuk pada komponen	Benturan pondasi runtuh Panas Beban berlebihan	Berbahaya	Elemen struktural (tegak lurus arah memanjang) < 20 mm	Tidak parah	m ¹
				> 20 mm	Parah	
				Non-elemen struktural	Tidak parah	
304	Retak	Apa saja	Berbahaya	Dimana saja	Parah	m ¹
305	Komponen yang rusak atau hilang	Apa saja	Berbahaya	Elemen struktural	Parah	m ²
				Sebaliknya	Tidak parah	
306	Elemen yang salah (pemasangan)	Apa saja	Berbahaya	Dimensi lebih kecil	Parah	m ¹
				Sebaliknya	Tidak parah	
307	Kabel jembatan yang aus	Apa saja	Berbahaya	< 5% dari strand	Parah	m ¹
				> 5% dari strand	Tidak parah	
308	Sambungan yang longgar	Apa saja	Berbahaya	Apa saja	Parah	Jumlah yang harus diperbaiki

Sumber : (Pedoman Pemeriksaan Jembatan, No/P/BM/2022 Direktorat Jenderal Bina Marga, 2022)

Tabel 2. 5 Kode dan Jenis Kerusakan Elemen Kayu

Kerusakan Pada Elemen Kayu			S		R	
Kode	Jenis Kerusakan	Penyebab Kerusakan	Struktur	Pengukuran	Tingkat Kerusakan	Satuan Ukuran
401	Pembusukan	Lembab	Berbahaya	> 15% dari potongan	Parah	m ¹ , m ² atau m ³
	Serangan serangga	Banyak dirubung oleh serangga		< 15% dari potongan	Tidak parah	
	Pecahnya/retaknya kayu	Penuaan	Berbahaya	Retak <10 mm lebarnya dan/atau <1m panjangnya	Tidak parah	
		Kering	Tidak berbahaya	Sebaliknya	Parah	
	Melengkung	Bahan yang tidak sempurna Bahan berlebih	Berbahaya	Deviasi ≤ 50 mm sepanjang 3m	Tidak parah	
				Deviasi > 50 mm sepanjang 3m	Parah	
	Serat yang miring dan mata kayu	Bahan tidak sempurna Bahan berlebihan (untuk batang tarik)	Berbahaya	Ukuran mata kayu ≤ 15% penampang	Tidak parah	
				Ukuran mata kayu > 15% penampang	Parah	
			Berbahaya	Miring urat kayu ≤ 1 per 16	Tidak parah	
				Miring urat kayu > 1 per 16	Parah	
402	Hancur atau hilangnya material	Apa saja	Berbahaya	Elemen struktural	Parah	m ¹ atau m ³
				Sebaliknya	Tidak parah	
403	Menyusutnya kayu	Kualitas jelek	Tidak berbahaya	Lendutan ≤ 50 mm pada struktur rangka	Tidak parah	m ¹ atau m ³
				Lendutan > 50 mm pada struktur rangka	Parah	
				Pada struktur lain	Tidak parah	

Lanjutan Tabel 2. 5 Kode dan Jenis Kerusakan Elemen Kayu

Kerusakan Pada Elemen Kayu			S		R	Satuan Ukuran
Kode	Jenis Kerusakan	Penyebab Kerusakan	Struktur	Pengukuran	Tingkat Kerusakan	
404	Penurunan mutu pelindung permukaan	umur	Berbahaya	Tidak terlihatnya lapis pelindung pada permukaan kayu dan/atau elemen struktur	Parah	m ²
		Tindakan kekerasan				
		Tidak nyata		Elemen lain	Tidak parah	

Sumber : (Pedoman Pemeriksaan Jembatan, No/P/BM/2022 Direktorat Jenderal Bina Marga, 2022)

Tabel 2. 6 Kode dan Jenis Kerusakan Elemen Aliran Sungai

Kerusakan Pada Elemen 3.210 – Aliran Sungai			S		R	Satuan Ukuran
Kode	Jenis Kerusakan	Penyebab Kerusakan	Struktur	Pengukuran	Tingkat Kerusakan	
501	Endapan/lumpur yang berlebihan	Arus aliran sungai	Berbahaya	Mengurangi ≤ 20% aliran Sungai	Tidak parah	m ³
				Mengurangi > 20% aliran Sungai	Parah	
502	Sampah yang menumpuk dan terjadinya hambatan aliran sungai	Tumpukan sampah	Berbahaya	Mengurangi ≤ 20% aliran sungai dan/atau < 20% tinggi Pilar	Tidak parah	m ³
				Sebaliknya	Parah	
503	Pengkikisan pada daerah dekat pilar atau kepala jembatan	Arus aliran sungai	Berbahaya	≤ ketinggian pondasi atau 6x diameter tiang pancang	Tidak parah	m ² atau m ³
				Sebaliknya	Parah	

Sumber : (Pedoman Pemeriksaan Jembatan, No/P/BM/2022 Direktorat Jenderal Bina Marga, 2022)

Tabel 2. 7 Kode dan Jenis Kerusakan Tanah Bertulang

Kerusakan Pada Elemen 4.235 – Tanah Bertulang			S		R	Satuan Ukuran
Kode	Jenis Kerusakan	Penyebab Kerusakan	Struktur	Pengukuran	Tingkat Kerusakan	
531	Penggembungan dinding panel	Lepasnya angkur penahan	Berbahaya	Apa saja	Parah	m ²
532	Retak, rontok, atau pecah dari panel tanah bertulang	Angkur lepas	Berbahaya	Apa saja	Parah	m ²
		Benturan	Tidak berbahaya	> 3 panel		
		Bergerak		> 10% permukaan rusak		
		Tindakan kekerasan		Sebaliknya	Tidak parah	

Sumber : (Pedoman Pemeriksaan Jembatan, No/P/BM/2022 Direktorat Jenderal Bina Marga, 2022)

Tabel 2. 8 Kode dan Jenis Kerusakan Kepala Jembatan dan Pilar

Kerusakan pada elemen 3.230 – Kepala jembatan dan pilar			S		R	Satuan Ukuran
Kode	Jenis Kerusakan	Penyebab Kerusakan	Struktur	Pengukuran	Tingkat Kerusakan	
551	Kepala jembatan Atau pilar Bergerak	Guling	Berbahaya	Berputar > 1/12 Dalam arah vertikal	Parah	Pemeriksaan Khusus
		Berputar		Penurunan > 50 Mm dan/atau tidak terlihatnya adanya puntiran	Parah	
		Turun/settle				
		Puntir				

Sumber : (Pedoman Pemeriksaan Jembatan, No/P/BM/2022 Direktorat Jenderal Bina Marga, 2022)

Tabel 2. 9 Kode dan Jenis Kerusakan Landasan Penahan Gempa

Kerusakan pada elemen 4.326 – Landasan penahan gempa			S		R	Satuan Ukuran
Kode	Jenis Kerusakan	Penyebab Kerusakan	Struktur	Pengukuran	Tingkat Kerusakan	
561	Longgar	Apa saja	Berbahaya	Apa saja	Parah	m ³
	Hilang/tidak ada					

Sumber : (Pedoman Pemeriksaan Jembatan, No/P/BM/2022 Direktorat Jenderal Bina Marga, 2022)

Tabel 2. 10 Kode dan Jenis Kerusakan Bangunan Pengaman, Timbunan, Pondasi

Kerusakan Pada Elemen 3.220 – Bangunan Pengaman 3.230 – Timbunan 3.310 - Pondasi			S		R	Satuan Ukuran
Kode	Jenis Kerusakan	Penyebab Kerusakan	Struktur	Pengukuran	Tingkat Kerusakan	
511	Bagian yang hilang datau tidak ada	Apa saja	Berbahaya	< 10%	Tidak parah	m ³
				>10%	Parah	
521	Scouring/gerusan	Arus aliran sungai	Berbahaya	Pengikisan dasar Sungai	Parah	m ³
				Sebaliknya	Tidak Parah	
522	Retak	Apa saja	Tidak berbahaya	Apa saja	Tidak parah	m ²
	Penurunan		Berbahaya	Permukaan lebih rendah dari pada ketinggian pondasi atau 6x dimensi tiang pancang	Parah	
				Sebaliknya	Tidak parah	
	Penggembungan		Berbahaya	< 300 mm	Tidak parah	
> 300 mm	Parah					

Sumber : (Pedoman Pemeriksaan Jembatan, No/P/BM/2022 Direktorat Jenderal Bina Marga, 2022)

Tabel 2. 11 Kode dan Jenis Kerusakan Landasan / Perletakan

Kerusakan pada elemen 3.610 Landasan/perletakan			S		R	Satuan Ukuran
Kode	Jenis Kerusakan	Penyebab Kerusakan	Struktur	Pengukuran	Tingkat Kerusakan	
601	Hilangnya Pergerakan Landasa	Apa saja	Berbahaya	Apa saja	Parah	Bua
602	Posisi dudukan Landasan yang Tidak tepat	Apa saja	Berbahaya	Terdapat gap <2 mm	Tidak parah	
				Terdapat gap >2 mm	Parah	
				< 1/3 bagian dari tempatny	Parah	
				> 1/3 bagian dari tempatny	Tidak parah	

Sumber : (Pedoman Pemeriksaan Jembatan, No/P/BM/2022 Direktorat Jenderal Bina Marga, 2022)

Lanjutan Tabel 2. 11 Kode dan Jenis Kerusakan Landasan / Perletakan

Kerusakan pada elemen 3.610 Landasan/perletakan			S		R	Satuan Ukuran
Kode	Jenis Kerusakan	Penyebab Kerusakan	Struktur	Pengukuran	Tingkat Kerusakan	
603	Mortar dasar Retak atau Rontok	Apa saja	Berbahaya	≤ 15% bagian Rusak	Tidak parah	buah
				> 15% bagian Rusak	Parah	
604	Perpindahan Yang berlebihan	Apa saja	Berbahaya	Perpindahan ≥30 mm	Tidak parah	
				Perpindahan <30 mm	Parah	
	Deformasi yang Berlebihan	Apa saja	Berbahaya	≤ 20% dari tebal Landasan	Tidak parah	
				> 20% dari tebal Landasan	Parah	
605	Aus karena Umur	Apa saja	Tidak berbahaya	≤ 25% aus	Tidak parah	
				> 25% aus	Parah	
	Landasan yang retak	Apa saja	Berbahaya	Berapapun	Parah	
	Bagian yang rusak atau hilang	Apa saja	Berbahaya	Apa saja	Parah	
606	Bagian yang Longgar	Apa saja	Berbahaya	Apa saja	Parah	
607	Landasan logam yang kering	Kurang pelumasn	Berbahaya	Apa saja	Parah	

Sumber : (Pedoman Pemeriksaan Jembatan, No/P/BM/2022 Direktorat Jenderal Bina Marga, 2022)

Tabel 2. 12 Kode dan Jenis Kerusakan Kepala Jembatan dan Pilar

Kerusakan pada elemen 3.230 – Kepala jembatan dan pilar			S		R	Satuan Ukuran
Kode	Jenis Kerusakan	Penyebab Kerusakan	Struktur	Pengukuran	Tingkat Kerusakan	
701	Pergerakan yang Berlebih pada Sambungan Lantai arah Memanjang	Apa saja	Berbahaya	Apa saja	Parah	m ¹
702	Lendutan yang Berlebihan	Apa saja	Berbahaya	≤ bentang/200	Tidak parah	m ²
				> bentang/200	Parah	

Sumber : (Pedoman Pemeriksaan Jembatan, No/P/BM/2022 Direktorat Jenderal Bina Marga, 2022)

Tabel 2. 13 Kode dan Jenis Kerusakan Drainase Dinding

Kerusakan pada elemen 4.329 – Drainase dinding, 4.507 – pipa Cucuran, dan 4.508 – drainase lantai			S	Pengukuran	R	Satuan Ukuran
Kode	Jenis Kerusakan	Penyebab Kerusakan				
711	Pipa cucuran dan Drainase yang tersumbat	Apa saja	Berbahaya	Apa saja	Parah	Buah
712	Kehilangan Bahan elemen	Apa saja	Berbahaya	Apa saja	Parah	Buah

Sumber : (Pedoman Pemeriksaan Jembatan, No/P/BM/2022 Direktorat Jenderal Bina
Marga, 2022)

Tabel 2. 14 Kode dan Jenis Kerusakan Lapisan Permukaan

Kerusakan pada elemen 4.505 – Lapisan permukaan			S	Pengukuran	R	Satuan Ukuran
Kode	Jenis Kerusakan	Penyebab Kerusakan				
721	Permukaan licin	Apa saja	Berbahaya	Tergelincir Sebaliknya	Parah Tidak parah	m ²
722	Permukaan yang Kasar	Apa saja	Tidak Berbahaya	≤ 20 mm Dalamnya	Tidak parah	
				> 20 mm Dalamnya	Parah	
723	Retak pada Lapisan Permukaan	Apa saja	Tidak Berbahaya	≤ 10 mm Dalamnya	Tidak parah	
				> 10 mm Dalamnya	Parah	
724	Lapisan Permukaan yang Bergelombang Dan berlubang	Apa saja	Tidak Berbahaya	≤ 20 mm Dalamnya	Tidak parah	
				> 20 mm Dalamnya	Parah	
724	Lapisan berlebihan	Apa saja	Berbahaya	≤ 100 mm dalamnya	Tidak parah	
				>100 mm Dalamnya	parah	

Sumber : (Pedoman Pemeriksaan Jembatan, No/P/BM/2022 Direktorat Jenderal Bina
Marga, 2022)

Tabel 2. 15 Kode dan Jenis Kerusakan Trotoar, Kerb

Kerusakan pada elemen 4.506 – Trotoar, kerb			S		R	Satuan Ukuran
Kode	Jenis Kerusakan	Penyebab Kerusakan	Struktur	Pengukuran	Tingkat Kerusakan	
731	Permukaan Trotoar licin	Apa saja	Berbahaya	Tergelincir	Parah	m ²
				Sebaliknya	Tidak parah	
732	Lubang pada Trotoar	Apa saja	Berbahaya	≤ 20 mm	Tidak parah	
				> 20 mm	Parah	
733	Bagian Hilang/tidak ada	Apa saja	Berbahaya	Apa saja	Parah	

Sumber : (Pedoman Pemeriksaan Jembatan, No/P/BM/2022 Direktorat Jenderal Bina Marga, 2022)

Tabel 2. 16 Kode dan Jenis Kerusakan Siar Muai Lantai

Kerusakan pada elemen 3.600 – siar Muai lantai			S		R	Satuan Ukuran
Kode	Jenis Kerusakan	Penyebab Kerusakan	Struktur	Pengukuran	Tingkat Kerusakan	
801	Tidak sama Tinggi	Apa saja	Tidak Berbahaya	≤ 30 mm	Tidak parah	m ²
				> 30 mm	Parah	
802	Kehilangan Kemampuan Bergeraknya	Apa saja	Berbahaya	Untuk bentang < 25 m	Tidak parah	
				Untuk bentang > 25 m	Parah	
				Jika pada joint Terdapat lap. Perk. > 25mm	Parah	
				Sebaliknya	Tidak parah	
803	Bagian yang Longgar	Apa saja	Berbahaya	Apa saja	Parah	
	Lepasnya ikatan	Apa saja	Tidak Berbahaya	Lepas ≤ 25%	Tidak parah	
				Lepas > 25%	Parah	
804	Bagian yang Rusak/longgar	Apa saja	Berbahaya	Apa saja	Parah	
805	Retak aspal Akibat Pergerakan Sambungan	Apa saja	Tidak Berbahaya	Retak ≤ 15 mm	Tidak parah	
				Retak > 15 mm	Parah	

Sumber : (Pedoman Pemeriksaan Jembatan, No/P/BM/2022 Direktorat Jenderal Bina Marga, 2022)

Tabel 2. 17 Kode dan Jenis Kerusakan Rambu - Rambu

Kerusakan Pada Elemen Rambu-rambu			S		R	Satuan Ukuran
Kode	Jenis Kerusakan	Penyebab Kerusakan	Struktur	Pengukuran	Tingkat Kerusakan	
901	Rusak atau hilang batas ukuran	apa saja	Berbahaya	apa saja	parah	m ¹
911	Tulisan tidak jelas	apa saja	tidak berbahaya	<25 %	Tidak parah	Buah
				>25 %	Tidak parah	
912	Hilang	apa saja	tidak berbahaya	pelat nama atau patung	Tidak parah	
				Sebaliknya	parah	
921	Penerangan Rusak atau penurunan mutu	apa saja	tidak berbahaya	<25 %	Tidak parah	
				>25 %	parah	
922	Penerangan Hilang	apa saja	tidak berbahaya	Koslet	parah	
				Sebaliknya	Tidak parah	
931	Utilitas Tidak berfungsi	apa saja	tidak berbahaya	membahayakan orang atau elemen structural	parah	

Sumber : (Pedoman Pemeriksaan Jembatan, No/P/BM/2022 Direktorat Jenderal Bina Marga, 2022)

d. Sistem Penilaian

Dasar dari sistem Pemeriksaan Detail melibatkan evaluasi kondisi komponen dan elemen berdasarkan tingkat kerusakannya. Tujuan dari Pemeriksaan Detail adalah untuk menilai keseluruhan kondisi jembatan, mulai dari level terendah (Level 5), yang mencakup elemen kecil secara individual, hingga level tertinggi (Level 1), yaitu keseluruhan struktur jembatan. Untuk mempermudah proses pemeriksaan, hanya elemen – elemen yang menunjukkan tanda-tanda kerusakan yang dicatat. (Pedoman Pemeriksaan Jembatan, No/P/BM/2022 Direktorat Jenderal Bina Marga, 2022)

Setiap elemen dievaluasi berdasarkan tingkat kerusakan yang ditentukan oleh beberapa kriteria:

- 1) Struktur (S) yang menentukan apakah kerusakan termasuk dalam kategori berbahaya atau tidak.
- 2) Kerusakan (R) yang mengkategorikan tingkat keparahan dari kerusakan.
- 3) Kuantitas (K), yang merujuk pada volume kerusakan diukur dengan ukuran tertentu dan menentukan apakah rasio antara jumlah kerusakan dalam suatu elemen terhadap total kuantitas elemen tersebut lebih besar atau sama dengan 30% untuk elemen struktural, dan 50% untuk elemen non-struktural.
- 4) Fungsi (F), yang menilai apakah sebuah elemen masih beroperasi meskipun terdapat kerusakan, baik secara individu maupun kolektif sesuai tingkatan hirarki tertentu.
- 5) Pengaruh (P), yang mengevaluasi dampak dari kerusakan pada level hirarki tertentu terhadap elemen lain atau pengguna jembatan.

Untuk setiap nilai dari elemen itu diberi angka 0 atau 1, Dengan demikian, subyektivitas saat proses pemeriksaan dapat dihapuskan sehingga penilaian menjadi lebih konsisten. Dan untuk penilaian ini mengacu pada peraturan Pedoman *Bridge Management System* 1993. *System* penilaian elemen – elemen dapat dilihat pada tabel 2.18

Tabel 2. 18 Kriteria Penilaian Nilai Kondisi Jembatan

Nilai	Kriteria	Nilai
Struktur (S)	Berbahaya	1
	Tidak Berbahaya	0
Kerusakan (R)	Parah	1
	Tidak Parah	0
Kuantitas (K)	Lebih dari 50%	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)	$NK = (S+R+K+F+P) 0 \text{ s/d } 5$	

Sumber : (Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia. *Bridge Management System Panduan Pemeriksaan Jembatan*, 1993)

Selanjutnya, nilai kondisi dari suatu pemeriksaan setiap elemen – elemen jembatan bisa dilihat pada tabel 2.19 berikut.

Tabel 2. 19 Deskripsi Nilai Kondisi Jembatan

Nilai kondisi	Deskripsi
0	Jembatan/elemen dalam kondisi baik tanpa kerusakan
1	Jembatan/elemen mengalami kerusakan ringan (Sedang)
2	Jembatan/elemen mengalami kerusakan yang memerlukan pemeliharaan
3	Jembatan/elemen mengalami kerusakan yang membutuhkan Rehabilitasi
4	Jembatan/elemen dalam kondisi kritis
5	Jembatan/elemen tidak berfungsi atau runtuh

Sumber : (Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia. *Bridge Management System Panduan Pemeriksaan Jembatan*, 1993)

3. Pemeriksaan Rutin

Pemeriksaan tahunan dilaksanakan untuk memastikan terpenuhinya berbagai aspek, yaitu: keamanan kondisi jembatan, keselamatan, kenyamanan bagi pengguna jalan, pelaksanaan penanganan jembatan, aspek sosial dan kemasyarakatan yang berhubungan dengan kesesuaian penggunaan jembatan. (Pedoman Pemeriksaan Jembatan, No/P/BM/2022 Direktorat Jenderal Bina Marga, 2022)

a. Skrining Teknis

Untuk mengenali penanganan jembatan berdasarkan data yang ada di dalam database, dilakukan proses penyaringan. Skrining Teknis merupakan tahap seleksi dari database untuk mendeteksi jembatan-jembatan yang membutuhkan penanganan akibat kapasitas lalu lintas yang tidak memadai, kekuatan yang kurang, atau kondisi jembatan yang buruk. (Marshando & Sumargo, 2021). Secara keseluruhan, skrining teknis menggunakan kriteria-kriteria yang tertulis dalam Tabel 2.20 berikut:

Tabel 2. 20 Kriteria Skrining Teknis

Nilai Kondisi	Kategori	Penanganan Indikatif
0-2	Baik s/d Rusak ringan	Pemeliharaan rutin / berkala
3	Rusak Berat	Rehabilitasi
4-5	Kritis atau Runtuh	Penggantian

Sumber : (Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia. *Bridge Management System Panduan Pemeriksaan Jembatan*, 1993)

Berdasarkan *Bridge Management System*, Nilai Kondisi 0 menunjukkan suatu jembatan masih dalam keadaan baru dan tidak memiliki kerusakan.

Nilai kondisi 1 menunjukkan suatu jembatan mengalami kerusakan yang sangat kecil, dan kerusakannya itu dapat diperbaiki dengan pemeliharaan rutin, dan juga jembatan masih bisa berfungsi dengan baik. Contohnya : kayu yang longgar, ataupun baja yang berkarat.

Nilai kondisi 2 menunjukkan suatu jembatan mengalami kerusakan dengan penanganan pemeliharaan berkala. Contohnya penumpukan sampah pada area sekitar jembatan, drainase tersumbat dan lain – lainnya.

Nilai kondisi 3 menunjukkan jembatan itu dikatakan rusak berat, dimana kerusakannya itu dapat ditangani dengan cara rehabilitasi. Contohnya gundukan aspal pada lantai jembatan , struktur beton yang retak dan lain lainnya .

Nilai kondisi 4 menunjukkan jembatan itu mengalami kondisi yang kritis serta kerusakan yang cukup serius dan untuk penanganannya yaitu penggantian elemen - elemen secepatnya. Contohnya kegagalan dalam struktur rangka, pilar yang terkikis dan lain sebagainya.

Nilai kondisi 5 menunjukkan jembatan itu tidak dapat berfungsi lagi. Dan pada proses penangannya itu dengan cara penggantian besar ataupun mengganti dengan jembatan baru.

G. *Bridge Conditional Rating (BCR)*

Bridge Conditional Rating (BCR) merupakan indeks kondisi jembatan yang digunakan oleh NYSDOT (*New York State Departement of Transportation*) dalam *Bridge Management* (2001) dan *Bridge Inspection Manual* (1997) untuk memberikan evaluasi menyeluruh mengenai keadaan suatu jembatan. BCR diperoleh dari penilaian masing-masing komponen jembatan, dikalikan dengan bobot setiap komponen tersebut, lalu hasilnya dibagi dengan total dari semua bobot. Rumusnya dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$BCR = \frac{\sum (Componen Rating \times Weight)}{\sum Weightings}$$

Keterangan :

BCR : Indeks Kondisi Jembatan

Component Rating : Nilai Kondisi Komponen Jembatan

Weight : Nilai Bobot Komponen

Weightings : Total Bobot Komponen

Setiap elemen jembatan terbagi menjadi beberapa sub-elemen. Nilai yang diberikan merupakan nilai terendah dari kondisi sub-elemen jembatan yang sedang dianalisis. Beberapa keuntungan dalam penilaian kondisi jembatan dengan menggunakan BCR antara lain:

- a. Rumus yang sederhana.
- b. Mudah dipahami oleh petugas inspeksi di lapangan karena menerapkan skala penilaian kuantitatif (*component rating*) untuk setiap kriteria kondisi komponen jembatan.
- c. Mengurangi subjektivitas petugas inspeksi dalam menilai secara keseluruhan keadaan jembatan dengan memanfaatkan bobot komponen.

Terdapat 9 level evaluasi kondisi yang ditetapkan oleh NYSDOT pada *Bridge Conditional Rating* (BCR), berkisar dari 1 hingga 9. Namun, umumnya penilaian dilakukan hanya dalam rentang angka 1 sampai 7. Nilai 9 menunjukkan bahwa kondisi komponen tidak dapat diketahui (tidak terlihat), seperti fondasi jembatan dan pilar yang terbenam. Sementara itu, nilai 8 diberikan apabila kondisi jembatan tidak memiliki komponen yang dievaluasi. Secara umum, penilaian dapat dibedakan sebagai berikut:

- a. Nilai 1 berarti ada penurunan yang menyebabkan kegagalan fungsi.
- b. Nilai 2 menunjukkan jembatan tidak bisa berfungsi tetapi belum berada dalam status gagal.
- c. Nilai 3 berarti jembatan tidak dapat digunakan.
- d. Nilai 4 mencerminkan tingkat kerusakan sedang.
- e. Nilai 5 merujuk pada adanya kerusakan kecil.
- f. Nilai 6 menggambarkan komponen yang kotor atau pudar.
- g. Nilai 7 melambangkan keadaan baru tanpa masalah.
- h. Nilai 8 berarti komponen yang diperiksa tidak ada.

- i. Sedangkan nilai 9 menandakan komponen yang berada dalam ketidakjelasan (tidak terlihat).

Dari penilaian diatas mengacu pada Sumber : (State Of New York Departemen Of Transportation (NYSDOT), Bridge Inspection Manual, 1997)

Tabel 2. 21 Tingkat Kerusakan Beton

Jenis Kerusakan	Pengukuran	Kriteria	Tingkat
<i>Crack</i> (retak) (pra cetak) <i>Presteressed</i>	Lebar	< 0.8 mm	<i>Minor</i>
		0.8 - 3.2 mm	<i>Moderate</i>
		> 3.2 mm	<i>Servere</i>
<i>Scaling</i> (terlepas)	Kedalaman	≤ 0.1 mm >0.1 mm	<i>Moderate Servere</i>
		< 6 mm	<i>Minor</i>
		6 - 25 mm	<i>Moderate</i>
<i>Spalling</i> (terlepas)	Kedalaman Diameter	> 25 mm > 150 mm	<i>Servere</i>
		≤ 25 mm ≤ 150 mm	<i>Small</i>
		> 25 mm > 150 mm	<i>Large</i>
<i>Pop-out</i>	Diameter	< 10 mm	<i>Minor</i>
		10 - 50 mm	<i>Moderate</i>
		> 50 mm	<i>Severe</i>
<i>Leakage</i> (bocor)	Luasan	<75% >75%	<i>Minor Heavy</i>

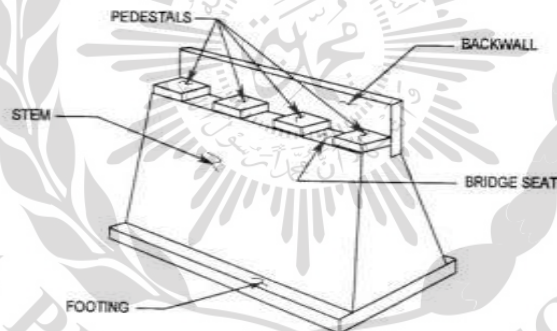
Sumber : (State Of New York Departemen Of Transportation (NYSDOT), Bridge Inspection Manual, 1997)

Dalam suatu pembobotan komponen – komponen digunakan 13 komponen atau elemen jembatan di dalam analisis BCR. Bobot 13 komponen itu dapat diuraikan dalam tabel berikut :

Tabel 2. 22 Pembobotan Komponen

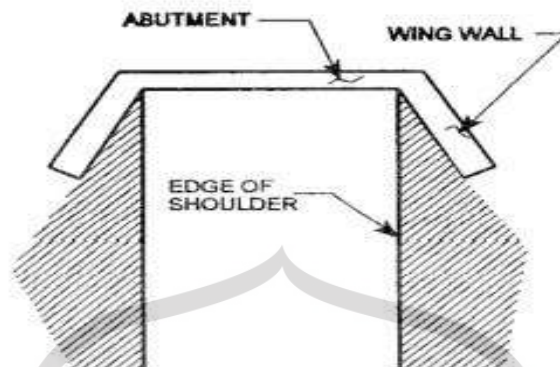
NO	Nama Komponen	Bobot
1	Gelagar Utama/Induk	10
2	Abutmen	8
3	Pilar	8
4	Dek	8
5	Dudukan Jembatan	6
6	Tumpuan	6
7	Dinding Sayap	5
8	Dinding Belakang	5
9	Gelagara Anak/Sekunder	5
10	Joint	4
11	Permukaan Perkerasan	4
12	Trotoar	2
13	Curb	1

Sumber : (State Of New York Departemen Of Transportation (NYSDOT), Bridge Inspection Manual, 1997)



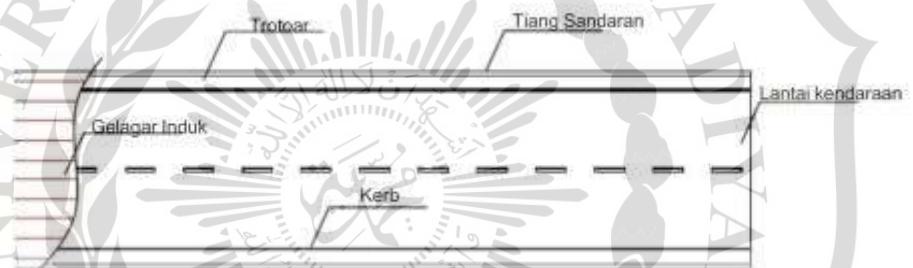
Gambar 2. 5 Komponen Abutmen Jembatan

Sumber : (State Of New York Departemen Of Transportation (NYSDOT), Bridge Inspection Manual, 1997)



Gambar 2. 6 Komponen Dinding Sayap Jembatan

Sumber : (State Of New York Departemen Of Transportation (NYSDOT), Bridge Inspection Manual, 1997)



Gambar 2. 7 Komponen Perkerasan Jembatan

Sumber : (State Of New York Departemen Of Transportation (NYSDOT), Bridge Inspection Manual, 1997)

Sistem Penilaian jembatan secara visual menggunakan *Bridge Conditional Rating* (BCR) menghasilkan nilai kondisi akhir jembatan. Hasil dari akhir penilaian ini digunakan 3 angka dibelakang koma agar hasilnya lebih teliti. Kriteria yang dipakai oleh BCR menurut NYSDOT untuk penilaian akhir ini dapat diuraikan dalam tabel 2.23.

Tabel 2. 23 Nilai Akhir Usulan Penanganan

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

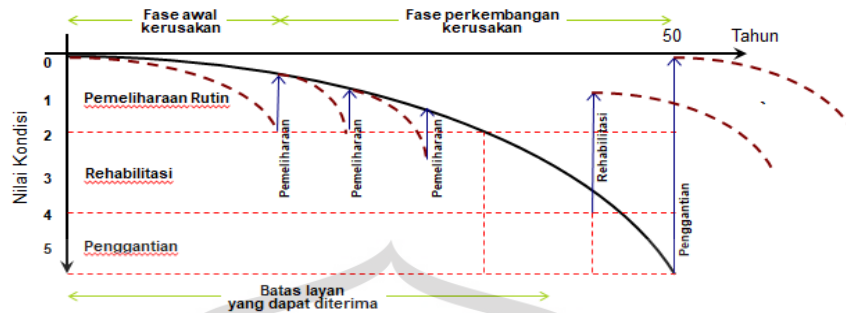
Sumber : (State Of New York Departemen Of Transportation (NYSDOT), *Bridge Inspection Manual*, 1997)

H. Usia Sisa Jembatan

Usia Sisa Jembatan dapat dihitung dengan menggunakan 2 Rumus yaitu metode BMS dan metode BCR, dengan menggunakan hasil nilai kondisi dari kedua metode tersebut.

1. Usia sisa jembatan dapat dihitung berdasarkan kondisi saat ini dari jembatan tersebut. Berbagai faktor memengaruhi nilai kondisi jembatan, termasuk pengaruh lingkungan serta tingkat kerusakan yang terjadi pada setiap elemen. Analisis untuk menentukan usia sisa jembatan dengan BMS dilakukan dengan menggunakan acuan (Panduan Penanganan Preservasi Jembatan, Direktorat Jenderal Bina Marga, 2012)

Diagram Umur sisa jembatan dapat dilihat di gambar 2.8.



Gambar 2. 8 Diagram Sisa Umur Jembatan

Berdasarkan diagram sisa umur jembatan diatas, perhitungan untuk umur sisa jembatan dapat menggunakan rumus.

$$NK = 5 - \left\{ \frac{(100 - \frac{Y}{N\%})}{a} \right\}^{\frac{1}{b}}$$

Keterangan :

- NK : Nilai Kondisi
- Y : Umur Jembatan (tahun)
- N : Umur Rencana (50 tahun)
- A : Koefisien (4,66)
- B : Koefisien (1,9051)

Untuk nilai Koefisien diatas mengacu pada peraturan (Panduan Penanganan Preservasi Jembatan, Direktorat Jenderal Bina Marga, 2012).

2. Untuk menghitung sisa umur jembatan dengan hasil nilai kondisi BCR atau yang disebut juga Ekuivalen Age (EA) pada *Interurban Bridge Management System (IBMS) Planning dan Programming Manual* (Direktorat Jenderal Binamarga, 1993), dapat menggunakan rumus dibawah ini :

$$CM = \frac{5}{6}(7 - CR)$$

$$EA = \frac{100 - a(5 - CM)^{(b)}}{100} \times \text{Umur Rencana}$$

Dimana :

EA = *Equivalent Age*

CM = *Conditional Mark* (Nilai Kondisi)

a = 4.66

b = 1.9051

Umur Rencana = 50 Tahun

Jenis – jenis pemeliharaan jembatan sebagai berikut :

1. Pemeliharaan Rutin

Tujuan dari pemeliharaan rutin jembatan adalah untuk menjaga kondisi jembatan tetap seperti semula, mencakup berbagai tugas berulang yang tergolong teknis dan tidak terlalu rumit. Berikut ialah lingkup dari pekerjaan pemeliharaan rutin tersebut:

- 1) Pembersihan secara menyeluruh
- 2) Penghilangan tanaman liar dan sampah
- 3) Pembersihan dan melancarkan
- 4) Perawatan saluran drainase serta penanganan kerusakan minor
- 5) Pengecatan dasar
- 6) Rutin merawat permukaan jalan bagi kendaraan

2. Pemeliharaan Berkala

Tindakan untuk menjaga agar jembatan tetap berada dalam keadaan dan performa yang optimal setelah proses pembangunan. Pemeliharaan berkala dilakukan berdasarkan kondisi jembatan $NK = 2$, yaitu serangkaian pekerjaan pemeliharaan atau perbaikan yang dilaksanakan secara berkala setiap beberapa tahun. Kegiatan pemeliharaan berkala ini terbagi menjadi dua kategori, yaitu:

- a. Kegiatan pemeliharaan berkala yang terencana atau diperkirakan, meliputi:
 - 1) Pengecatan ulang
 - 2) Penggantian lapisan permukaan
 - 3) Pergantian lantai kayu
 - 4) Penggantian kayu jalur kendaraan
 - 5) Pembersihan menyeluruh jembatan
 - 6) Pemeliharaan dasar/landasan
 - 7) Pergantian sambungan ekspansi
- b. Perbaikan minor, antara lain:
 - 1) Penggantian komponen kecil serta elemen-elemen kecil lainnya
 - 2) Perbaikan tiang penyangga dan sandaran
 - 3) Peneguhan bagian-bagian bergerak
 - 4) Peneguhan struktur utama
 - 5) Perbaikan tebing yang mengalami longsor dan erosi
 - 6) Pemulihan bangunan pengaman sederhana

3. Rehabilitasi serta Perbaikan Besar.

Pada dasarnya, perbaikan besar adalah suatu kejadian yang tidak terduga. Rehabilitasi jembatan dan perbaikan besar biasanya dilakukan pada jembatan yang kondisinya mulai menurun dan perlu dikembalikan ke keadaan semula. Umumnya, pekerjaan ini ditujukan untuk jembatan yang mengalami kerusakan dalam skala besar. Namun, ada juga beberapa jembatan dengan umur layanan sekitar 3 hingga 5 tahun yang memerlukan rehabilitasi serta perbaikan signifikan pada elemen strukturnya. Pekerjaan rehabilitasi dan perbaikan besar dilaksanakan ketika ditemukan kerusakan parah dengan volume yang cukup signifikan.

Dibawah ini cara penanganan kerusakan berdasarkan bahan elemen jembatan, sebagai berikut :

a. Pasangan Batu Bata

Tabel 2. 24 Perbaikan Elemen Batu Bata

Permasalahan	Penanganan
Perubahan Bentuk atau Pengembangan Permukaan	Penggantian batu bata dengan mutu minimal sama dengan aslinya dan ukuran yang sama bentuknya kemudian di tempatkan pada bagian yang seharusnya

Sumber: (Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia. *Bridge Management System Panduan Pemeriksaan Jembatan*, 1993)

b. Baja

Tabel 2. 25 Perbaikan Elemen Bahan Baja

Permasalahan	Penanganan
Penurunan mutu lapisan pelindung terhadap karat	Dilakukan Pengecatan
Karat pada elemen baja	<ul style="list-style-type: none">• Pembentukan kembali• Perkuatan bagian yang lemah / Cat• Penggantian
Retak pada elemen baja	Pengelasan pada baja atau memperbaiki dengan membuat plat penutup memperkuat atau mengganti
Rusak atau hilangnya elemen baja	Penggantian atau perbaikan elemen baja
Salah penempatan komponen	Perkuatan, pengelasan, pemasangan baut atau paku keeling, penggantian

Sumber: (Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia. *Bridge Management System Panduan Pemeriksaan Jembatan*, 1993)

c. Beton

Tabel 2. 26 Perbaikan Elemen Bahan Beton

Permasalahan	Penanganan
Kerusakan beton	Jika beton yang rusak hampir keseluruhan dari elemennya, maka semua beton yang rusak tersebut dan menggantinya dengan beton baru.
Keretakan Beton	Non struktural: Menutup bagian yang retak dengan adukan semen atau epoxy. Struktural: Jika terdapat retak pada daerah gaya lintang atau momen maksimum , maka elemen harus diperkuat atau beban dikurangi.
Karat Besi Tulangan dalam Beton	Jika Tulangan berkarat hingga 20% dari luasnya, maka pada bagian tersebut harus ditambah tulangan yang baru.
Beton yang Aus atau Lapuk karena cuaca	Jika penyebab kerusakan adalah karena reaksi kimiawi atau penggaraman maka di perlukan pengujian untuk menetapkan luas dan dalamnya daerah yang terkena untuk kemudian dapat ditentukan banyaknya pembongkaran. Jika kerusakan disebabkan karena terjadinya karbonasi dan kedalamannya tidak lebih dari 25 mm, maka dapat dilakukan pelapisan dengan bahan yang direkomendasikan pada bagian luar beton.
Pecah atau Hilangnya sebagian Elemen Beton	Gantilah bagian yang hilang/pecah tersebut dengan material yang setara dengan aslinya dalam bentuk dan ukurannya.
Elemen Beton yang melendut	Elemen beton tersebut harus diperkuat, diganti atau diperbaiki

Sumber: (Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia. *Bridge Management System Panduan Pemeriksaan Jembatan*, 1993)

d. Kayu

Tabel 2. 27 Perbaikan Elemen Bahan Kayu

Permasalahan	Penanganan
Kayu yang rusak	Jika bagian kayu membusuk sekitar 15% dari penampangnya maka kayu tersebut harus diganti atau diperkuat disokong
Pecah atau hilangnya elemen	Ganti bagian yang hilang/pecah tersebut dengan material yang setara dengan aslinya dalam bentuk dan ukurannya
Penurunan mutu lapisan	Dilakukan pemeliharaan rutin Pengecatan ulang pada bagian elemen yang warnanya sudah memudar
Elemen atau bagian yang longgar	Kencangkan semua ikatan/elemen yang longgar

Sumber: (Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia. *Bridge Management System Panduan Pemeriksaan Jembatan*, 1993)