

KAJIAN PENILAIAN KONDISI JEMBATAN MENGGUNAKAN PEDOMAN PEMERIKSAAN JEMBATAN 2022 DAN *BRIDGE HEALTH INDEX* (BHI)

*Ayu Saraswati¹, Muhammad Fathur Aditya²

^{1,2}Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara, Kendari

*) Email: ayusaraswati30@gmail.com

Received: 7 November 2025 ; Revised: 25 November 2025 ; Accepted: 27 November 2025

ABSTRACT

Indonesia remains committed to prioritizing national infrastructure development in an effort to boost regional economic growth. Proper optimization of funds is necessary, given the high maintenance costs. Thus, proper procedures and systematic implementation are essential. To achieve the best results, a bridge management system is needed. However, in its implementation, the bridge management system in Indonesia still faces assessment challenges (bias) that can affect the results, so input is needed in its development. To evaluate the assessment system in the 2022 Bridge Inspection Guidelines, this study aims to adopt the Bridge Health Index (BHI) method. This study attempts to identify the advantages and disadvantages of both approaches, which are expected to contribute significantly to the development of bridge management systems in Indonesia. Based on the results, it can be seen that the Jatirejo Bridge and Petung River have an NK of 2, while in the BHI assessment, the Jatirejo Bridge has a score of 95.38% and the Petung River has a score of 92.27%. The BHI method provides a priority order for handling based on bridge condition values, while for the 2022 Guidelines, the priority order cannot yet be determined because there is still a bias between the condition values of one bridge and another, so further analysis is needed. Based on the comparison results, damage to the core elements of the bridge will be prioritized when these elements are weighted. The ranking results can be made clearer by using a numerical assessment range and a weighting scheme, which reduces bias. This perspective is important to provide input for developers and contribute to the growth of Indonesia's bridge management system in the future.

Keyword: Bridge Management System, Bridge Health Index, Bridge Inspection Guidelines 2022

ABSTRAK

Indonesia terus berkomitmen untuk memberikan prioritas utama pada pengembangan infrastruktur nasional dalam upaya mendorong pertumbuhan ekonomi regional. Optimalisasi dana yang baik diperlukan mengingat biaya pemeliharaan yang tinggi. Dengan demikian, prosedur yang tepat dan implementasi yang sistematis menjadi hal yang penting. Untuk memperoleh langkah terbaik, sistem manajemen jembatan dibutuhkan. Namun demikian, dalam penerapannya sistem manajemen jembatan di Indonesia masih dihadapkan pada tantangan penilaian (bias) yang dapat mempengaruhi hasil, sehingga diperlukan masukan dalam pengembangannya. Untuk mengevaluasi sistem penilaian pada Pedoman Pemeriksaan Jembatan 2022, penelitian ini bertujuan untuk mengadopsi metode *Bridge Health Indeks* (BHI). Penelitian ini mencoba untuk mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan kedua pendekatan tersebut, yang diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan sistem manajemen jembatan di Indonesia. Dari hasil analisis dapat dilihat Jembatan Jatirejo dan Sungai Petung memiliki NK 2, sementara dalam penilaian BHI Jembatan Jatirejo memiliki nilai 95,38% dan 92,27% untuk Sungai Petung. Metode BHI memberikan urutan prioritas penanganan berdasarkan nilai kondisi jembatan, sedangkan untuk Pedoman 2022 urutan prioritas masih belum bisa ditentukan karena masih menimbulkan bias antara nilai kondisi jembatan satu dengan yang lainnya, sehingga diperlukan analisis lebih lanjut. Berdasarkan hasil perbandingan, kerusakan pada elemen inti jembatan akan diprioritaskan saat elemen-elemen tersebut diberi bobot. Hasil peringkat dapat dibuat lebih jelas dengan menggunakan rentang penilaian numerik dan skema pembobotan, yang mengurangi bias. Pandangan ini penting untuk memberi masukan bagi pengembang dan berkontribusi pada pertumbuhan sistem manajemen jembatan Indonesia di masa depan.

Kata kunci: Sistem Manajemen Jembatan, *Bridge Health Index* (BHI), Pedoman Pemeriksaan Jembatan 2022

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini, Indonesia terus mengupayakan percepatan pembangunan infrastruktur nasional sebagai langkah untuk meningkatkan konektivitas serta mendorong pertumbuhan ekonomi di berbagai wilayah. Pembangunan jalan dan jembatan menjadi salah satu prioritas utama pemerintah dalam program infrastruktur, mengingat peran strategisnya dalam menghubungkan antarwilayah dan memperkuat perekonomian nasional. Jembatan sebagai elemen infrastruktur kritis memainkan peran penting dalam menjaga konektivitas dan keberlanjutan sistem transportasi [1]. Mengingat peran vital jembatan dalam sistem transportasi, penilaian terhadap kondisi menjadi aspek penting untuk menjamin infrastruktur tersebut beroperasi secara optimal, aman, dan efisien. Sehingga dalam menjaga fungsionalitasnya, upaya pemeliharaan seperti inspeksi rutin perlu untuk dilakukan [2]. Oleh karena itu, sistem manajemen jembatan sangat perlu untuk diterapkan dalam hal merencanakan suatu program pemantauan maupun pemeliharaan pada jembatan [3].

Di Indonesia, penerapan sistem manajemen jembatan telah dimulai sejak tahun 1993 oleh Direktorat Jenderal Bina Marga melalui penggunaan metode *Bridge Management System* (BMS), hingga sekarang (Pedoman pemeriksaan jembatan, 2022), namun implementasi BMS ini masih kurang baik. Sejak penerapannya, masih banyak jembatan ditemukan rusak, bahkan runtuh. Saat ini, Indonesia masih berfokus pada konstruksi, bukan pekerjaan pemeliharaan. Kurangnya anggaran pengelolaan, sumber daya manusia yang kurang memadai, dan mengabaikan standar prosedur serta manual menjadi masalah utama dalam implementasi manajemen jembatan di Indonesia. Perbaikan dan pemutakhiran prosedur dan standar mutu serta pelatihan khusus bagi inspektur jembatan dan petugas pemeliharaan perlu untuk dilakukan. Pengembangan sistem ini terus dilakukan untuk meningkatkan efektivitas dalam pemantauan kondisi jembatan. Nilai kondisi digunakan sebagai dasar dalam menentukan prioritas kegiatan pemeliharaan yang tepat. Akan tetapi dalam penerapannya, sistem ini masih perlu untuk ditingkatkan [4]. Penilaian yang bersifat hierarki menyebabkan bias pada hasil akhir yang memungkinkan hasil tidak akurat, sehingga sulit dalam mengoptimalkan alokasi dana pemeliharaan sesuai dengan urgensi jembatan [2], [5], [6]. Oleh karena itu, upaya dalam mengoptimalkan sistem manajemen jembatan masih terus dilakukan [7].

Beberapa literatur nasional maupun internasional menjelaskan sejumlah pendekatan yang dapat digunakan untuk menilai kondisi jembatan [8]. Salah satu pendekatan tersebut adalah *Bridge Health Index* (BHI). Metode ini digunakan untuk merencanakan program pemantauan jembatan dengan menghitung nilai sisa jembatan berdasarkan rasio kondisi dari setiap elemen, dengan mempertimbangkan bobot elemen yang diperoleh dari biaya kegagalan, biaya perbaikan, atau bobot yang telah ditentukan sebelumnya [9], [10], [11], [12]. Melalui pertimbangan bobot tersebut, prioritas perbaikan jembatan dapat ditetapkan dengan mendahulukan elemen-elemen yang memiliki pengaruh penting terhadap fungsi jembatan secara keseluruhan [13]. Beberapa penelitian dalam upaya mengoptimalkan pengembangan sistem manajemen jembatan telah dilakukan [2], [6], [7], [14], [15]. Secara keseluruhan kajian mendalam terkait penerapan BHI belum banyak dibahas. Indeks kesehatan ini telah digunakan secara luas di beberapa negara bagian dan menunjukkan potensi untuk bisa diadopsi di berbagai negara. Penelitian ini berfokus untuk membandingkan hasil penilaian dengan menggunakan metode BMS Indonesia (Pedoman Pemeriksaan Jembatan 2022) dan BHI untuk mengetahui bagaimana pengaruh pertimbangan bobot elemen terhadap penilaian kondisi jembatan. Dengan perbandingan yang dilakukan, penelitian ini mencoba melihat apakah perbedaan penilaian cukup signifikan dan memiliki pengaruh terhadap pengambilan keputusan penanganan jembatan.

2. METODE

Objek dan Metodologi Penelitian

Jembatan yang menjadi objek penelitian berupa balok tipe I Girder, seperti yang tercantum pada Tabel 1. Pemilihan jembatan sungai didasarkan pada tingkat kerusakan yang lebih tinggi akibat pengaruh faktor lingkungan sungai, seperti perilaku air yang dapat merusak struktur jembatan, termasuk erosi, degradasi dan penyempitan aliran. Data yang digunakan berupa data sekunder, yang meliputi inventaris jembatan dan laporan inspeksi visual terperinci yang diperoleh dari PT. Jasa Marga. Data tersebut kemudian dianalisis lebih lanjut menggunakan metode Pedoman Pemeriksaan Jembatan 2022 dan BHI melalui laporan setiap elemen yang rusak, yang mencakup volume kerusakan.

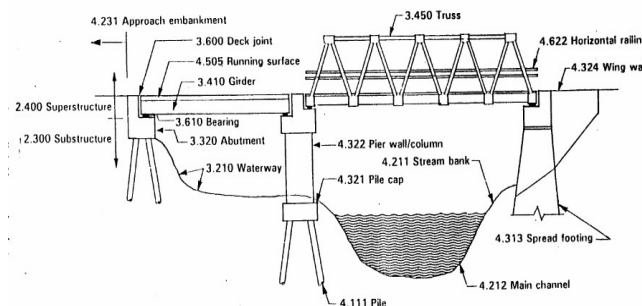
Tabel 9. Objek Penelitian

No.	Nama Jembatan	Lebar (m)	Panjang (m)
1.	Sungai Petung	25,2	410
2.	Jenangan	32,4	188,7
3.	Jatirejo	32,4	253

Sumber: PT Jasa Marga Ngawi Kertosono Kediri

Prosedur Penilaian Pedoman Pemeriksaan Jembatan 2022

Dalam penilaian jembatan di Indonesia, standar yang dijadikan acuan dalam penilaian kondisi yaitu Pedoman Pemeriksaan Jembatan 2022. Elemen jembatan dibagi berdasarkan sistem hierarki menjadi 5 level. Level 1 merupakan elemen keseluruhan jembatan, level 2 merupakan bagian utama dari jembatan, level 3 merupakan penjabaran dari komponen level 2, Level 4 merupakan komponen terkecil dari jembatan yang berjumlah 99 komponen di bawah level 3, dan Level 5 merupakan elemen pembeda antar elemen dengan tipe sama pada lokasi yang berbeda. Adapun contoh uraian mengenai istilah umum elemen jembatan dapat dilihat pada Gambar 1 [16].



Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1993

Gambar 1. Istilah Umum Jembatan

Untuk menyederhanakan prosedur penilaian kondisi, hanya elemen dengan kerusakan saja yang akan dicatat. Setiap elemen yang memiliki kerusakan akan dinilai kondisinya berdasarkan nilai S, R, K, F, dan P, dimana nilai tersebut akan berhubungan dengan pertanyaan terkait kerusakan jembatan dan Nilai 1 atau 0 diberikan pada elemen sesuai dengan setiap kerusakan yang ada seperti pada Tabel 2. Penilaian kondisi jembatan dilakukan dengan mengisi form pemeriksaan detail, yang berupa penilaian Level 5 dan Level 4 elemen jembatan. Setelah itu penilaian dilanjutkan untuk elemen yang lebih tinggi dalam hierarki sehingga dapat diperoleh nilai kondisi secara keseluruhan jembatan (NK). Penilaian dilakukan dengan cara mengevaluasi sejauh mana kerusakan dalam elemen pada Level yang lebih rendah mempengaruhi elemen – elemen pada Level yang lebih tinggi berikutnya.

Tabel 2. Kriteria Penentuan Nilai Kondisi

Sistem penilaian	Kriteria Elemen		Nilai
Struktur (S)	Kondisi struktural suatu elemen	Berbahaya	1
		Tidak berbahaya	0
Kerusakan (R)	Sejauh mana tingkat kerusakan suatu elemen	Parah	1
		Tidak parah	0
Kuantitas (K)	Tingkat perkembangan volume kerusakan suatu elemen	Lebih dari 30 % untuk elemen struktural dan 50 % untuk elemen non-struktural	1
		Kurang dari nilai di atas	0
Fungsi (F)	Apakah elemen masih berfungsi atau tidak	Elemen tidak berfungsi	1
		Elemen berfungsi	0
Pengaruh (P)	Apakah kerusakan elemen berpengaruh serius pada elemen lain	Mempengaruhi elemen lain	1
		Tidak mempengaruhi elemen lain	0

$$NK = S + P + K + F + P$$

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2022

Tabel 3. Deskripsi Nilai Kondisi Jembatan

Nilai kondisi (NK)	Kondisi jembatan	Program Penanganan
0	Jembatan dalam kondisi baik	
1	Jembatan dalam kondisi rusak ringan, dimana kerusakan dapat diperbaiki melalui pemeliharaan rutin, dan tidak berdampak pada keamanan atau fungsi jembatan	Pemeliharaan rutin
2	Jembatan dalam kondisi rusak sedang, dimana kerusakan memerlukan pemantauan atau pemeliharaan pada masa yang akan datang	Pemeliharaan berkala
3	Jembatan dalam kondisi rusak berat, dimana kerusakan yang membutuhkan perhatian karena kerusakan mungkin menjadi serius dalam 12 bulan	Rehabilitasi dan/atau perkuatan
4	Jembatan dalam kondisi kritis, dimana kerusakan serius membutuhkan perhatian segera	Perkuatan atau penggantian
5	Jembatan dalam kondisi runtuh, dimana jembatan runtuh dan tidak berfungsi	Penggantian

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2022

Setelah melakukan pemeriksaan nilai kondisi elemen pada Level 5, Level 4, dan Level 3, selanjutnya dilakukan penilaian kondisi untuk elemen pada Level yang lebih tinggi dalam hierarkis untuk memperoleh nilai kondisi (NK) jembatan. Berbeda dengan penilaian Level 5 – 3, pada Level 2 dan Level 1 pemeriksaan nilai kondisi elemen jembatan hanya memperhitungkan elemen struktural sesuai dengan klasifikasi elemen yang tertera pada Pedoman 2022. Hal tersebut terkait dengan alokasi dana rehabilitasi dan penggantian jembatan yang lebih banyak diperuntukkan untuk elemen struktural jembatan [17]. Nilai akhir dari keseluruhan penilaian jembatan dapat dideskripsikan dalam Tabel 3.

Prosedur Penilaian *Bridge Health Index* (BHI)

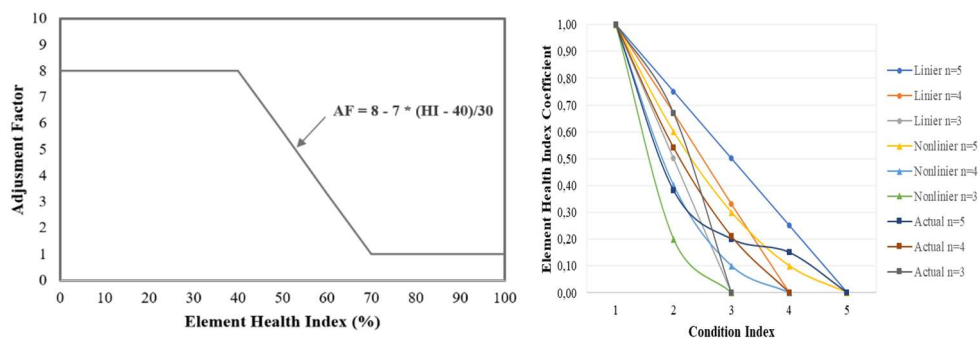
Bridge Health Index (BHI) merupakan penilaian kondisi elemen jembatan berdasarkan rasio kondisi elemen saat ini dengan rasio kondisi elemen saat terbaiknya (optimal). BHI menggunakan peringkat numerik 0 – 100 % dalam menggambarkan cerminan data inspeksi elemen. Premise dari BHI adalah bahwa setiap elemen jembatan (saat baru) memiliki nilai aset awal dalam *Condition State* (CS)[18], sehingga dalam penilaiannya diterapkan berdasarkan CS elemen jembatan. Dalam menilai jembatan dengan menggunakan *Health Index* (HI), diperlukan penilaian elemen berdasarkan *Condition State* yang dilakukan secara visual [19]. Indeks Kesehatan (HI) dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 1 – 3 [13], [20]. Untuk menyajikan rasionalitasnya, dibuat deskripsi kondisi dengan menggunakan zona health index yang ditunjukkan pada Tabel 3 .

$$H_e = \frac{\sum k_s^n q_s}{\sum q_s} \times 100\% \quad (1)$$

$$we_e^{aj} = w_e \times AF_e \quad (2)$$

$$BHI = \frac{\sum H_e we_e^{aj}}{\sum we_e^{aj}} \times 100 \quad (3)$$

dimana q_s adalah kuantitas elemen, k_s^n adalah koefisien terhadap *condition state*, we_e^{aj} adalah koefisien berat elemen, AF_e adalah faktor penyesuaian elemen yang ditentukan oleh Gambar 2.



Sumber: a). Greimann dkk., 1991, (b)Jiang,2012

Gambar 2. (a) Adjustment Factor (b) Perbandingan linier, nonlinier dan actual koefisien Health Index

Tabel 3. Deskripsi Bridge Healt Index

BHI	Deskripsi Kondisi
85 – 100	<i>Excellent-No noticeable defects, some aging or wear visible</i>
70 – 84	<i>Very good-Only minor deterioration or defects evident</i>
55 – 69	<i>Good-Some deterioration or defects evident, function not impaired</i>
40 – 54	<i>Fair – Moderate deterioration, function not seriously impaired</i>
25 – 39	<i>Poor-Serious deterioration in at least some portion of structure, function seriously impaired</i>
10 – 24	<i>Very poor-Extensive deterioration, barely functional</i>
0 – 9	<i>Failed-General failure of major component no longer functional</i>

Sumber: US Army Corps of Engineers (USACE)

Untuk mengevaluasi dampak setiap elemen terhadap konstruksi jembatan secara keseluruhan, digunakan bobot koefisien berdasarkan studi Jiang [21]. Faktor penyesuaian digunakan untuk memperkuat dampak elemen – elemen dalam kondisi buruk terhadap nilai BHI. Dalam studi terdahulu ditemukan bahwa tanpa penggunaan faktor penyesuaian, ditemukan bahwa penggunaan faktor penyesuaian lebih obyektif menggambarkan pengaruh elemen pada jembatan secara keseluruhan [10]. Penentuan koefisien pada *condition state* menggunakan persamaan 4. Koefisien HI merupakan pengali untuk menentukan nilai indeks kesehatan suatu elemen terhadap kuantitas yang sesuai. Untuk membuat HI menjadi lebih konservatif, penggunaan koefisien non-linear, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4 diperkenalkan. Untuk penentuan koefisien HI, penelitian ini menggunakan tiga pendekatan, diantaranya berupa koefisien linier, nonlinier dan actual yang disajikan pada Gambar 2b.

$$k_s = \frac{n-s}{n-1} \quad (4)$$

dimana k_s adalah koefisien *health index* terhadap *condition state*, n adalah jumlah penggunaan *condition state* ($n = 3, 4, \text{ and } 5$), dan s adalah indeks *condition state* ($s = 1, 2, \dots, n$).

Tabel 1. Koefisien Non-Linier Health Index

Jumlah Condition States	CS 1	CS 2	CS 3	CS 4	CS 5
5	1.00	0.35	0.20	0.15	0.00
4	1.00	0.54	0.21	0.00	
3	1.00	0.67	0.00		

Sumber: Jiang, 2012

Untuk mengetahui nilai jembatan diperlukan penilaian secara visual berdasarkan *condition state*. Panduan penilaian dapat dilihat pada Manual for Bridge Element Inspection AASHTO [19]. Tinjauan elemen dapat mencakup peninjauan terhadap catatan inspeksi lapangan dan foto – foto. Secara umum skala dalam *condition states* berupa *Goods* (CS 1, tidak ada deteriorasi sampai pada pada deteriorasi minor), *Fair* (CS 2, minor sampai pada deteriorasi sedang), *Poor* (CS 3, sedang sampai dengan deteriorasi parah), dan *Severe* (CS 4, kerusakan yang lebih parah dari pada CS 3). Indeks ini secara sistematis mengevaluasi dan memberi peringkat pada struktur dan elemen penyusunnya. Health Index dimaksudkan untuk memfokuskan manajemen pada struktur yang paling mungkin memerlukan perbaikan dan evaluasi lebih lanjut. Untuk itu zona health index yang telah digunakan oleh U.S. Army Corps of Engineers (USACE) seperti pada Tabel 5 diadaptasi untuk memberikan saran tindakan berdasarkan *health index* yang dihasilkan. Berdasarkan penjelasan kedua metode di atas, Gambar 3 merupakan ilustrasi proses yang digunakan untuk menentukan Nilai Kondisi Jembatan.

Tabel 5. Rekomendasi Penanganan Condition Index

Zona	CI (%)	Rekomendasi Penanganan
1	70 – 100	<i>Immediate action is not required</i>
2	40 – 69	<i>Economic analysis of repair alternatives is recommended to determine appropriate action</i>
3	0 – 39	<i>Detailed evaluation is required to determine the need for repair, rehabilitation, or reconstruction. Safety evaluation is recommended</i>

Sumber: US Army Corps of Engineers (USACE)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penilaian Kondisi Elemen Berdasarkan Pedoman Pemeriksaan Jembatan 2022

Penilaian kondisi jembatan dilakukan secara hierarki, dimulai dari pemeriksaan level terkecil (Level 5) hingga level terbesar (Level 1). Penilaian elemen jembatan didasarkan pada aspek Struktur (S), Kerusakan (R), Kuantitas (K), Fungsi (F) serta Pengaruh (P). Pencatatan dilakukan hanya pada elemen yang mengalami kerusakan. Setiap kerusakan yang terjadi pada level elemen yang lebih rendah akan digunakan untuk pemeriksaan elemen dilevel atasnya. Penilaian pada elemen level 3 memiliki cakupan yang lebih luas dan dilakukan berdasarkan elemen yang mengalami kerusakan pada level 4. Pada level 2, penilaian dilakukan pada elemen – elemen yang dikategorikan sebagai elemen struktural yang mengalami kerusakan, dan Level 1 yang menggambarkan nilai kondisi dari keseluruhan jembatan. Berdasarkan sistem penilaian yang telah diuraikan, nilai kondisi dari semua jembatan yang menjadi objek penelitian dirangkum dalam Tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi nilai kondisi jembatan dengan metode Pedoman 2022

Nama Jembatan	NK	Elemen dengan NK tertinggi (Level 4)
Jenangan	3	Beberapa elemen yang memiliki NK 3 yaitu Dinding Penahan Tanah, Pile Jembatan, dan Aliran Sungai
Sungai Petung	2	Elemen seperti Abutment, Diafragma, Gelagar, Parapet, Slab on Pile, dan Pipa Cucuran memiliki nilai kondisi yang serupa yaitu NK 2
Jatirejo	2	Beberapa elemen seperti Pelat, Abutmen, Pipa Cucuran, dan Parapet memiliki nilai kondisi yang serupa yaitu NK 2

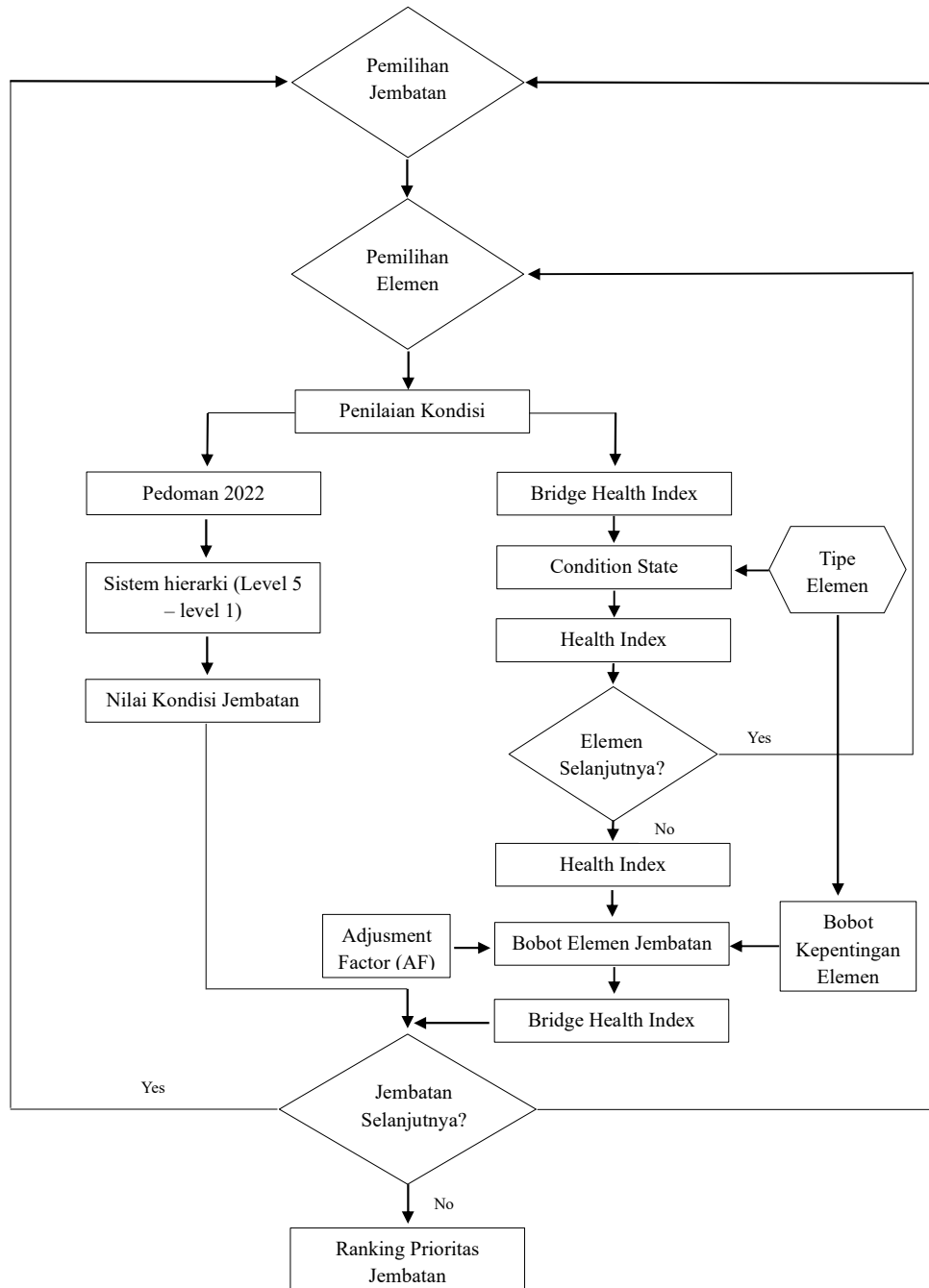
Penilaian Kondisi Elemen Berdasarkan BHI

Pada metode ini, penilaian dilakukan dengan menggunakan *Condition State* menggunakan Manual for Bridge Element Inspection AASHTO (AASHTO, 2019), panduan ini memberikan petunjuk umum untuk menentukan tingkat kerusakan. Tinjauan yang dilakukan mencakup peninjauan terhadap catatan inspeksi lapangan dan foto-foto elemen yang rusak (dimana pendekatan BHI ini setara dengan penilaian level 4 dalam Pedoman Pemeriksaan

Jembatan 2022). Tingkat kerusakan elemen ditentukan oleh kerusakan yang dihitung berdasarkan kuantitasnya. Setelah mengetahui nilai *Health Index* yang diperoleh dari penilaian *Condition State*, selanjutnya menentukan nilai kondisi keseluruhan jembatan dengan menggunakan *Adjustment Factor* dan bobot kepentingan elemen. Adapun rekapitulasi perhitungan nilai kondisi jembatan berdasarkan metode ini disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rekapitulasi nilai kondisi jembatan BHI

Nama Jembatan	BHI (%)	Kerusakan Dominan	
		Elemen	HI (%)
Jenangan	70,89	Abutment	51,78
Sungai Petung	92,27	Abutment	76,00
Jatirejo	95,38	Pile Head	80,77



Gambar 3. Flowchart Metode Penilaian Jembatan

Prioritas Pemeliharaan Jembatan

Dari kedua metode penilaian, dapat disusun suatu prioritas penanganan dengan perbandingan seperti pada Tabel 8, dimana dalam Pedoman 2022 terdapat bias dalam penentuan prioritas penanganannya. Hal ini disebabkan karena adanya kesamaan nilai kondisi, sehingga diperlukan evaluasi lebih lanjut untuk mengetahui ranking prioritas pemeliharaan jembatan. Adapun untuk prioritas dengan menggunakan metode BHI dapat memberikan urutan yang lebih jelas, dengan memprioritaskan kerusakan pada elemen struktural. Perbedaan kedua metode terletak pada penggunaan bobot kepentingan elemen. Walaupun cakupan pemeriksaan elemen lebih luas pada Pedoman 2022, tetapi nilai akhir kurang merepresentasikan kondisi keseluruhan. Hal ini dikarenakan penilaian yang masih bersifat hierarki pada level 3-1.

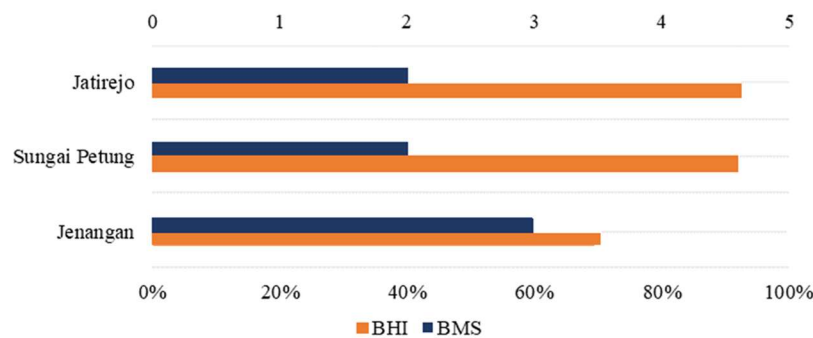
Tabel 8. Perbandingan Nilai Kondisi dan Urutan Prioritas

Urutan Prioritas	Nama Jembatan	Pedoman 2022	BHI
1	Jenangan	3	70,89%
2	Sungai Petung	2	92,27%
3	Jatirejo	2	92,38%

Dari hasil analisis yang dilakukan, diperoleh bahwa metode Pedoman 2022 memiliki kesamaan antar penilaian elemen maupun antar jembatan satu dengan lainnya. Dibandingkan dengan hasil dari metode BHI, diperoleh nilai yang digambarkan secara numerik sehingga tidak menimbulkan kesamaan antar elemen maupun jembatannya. Ilustrasi dari perbandingan hasil akhir penilaian kedua metode ini dapat dilihat pada Gambar 4. Sistem ranking pada Pedoman 2022 bergantung pada sistem hierarki elemen, hal ini mengakibatkan hasil akhir tidak dapat menggambarkan keseluruhan jembatan karena hanya berdasarkan kerusakan yang dominan. Hal ini sejalan dengan pendapat pendapat Vaza [22], yang menjelaskan bahwa berdasarkan penerapannya BMS sulit untuk mendefinisikan penilaian jembatan saat mengevaluasi kondisinya, hasil yang diperoleh tidak selalu merepresentasikan kondisi aktual dilapangan serta tingkat kepentingan elemen jembatan terhadap kondisi jembatan secara keseluruhan tidak jelas. Berbeda dengan penilaian yang dilakukan berdasarkan metode BHI, dapat dilihat bahwa nilai yang dihasilkan tidak menimbulkan bias dan bobot kepentingan elemen dari penilaian ini telah diterapkan. Sehingga diharapkan adanya usulan penggunaan bobot dalam pengembangan sistem BMS Indonesia, agar hasil akhir penilaian dapat dipisahkan antara resiko pengaruh dan kepentingan elemennya karena bobot yang lebih besar atau elemen dengan tingkat kepentingan tinggi adalah yang paling mungkin menyebabkan kegagalan jembatan. Namun demikian, diluar dari bobot elemen, Pedoman 2022 lebih unggul dalam hal memperhitungkan jenis elemen. Elemen yang digunakan dalam pemeriksaan pada Level 5 sangat detail. Adapun perbandingan kedua metode ini dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Perbandingan Metode Sistem Manajemen Jembatan

Item	Pedoman 2022	BHI
Aspek Penilaian	Terdapat lima aspek penilaian yaitu Struktur (S), Tingkat Kerusakan (R), Fungsi (F), Volume Kerusakan (K) dan Pengaruh (P).	Penilaian berdasarkan rasio kondisi elemen jembatan.
Elemen Jembatan	Terdapat elemen jembatan yang telah disesuaikan dengan jenis jembatan yang umum di Indonesia.	Elemen-elemen utama (core) yang dianggap krusial bagi jembatan dari beberapa jenis jembatan yang umum.
Bobot Kepentingan Elemen	Tidak ada	Menggunakan bobot yang bisa ditetapkan berdasarkan biaya penggantian, biaya perbaikan, dan kepentingan elemen. Bobot ditentukan tergantung kebijakan negara yang menggunakan.
Prosedur Penilaian	Berdasarkan penilaian secara hierarki pada elemen yang mengalami kerusakan dari level 5 hingga level 1.	Berdasarkan penilaian elemen jembatan yang mengalami kerusakan dan kemudian dikelompokkan berdasarkan <i>Condition State</i> .
Hasil Akhir	Bilangan genap dalam rentang nilai kondisi 1 – 5.	Dinyatakan dalam nilai numerik dengan rentang 0 – 100%.
Prioritas Penanganan Jembatan	Melalui Skrinning teknis dan evaluasi ekonomi.	Dapat disusun berdasarkan pemeriksaan kondisi jembatan.
Proyeksi Sisa Umur	Berdasarkan nilai kondisi dalam rentang nilai 1 – 5.	Berdasarkan nilai kondisi dalam rentang nilai 0 – 100%
Rekomendasi Penanganan	Terdapat rekomendasi bentuk penanganan yang dapat dilakukan.	Tidak ada rekomendasi secara spesifik, hanya berupa uraian umum.
Kesulitan Penggunaan	Terdapat banyak aspek dan elemen jembatan yang perlu dinilai dan dianalisis dalam proses penentuan nilai kondisi.	Terdapat kesulitan saat mengukur kuantitas kerusakan dan total elemen.



Gambar 4. Perbandingan Hasil Penilaian Jembatan

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dipaparkan, diperoleh bahwa dengan adanya bobot kepentingan elemen seperti pada metode BHI akan memprioritaskan kerusakan pada elemen struktural. Hal ini belum dapat ditemukan pada Pedoman 2022 karena sistem penilaian masih bersifat hierarki sehingga menyebabkan bias pada nilai kondisinya. Dengan adanya bobot kepentingan elemen, maka jembatan yang memiliki kerusakan pada elemen krusial akan lebih diprioritaskan. Kerusakan yang terjadi pada elemen yang memiliki bobot tinggi akan berbanding lurus dengan nilai kondisinya. Urutan prioritas penanganan pada Pedoman 2022 tidak dapat ditentukan karena memiliki nilai yang bias, berbeda dengan metode BHI, urutan dapat ditentukan berdasarkan nilai kondisinya. Nilai kondisi akhir jembatan yang dinyatakan dalam suatu rentang nilai membuat pemeringkatan menjadi lebih jelas karena memiliki nilai yang berbeda sehingga dapat menghindari terjadinya bias.

Acknowledgement

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Jasa Marga dan pihak-pihak terkait lainnya atas pemberian akses terhadap laporan inspeksi visual komprehensif jembatan serta izin untuk menggunakan analisis dan hasilnya dalam studi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. P. Chassiakos, P. Vagiotas, and D. D. Theodorakopoulos, "A knowledge-based system for maintenance planning of highway concrete bridges," *Advances in Engineering Software*, vol. 36, no. 11–12, pp. 740–749, 2005.
- [2] O. Wahyudhi, A. Aminullah, and A. Triwiyono, "Modifikasi Penilaian pada Sistem Manajemen Jembatan di Indonesia (Interurban Bridge Management System) dengan Mengimplementasikan Condition States dari Metode Bridge Health Index," *Prosiding Semnas SINTA FT UNILA*, vol. 1, 2018.
- [3] Direktorat Jenderal Bina Marga, "Pedoman Pemeriksaan Jembatan," 2022.
- [4] S. D. Puspitasari, S. Harahap, and P. Astuti, "A Critical Review of Bridge Management System in Indonesia," in *Proceedings of the 5th International Conference on Rehabilitation and Maintenance in Civil Engineering: ICRMCE 2021, July 8-9, Surakarta, Indonesia*, Springer, 2022, pp. 381–389.
- [5] H. Vaza, "Research on the Improvement of Bridge Management System 1992" Case of Bridge Condition Assessment in the Decentralized Indonesia", 2016.
- [6] A. P. Nugroho, "Perbandingan Penilaian Kondisi Jembatan Metode BMS (Bridge Management System) dan MPN (Maintenance Priority Number)," Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2017.
- [7] S. D. Puspitasari and S. Harahap, "Bridge inspection implementations and maintenance planning—A comparative analysis of a few distinctive countries," in *AIP Conference Proceedings*, AIP Publishing LLC, 2023, p. 050007.
- [8] S. B. Chase, Y. Adu-Gyamfi, A. E. Aktan, and E. Minaie, "Synthesis of national and international methodologies used for bridge health indices," 2016.
- [9] X. Jiang, "Analysis of Bridge Health Index for The City and Country of Denver, Colorado," University of Colorado, Denver, Colorado, 2012.
- [10] S. Inkoom, J. O. Sobanjo, P. D. Thompson, R. Kerr, and R. Twumasi-Boakyee, "Bridge health index: Study of element condition states and importance weights," *Transp Res Rec*, vol. 2612, no. 1, pp. 67–75, 2017.
- [11] J. O. Sobanjo and P. D. Thompson, "Implementation of the 2013 AASHTO manual for bridge element inspection," 2016.
- [12] S. S. Wakchaure and K. N. Jha, "Determination of bridge health index using analytical hierarchy process," *Construction Management and Economics*, vol. 30, no. 2, pp. 133–149, 2012.

- [13] A. Saraswati and A. P. L. Thahir, "A COMPARISON OF METHODOLOGIES TO ASSESS BRIDGE CONDITION," *SINERGI: Jurnal Riset Ilmiah*, vol. 2, no. 3, pp. 1541–1551, 2025.
- [14] A. L. Ramdhani and Sumargo, "Comparison of Condition Rating and Bridge Remaining Life Based on Bridge Management System and Bridge Condition Ratio," in *International Seminar of Science and Applied Technology (ISSAT 2020)*, Atlantis Press, 2020, pp. 191–196.
- [15] A. S. Wijaya, A. Aminullah, and A. S. B. Nugroho, "Prioritas Pemeliharaan Jembatan Pada Ruas Jalan Nasional Daerah Istimewa Yogyakarta," *Civil Engineering, Environmental, Disaster & Risk Management Symposium ...*, 2021.
- [16] Direktorat Jenderal Bina Marga, *Interurban Bridge Management System (IBMS)*. Republik Indonesia, 1993.
- [17] R. Irawan, A. Wahyudi, and I. Murtosidi, "Development of bridge inspection quality assurance for sustainable bridge management system in Indonesia," *Prosiding KRTJHPJI*, vol. 16, no. 1, pp. 1–14, 2023.
- [18] T. M. Adams and M. M. K. Kang, "Sensitivity analysis of bridge health index to element failure and element conditions," 2009.
- [19] AASHTO, "Manual for Bridge Element Inspection," 2nd ed., 2019.
- [20] R. W. Shepard and M. B. Johnson, "California bridge health index: A diagnostic tool to maximize bridge longevity, investment," *TR News*, no. 215, 2001.
- [21] X. Jiang and K. L. Rens, "Bridge health index for the city and county of Denver, Colorado. II: Denver bridge health index," *Journal of performance of constructed facilities*, vol. 24, no. 6, pp. 588–596, 2010.
- [22] H. Vaza, R. P. Sastrawiria, H. A. Halim, and Septinurriandiani, *Identifikasi Kerusakan & Penentuan Nilai Kondisi Jembatan untuk Mendukung Manajemen Aset Jembatan*, vol. Edisi 1. 2017.