JURNAL TEKNIK INDONESIA - VOL. 07 NO. 02 (Oktober 2026)
P-ISSN 2987-2723
E-ISSN 1987-0933

Analisis Kondisi Dan Prioritas Penanganan Struktur Atas Jembatan Monjot Menggunakan Metode Bridge Management System (BMS) Dan Analytical Hierarchy Process (AHP)

Buddy Achmad Setiady, Pratikso, Juny Andry Sulistyo
Universitas Islam Sultan Agung
E-mail Korespondensi: buddy.setiady1711@gmail.com

ABSTRACT

Bridges are essential transportation infrastructures that play a vital role in maintaining regional connectivity. Therefore, the condition of bridge structural elements must be periodically evaluated to ensure safety and serviceability. The Bridge Management System (BMS) is widely used to assess the condition of bridge elements; however, it cannot determine maintenance priorities when several elements have the same level of deterioration. Therefore, this study integrates the Bridge Management System (BMS) and the Analytical Hierarchy Process (AHP) to establish priority recommendations for the maintenance of the Monjot Bridge superstructure. This study aims to evaluate the condition of the Monjot Bridge superstructure using the BMS method and determine maintenance priorities through the integration of the BMS and AHP methods. Data were collected through visual inspections, documentation, literature review, and questionnaires distributed to five expert respondents. The BMS was employed to assess the condition of bridge elements, while the AHP was used to determine maintenance priorities through pairwise comparison, matrix normalization, eigenvector calculation, consistency testing, and global priority synthesis. The results showed that, of the 12 superstructure elements evaluated, 2 elements (16.67%) were classified as minor damage, 2 elements (16.67%) as moderate damage, 5 elements (41.66%) as major damage, and 3 elements (25.00%) as critical, indicating that 66.66% of the superstructure elements were in major to critical condition. The critical elements consisted of the Elastomer Bearing Pad, Girder, and Bearing Joint. The AHP analysis indicated that Safety Risk was the most influential criterion with a weight of 0.49, followed by Failure Consequence (0.36) and Element Function (0.15), with a Consistency Ratio (CR) of 0.07, indicating consistent judgments. The resulting maintenance priority ranking was Elastomer Bearing Pad (0.59), Girder (0.29), and Bearing Joint (0.12).

Keywords: *Bridge Management System (BMS), Analytical Hierarchy Process (AHP), bridge condition assessment, maintenance priority, bridge superstructure.*

ABSTRAK

Jembatan merupakan infrastruktur transportasi yang berperan penting dalam menjaga konektivitas antarwilayah, sehingga kondisi setiap elemen struktur perlu dievaluasi secara berkala untuk menjamin keamanan dan kelayakan fungsi. Metode Bridge Management System (BMS) mampu menilai kondisi elemen jembatan, namun belum dapat menentukan prioritas penanganan ketika beberapa elemen memiliki tingkat kerusakan yang sama. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi struktur atas Jembatan Monjot menggunakan metode Bridge Management System (BMS) serta menentukan rekomendasi prioritas penanganan melalui integrasi metode Analytical Hierarchy Process (AHP). Penelitian dilakukan melalui inspeksi visual, dokumentasi, studi literatur, dan penyebaran kuesioner kepada lima responden ahli. Penilaian kondisi dilakukan menggunakan metode BMS, sedangkan penentuan prioritas penanganan menggunakan metode AHP melalui perbandingan berpasangan, normalisasi matriks, perhitungan eigen vector, uji konsistensi, dan sintesis prioritas global. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 12 elemen struktur atas yang dievaluasi, terdapat 2 elemen (16,67%) berkategori rusak ringan, 2 elemen (16,67%) berkategori rusak sedang, 5 elemen (41,66%) berkategori rusak berat, dan 3 elemen (25,00%) berkategori kritis, sehingga 66,66% elemen berada pada kondisi rusak berat hingga kritis. Elemen yang berkategori kritis yaitu Perletakan (Elastomer Bearing Pad), Gelagar, dan Sendi (Bearing Joint). Hasil AHP menunjukkan bahwa Risiko Keselamatan merupakan kriteria paling berpengaruh dengan bobot 0,49, diikuti Konsekuensi Kegagalan sebesar 0,36, dan Fungsi Elemen sebesar 0,15, dengan nilai Consistency Ratio (CR) = 0,07 yang menunjukkan

Jurnal Teknik Indonesia by Fakultas Teknik Undaris
is licensed under Creative Commons Attribution 4.0

penilaian konsisten. Prioritas penanganan yang dihasilkan berturut-turut adalah Perletakan (0,59), Gelagar (0,29), dan Sendi (0,12).

Kata Kunci: Bridge Management System (BMS), Analytical Hierarchy Process (AHP), kondisi jembatan, prioritas penanganan, struktur atas jembatan.

PENDAHULUAN

Jembatan merupakan bagian penting dari sistem transportasi karena berfungsi menjaga konektivitas antarwilayah dan mendukung kelancaran pergerakan masyarakat maupun distribusi barang. Kondisi jembatan yang mengalami penurunan dapat mengganggu pelayanan transportasi, meningkatkan risiko keselamatan, serta menyebabkan kebutuhan biaya pemeliharaan dan rehabilitasi yang semakin besar. Oleh karena itu, pemeriksaan kondisi secara berkala diperlukan untuk mengetahui tingkat kerusakan dan menentukan tindakan penanganan yang sesuai. Sistem manajemen jembatan di Indonesia dikembangkan untuk mendukung pemeriksaan kondisi, identifikasi kebutuhan penanganan, serta penyusunan program pemeliharaan dan rehabilitasi secara sistematis [1].

Seiring bertambahnya umur layanan, elemen jembatan dapat mengalami deteriorasi akibat beban lalu lintas, pengaruh lingkungan, penurunan mutu material, korosi, maupun berbagai bentuk kerusakan lainnya. Kondisi tersebut dapat memengaruhi kinerja elemen dan pada tingkat tertentu berdampak terhadap fungsi serta keselamatan jembatan. Penilaian kondisi pada tingkat elemen diperlukan agar keputusan pemeliharaan tidak hanya didasarkan pada kondisi jembatan secara keseluruhan, tetapi juga mempertimbangkan elemen yang mengalami kerusakan paling serius. Penelitian Pratiwi et al. menunjukkan bahwa kerusakan jembatan dapat disebabkan oleh penurunan mutu material, pengaruh lingkungan, beban yang bekerja, maupun benturan terhadap struktur sehingga evaluasi kondisi menjadi tahap penting dalam menentukan bentuk penanganan [2].

Di Indonesia, Bridge Management System (BMS) digunakan sebagai pendekatan sistematis dalam pemeriksaan dan penilaian kondisi jembatan. Penilaian BMS dilakukan berdasarkan hasil pemeriksaan terhadap elemen jembatan dan dapat digunakan untuk mengidentifikasi tingkat kondisi serta kebutuhan penanganan. Penelitian Sabidin et al. menunjukkan bahwa BMS dapat digunakan untuk memberikan penilaian kondisi jembatan dan mendukung perencanaan program pemeliharaan secara lebih terarah [3]. Penelitian Revias et al. juga menunjukkan bahwa BMS dapat digunakan untuk melakukan penilaian kondisi beberapa jembatan berdasarkan data

hasil inspeksi lapangan sehingga dapat mendukung pengelolaan dan pemeliharaan jembatan [4].

Meskipun BMS mampu memberikan informasi mengenai tingkat kondisi setiap elemen, hasil penilaian kondisi belum sepenuhnya menjawab persoalan ketika terdapat beberapa elemen dengan tingkat kerusakan yang sama. Elemen dengan nilai kondisi yang sama dapat memiliki tingkat urgensi penanganan yang berbeda apabila ditinjau dari aspek keselamatan, fungsi struktural, dan konsekuensi yang ditimbulkan apabila terjadi kegagalan. Dengan demikian, diperlukan pendekatan pengambilan keputusan multikriteria untuk menentukan elemen yang harus ditangani terlebih dahulu ketika beberapa elemen berada pada tingkat kondisi yang sama.

Salah satu metode pengambilan keputusan multikriteria yang dapat digunakan adalah Analytical Hierarchy Process (AHP). AHP memungkinkan berbagai kriteria keputusan dibandingkan secara berpasangan sehingga dapat diperoleh bobot kepentingan masing-masing kriteria dan prioritas alternatif secara sistematis. Nurani et al. menerapkan AHP, Fuzzy AHP, dan TOPSIS untuk menentukan skala prioritas pemeliharaan jembatan di Banjarsari, Surakarta. Penelitian tersebut menggunakan hasil penilaian kondisi berdasarkan BMS sebagai salah satu dasar dalam menentukan prioritas pengelolaan jembatan [5]. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pendekatan pengambilan keputusan multikriteria dapat digunakan untuk melengkapi informasi kondisi yang diperoleh dari sistem penilaian jembatan.

Integrasi BMS dan AHP juga telah diterapkan dalam penelitian penilaian kondisi jembatan. Dewi et al. menggunakan BMS, Bridge Condition Rating (BCR), dan AHP untuk menentukan rekomendasi penanganan pada jembatan rangka baja. AHP digunakan untuk membantu penilaian komponen berdasarkan kriteria yang ditetapkan sehingga hasil evaluasi dapat digunakan untuk menentukan rekomendasi penanganan [6]. Meskipun demikian, penelitian tersebut memiliki fokus yang berbeda dengan penelitian ini. Penelitian ini secara khusus menggunakan hasil BMS untuk menyaring elemen struktur atas yang berada pada kondisi kritis, kemudian menggunakan AHP untuk menentukan urutan prioritas penanganan antar-elemen yang memiliki tingkat kondisi sama.

Berdasarkan kondisi tersebut, terdapat celah penelitian pada proses pengambilan keputusan setelah diperoleh hasil penilaian kondisi elemen menggunakan BMS. BMS mampu mengidentifikasi elemen dengan kondisi kritis, tetapi ketika beberapa elemen memperoleh

nilai kondisi yang sama, diperlukan mekanisme tambahan untuk menentukan elemen yang harus ditangani terlebih dahulu. Penelitian ini mengisi celah tersebut dengan mengintegrasikan BMS dan AHP pada tingkat elemen struktur atas. BMS digunakan untuk mengidentifikasi kondisi dan menyaring elemen kritis, sedangkan AHP digunakan untuk menentukan prioritas berdasarkan tiga kriteria, yaitu risiko keselamatan, fungsi elemen, dan konsekuensi kegagalan.

Penelitian dilakukan pada Jembatan Monjot dengan fokus pada elemen struktur atas. Tahapan penelitian meliputi inspeksi visual, penilaian kondisi menggunakan BMS, penentuan elemen dengan kondisi kritis sebagai alternatif AHP, pembobotan kriteria berdasarkan penilaian lima responden ahli, pengujian konsistensi, pembobotan alternatif, dan sintesis prioritas global. Pendekatan tersebut digunakan untuk menghasilkan urutan prioritas penanganan yang dapat memberikan dasar pengambilan keputusan yang lebih sistematis.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi struktur atas Jembatan Monjot berdasarkan metode BMS, menganalisis kondisi setiap elemen struktur atas berdasarkan hasil inspeksi visual menggunakan BMS, serta menentukan rekomendasi prioritas penanganan berdasarkan integrasi hasil BMS dan AHP. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan pendekatan yang lebih sistematis dalam menentukan prioritas penanganan elemen jembatan, khususnya ketika terdapat beberapa elemen yang berada pada tingkat kondisi kritis yang sama.

LANDASAN TEORI

Jembatan dan Struktur Atas

Jembatan merupakan bagian dari sistem infrastruktur jalan yang berfungsi mempertahankan konektivitas dan kelancaran pergerakan kendaraan pada lokasi yang memiliki hambatan geografis maupun infrastruktur lainnya. Dalam pengelolaannya, jembatan perlu diperiksa dan dipelihara secara berkala untuk mempertahankan kondisi pelayanan serta memperpanjang umur layan. Sistem manajemen jembatan dikembangkan untuk membantu proses pemeriksaan, penilaian kondisi, penentuan kebutuhan penanganan, dan penyusunan prioritas pemeliharaan [7].

Struktur jembatan terdiri atas struktur atas (superstructure), struktur bawah (substructure), dan komponen pelengkap. Struktur atas merupakan bagian yang menerima beban lalu lintas dan meneruskannya melalui elemen struktural menuju struktur bawah. Elemen struktur atas dapat terdiri atas gelagar, lantai,

sambungan, perletakan, expansion joint, serta elemen lainnya sesuai dengan sistem struktur yang digunakan. Penilaian kondisi pada tingkat elemen diperlukan karena tingkat kerusakan setiap elemen dapat berbeda dan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kinerja jembatan [8].

Deteriorasi dan Kerusakan Jembatan

Deteriorasi merupakan proses penurunan kondisi struktur yang terjadi selama masa layanan akibat kombinasi beban, lingkungan, umur material, dan faktor pemeliharaan. Kerusakan pada jembatan dapat berupa korosi, retak, deformasi, kerusakan sambungan, kerusakan perletakan, serta kerusakan komponen lantai dan pelengkap. Penilaian kondisi secara langsung melalui inspeksi diperlukan untuk mengidentifikasi kerusakan pada elemen dan menentukan kebutuhan penanganan [8], [9].

Pratiwi et al. menunjukkan bahwa evaluasi kondisi melalui pemeriksaan lapangan dapat digunakan untuk mengidentifikasi tingkat kerusakan jembatan dan menentukan alternatif penanganan seperti pemeliharaan, rehabilitasi, maupun penggantian elemen [9]. Dengan demikian, pemeriksaan pada tingkat elemen menjadi dasar penting sebelum dilakukan pengambilan keputusan mengenai prioritas penanganan.

Bridge Management System (BMS)

Bridge Management System (BMS) merupakan sistem manajemen yang digunakan untuk mendukung pemeriksaan dan pengelolaan jembatan secara sistematis. Dalam penerapannya di Indonesia, BMS digunakan untuk memperoleh informasi mengenai kondisi elemen jembatan dan kebutuhan penanganannya. Pengembangan sistem manajemen jembatan di Indonesia telah diarahkan untuk membantu proses pemeriksaan, penilaian, serta pengelolaan jembatan berdasarkan kondisi aktual [7], [10].

Penilaian menggunakan BMS dilakukan melalui pemeriksaan terhadap elemen jembatan dan identifikasi karakteristik kerusakan. Hasil pemeriksaan selanjutnya digunakan untuk menghasilkan nilai kondisi yang menggambarkan tingkat kerusakan elemen. Penelitian Nurani et al. menunjukkan bahwa standar BMS 1993 dapat digunakan untuk mengkuantifikasi kondisi kerusakan jembatan berdasarkan observasi visual secara langsung dan selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam analisis prioritas pemeliharaan [11].

Dalam penelitian, BMS digunakan sebagai tahap diagnosis kondisi, yaitu untuk menilai seluruh elemen struktur atas Jembatan Monjot. Hasil tersebut kemudian digunakan untuk mengidentifikasi elemen yang berada pada

kondisi kritis sebagai alternatif dalam analisis AHP.

Nilai Kondisi Elemen Jembatan

Nilai Kondisi (NK) digunakan untuk menggambarkan tingkat kondisi elemen berdasarkan hasil pemeriksaan. Penilaian kondisi pada tingkat elemen memungkinkan pengelola jembatan mengetahui elemen yang mengalami kerusakan dan membutuhkan perhatian penanganan. Penelitian mengenai BMS menunjukkan bahwa hasil penilaian kondisi dapat digunakan sebagai dasar dalam menentukan kebutuhan pemeliharaan dan rehabilitasi [9], [11].

Tabel 1. Kategori Kondisi

Nilai Kondisi (NK)	Kategori Kondisi
1	Rusak Ringan
2	Rusak Sedang
3	Rusak Berat
4	Kritis

Elemen dengan NK = 4 ditetapkan sebagai elemen dalam kondisi kritis dan selanjutnya digunakan sebagai alternatif pada analisis AHP. Pendekatan ini menyebabkan BMS berfungsi sebagai metode untuk menyaring alternatif berdasarkan kondisi, sedangkan AHP digunakan untuk menentukan urutan prioritas di antara alternatif yang telah teridentifikasi kritis.

Inspeksi Visual Jembatan

Inspeksi visual merupakan metode pemeriksaan kondisi fisik jembatan dengan melakukan pengamatan langsung terhadap elemen dan kerusakan yang dapat diidentifikasi secara visual. Pemeriksaan ini digunakan untuk mengetahui jenis, lokasi, karakteristik, dan tingkat kerusakan elemen. BMS dapat menggunakan hasil pemeriksaan visual sebagai salah satu dasar dalam penilaian kondisi jembatan [11].

Nurani et al. menggunakan pemeriksaan visual langsung berdasarkan BMS 1993 untuk mengkuantifikasi kondisi kerusakan sejumlah jembatan sebelum dilakukan analisis prioritas menggunakan AHP, Fuzzy AHP, dan TOPSIS [11]. Hal tersebut menunjukkan bahwa hasil inspeksi visual dapat menjadi input penting dalam menghubungkan penilaian kondisi dengan proses pengambilan keputusan pemeliharaan.

Analytical Hierarchy Process (AHP)

Analytical Hierarchy Process (AHP) merupakan metode pengambilan keputusan multikriteria yang digunakan untuk menentukan tingkat kepentingan relatif berbagai kriteria dan alternatif. AHP menyusun permasalahan ke dalam struktur hierarki yang terdiri atas tujuan, kriteria, dan alternatif, kemudian melakukan perbandingan berpasangan untuk memperoleh bobot prioritas [12].

Dalam pengelolaan jembatan, AHP dapat digunakan untuk mengakomodasi berbagai pertimbangan dalam menentukan prioritas pemeliharaan. Rakhmatika menunjukkan bahwa AHP dapat digunakan sebagai alat bantu untuk mendukung program BMS dengan pendekatan yang lebih terukur dalam menentukan prioritas pemeliharaan jembatan ketika sumber daya terbatas [13]. Penelitian Nurani et al. juga menunjukkan penggunaan AHP untuk menentukan skala prioritas pemeliharaan jembatan berdasarkan kondisi dan lalu lintas [11].

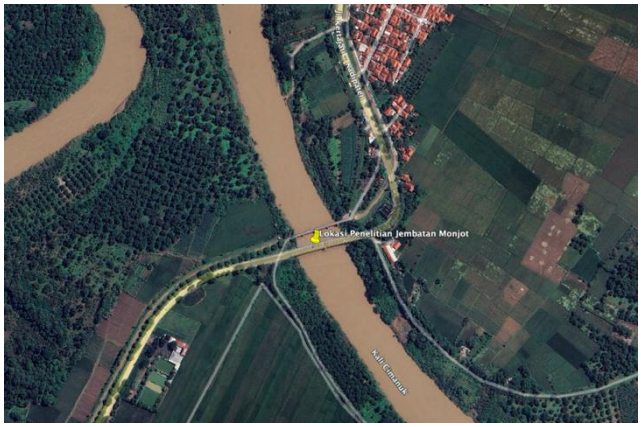
METODOLOGI PENELITIAN

Bentuk Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan metode analisis Bridge Management System (BMS) dan Analytical Hierarchy Process (AHP). BMS digunakan untuk mengidentifikasi dan menilai kondisi setiap elemen struktur atas Jembatan Monjot berdasarkan hasil inspeksi visual. Selanjutnya, elemen yang berada pada kondisi kritis digunakan sebagai alternatif dalam analisis AHP untuk menentukan urutan prioritas penanganan berdasarkan beberapa kriteria pengambilan keputusan.

Lokasi dan Objek Penelitian

Objek penelitian adalah Jembatan Monjot yang menghubungkan wilayah Kabupaten Majalengka dan Kabupaten Indramayu. Penelitian difokuskan pada kondisi struktur atas jembatan. Elemen yang diperiksa meliputi sandaran (parapet/railing), lantai kendaraan, batang tepi atas, batang tepi bawah, batang diagonal/vertikal, ikatan angin (bracing), plat lantai, sambungan (connection), expansion joint, perletakan (elastomer bearing pad), gelagar, dan sendi (bearing joint).



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Data Penelitian

Data yang digunakan terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui inspeksi visual terhadap elemen struktur atas dan kuesioner AHP kepada lima responden ahli. Data sekunder berupa data pendukung mengenai Jembatan Monjot, dokumen atau informasi teknis jembatan, serta literatur yang berkaitan dengan BMS dan AHP.

Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui inspeksi

visual, dokumentasi, studi literatur, dan kuesioner. Inspeksi visual dilakukan untuk mengidentifikasi jenis dan tingkat kerusakan pada setiap elemen struktur atas. Dokumentasi digunakan untuk merekam kondisi aktual elemen sebagai pendukung hasil inspeksi. Studi literatur digunakan untuk memperoleh dasar teoritis dan metodologis BMS serta AHP. Sementara itu, kuesioner AHP diberikan kepada lima responden ahli untuk memperoleh penilaian perbandingan berpasangan terhadap kriteria dan alternatif.

Penilaian Kondisi Menggunakan BMS

Data hasil inspeksi visual dianalisis menggunakan BMS untuk memperoleh Nilai Kondisi (NK) masing-masing elemen. Penilaian dilakukan berdasarkan parameter Structure (S), Damage (R), Quantity (K), Function (F), dan Influence (P) sesuai pendekatan BMS yang digunakan dalam penelitian.

Penyusunan Hierarki AHP

AHP digunakan untuk menentukan prioritas penanganan terhadap elemen yang telah teridentifikasi kritis berdasarkan BMS. Hierarki keputusan terdiri atas tiga tingkatan, yaitu tujuan, kriteria, dan alternatif.

Tujuan: menentukan prioritas penanganan struktur atas Jembatan Monjot.

Kriteria:

(1) Risiko Keselamatan;

(2) Konsekuensi Kegagalan; dan

(3) Fungsi Elemen.

Alternatif:

(1) Perletakan (Elastomer Bearing Pad);

(2) Gelagar; dan

(3) Sendi (Bearing Joint).

Dengan demikian, AHP tidak digunakan untuk menilai kembali kondisi elemen, tetapi digunakan untuk membedakan prioritas penanganan antar-elemen yang sama-sama memiliki NK = 4.

ANALISIS DAN PERHITUNGAN

Analisis dan perhitungan dalam penelitian ini dilakukan secara bertahap untuk menjawab tiga rumusan masalah. Tahap pertama adalah menganalisis kondisi struktur atas dan kondisi masing-masing elemen menggunakan Bridge Management System (BMS). Tahap kedua adalah menggunakan hasil BMS untuk mengidentifikasi elemen dengan kondisi kritis sebagai alternatif penanganan. Tahap ketiga adalah menggunakan Analytical Hierarchy Process (AHP) untuk menentukan bobot kriteria dan urutan prioritas penanganan elemen kritis.

Analisis Kondisi Struktur Atas Berdasarkan BMS

Analisis kondisi struktur atas dilakukan

berdasarkan hasil inspeksi visual terhadap 12 elemen struktur atas Jembatan Monjot. Setiap elemen dinilai berdasarkan parameter BMS, yaitu Structure (S), Damage (R), Quantity (K), Function (F), dan Influence (P). Hasil penilaian tersebut digunakan untuk memperoleh Nilai Kondisi (NK) masing-masing elemen. Persentase masing-masing kategori dihitung menggunakan:

$$P = \frac{ni}{N} \times 100\%$$

Berdasarkan hasil penilaian, dari 12 elemen terdapat 2 elemen rusak ringan, 2 elemen rusak sedang, 5 elemen rusak berat, dan 3 elemen kritis. Persentase masing-masing kategori dihitung sebagai berikut:

$P_{ringan} = \frac{2}{12} \times 100\% = 16{,}67\%$,

meliputi Sandaran (Parapet/Railing), Plat Lantai

$P_{sedang} = \frac{2}{12} \times 100\% = 16{,}67\%$,

meliputi Lantai Kendaraan, Batang Diagonal/Vertikal

$P_{berat} = \frac{5}{12} \times 100\% = 41{,}67\%$,

meliputi Batang Tepi Atas, Batang Tepi Bawah, Ikatan Angin (Bracing), Sambungan (Connection), Expansion Joint

$Pkritis = \frac{3}{12} \times 100\% = 25{,}00\%$,

meliputi Perletakan (Elastomer Bearing Pad), Gelagar, Sendi (Bearing Joint)

Dengan demikian, elemen yang berada pada kondisi rusak berat hingga kritis berjumlah:

$5 + 3 = 8\ elemen$

atau:

$$\frac{8}{12} \times 100\% = 66{,}67\%$$

Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar elemen struktur atas berada pada kondisi yang memerlukan perhatian penanganan.

Identifikasi Alternatif Penanganan

Hasil penilaian BMS selanjutnya digunakan untuk menentukan alternatif pada analisis AHP. Untuk menjaga agar analisis AHP tetap fokus pada elemen dengan tingkat urgensi tertinggi, alternatif dibatasi pada elemen dengan NK = 4 (kritis).

Berdasarkan hasil BMS, diperoleh tiga alternatif, disajikan pada Gambar 2. Ketiga elemen tersebut kemudian dibandingkan menggunakan AHP berdasarkan tiga kriteria, yaitu Risiko Keselamatan (C1), Konsekuensi Kegagalan (C2), dan Fungsi Elemen (C3).

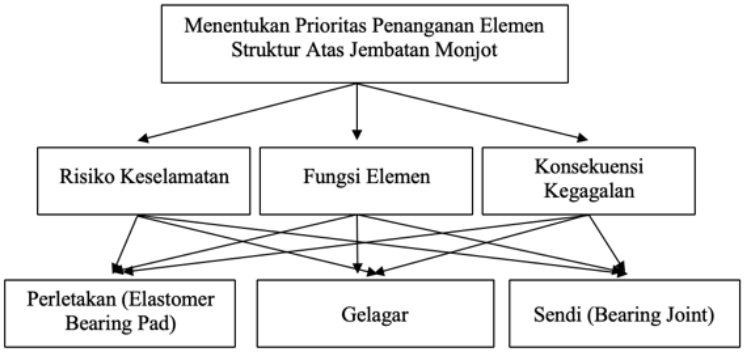
Analisis Pembobotan Kriteria Menggunakan AHP

Pembobotan kriteria dilakukan berdasarkan hasil kuesioner dari lima responden ahli. Setiap responden memberikan penilaian perbandingan

berpasangan terhadap tiga kriteria. Nilai penilaian dari kelima responden digabungkan menggunakan geometric mean:

$$GM = \sqrt[5]{x_1 x_2 x_3 x_4 x_5}$$

Hasil penggabungan tersebut membentuk matriks perbandingan berpasangan kriteria.



Gambar 2. Hierarki Keputusan Metode Analytical Hierarchy Process

Normalisasi Matriks Kriteria

Setiap nilai pada matriks dibagi dengan jumlah kolomnya:

$$a'_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} a_{ij}}$$

Hasil normalisasi kemudian digunakan untuk memperoleh bobot prioritas masing-masing kriteria.

Perhitungan Bobot Kriteria

Bobot setiap kriteria diperoleh dari rata-rata nilai setiap baris matriks normalisasi:

$$w_i = \frac{\sum_{i=1}^{n} a'_{ij}}{3}$$

Tabel 2. Bobot Kriteria

Kriteria	Bobot	Persentase	Peringkat
Risiko Keselamatan	0,49	49%	I
Konsekuensi Kegagalan	0,36	36%	II
Fungsi Elemen	0,15	15%	III

Hasil tersebut menunjukkan bahwa Risiko Keselamatan merupakan kriteria paling dominan dengan bobot 0,49. Artinya, dalam penentuan prioritas penanganan, aspek keselamatan memiliki kontribusi terbesar dibandingkan konsekuensi kegagalan dan fungsi elemen.

Analisis Konsistensi

Konsistensi matriks kriteria diuji menggunakan nilai λ_{max}, Consistency Index (CI), dan

Consistency Ratio (CR).

Nilai CI dihitung menggunakan:

$$CI = \frac{\lambda max - n}{n - 1}$$

Dengan jumlah kriteria n = 3 dan nilai λ_{max} = 3,13, maka:

$$CI = \frac{3{,}13 - 3}{3 - 1}$$

$$CI = \frac{0{,}13}{2} = 0{,}065 \approx 0{,}07$$

Selanjutnya, dengan Random Index (RI) = 0,58, nilai CR dihitung:

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

$$CR = \frac{0{,}065}{0{,}58} = 0{,}112$$

Dengan CR = 0,07 < 0,10, matriks kriteria dinyatakan konsisten.

Pembobotan Alternatif Berdasarkan Masing-Masing Kriteria

Setelah bobot kriteria diperoleh, dilakukan perbandingan berpasangan terhadap tiga alternatif pada masing-masing kriteria. Tahapan perhitungan meliputi pembentukan matriks, normalisasi, dan perhitungan eigen vector.

1. Berdasarkan Risiko Keselamatan

   Hasil pembobotan alternatif berdasarkan risiko keselamatan adalah:

Tabel 3. Bobot Alternatif Berdasarkan Risiko Keselamatan

Alternatif	Bobot	Peringkat
Perletakan	0,59	I
Gelagar	0,28	II
Sendi	0,13	III

Perletakan memperoleh bobot tertinggi sebesar 0,59 sehingga menjadi alternatif yang paling dominan apabila ditinjau dari risiko keselamatan.

2. Berdasarkan Fungsi Elemen

   Hasil pembobotan alternatif berdasarkan fungsi elemen adalah:

Tabel 4. Bobot Alternatif Berdasarkan Fungsi Elemen

Alternatif	Bobot	Peringkat
Perletakan	0,66	I
Gelagar	0,21	II
Sendi	0,12	III

Perletakan memperoleh bobot tertinggi sebesar 0,66, menunjukkan bahwa elemen tersebut dinilai memiliki kepentingan paling besar terhadap fungsi sistem struktur.

3. Berdasarkan Konsekuensi Kegagalan

   Perletakan kembali memperoleh bobot tertinggi sebesar 0,57, yang menunjukkan bahwa kegagalan elemen tersebut dipandang memberikan konsekuensi paling besar dibandingkan alternatif lainnya.

Hasil pembobotan alternatif berdasarkan konsekuensi kegagalan adalah:

Tabel 5. Bobot Alternatif Berdasarkan Konsekuensi Kegagalan

Alternatif	Bobot	Peringkat
Perletakan	0,57	I
Gelagar	0,33	II
Sendi	0,10	III

Sintesis Prioritas Penanganan

Tahap terakhir adalah menggabungkan bobot kriteria dan bobot alternatif untuk memperoleh prioritas global. Secara matematis, prioritas global dihitung dengan:

$P_i = \sum_{j=1}^{3} w_j a_{ij}$

dengan w_j merupakan bobot kriteria dan a_{ij} merupakan bobot alternatif terhadap kriteria.

Secara konseptual, perhitungan untuk Perletakan dilakukan dengan:

$$P_{Perletakan} = (w1 \times a11) + (w2 \times a12) + (w3 \times a13)$$

Dengan bobot kriteria:

$w_1 = 0{,}49, w_2 = 0{,}36, w_3 = 0{,}15$

dan bobot alternatif pada masing-masing kriteria berasal dari hasil AHP. Hasil sintesis global yang diperoleh adalah:

Tabel 6. Sintesis Global

Peringkat	Alternatif	Bobot Global
I	Perletakan (Elastomer Bearing Pad)	0,59
II	Gelagar	0,29
III	Sendi (Bearing Joint)	0,12

Dengan demikian, Perletakan menjadi prioritas pertama penanganan, diikuti Gelagar dan Sendi.

Hasil tersebut memperlihatkan fungsi integrasi kedua metode. BMS terlebih dahulu mengidentifikasi tiga elemen yang sama-sama berada pada NK = 4 (kritis). Karena ketiga elemen tersebut memiliki tingkat kondisi yang sama, nilai NK saja belum mampu membedakan elemen mana yang harus ditangani terlebih dahulu. AHP kemudian digunakan untuk membedakan ketiganya berdasarkan risiko keselamatan, konsekuensi kegagalan, dan fungsi elemen, sehingga diperoleh urutan prioritas penanganan yang lebih spesifik.

PENUTUP

Berdasarkan hasil penilaian kondisi struktur atas Jembatan Monjot menggunakan metode Bridge Management System (BMS) dan penentuan prioritas penanganan menggunakan Analytical Hierarchy Process (AHP), dapat disimpulkan bahwa dari 12 elemen yang diperiksa terdapat 2 elemen (16,67%) dalam kondisi rusak ringan,

yaitu Sandaran (Parapet/Railing) dan Plat Lantai; 2 elemen (16,67%) dalam kondisi rusak sedang, yaitu Lantai Kendaraan dan Batang Diagonal/Vertikal; 5 elemen (41,67%) dalam kondisi rusak berat, yaitu Batang Tepi Atas, Batang Tepi Bawah, Ikatan Angin (Bracing), Sambungan (Connection), dan Expansion Joint; serta 3 elemen (25,00%) dalam kondisi kritis, yaitu Perletakan (Elastomer Bearing Pad), Gelagar, dan Sendi (Bearing Joint). Dengan demikian, 66,67% elemen berada pada kondisi rusak berat hingga kritis.

Hasil analisis AHP menunjukkan bahwa Risiko Keselamatan merupakan kriteria dengan bobot kepentingan tertinggi sebesar 0,49, diikuti Konsekuensi Kegagalan sebesar 0,36, dan Fungsi Elemen sebesar 0,15. Hasil pengujian konsistensi menghasilkan Consistency Ratio (CR) sebesar 0,07, sehingga penilaian responden dinyatakan konsisten. Berdasarkan sintesis bobot kriteria dan alternatif, urutan prioritas penanganan adalah Perletakan (Elastomer Bearing Pad) dengan bobot global 0,59, Gelagar sebesar 0,29, dan Sendi (Bearing Joint) sebesar 0,12. Hasil tersebut menunjukkan bahwa integrasi BMS dan AHP dapat melengkapi proses penilaian kondisi dengan pengambilan keputusan multikriteria, khususnya untuk membedakan prioritas penanganan pada elemen yang memiliki tingkat kondisi sama.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Direktorat Jenderal Bina Marga, Sistem Manajemen Jembatan (Bridge Management System): Panduan Prosedur Umum IBMS. Jakarta, Indonesia: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1993.

[2] A. Y. Pratiwi, N. Chairunnisa, I. Prasetia, I. F. Radam, and R. Nurwidayati, “Bridge Management System dan Bridge Condition Rating pada evaluasi kondisi jembatan girder baja komposit di Kabupaten Tapin,” Buletin Profesi Insinyur, vol. 6, no. 1, pp. 26–31, 2023, doi: 10.20527/bpi.v6i1.180.

[3] S. Sabidin, R. Karlinasari, and Antonius, “Penilaian jembatan menggunakan Bridge Management System (BMS) berbasis Android,” Rang Teknik Journal, vol. 7, no. 1, pp. 139–146, 2024, doi: 10.31869/rtj.v7i1.4200.

[4] Revias, E. Rahmadona, and R. Marpen, “Bridge condition assessment system using the Bridge Management System (BMS) method: Case study of 5 bridges in PALI District, South Sumatra Province,” in Proc. First ESC-SI 2023, 2024, doi: 10.2991/978-94-6463-386-3_52.

[5] A. I. Nurani, A. T. Pramudyaningrum, S. R. Fadhila, S. Sangadji, and W. Hartono, “Analytical Hierarchy Process (AHP), Fuzzy AHP, and TOPSIS for determining bridge maintenance priority scale in Banjarsari, Surakarta,” International Journal of Science and Applied Science: Conference Series, vol. 2, no. 1, pp. 60–71, 2018, doi: 10.20961/ijsascs.v2i1.16680.

[6] R. R. Dewi, A. Triwiyono, and H. Priyosulistyo, “Penilaian kondisi jembatan menggunakan BMS, BCR dan AHP untuk menentukan rekomendasi penanganan:

Studi kasus penilaian kondisi jembatan rangka baja Tulung, Yogyakarta," Simposium Nasional Teknologi Infrastruktur, 2024.

[7] R. P. Pratama, H. Vaza, H. A. Halim, and R. R. Irawan, Pengembangan Sistem Manajemen Jembatan Terpadu. Bandung, Indonesia: Puslitbang Jalan dan Jembatan, 2015.

[8] A. Y. Pratiwi, N. Chairunnisa, I. Prasetia, I. F. Radam, and R. Nurwidayati, "Bridge Management System dan Bridge Condition Rating pada evaluasi kondisi jembatan girder baja komposit di Kabupaten Tapin," Buletin Profesi Insinyur, vol. 6, no. 1, pp. 26–31, 2023.

[9] A. Y. Pratiwi, N. Chairunnisa, I. Prasetia, I. F. Radam, and R. Nurwidayati, "Bridge Management System dan Bridge Condition Rating pada evaluasi kondisi jembatan girder baja komposit di Kabupaten Tapin," Buletin Profesi Insinyur, vol. 6, no. 1, pp. 26–31, 2023.

[10] Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, Sistem Manajemen Jembatan: Panduan Prosedur Umum IBMS. Bandung, Indonesia: Departemen Pekerjaan Umum, 1993.

[11] A. I. Nurani, A. T. Pramudyaningrum, S. R. Fadhila, S. Sangadji, and W. Hartono, "Analytical Hierarchy Process (AHP), Fuzzy AHP, and TOPSIS for determining bridge maintenance priority scale in Banjarsari, Surakarta," International Journal of Science and Applied Science: Conference Series, vol. 2, no. 1, pp. 60–71, 2018.

[12] T. L. Saaty, The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation. New York, NY, USA: McGraw-Hill, 1980.

[13] R. Rakhmatika, "Penentuan urutan prioritas penanganan pemeliharaan jembatan ruas jalan nasional di Pulau Bangka Provinsi Kepulauan Bangka Belitung," Media Komunikasi Teknik Sipil, vol. 23, no. 1, 2017.