

Modifikasi Penilaian pada Sistem Manajemen Jembatan di Indonesia (*Interurban Bridge Management System*) dengan Mengimplementasikan *Condition States* dari Metode *Bridge Health Index*

Ofianto Wahyudhi¹, Akhmad Aminullah², Andreas Triwiyono³

^{1,2,3}Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Jl. Grafika, Senolowo, Sinduadi, Mlati, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55284

E-mail korespondensi: ¹ofianto.wahyudhi@mail.ugm.ac.id, ²akhmadaminullah@ugm.ac.id, ³andreas.triwiyono@ugm.ac.id

Abstrak. Urutan prioritas penanganan pada *Interurban Bridge Management System (IBMS)* di Indonesia perlu dilakukan pengembangan. Banyaknya kesamaan dalam penilaian kondisi jembatan pada metode pemeriksaan detail membuat urutan nilai kondisi pada *IBMS* menjadi kurang valid. Penelitian ini memodifikasi metode pemeriksaan detail pada *IBMS* dengan mengimplementasikan *condition states* dari metode *Bridge Health Index (BHI)* untuk kriteria penilaian struktur dan perkembangan volume kerusakan. Pada penelitian ini juga menunjukkan perbandingan nilai kondisi antara *IBMS* dan *IBMS Modifikasi*. Perbandingan ini bertujuan mengetahui performa dari perubahan penilaian pada pemeriksaan detail. Obyek penelitian dilakukan pada 5 jembatan di Yogyakarta dan 20 jembatan di Jawa Tengah. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pengimplementasian koefisien *actual health index* membuat penilaian pada pemeriksaan detail menjadi lebih obyektif dari penilaian *IBMS*. Koefisien *actual health index* dinilai sangat membantu untuk menggambarkan deteriorasi kerusakan pada tingkat elemen.

Kata kunci: *BHI, IBMS, Jembatan, Health, Index, Prioritas*

PENDAHULUAN

Jembatan merupakan elemen yang vital dalam sistem jaringan jalan. Kerusakan mengakibatkan jembatan tidak dapat berfungsi, sehingga membuat transportasi tidak lancar. Kerusakan pada jembatan merupakan masalah serius, oleh sebab itu sistem manajemen jembatan menjadi sangat penting untuk diterapkan. Pada sistem *Interurban Bridge Management System (IBMS)* di Indonesia masih terdapat kekurangan pada urutan nilai kondisinya. Banyaknya kesamaan nilai kondisi pada metode pemeriksaan detail membuat *IBMS* menjadi kurang valid. Penelitian ini memodifikasi metode pemeriksaan detail pada *IBMS* dengan mengimplementasikan *condition states* dari metode *Bridge Health Index (BHI)* untuk kriteria penilaian struktur dan perkembangan volume kerusakan. *IBMS* modifikasi bertujuan untuk mendapatkan nilai kondisi baru yang lebih obyektif, sehingga nilai kondisi menjadi lebih valid sebagai dasar pendukung pengambilan keputusan untuk prioritas penanganan jembatan.

METODE PENELITIAN

Pemeriksaan detail merupakan pemeriksaan untuk mengetahui kondisi serta mempersiapkan strategi penanganan kerusakan jembatan (Ditjen Bina Marga, 1993). Terdapat lima kriteria penilaian dalam pemeriksaan detail yaitu nilai struktur, perkembangan (volume), kerusakan, fungsi, dan pengaruh. Setiap nilai diberi angka 0 atau 1. Kriteria penilaian kondisi elemen jembatan ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Penentuan Nilai Kondisi (Ditjen Bina Marga, 1993)

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 berfungsi	0
Pengaruh (P)	Mempengaruhi elemn lain	1
	Tidak mempengaruhi elemen lain	0
Nilai Kondisi (NK)	S+R+K++F+P	0-5

Condition States

Condition states merupakan pengelompokan kondisi elemen jembatan berdasarkan pada skala tingkat kerusakannya. Penggunaan skala dalam evaluasi tingkat elemen pada *condition states* secara umum adalah *good-fair-poor-severe* (baik-cukup-buruk-rusak parah). *Goods* menunjukkan tidak ada atau hanya terjadi minor deteriorasi. *Fair* menunjukkan minor deteriorasi sampai sedang. *Poor* menunjukkan deteriorasi sedang sampai dengan deteriorasi parah. *Severe* yang merupakan kondisi yang lebih parah dari kondisi *poor*. Skala tersebut disesuaikan dengan penilaian kerusakan di lokasi pengamatan sehingga memiliki definisi yang tepat. Skala pada *condition states* merefleksikan proses deteriorasi jembatan akibat dampak dari penggunaan jembatan atau beban lalu lintas.

Koefisien Actual Health Index

Koefisien *health index* merupakan faktor pengali yang diterapkan pada *condition states*. Nilai koefisien *health index* menunjukkan jika semakin parah kerusakan dari elemen jembatan maka semakin besar pengaruh terhadap nilai kerusakan dari elemen tersebut. Penentuan koefisien *health index* dapat dihitung dengan persamaan 1 (Adams dan Kang, 2009).

$$k_s = \frac{n-s}{n-1}, s = 1,2,3,4 \dots, n \quad (1)$$

Koefisien n merupakan banyaknya pengaplikasian dari *conditions states* dan s merupakan *index condition states*. *Condition states* yang digunakan adalah 3 – 5 tergantung pada kriteria dari standar penilaiannya. Koefisien *health index* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Koefisien *Health Index* (Adams dan Kang, 2009)

Number of Condition States	States 1	States 2	States 3	States 4	States 5
5	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00
4	1.00	0.67	0.33	0.00	
3	1.00	0.50	0.00		

Penelitian ini menggunakan koefisien *actual health index* yang didapatkan dari penelitian 30.256 jembatan sebagai dasar perumusan koefisiennya (Xin Jiang, 2012). Penggambaran deteriorasi dari kerusakan elemen jembatan tersebut dinilai lebih obyektif dengan penggunaan koefisien *actual health index*. Koefisien tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Koefisien *Actual Health Index* (Xin Jiang, 2012)

Number of Condition States	States 1	States 2	States 3	States 4	States 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		

METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengembangkan sistem manajemen jembatan di Indonesia terutama pada metode pemeriksaan detail. Pada pemeriksaan detail untuk penilaian level 5 ditambahkan *condition states* pada dua kriteria penilaian. Pertama kerusakan struktur dinilai melalui pengukuran kuantitas per unit satuan serta mengkategorikan kerusakan dalam *conditions states*. Kedua perkembangan volume kerusakannya dinilai berdasarkan perbandingan antara volume yang rusak dengan volume dalam kondisi baik sesuai dengan kriteria kerusakan yang ada.

Tujuan pengaplikasian *condition states* pada level 5 untuk melihat secara lebih objektif pengaruh kerusakan berdasarkan kuantitas kerusakannya bukan sekedar penilaian secara visual semata. Selain itu, *condition states* juga menunjukkan deteriorasi dari kerusakan elemennya, sehingga semakin parah kerusakannya maka akan berdampak semakin buruk penilaian kondisinya.

Studi kasus dalam penelitian ini adalah 5 jembatan di Yogyakarta, dan data sekunder dari IBMS di Jawa Tengah dengan pemeriksaan detail 20 jembatan tahun 2016. Penilaian pada pemeriksaan detail akan dianalisis ulang dengan metode pemeriksaan detail pada sistem IBMS modifikasi.

Tahapan Pengumpulan Data

Penelitian ini memerlukan data pemeriksaan detail jembatan. Data penelitian ini dibagi menjadi data primer dan sekunder. Data primer didapatkan dari pemeriksaan detail secara langsung di lapangan pada 5 jembatan di Yogyakarta yaitu Jembatan Deggung, Gajah Wong, Gajah Wong C, Gandekan, dan Tambak Bayan, sedangkan data sekunder merupakan data hasil pemeriksaan detail dari 20 jembatan di Jawa Tengah tahun 2016. Data sekunder berguna sebagai pendukung pada penelitian ini.

Tahapan Analisis Data

Beberapa tahapan analisis terdapat dalam penelitian ini, pertama tahapan analisis penilaian kondisi jembatan. Pada tahap penilaian kondisi jembatan terdapat dua metode penilaian yang digunakan pada penelitian ini. Metode pertama adalah pemeriksaan detail pada sistem IBMS dengan kriteria penilaian yang disusun berdasarkan lima kriteria utama yaitu nilai struktur, perkembangan (volume), kerusakan, fungsi, dan pengaruh. Masing-masing kriteria dinilai 0 untuk kondisi yang buruk dan 1 untuk kondisi yang baik, kemudian penilaian dari masing-masing kriteria dijumlahkan untuk mendapatkan nilai kondisinya berdasarkan pengamatan visual.

Metode kedua adalah pemeriksaan detail pada sistem IBMS dengan mengimplementasikan *condition states* dari metode BHI untuk penilaian struktur dan perkembangan volume kerusakannya untuk penilaian tingkat elemen pada level 5. Penilaian tingkat elemen pada metode BHI dinilai berdasarkan pada kerusakan dari tiap elemennya. Kerusakan

diukur dalam kuantitas per unit satuannya dengan kriteria untuk kondisi terbaik adalah *condition states* 1 dan untuk kondisi yang terburuk *condition states* 4 atau lebih tergantung pada jumlah penggunaan *condition states*nya. Penelitian ini menampilkan perbandingan penilaian struktur dan perkembangan volume kerusakan pada level 5 antara sistem IBMS dan IBMS Modifikasi. Perbandingan ini bertujuan mengetahui performa dari perubahan penilaian pada IBMS modifikasi

PENDAHULUAN

Tahapan Analisis Data

Perbandingan ini berfungsi untuk melihat perbedaan hasil penilaian dari metode pemeriksaan detail IBMS dan IBMS modifikasi. Contoh perbandingan nilai kondisi kerusakan struktur dan perkembangan volume kerusakannya pada Jembatan Tambak Bayan dapat dilihat pada Tabel 4. Tabel tersebut menunjukkan bahwa IBMS modifikasi lebih objektif karena kerusakan dinilai berdasarkan pada volume kuantitas dan pengelompokan tingkat keparahan kerusakannya pada elemen di level 5.

Tabel 4. Perbandingan penilaian kerusakan pada kerusakan struktur dan volume kerusakan jembatan Tambak Bayan

Elemen yang Rusak		Kerusakan		Nilai Kondisi pada Level 5			
Kode	Uraian	Kode	Uraian	Nilai Struktur (S)		Nilai Perkembangan (K)	
				IBMS	IBMS Modifikasi	IBMS	IBMS Modifikasi
4.212	Aliran utama	501	Sedimentasi	1	0.05	0	0.07
4.224	Pasangan batu kosong	511	Bagian yang hilang	1	0.07	0	0.07
		521	Scouring	1	0.12	0	0.12
4.227	Dinding penahan tanah	522	Retak	0	0.22	0	0.22
4.323	Abutment wall	205	Pecah atau hilangnya sebagian dari beton	1	0.03	0	0.03
4.323	Abutment wall	205	Pecah atau hilangnya sebagian dari beton	1	0.10	0	0.10
		551	Kepala jembatan bergerak	1	0.09	0	0.09
		551	Kepala jembatan bergerak	1	0.02	0	0.02
4.324	Wing wall	202	Retak	0	0.05	0	0.05
4.411	Gelagar	201	Beton keropos	1	0.07	0	0.07
4.502	Pelat lantai	201	Beton keropos	1	0.04	0	0.04
4.506	Trotoar/Kerb	733	Bagian yang hilang	1	0.04	0	0.04
4.723	Kabel listrik	922	Bagian yang hilang	0	0.03	1	0.03

Berikut ini adalah perhitungan nilai kondisi untuk kerusakan struktur dan perkembangan volume pada IBMS modifikasi pada elemen (4.224) pasangan batu kosong untuk kerusakan *scouring* (521) di Jembatan Tambak bayan.

$$\text{Total elemen saat ini} = 16.51 \cdot 1 + 0 \cdot 0.54 + 0 \cdot 0.21 + 2.34 \cdot 0 = 16.51$$

$$\text{Total elemen keseluruhan} = 18.85$$

$$\text{Nilai struktur (S)} = 1 - (16.51 / 18.85) = 0.12$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai perkembangan volume (K)} &= \text{Total kerusakan pada kondisi 1 sampai 4 / Total nilai elemen} \\ &\quad \text{keseluruhan} \\ &= 2.34 / 18.85 = 0.12 \end{aligned}$$

Penilaian pada elemen pasangan batu kosong untuk kerusakan *scouring* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 5. Penilaian kerusakan struktur dan volume kerusakan pada jembatan Tambak Bayan untuk kerusakan *scouring* (521) pada elemen pasangan batu kosong (4.224)

Kerusakan Elemen	Kode Kerusakan	Total Kuantitas	Kondisi Kerusakan 1		Kondisi Kerusakan 2		Kondisi Kerusakan 3		Kondisi Kerusakan 4	
			Kuantitas	%	Kuantitas	%	Kuantitas	%	Kuantitas	%
<i>Scouring</i>	521	18.85	16.51	87.59	0.00	0.00	0.00	0.00	2.34	12.41
Efektif elemen kuantitas		18.85	16.51	87.59	0.00	0.00	0.00	0.00	2.34	12.41
Status		Ok								
Total nilai elemen saat ini		16.51								
Total nilai elemen keseluruhan		18.85								
Nilai struktur (S)		0.12								
Nilai perkembangan volume(K)		0.12								

Data Perbandingan Prioritas Berdasarkan Nilai Kondisi pada Sistem IBMS dan IBMS Modifikasi

Perbandingan antara nilai kondisi IBMS dan IBMS modifikasi bertujuan untuk melihat perbedaan susunan prioritas pada kedua sistem. Perbandingan dilakukan pada 5 Jembatan di Yogyakarta dan 20 jembatan di Jawa Tengah. Pada Tabel 6 dan 7 menunjukkan bahwa IBMS modifikasi yang mengimplementasikan *condition states* dinilai lebih objektif dan valid dalam penentuan nilai kondisinya karena tidak ada kesamaan pada penilaiannya.

Tabel 6. Perbandingan Prioritas Berdasarkan Nilai Kondisi pada Jembatan di Yogyakarta

IBMS		IBMS Modifikasi	
Nama Jembatan	Nilai Kondisi	Nama Jembatan	Nilai Kondisi
Denggung	2	Denggung	1.03
Gajah Wong C	2	Gajah Wong C	1.56
Tambak Bayan	2	Tambak Bayan	2.21
Gajah Wong	3	Gandekan	3.15
Gandekan	3	Gajah Wong	3.50

Tabel 7. Perbandingan Prioritas Berdasarkan Nilai Kondisi pada di Jawa Tengah

IBMS		IBMS Modifikasi	
Nama Jembatan	Nilai Kondisi	Nama Jembatan	Nilai Kondisi
Kol Sunandar A	2	Gambas A	1.57
Bengawan Solo Cepu B	2	Mengaji	1.63
Trengguli	3	Bengawan Solo Cepu B	2.05
Pekijingan A	3	Glonggong B	2.13
Gambas A	3	Cileumeuh II	2.14
Blukar B	3	Blukar B	2.17
Pening A	3	Pekijingan A	2.20
Cileumeuh II	3	Tanduk	2.31
Cilanggir	3	Tutang Rawa Pening	2.32
Tutang Rawa Pening	3	Anyar	2.33
Tanduk	3	Pening A	2.35
Glonggong B	3	Kol Sunandar A	2.46
Kenatan 1 B	3	Grandu	2.47

Tabel 7. Tabel Lanjutan

IBMS		IBMS Modifikasi	
Nama Jembatan	Nilai Kondisi	Nama Jembatan	Nilai Kondisi
Grandu	3	Trengguli	2.50
Mengaji	3	Cilanggir	2.79
nawangwulan	3	Kenatan 1 B	2.85
Anyar	3	brogowonto B	3.22
Progo Krangen A	4	nawangwulan	3.35
brogowonto B	4	Progo Krangen A	4.00
Sapi A	5	Sapi A	5.00

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pengimplementasian *condition states* membuat penilaian pada pemeriksaan detail menjadi lebih objektif dari penilaian IBMS. Penggunaan *condition states* juga menunjukkan



penilaian terhadap deteriorasi dari elemen jembatan, sehingga terdapat perbedaan penilaian antara kerusakan yang ringan dan yang berat dalam penentuan nilai kondisinya. Selain itu, skala yang digunakan untuk menentukan nilai kondisi pada IBMS modifikasi lebih lebar dari 0,00 sampai 1,00 tidak lagi menggunakan 0 atau 1, sehingga urutan nilai kondisi yang dihasilkan tidak terdapat kesamaan.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO.(2010). *AASHTO Bridge Element Guide Manual*. Washington, D.C.
- Adams, T.M. dan Myungook, (2009). *Sensitivity Analysis of Bridge Health Index to Element Failure Costs and Conditions*. Madison.
- Dirjen Bina Marga. (1993). *Panduan Pemeriksaan Jembatan*. Departemen Pekerjaan Umum RI-Australian International Development Assistance Bureau. Jakarta.
- Jiang, X. (2012). *Analysis of Bridge Health Index For The City and Conty of Denver*. *M.S. Thesis* University of Colorado, Colorado.
- Ryan, T.W, Mann, J.E., Chill, Z.M. & Ott, B.T., (2012). *Bridge Inspector's Reference Manual*.Virginia.