



Analisis Kondisi Berdasarkan Tingkat Kerusakan Jembatan Menggunakan Metode Bridge Manajemen System (Studi 3 Jembatan Nasional Pada Ruas Jalan Ambon-Passo)

Hamkah¹, Penina T. Istia², Hadi Purwanto³, dan Frans Bartoloma Romiwi⁴

^{1, 2, 3, 4}Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ambon

Frans Bartoloma Romiwi, E-mail: fransromiwi@gmail.com

Abstrak

Jembatan merupakan prasarana transportasi darat memiliki peranan sangat penting untuk kelancaran sistem jaringan yang menunjang kegiatan pusat perekonomian masyarakat, menunjang aksesibilitas antara satu kota dengan perkotaan lainnya, ataupun antara perkotaan dengan desa, dan antara satu desa dengan desa lainnya. Penelitian ini bertujuan menentukan program penanganan 3 jembatan pada ruas jalan nasional Ambon – Passo yang dipilih berdasarkan umur telah melampaui 10 tahun berdasarkan penilaian kondisi menggunakan metode Bridge Management System (BMS). Penelitian mencakup semua elemen struktur maupun bangunan pelengkap menggunakan tolak ukur nilai 5 untuk level kondisi terparah hingga nilai 0 untuk level kondisi baik. Elemen jembatan dinilai berdasarkan 5 kriteria, masing-masing: Struktur (S) dengan nilai 1 bila berbahaya dan 0 bila tidak berbahaya, Tingkat kerusakan (R) dinilai 1 bila parah dan 0 bila tidak parah, Kuantitas (K) nilai 1 bila lebih dari 50% dan 0 bila kurang 50%, Fungsi (F) nilai 1 bila tidak berfungsi dan 0 bila berfungsi, serta Pengaruh (P) nilai 1 bila mempengaruhi elemen lain dan 0 bila tidak mempengaruhi. Hasil analisis 3 jembatan nasional pada ruas jalan Ambon-Passo di Kota Ambon diperoleh nilai kondisi terkini dan jenis penanganan masing-masing: 1). Jembatan Wai Lapu nilai kondisi 5, diusulkan program penanganan Penggantian, 2). Jembatan Wai Yate nilai kondisi 2, diusulkan program penanganan Pemeliharaan Rutin/Berkala, 3). Jembatan Wai Roman nilai kondisi 3, diusulkan program penanganan Rehabilitasi lantai jembatan.

Kata kunci: kondisi jembatan, bridge manajemen system

1. Pendahuluan

Salah satu infrastruktur yang memiliki peranan sangat penting dalam suatu jaringan jalan adalah jembatan, dimana kelancaran prasarana transportasi darat ditentukan oleh kondisi jembatan sehingga menjadi satu sistem jaringan yang menunjang kelancaran kegiatan perekonomian masyarakat, menunjang aksesibilitas antara satu kota dengan perkotaan lainnya, ataupun antara perkotaan dengan desa, dan antara satu desa dengan desa lainnya. Terdapat 3 jembatan di Kota Ambon telah berumur lebih dari 10 tahun merupakan jembatan nasional dari konstruksi beton, dalam masa layanannya terdapat kerusakan elemen jembatan antara lain pada sambungan lantai yang teridentifikasi pada keretakan aspal arah memanjang, lantai jembatan yang berlubang dan permukaan kasar diakibatkan buruknya sistem drainase. Kerusakan lainnya terlihat pada tiang sandaran dan abutment mengalami keruntuhan akibat terjadinya longsor, terjadi rembesan pada elemen gelagar jembatan dan lain-lain. Kondisi jembatan ini membuat masyarakat pengguna jalan tidak merasa nyaman apabila melintasi 3 jembatan pada ruas jalan nasional di Kota Ambon.

Metode penilaian kondisi jembatan, diantaranya dapat digunakan Bridge Management System (BMS) yang umumnya digunakan sebagai penilaian tahap awal pada jembatan. Dirjen Bina Marga (1993) menyatakan, *Bridge Management System (BMS)* Selain itu, BMS menjamin bahwasanya semua kegiatan penanganan jembatan dilaksanakan sesuai dengan standarnya.

2. Metode

Penelitian jembatan di 3 lokasi terpisah pada ruas jalan nasional Ambon – Passo Kota Ambon, yaitu: a. Jembatan Wai Lapu, terletak di Desa Halong, b. Jembatan Wai Yate, terletak di Desa Lateri, dan c. Jembatan Wai Roman, terletak di Desa Passo. Penelitian dilakukan 2 tahap pemeriksaan yaitu: 1). Pemeriksaan Inventarisasi, dan 2). Pemeriksaan Detail. Analisis data hasil pemeriksaan inventarisasi dan pemeriksaan detail jembatan merujuk pada manual standar bridge management system (BMS) dan Pedoman Bina Marga (Bina Marga, 2011). Langkah pemeriksaan inventarisasi jembatan secara umum di mulai dengan menentukan lokasi tinjauan, persiapan survei lapangan, pengumpulan data yang terdiri dari: data administrasi, data teknis dan data bangunan pelengkap. Identifikasi kerusakan elemen struktur jembatan dikategorikan atas 5 level kriteria. Pemeriksaan detail untuk menilai dan mendata secara akurat kondisi dan kerusakan elemen jembatan serta penentuan nilai kondisi jembatan. Prosedur pemeriksaan detail mencakup identifikasi: Daftar elemen yang rusak, lokasi elemen yang rusak dan penilaian kondisi. Penelitian mencakup semua elemen struktur maupun bangunan pelengkap jembatan menggunakan tolak ukur nilai 5 untuk level kondisi terparah hingga nilai 0 untuk level kondisi baik. Elemen jembatan dinilai berdasarkan 5 kriteria, masing-masing: Struktur (S) dengan nilai 1 bila berbahaya dan 0 bila tidak berbahaya, Tingkat kerusakan (R) dinilai 1 bila parah dan 0 bila tidak parah, Kuantitas (K) nilai 1 bila lebih dari 50% dan 0 bila kurang 50%, Fungsi (F) nilai 1 bila tidak berfungsi dan 0 bila berfungsi, serta Pengaruh (P) nilai 1 bila mempengaruhi elemen lain dan 0 bila tidak mempengaruhi elemen jembatan lainnya. Perhitungan sisa umur jembatan digunakan persamaan yang mengacu peraturan yang dikeluarkan Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga (Bina Marga, 2011),

3. Hasil Pemeriksaan

3.1 Inventarisasi Jembatan Wai Lapu

Data administrasi dan jenis struktur utama jembatan hasil inventarisasi antara lain:

Nama jembatan	: Jembatan Wai Lapu
Lokasi jembatan	: Desa Halong
Nomor jembatan	: 60003001
Masa layanan	: 50 tahun
Tahun pembangunan	: 2011
Tipe bangunan atas	: Gelagar beton
Panjang jembatan	: 8,75 meter
Lebar jembatan	: 16,5 meter
Jumlah bentang	: 1 bentang
Jenis lintasan	: Sungai

3.2 Pemeriksaan Detail Jembatan Wai Lapu

Pemeriksaan detail setelah kelongsoran dikhususkan Sandaran beton dan Abutmen.

1. Elemen Sandaran (4.621)

Visual pagar sandaran pecah bahkan sebagian beton telah hilang (205) ditunjukkan Gambar 1, hasil pemeriksaan detail dan perolehan nilai kondisi (NK) disajikan Tabel 1.



Gambar 1. Keruntuhan Elemen Sandaran Akibat Longsor

Tabel 1. Kondisi Elemen Sandaran Jembatan

Elemen	S	R	K	F	P	NK	Tingkat kerusakan
Sandaran	1	1	1	1	1	5	Elemen runtuh atau tidak berfungsi lagi

2. Elemen Abutment (4.323)

Visual Abutmen pecah bahkan sebagian beton telah hilang (205) ditunjukkan pada Gambar 2, hasil pemeriksaan detail dan perolehan nilai kondisi (NK) disajikan Tabel 2.



Gambar 2. Keruntuhan Elemen Abutmen Akibat Longsor

Tabel 2. Kondisi Elemen Abutment Jembatan

Elemen	S	R	K	F	P	NK	Tingkat kerusakan
Abutment	1	1	1	1	1	5	Elemen runtuh atau tidak berfungsi lagi

3.3 Inventarisasi Jembatan Wai Yate

Data administrasi dan jenis struktur utama jembatan hasil inventarisasi antara lain:

- Nama jembatan : Jembatan Wai Yate
- Lokasi jembatan : Lateri
- nomor jembatan : 600020040
- Masa layan : 50 tahun
- Tahun pembangunan : 2012
- Tipe bangunan atas : Gelagar
- Panjang jembatan : 39 meter
- Lebar jembatan : 14,40 meter
- Jumlah bentang : 1 bentang
- Jenis lintasan : Sungai

3.4 Pemeriksaan Detail Jembatan Jembatan Wai Yate

Pemeriksaan detail dikhususkan elemen expansion joint dan lapis perkerasan.

1. Expansion joint (4.600)

Expansion joint pada jembatan Wai Yate mengalami kerusakan berupa retak pada permukaan aspal ditunjukkan Gambar 3 akibat pergerakan sambungan lantai (806). Hasil pemeriksaan detail dan perolehan nilai kondisi (NK) disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kondisi Expansion Joint Jembatan

Elemen	S	R	K	F	P	NK	Tingkat kerusakan
Expansion joint	0	1	0	0	1	2	Kerusakan yang memerlukan pemantauan atau pemeliharaan



Gambar 3. Expansion Joint Terjadi Kretakan

2. Lapis perkerasan (4.233)

Lapis perkerasan aspal pada jembatan Wai Yate mengalami kerusakan berupa permukaan berlubang ditunjukkan Gambar 4 akibat aging/durabilitas aspal (723). Hasil pemeriksaan detail dan perolehan nilai kondisi (NK) disajikan pada Tabel 4.



Gambar 4. Lapis Perkerasan Berlubang

Tabel 4. Kondisi Elemen Lapis Perkerasan Jembatan

Elemen	S	R	K	F	P	NK	Tingkat kerusakan
Lapis perkerasan	0	1	0	0	1	2	Kerusakan yang memerlukan pemantauan atau pemeliharaan

3.5 Inventarisasi Jembatan Wai Roman

Data administrasi dan jenis struktur utama jembatan hasil inventarisasi antara lain:

- Nama jembatan : Jembatan Wai Roman
- Lokasi jembatan : Passo
- nomor jembatan : 600040010
- Masa layan : 50 tahun
- Tahun pembangunan : 2012
- Tipe bangunan atas : Gelagar
- Panjang jembatan : 11,62 meter
- Lebar jembatan : 18,30 meter
- Jumlah bentang : 1 bentang
- Jenis lintasan : Sungai

3.6 Pemeriksaan Detail Jembatan Wai Roman

Pemeriksaan detail dikhususkan elemen lapisan perkerasan, expansion joint, gelagar. Dan lantai jembatan.

1. *Lapisan Perkerasan (4.233)*

Kerusakan lapis perkerasan aspal pada jembatan Wai Roman berupa permukaan kasar (722) ditunjukkan pada Gambar 5 dan kerusakan berupa permukaan perkerasan berlubang (723) yang ditunjukkan Gambar 6, kerusakan akibat *aging*/durabilitas aspal menurun. Pengaruh kerusakan ini menimbulkan beban kejut tambahan pada jembatan. Pemeriksaan detail dan perolehan nilai kondisi (NK = 3) diuraikan Tabel 5.



Gambar 5. Lapis Permukaan Kasar

Tabel 5. Kondisi Elemen Lapis Perkerasan Jembatan

Elemen	S	R	K	F	P	NK	Tingkat kerusakan
Lapis perkerasan	1	1	1	0	0	3	Kerusakan yang membutuhkan perhatian



Gambar 6. Lapis Perkerasan Berlubang

2. *Expantion Joint (4.600)*

Expantion joint jembatan Wai Roman mengalami kerusakan berupa retak pada aspal disebabkan pergerakan sambungan lantai (806) yang tidak bebas oleh pengaruh muai/susut. Retak pada sambungan (*expantion joint*) ditunjukkan pada Gambar 7. Pemeriksaan detail elemen dan perolehan nilai kondisi (NK = 3) diuraikan Tabel 6.



Gambar 7. Retak Pada Sambungan Muai/susut

Tabel 6. Kondisi Elemen *Expantion Jonit* Jembatan

Elemen	S	R	K	F	P	NK	Tingkat kerusakan
Expasion joint	1	1	1	0	0	3	Kerusakan yang membutuhkan perhatian

3. *Gelagar Beton (4.411)*

Gelagar jembatan Wai Roman mengalami kerusakan berupa keropos (201) yang dipengaruhi oleh rembesan dari elemen lantai jembatan. Kerusakan ini berpengaruh pada elemen diafragma seperti ditunjukkan pada Gambar 8 dan Gambar 9. Hasil pemeriksaan detail elemen dan perolehan nilai kondisi (NK= 2) diuraikan Tabel 7.



Gambar 8. Beton Keropos Pada Elemen *Gelagar* Jembatan

Tabel 7. Kondisi Elemen Gelagar Jembatan

Elemen	S	R	K	F	P	NK	Tingkat kerusakan
Gelagar	1	0	0	0	1	2	Kerusakan yang memerlukan pemantauan atau pemeliharaan

4. Lantai Jembatan Beton (201)

Lantai jembatan Wai Roman mengalami kerusakan berupa rembesan (201) yang mempengaruhi elemen gelagar jembatan. Kerusakan ini juga berpengaruh pada elemen diafragma seperti ditunjukkan pada Gambar 9. Hasil pemeriksaan detail elemen dan perolehan nilai kondisi (NK = 2) disajikan pada Tabel 8.



Gambar 9. Rembesan Pada Elemen Lantai Jembatan

Tabel 8. Kondisi Elemen Lantai Jembatan

Elemen	S	R	K	F	P	NK	Tingkat kerusakan
Lantai Jembatan	1	0	0	0	1	2	Kerusakan yang memerlukan pemantauan atau pemeliharaan

3.7 Sisa Umur Jembatan

Sisa umur jembatan dipengaruhi oleh kondisi jembatan, sedangkan kondisi jembatan dipengaruhi oleh tingkat kerusakan jembatan (Alamsyah, 2021), Perhitungan sisa umur jembatan dapat menggunakan persamaan berikut (Hariman dkk, 2007).

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

- NK : Nilai Kondisi
- Y : Umur Jembatan Beton (Tahun)
- N : Umur Rencana (Tahun)
- a : Koefisien (4,66)
- b : Koefisien(1,9051)

4. Pembahasan

Setelah melakukan analisis kerusakan elemen 3 jembatan dan penilaian kondisi, pembahasan selanjutnya dengan skrining sisa umur jembatan berdasarkan nilai kondisi tertinggi (Kumalasari, 2020) yang diperoleh atau kondisi terburuk yang ditinjau dari beberapa elemen jembatan.

4.1 Skrining Teknis Jembatan Wai Lapu

Skrining sisa umur jembatan Wai Lapu dengan nilai kondisi 5 dikategorikan buruk sehingga usulan penanganan berdasarkan Tabel 9 diusulkan untuk penggantian

jembatan. Untuk mendukung usulan program, dilakukan skrining dengan perhitungan sisa umur jembatan menggunakan persamaan (1).

Tabel 9. Skrining Teknis Jembatan Wai Lapu

Nama Jembatan	Nilai Kondisi	Kategori	Usulan Penanganan
Wai Lapu	5	Buruk/runtuh	Penggantian Jembatan

Sumber : Analisa data, 2023

4.2 Sisa Umur Jembatan Wai Lapu

Sisa umur jembatan Wai Lapu berdasarkan persamaan (1) dapat diturunkan berdasarkan asumsi umur rencana (N) 50 tahun dan umur beton (Y).

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

Jika, NK = 5, N = 50, a = 4,66 dan b = 1,9051

Maka:

$$5 = 5 - \left[\frac{\left(100 - \frac{Y}{50\%}\right)}{4,66} \right]^{1/1,9051}$$

$$\left[\frac{\left(100 - \frac{Y}{50\%}\right)}{4,66} \right]^{0,5249} = 5 - 5$$

$$\left[\frac{\left(100 - \frac{Y}{50\%}\right)}{4,66} \right]^{0,5249} = 0$$

$$\sqrt[0,5249]{\left[\frac{\left(100 - \frac{Y}{50\%}\right)}{4,66} \right]^{0,5249}} = 0$$

$$\frac{100 - \frac{Y}{50\%}}{4,66} = 0$$

$$100 - \frac{Y}{50\%} = 0 \times 4,66$$

$$100 - \frac{Y}{50\%} = 0$$

$$100 = \frac{Y}{50\%}$$

$$100 \times 50\% = Y$$

$$100 \times \frac{50}{100} = Y$$

$$50 = Y$$

$$Y = 50 \text{ Tahun}$$

Prediksi umur jembatan normal untuk Jembatan Wai Lapu dengan nilai kondisi 5 adalah 50 tahun. Oleh karena itu prediksi sisa umur berdasarkan metode BMS adalah 50 – 50 = 0 Tahun.

4.3 Skrining Teknis Jembatan Wai Yate

Skrining sisa umur jembatan Wai Yate dengan nilai kondisi 2 dikategorikan rusak ringan sehingga usulan penanganan berdasarkan Tabel 10 diusulkan untuk pemeliharaan rutin. Untuk mendukung usulan program, dilakukan skrining dengan perhitungan sisa umur jembatan menggunakan persamaan (1).

Tabel 10. Skrining Teknis Jembatan Wai Yate

Nama Jembatan	Nilai Kondisi	Kategori	Usulan Penanganan
Wai Yate	2	Rusak ringan	Pemeliharaan rutin

Sumber : Analisa data, 2023

4.4 Sisa Umur Jembatan Wai Yate

Sisa umur jembatan Wai Yate berdasarkan persamaan (1) dapat diturunkan berdasarkan asumsi umur rencana (N) 50 tahun dan umur beton (Y).

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

Jika, NK = 2, N = 50, a = 4,66 dan b = 1,9051

Maka:

$$2 = 5 - \left[\frac{\left(100 - \frac{Y}{50\%}\right)}{4,66} \right]^{1/1,9051}$$

$$\left[\frac{\left(100 - \frac{Y}{50\%}\right)}{4,66} \right]^{0,5249} = 5 - 2$$

$$\left[\frac{\left(100 - \frac{Y}{50\%}\right)}{4,66} \right]^{0,5249} = 3$$

$$\sqrt[0,5249]{\left[\frac{\left(100 - \frac{Y}{50\%}\right)}{4,66} \right]^{0,5249}} = 3$$

$$\frac{100 - \frac{Y}{50\%}}{4,66} = 0,5249 \sqrt[3]{3}$$

$$100 - \frac{Y}{50\%} = 8,11 \times 4,66$$

$$100 - \frac{Y}{50\%} = 37,7926$$

$$100 - 37,7926 = \frac{Y}{50\%}$$

$$62,2074 \times 50\% = Y$$

$$62,2074 \times \frac{50}{100} = Y$$

$$31,103 = Y$$

$$Y = 31,103 \text{ Tahun}$$

Prediksi umur jembatan normal untuk Jembatan Wai Yate dengan nilai kondisi 2 adalah 31 tahun. Oleh karena itu prediksi sisa umur berdasarkan metode BMS adalah 50 - 31 = 19 Tahun.

4.5 Skrining Teknis Jembatan Wai Roman

Skrining sisa umur jembatan Wai Roman dengan nilai kondisi 3 dikategorikan rusak ringan sehingga usulan penanganan berdasarkan Tabel 11 diusulkan untuk rehabilitasi lantai jembatan. Untuk mendukung usulan program, dilakukan skrining dengan perhitungan sisa umur jembatan menggunakan persamaan (1).

Tabel 11. Skrining Teknis Jembatan Wai Roman

Nama Jembatan	Nilai Kondisi	Kategori	Usulan Penanganan
Wai Roman	3	Rusak berat	Rehabilitasi Lantai Jembatan

Sumber : Analisa data, 2023

4.6 Sisa Umur Jembatan Wai Roman

Sisa umur jembatan Wai Yate berdasarkan persamaan (1) dapat diturunkan berdasarkan asumsi umur rencana (N) 50 tahun dan umur beton (Y).

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

Jika, NK = 3, N = 50, a = 4,66 dan b = 1,9051

Maka:

$$3 = 5 - \left[\frac{\left(100 - \frac{Y}{50\%}\right)}{4,66} \right]^{1/1,9051}$$

$$\left[\frac{\left(100 - \frac{Y}{50\%}\right)}{4,66} \right]^{0,5249} = 5 - 3$$

$$\left[\frac{\left(100 - \frac{Y}{50\%}\right)}{4,66} \right]^{0,5249} = 2$$

$$\sqrt[0,5249]{\left[\frac{\left(100 - \frac{Y}{50\%}\right)}{4,66} \right]^{0,5249}} = 2$$

$$\frac{100 - \frac{Y}{50\%}}{4,66} = 0,5249 \sqrt{2}$$

$$100 - \frac{Y}{50\%} = 3,75 \times 4,66$$

$$100 - \frac{Y}{50\%} = 17,475$$

$$100 - 17,475 = \frac{Y}{50\%}$$

$$82,525 \times 50\% = Y$$

$$82,525 \times \frac{50}{100} = Y$$

$$41,2625 = Y$$

$$Y = 41,26 \text{ Tahun}$$

Prediksi umur jembatan normal untuk Jembatan Wai Yate dengan nilai kondisi 3 adalah 41 tahun. Oleh karena itu prediksi sisa umur berdasarkan metode BMS adalah 50 – 41 = 9 Tahun.

5. Kesimpulan

Hasil analisis kondisi tiga jembatan nasional pada ruas jalan Ambon-Passo di Kota Ambon, diperoleh kondisi terkini dan kebutuhan program 3 jembatan. Jembatan Wai Lapu nilai kondisi 5 sehingga diusulkan program penanganan penggantian disebabkan umur jembatan sisa 0 Tahun, Jembatan Wai Yate nilai kondisi 2, diusulkan program penanganan pemeliharaan rutin atau berkala disebabkan umur Jembatan masih tersisa 19 tahun, dan Jembatan Wai Roman nilai kondisi 3, diusulkan program penanganan rehabilitasi lantai, disebabkan umur Jembatan terhitung masih tersisa 9 tahun.

Daftar Rujukan

- Alamsyah, D. F, 2021, Analisis Kondisi Jembatan Untuk Menentukan Prioritas Penanganan Dengan Menggunakan Bridge Management System BMS (Studi Kasus Jembatan Wilayah Kabupaten Jombang), Doctoral disertation, Universitas Narotama.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, Februari 1993, Sistem Manajemen Jembatan. Departemen PU. Jakarta.
- Hariman, F., Harry Cristady H, Andreas Triwiyono, 2007, Evaluasi Dan Program Pemeliharaan Jembatan Dengan Metode Bridge Management System (BMS), Yogyakarta : Jurnal Forum Teknik Sipil No. XVII/3-September 2007.
- Bina Marga. 2011. Pedoman Pemeriksaan Jembatan. Kementerian Pekerjaan Umum: Direktorat Jenderal Bina Marga No.005-01/P/BM/2011. Jakarta.

- Kumalasari D, Sumargo S, 2020, Investigasi Visual Jembatan Kp. Keling A Dan B Menggunakan Metode Bridge Management System (BMS), *TEKNIKA*, 14 (2), 103 - 111.
- Mahaputra, A. R, Fitriani H., Sarino S, 2018, Penilaian kondisi Jembatan Berdasarkan Analisis Tingkat Kerusakan Jembatan Dengan Metode Bridge Management System (Studi Kasus: Empat Jembatan Nasional pada Ruas Jalan di Kabupaten Oku), Doctoral dissertation, Sriwijaya University.
- Marshando, P., & Sumargo, S. 2020. Penilaian Kondisi, Solusi Penanganan, Dan Prediksi Umur Sisa Jembatan Way Kendawai I Bandar Lampung Menggunakan Bridge Management System (Bms). *Jurnal Teknik Sipil*, 16(1), 39-49.
- Ratnaningsih, A., Arifin, S, 2016, Evaluasi Dan Penanganan Jembatan Suren Di Kecamatan Ledokombo Kabupaten Jember.
- Satmoko, T. A, 2020, Evaluasi Jembatan Dengan Metode Bridge Management System (BMS) (Studi Kasus: Jembatan Bogem, Prambanan) (Bridge Evaluation Using Bridge Management System (BMS)) (Study Case: Bogem Bridge, Prambanan).