



ANALISIS KERUSAKAN EXPANSION JOINT PADA JEMBATAN MANGKURAWANG DENGAN METODE BRIDGE MANAGEMENT SYSTEM (BMS)

Muhammad Denny Wardhana , Insan Kamil, Joko Suryono

Politeknik Negeri Samarinda, Indonesia

DOI: <https://doi.org/10.26623/teknika.v21i1.12426>

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Disubmit 15 Juli 2025

Direvisi 8 Januari 2026

Disetujui 21 Oktober 2026

Keywords:

Bridge; Expansion Joint; Gap

Abstrak

Jembatan Mangkurawang, jembatan yang melintas di Tenggarong, memainkan peran penting dalam arus transportasi baik barang maupun orang. Melihat dari umur jembatan, masalah dapat terjadi terutama karena sambungan ekspansi yang ada telat merapat. Penelitian ini melakukan analisis kerusakan terhadap kemampuan pergerakan expansion joint. Data primer maupun sekunder untuk menunjang analisis kondisi expansion joint Jembatan Mangkurawang sesuai dengan situasi nyata di lapangan. Hasil dari perhitungan perencanaan expansion joint pada Jembatan Mangkurawang memiliki nilai celah minimum 17,62 mm, dari nilai displacement pada analisa SAP2000 memiliki nilai 72 mm pada suhu maksimum yaitu 40°C, dan dari pengukuran celah di lapangan memiliki nilai 7,8 mm. Dari ketiga perbandingan tersebut diambil celah yang terdapat di lapangan, yang menandakan bahwa celah tersebut dibawah nilai minimum. Maka dari itu, dari analisis tersebut expansion Joint Jembatan Mangkurawang perlu dilakukan perbaikan dan pemasangan komponen expansion joint berdasarkan metode pelaksanaan di lapangan demi keselamatan kendaraan yang melintas.

Abstract

Mangkurawang Bridge, a bridge that crosses Tenggarong, plays an important role in the transportation of both goods and people. Looking at the age of the bridge, problems can occur mainly because the existing expansion joints are late in closing. This study conducted a damage analysis of the Joint Expansion movement capability. Primary and secondary data to support the analysis of the expansion joint condition of the Mangkurawang Bridge in accordance with the real situation in the field. The results of the expansion joint planning calculation on the Mangkurawang Bridge have a minimum gap value of 17.62 mm, from the displacement value in the SAP2000 Analysis has a value of 72 mm at a maximum temperature of 40°C, and from the gap measurement in the field has a value of 7.8 mm. from the three comparisons taken the gap in the field, which indicates that the gap is below the minimum value. Therefore, from the analysis, the expansion Joint of the Mangkurawang Bridge needs to be repaired and the installation of expansion joint components based on the implementation method in the field for the safety of passing vehicles.

 Alamat Korespondensi:

E-mail: Muhammad.denny@gmail.com

p-ISSN 1410-4202

e-ISSN 2580-8478

PENDAHULUAN

Expansion joint merupakan elemen penting pada jembatan yang berfungsi mengakomodasi pergerakan akibat beban lalu lintas, rangkai, susut dan perubahan suhu, sehingga kerusakan pada elemen ini dapat menurunkan kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan (Abdurrochim, 2000; Issa et al., 1996; Dexter et al., 1997)

Kerusakan *Expansion Joint* memiliki konsekuensi lain seperti kerusakan baja pelindung pada elemen beton yang berdampting, peningkatan ketidaknyamanan, kerusakan pada kendaraan dan risiko kecelakaan yang tidak dapat diabaikan. Pada banyak jembatan, kerusakan pada *expansion joint* dapat mengarah pada kerusakan struktural yang lebih besar, mengancam keselamatan pengendara, serta memerlukan biaya perbaikan yang tinggi. Salah satu contoh yang dijadikan studi kasus adalah Jembatan Mangkurawang di Kecamatan Tenggarong, yang diketahui telah mengalami kerusakan pada bagian *Expansion Joint* berupa merapatnya sambungan ekspansi yang ada.

Berdasarkan Jurnal Musfain, Tumangan, dan Sahrullah (2023) menjelaskan bahwa Jembatan Mahulu mengalami masalah terutama pada *Expansion Joint* yang retak dan lepasnya *sealant* diantara joint. Dalam penelitian tersebut dilakukan analisa terhadap kemampuan pergerakan *Expansion Joint* yang akan digunakan sebagai acuan dalam menentukan perbaikan dan penanganan dan juga tipe *expansion joint* yang sesuai dan dapat digunakan berdasarkan kerusakan yang ada, sehingga Jembatan Mahulu dapat berfungsi dengan baik. Dari hasil analisa tersebut disimpulkan bahwa kerusakan pada *Expansion Joint* yang disebabkan karena usia yang sudah cukup tua dan juga karena beban kendaraan yang melintasi Jembatan Mahulu sangat berat. Dari total 14 *Expansion Joint* yang diuji terdapat 2 *Expansion Joint* harus diganti dengan menggunakan *Modular Joint* karena nilai celah mencapai 160,25 mm dan sisanya hanya penggantian dengan *Asphaltic Plug* dengan nilai celah antara 9 mm dengan 13 mm.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa jenis dan kapasitas pergerakan *expansion joint* perlu disesuaikan dengan kondisi struktur, tipe jembatan, serta beban lalu lintas yang bekerja agar umur jembatan dapat optimal (Artiwi et al., 2022; Caicedo et al., 2011; Coelho et al., 2013)

Lima dan de Brito (2010) menyatakan bahwa sistem manajemen *expansion joint* pada jembatan jalan raya berperan penting dalam mengendalikan degradasi struktur serta meminimalkan risiko kegagalan fungsi sambungan. Melalui pendekatan manajemen yang terintegrasi, kondisi *expansion joint* dapat dipantau secara berkala sehingga tindakan pemeliharaan dan perbaikan dapat dilakukan secara tepat waktu. Hal tersebut menunjukkan bahwa penerapan sistem manajemen yang sistematis sangat diperlukan untuk menjaga kinerja *expansion joint* dan memperpanjang umur layanan jembatan.

Wilhaman Harwijaya et al. (2020) menjelaskan bahwa penilaian kondisi jembatan menggunakan Bridge Management System (BMS) dan Bridge Condition Rating (BCR) mampu memberikan gambaran menyeluruh terhadap tingkat kerusakan elemen jembatan, termasuk sambungan siar muai. Hasil penilaian kondisi tersebut dapat digunakan sebagai dasar dalam menentukan prioritas penanganan dan jenis perbaikan yang diperlukan sebagai dasar dalam menentukan prioritas penanganan dan jenis perbaikan yang diperlukan. Pendekatan ini sejalan dengan penelitian ini karena menggunakan BMS untuk mengevaluasi kondisi *expansion joint* pada Jembatan Mangkurawang.

Hamzah dan zhafirah, (2023) dalam penelitiannya mengenai evaluasi kerusakan jembatan komposit dan jembatan rangka menyebutkan bahwa kerusakan elemen non-struktural, seperti *expansion joint*, dapat berdampak langsung terhadap kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan. Selain itu, kerusakan yang tidak segera ditangani berpotensi mempercepat degradasi elemen struktural lainnya.

Temuan tersebut dapat memperkuat hasil penelitian ini bahwa kerusakan expansion joint perlu mendapat perhatian serius melalui tindakan perawatan atau perbaikan yang tepat.

Sementara itu, dalam penelitian ini hanya mendeskripsikan 2 sambungan expansion joint dan menganalisis struktur atas jembatan dengan mengetahui nilai perpindahan berdasarkan analisis SAP2000, serta melakukan inventarisasi jembatan berdasarkan *Bridge Management System* (BMS) kemudiann menentukann perbaikan apa yang perlu dilakukan untuk Jembatan Mangkurawang.

Adapun tujuan penelitian dapat dikemukakan ialah untuk mengetahui penyebab kerusakan *expansion joint* pada Jembatan Mangkurawang, Menginventarisasi dampak dari kerusakan *expansion joint* pada Jembatan Mangkurawang yang efektif dan tepat berdasarkan metode *Bridge Management System* (BMS), dan untuk menentukan solusi dan rekomendasi perawatan atau restorasi yang tepat guna demi meningkatkan kualitas dan keamanan *expansion joint* di Jembatan Mangkurawang.

METODE

Penelitian ini dimulai dengan pengumpulan literatur dari berbagai sumber, termasuk jurnal ilmiah, penelitian terdahulu, serta pedoman dan peraturan teknis yang relevan untuk membangun landasan teori yang kuat. Pendekatan analisis mengacu pada standar nasional dan pedoman teknis yang berlaku dalam pemeriksaan dan perencanaan jembatan di Indonesia (BMS, 1992; *Bridge Management System*, 2017; *Bridge Management System*, 2022)

Dari pemeriksaan jembatan dengan metode BMS ini dilakukan dengan pemeriksaan detail, kemudian dari hasil pemeriksaan detail tersebut maka akan didapat hasil berupa Nilai Kondisi (NK) (Dirjen Bina Marga, 2011; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2022).

Pengujian mutu baja dan mutu beton juga dilaksanakan untuk memperoleh data primer yang akan digunakan sebagai dasar analisis selanjutnya dalam permodelan SAP2000 yang akan di ambil nilai displacement.

Perhitungan terdapat deformasi akibat rangkai, susut dan temperatur juga dilakukan agar hasil analisis dan perhitungan ini memberikan gambaran tentang besarnya pergerakan expansion joint yang paling efektif untuk diterapkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan dan jenis kerusakan pada expansion joint pada Jembatan Mangkurawang adalah dengan merapatnya sambungan ekspansi dan hilangnya aspal penutup akibat pergerakan sambungan. kerusakan tersebut dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Rekapitulasi Kerusakan Expansion Joint

Lokasi	Kode	Jenis Kerusakan	Penyebab Kerusakan	Pengukuran	Tingkat Kerusakan
--------	------	-----------------	--------------------	------------	-------------------

P1	806	Retak Aspal Akibat Pergerakan Sambungan (Tipe Asphaltic Plug Joint)	Beban Berlebih	Retak/hilang lapisan aspal >15mm	Parah
	802	Kehilangan Kemampuan Bergeraknya	Umur Jembatan	Kurang dari Celah Minimum < 15mm	Parah
P2	806	Retak Aspal Akibat Pergerakan Sambungan (Tipe Asphaltic Plug Joint)	Beban Berlebih	Retak/hilang lapisan aspal >15mm	Parah
	802	Kehilangan Kemampuan Bergeraknya	Umur Jembatan	Kurang dari Celah Minimum < 15mm	Parah

HASIL PEMERIKSAAN

Pemeriksaan detail jembatan dilakukan untuk mengetahui nilai kondisi (NK) pada Jembatan Mangkurawang. Dari hasil pemeriksaan di lapangan didapatkan hasil seperti berikut :

1. Permukaan yang kasar/berlubang (debounding aus) atau retak dengan nilai : 4
2. Retak aspal akibat pergerakan sambungan (Tipe Asphaltic Plug Joint) pada lokasi P1 dengan nilai : 3
3. Retak aspal akibat pergerakan sambungan (Tipe Asphaltic Plug Joint) pada lokasi P2 dengan nilai : 3
4. Sandaran lepas dengan nilai : 2

PENGUJIAN MUTU BAJA

Untuk menentukan kualitas baja di lapangan, pengujian dilakukan menggunakan Leeb Hardness Tester dengan metode NDT (*Non Destructive Test*), dengan mengambil sampel beberapa titik pada rangka baja jembatan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kualitas baja Jembatan Mangkurawang adalah BJ 37 dengan nilai F_u 353 dan nilai F_y 230.

PENGUJIAN MUTU BETON

Untuk menentukan kualitas beton di lapangan, dilakukan pengujian NDT (*Non Destructive Test*), yaitu Hammer Test, yang juga dikenal sebagai Rebound Hammer Test atau Schmidt Hammer Test, yang merupakan salah satu metode pengujian non-destruktif yang digunakan untuk mengevaluasi kekuatan beton dan struktur bangunan secara cepat dan efisien. Dari hasil pengujian, Kualitas Beton pada Jembatan Mangkurawang memiliki nilai f_c' sebesar 27,8 Mpa.

HASIL ANALISA SAP2000

Evaluasi lendutan jembatan mengacu pada ketentuan batas layan struktur jembatan sesuai standar pembebanan dan perencanaan jembatan yang berlaku di Indonesia (SNI 1725-2016; RSNI 2833-2016) Analisis SAP2000 Jembatan Mangkurawang menunjukkan nilai lendutan sebesar 14,2 cm di tengah bentang. Persyaratan lendutan jembatan menurut RSNI T 03 2005 adalah $L/800$. Lendutan yang diizinkan = $L/800 = 3600 \text{ cm}/800 = 4,5 \text{ cm}$. Lendutan yang dianalisis = $14,2 \text{ cm} > 4,5$ (Tidak Aman). Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa lendutan jembatan melebihi lendutan yang diizinkan. Oleh karena itu, jembatan tersebut tidak aman.

Untuk nilai simpangan suhu maksimum dan minimum, digunakan dua perbandingan: suhu menggunakan SNI 1725-2016 dan suhu eksisting. Hasil yang diperoleh dari program Excel ditunjukkan di bawah ini.

- Untuk suhu yang menggunakan SNI 1725-2016:
 1. Nilai pergeseran suhu maksimum $40^\circ\text{C} = 0,072 \text{ m}$
 2. Nilai pergeseran suhu minimum $15^\circ\text{C} = 0,05 \text{ m}$
- Untuk suhu yang ada:
 1. Nilai pergeseran suhu maksimum: $37,7^\circ\text{C} = 0,068 \text{ m}$
 2. Nilai pergeseran suhu minimum: $32,7^\circ\text{C} = 0,059 \text{ m}$

PERENCANAAN EXPANSION JOINT

Perencanaan celah minimum expansion joint didasarkan pada pengaruh rangkak, susut, dan temperatur sesuai dengan pedoman teknis pemasangan sambungan siar muai jembatan (Pd-T-13-2005-B; Pusat Litbang Prasaranan Transportasi, 2005; Kementerian PUPR, 2015). Perhitungan deformasi akibat rangkak, susut, dan suhu dilakukan untuk menentukan lebar minimum celah sambungan ekspansi. Data jembatan untuk perhitungan sambungan ekspansi, yang diperoleh dari pengukuran lapangan, adalah sebagai berikut:

- a. Mutu beton (f_c') = 27,76 MPa
- b. Umur rencana (t) = 18.250 hari
- c. Koefisien rangkak (α) = 2,2118
- d. Suhu lapangan:
 - $T_{\text{maks}} = 37,73^\circ\text{C}$
 - $T_{\text{min}} = 32,77^\circ\text{C}$
- e. Koefisien susut ($\epsilon_{cs,u}$) = 0,000161824
- f. Waktu perawatan beton = 50 hari
- g. Koefisien muai linier (α) = 0,000001

Untuk menyederhanakan perhitungan, dibuatlah tabulasi ringkasan perhitungan lebar sambungan ekspansi minimum, yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Perhitungan Lebar Minimum Expansion Joint

Lokasi	Panjang Bentang (mm)	Deformasi							Celah sambungan expansion joint
		Akibat Creep			Akibat Shrinkage		Akibat Temperatur		
		$\Phi_{cc}(t) =$ $(t^{0.6}/(10+t^{0.6})).Cu$	$\epsilon_c =$ $0.7\sqrt{f_c'} /$ $4700\sqrt{f_c'}$	$\Delta cr = \epsilon_{cc}.t.L$ (mm)	$\epsilon_{cs,t} =$ $(t/(35+t))/\epsilon_{cs,u}$	$\Delta sh =$ $\epsilon_{cs}.t.L$ (mm)	$\Delta T =$ (Tmax- tmin)/2	$\Delta temp = L.\alpha.\Delta T$	$\Delta cr + \Delta ash + 2\Delta temp$ (mm)
P1	36000	2,1520826	0,000149	11,538826	0,0001684	6,06381	2,48	0,08928	17,78
P2	36000	2,1520826	0,000149	11,538826	0,0001684	6,06381	2,48	0,08928	17,78

KORELASI ANALISA SAP2000 DENGAN ANALISA EXPANSION JOINT

Untuk menentukan korelasi yang akurat, dapat dilihat berdasarkan informasi perpindahan terhadap gaya longitudinal jembatan dengan membandingkan suhu maksimum dan suhu minimum menurut peraturan SNI-1725-2016 dan menurut suhu yang berlaku. Dari hasil analisis perpindahan SAP2000, yang diambil dari kombinasi beban Kuat 1, diperoleh hasil seperti pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Celah Expansion Joint Dari Hasil Analisa SAP2000

Suhu	Arah	Max (m)	Min (m)	Total Perpindahan (m)	Celah Expansion Joint (m)
(a)	(b)	(c)	(d)	(e) = (c) - (d)	(f) = 0,09 m - (e)
40°C	U1 (Longitudinal)	0,072	0	0,072	0,018
15°C	U1 (Longitudinal)	0,043	-0,013	0,055	0,035
37,7°C	U1 (Longitudinal)	0,068	0	0,068	0,022
32,7°C	U1 (Longitudinal)	0,060	0	0,060	0,030

SIMPULAN

Dari hasil analisa dan pembahasan kerusakan serta perhitungan *expansion joint* pada Jembatan Mangkurawang di Kabupaten Kutai Kartanegara, maka dapat disimpulkan penyebab kerusakan pada *expansion joint* dapat dilihat dari nilai celah minimum yang tidak sesuai dengan celah pada eksisting $7.8 \text{ mm} < 17.62 \text{ mm}$, yang berarti struktur jembatan tidak bergerak sebagaimana mestinya. Adapun kemungkinan penyebab kerusakan *expansion joint* tersebut yaitu umur jembatan dan beban kendaraan *overload* yang melintasi Jembatan Mangkurawang tersebut. Dampak dari kerusakan *expansion joint* pada jembatan Mangkurawang yaitu menurunnya fungsi sambungan siar muai dan penurunan kenyamanan pengguna jalan. Solusi dari penelitian ini adalah perawatan Jembatan Mangkurawang yaitu dengan perbaikan dan pemasangan komponen *expansion joint* berdasarkan metode pelaksanaan dilapangan demi keselamatan kendaraan yang melintas.

DAFTAR PUSTAKA

- Artiwi, dkk, (2022), Analisa Perbandingan Penggunaan *Expantion Joint* Jembatan Jenis *Asphaltic Plug Joint* Dengan *Finger Joint* Pada Jalan Tol Tangerang – Merak. *Journal Josce*, Program Studi Teknik Sipil Universitas Banten Jaya.
- Abdurrochim. Ahmad, (2000), Siar Muai Jembatan *Asphaltic Plug Joints*, Pusat Litbang Prasarana Transportasi.
- Badan Standarisasi Nasional, (2016), Pembebanan Untuk Jembatan, SNI 1725:2016, Jakarta.
- Balitbang (Badan Penelitian dan Pengembangan), Departemen Pekerjaan Umum (PU), (2012), Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Pusat Litbang Prasarana Transportasi, Bandung.
- BMS – 1992.
- Bridge Management System* (BMS), (2017), Panduan Perencanaan Jembatan Volume 2 (*Bridge Design Manual Section 8, 9 & 10*) (No. 18/SE/Db/2017).
- Bridge Management System* (BMS), (2022), Pedoman Pemeriksaan Jembatan No.01/P/BM/2022.
- B. Zuada Coelho, dkk, (2013) *Dynamics of Modular Expansion Joints: The Martinus Nijhoff Bridge*. *ScienceDirect*. Volume 48, Hal 144-154
- Caicedo Juan M, Wieger Glen, dan Ziehl Paul, (2011) *Simplifying Bridge Expansion Joint Design and Maintenance*, *Rosap*, FHWA-SC-11-03, 10-19

- Departemen Pekerjaan Umum Pd-T-13-2005-B, (2005), "Pelaksanaan Pemasangan Siar Muai Jenis Asphaltic Plug Untuk Jembatan".
- Dexter, R., et al. (1997). Fatigue Criteria for Modular Bridge Expansion Joints. NCHRP Report 402, Transportation Research Board.
- Dirjen Bina Marga, (2011), Manual Konstruksi Dan Bangunan No. 001-01/M/2011 Tentang Survei Kondisi Jalan Untuk Pemeliharaan Rutin.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, (2022), Pedoman Pemeriksaan Jembatan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Gilang Persada Sebayang, (2022), Jenis-Jenis Siar Muai (*Expansion Joint*), Kapasitas Pergerakan Yang Diakomodir Dan Karakteristiknya.
- Hamzah dan Athaya Zhafirah, (2023), Evaluasi Kerusakan Jembatan Komposit dan Jembatan Rangka, Jurnal Konstruksi, Vol.21;No.2, Hal. 243-248.
- Issa, Moussa, et.all. *On Site Evaluation of Bridge Deck Expantion Joints. Florida Departement of Transportation. Structures Research Center.* 1996.
- Joao Marques Lima dan Jorge de Brito, (2010), *Management System for Expansion Joints of Road Bridge*, Taylor&Francis, Volume 6, Hal. 703-714.
- Kementerian PUPR Dirjen Bina Marga, (2020), Pemilihan Teknologi *Expansion Joint* (Siar Muai) Untuk Jembatan Dengan Perkerasan Kaku.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, (2015), Surat Edaran Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 11/SE/M/2015 Tanggal 23 April 2015, Pedoman Perencanaan Sambungan Siar Muai Pada Lantai Jembatan.
- Liu Zhengyu, Brent M.Pahers, Ph.D., M.ASCE, dan Lowel F. Greiman, Ph.D., F.ASCE (2016), *Use of Longitudinal Expansion Joints in Wide-Bridge Applications to Reduce Deck Cracking, Asce Library*, Volume 21, 10. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)BE.1943-5592.0000925](https://doi.org/10.1061/(ASCE)BE.1943-5592.0000925).
- Musfain, Tumungan dan Sahrullah, (2023), Penilaian Kondisi dan Prediksi Sisa Umur Jembatan Mahulu Kalimantan Timur Menggunakan *Bridge Management System* (BMS). *Teknika*, 18 (2), 168-175.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 16/PRT/M/2014 Tahun 2014 tentang Standar Pelayanan Minimal Jalan Tol, Jakarta.
- Pusat Litbang Prasarana Transportasi Badan Litbang, (2005), Pedoman Pelaksanaan Pemasangan Siar Muai Jenis *Asphaltic Plug* Untuk Jembatan PU Pd T-132005-B.
- RSNI 2833, (2016), Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Jembatan.
- Rusandi Noor, Elysa Agustilia, (2025), Performance Evaluation of Strip Seal Expansion Joints on Callender-Hamilton Steel Bridges, *Agregat*, Vol.10 No.2
- Soletanche Freyssinet, (2014), *Freyssinet Expansion Joints CV1*.
- SNI 1725, (2016), Standar Pembebanan untuk Jembatan.
- SNI T-12-2004, Standar Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan.
- Transportation Research Board of The National Academies*, (2003), *Transportation Research Board 2003 Annual Report*.
- Wijaya, K., & Supartono, F. X, (2020), Analisis Pengaruh Rangkak Susut Beton Terhadap Tegangan Dan Lendutan Berdasarkan Beberapa Peraturan Pada Jembatan Prategang. *JMTS : Jurnal Mitra Teknik Sipil*. 1271-1282. <https://doi.org/10.24912/jmts.v3i4.8368>.
- Wilhman Harywijaya, Dkk, (2020), Penilaian Kondisi Jembatan Menggunakan *Bridge Management System* (BMS) Dan *Bridge Condition Rating* (BCR), *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil Dan Perencanaan* 3(1), 80-88 (2020).