



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 5 Nomor 4 Tahun 2025 Page 7055-7062

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

## Kegagalan Struktur Jembatan di Indonesia: Penyebab dan Upaya Pencegahan

Vinny Angrainy<sup>1✉</sup>, Aulia Choiri Windari<sup>2</sup>

Jakarta Global University

Email: [vinnyangrainy@gmail.com](mailto:vinnyangrainy@gmail.com)<sup>1✉</sup>

### Abstrak

Jembatan merupakan infrastruktur vital dalam sistem transportasi. Namun, beberapa kasus kegagalan jembatan di Indonesia menyoroti pentingnya pemahaman yang lebih mendalam tentang penyebab keruntuhan tersebut. Artikel ini membahas berbagai faktor yang berkontribusi terhadap kegagalan jembatan, seperti cacat desain, material tidak standar, kegagalan pondasi, beban berlebih, dan kurangnya pemeliharaan. Studi ini merujuk pada literatur teknis, laporan lapangan, dan dokumentasi kegagalan aktual di Indonesia. Temuan diharapkan dapat menjadi referensi untuk meningkatkan kualitas desain dan pengawasan jembatan.

Kata Kunci: *Kegagalan Jembatan, Struktur, Pemeliharaan, Desain, Keselamatan*

## Abstract

Bridges are vital infrastructure within the transportation system. However, several bridge failure cases in Indonesia highlight the importance of a deeper understanding of the causes of such collapses. This article discusses various factors contributing to bridge failure, such as design flaws, non-standard materials, foundation failures, excessive loads, and lack of maintenance. The study refers to technical literature, field reports, and documentation of actual failures in Indonesia. The findings are expected to serve as a reference for improving the quality of bridge design and supervision.

Keywords: *Bridge Failure, Structure, Maintenance, Design, Safety*

## PENDAHULUAN

Jembatan memainkan peran penting dalam menghubungkan wilayah dan memfasilitasi aliran barang dan orang. Namun, kegagalan struktural jembatan terus terjadi di Indonesia, berpotensi menyebabkan korban jiwa dan kerugian ekonomi. Studi ini bertujuan untuk meninjau kasus kegagalan jembatan masa lalu dan mengevaluasi penyebab serta strategi pencegahannya. Jembatan baja telah memainkan peran penting dalam teknik sipil sejak akhir abad ke-19. Setelah Perang Dunia II, sistem ortotropik dikembangkan oleh insinyur Jerman yang didorong oleh kekurangan baja. Dek jembatan dalam bentuk ini dapat memiliki kekakuan yang berbeda dalam arah longitudinal dan transversal, memungkinkan ketebalan yang sangat diminimalkan. Namun, masalah tertentu dapat terjadi karena dek baja yang tipis. Salah satu masalah paling mengganggu adalah kegagalan perkerasan overlay, yang diakui sejak awal 1960-an (Zheng et al. 2021). Struktur jembatan nyata dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Beban lingkungan seiring waktu menyebabkan degradasi beton dan tulangan. Diagnostik kondisi nyata jembatan yang ada sangat penting karena degradasi dan korosi aktual (Koteš, Brodňan, and Bahleda 2016). Karena sifat acak dari eksitasi jalan dan ketidakpastian yang melekat dalam sistem jembatan-kendaraan, identifikasi kerusakan struktur jembatan melalui pemantauan kontinyu dalam situasi operasional menjadi masalah yang menantang. Metode untuk identifikasi sistem dan deteksi kerusakan struktur jembatan beton kontinyu dua bentang dalam domain waktu disajikan menggunakan gaya interaksi dari kendaraan bergerak acak sebagai eksitasi. Sinyal yang direkam di lokasi berbeda dari jembatan yang dipasang instrumen dicampur dengan sinyal dari sumber getaran internal dan eksternal (kekasaran jalan) yang berbeda (Loh et al. 2015).

Perkembangan struktural dalam teknik jembatan bersama dengan efisiensi telah mendapat banyak perhatian dalam beberapa dekade. Mengarah pada perkembangan, Optimisasi struktur yang didirikan pada analisis matematis muncul sebagai strategi yang

paling banyak digunakan untuk desain produktif dan berkelanjutan dalam teknik jembatan. Meskipun pengetahuan yang luas, belum ada pemeriksaan ketat tentang perkembangan eksplorasi optimisasi struktural terbaru (Zaheer, Yonggang, and Qamar 2022). Lingkungan terbangun global menghadapi tantangan signifikan dalam dekade mendatang. Isu kunci meliputi tren migrasi urban di seluruh dunia, pergeseran menuju energi terbarukan, evolusi sistem transportasi, penurunan ketersediaan sumber daya alam, perubahan lingkungan, penuaan demografis, dan transformasi ekonomi kota dari sektor manufaktur dan layanan tradisional ke industri berbasis pengetahuan dan kreatif. Faktor-faktor ini akan secara signifikan mempengaruhi baik pembangunan area urban baru maupun renovasi kota yang ada. Laju perubahan yang cepat ini menciptakan tekanan pada sektor konstruksi untuk beradaptasi dan berinovasi. Industri harus memastikan bahwa produktivitas bangunan dapat memenuhi tuntutan yang muncul sambil mempertahankan efektivitas biaya dan keberlanjutan lingkungan. Tantangan ini berlaku sama untuk mengembangkan pusat urban yang sepenuhnya baru dan mentransformasi area metropolitan yang mapan untuk memenuhi kebutuhan kontemporer. (Salet et al. 2018).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan studi literatur. Data diperoleh dari berbagai studi yang dipublikasikan, laporan pemerintah, dan dokumentasi kegagalan jembatan aktual di Indonesia. Analisis dilakukan melalui tinjauan konten dan sintesis sumber yang diidentifikasi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Studi Kasus di Indonesia

1. Jembatan Kutai Kartanegara (2011): Runtuh selama pemeliharaan karena kegagalan koneksi kabel utama. Jembatan Kutai Kartanegara, yang dibangun pada 1995, runtuh pada 2011. Sebelum keruntuhan jembatan Kutai Kartanegara ada kegiatan pemeliharaan jembatan. Kegiatan pemeliharaan jembatan Kutai Kartanegara dilelang pada Agustus 2011 diikuti oleh lima perusahaan yaitu, PT. Bukaka Teknik Utama, PT. Agrabudi, PT. Arkindo, PT. Indonusa Harapan Masa, dan PT. Anugrah Lahan Baru. Kemudian pemenang lelang untuk pemeliharaan jembatan Kutai Kartanegara adalah PT. Bukaka Teknik Utama berdasarkan surat penunjukan penyedia jasa tanggal 6 Oktober 2011 yang ditandatangani oleh H. Yoyo Suryana, S.T., M.T. sebagai Kuasa Pengguna Anggaran (KPA). Pada 11 Oktober 2011, PT Bukaka Teknik Utama memulai

pelaksanaan pekerjaan persiapan dengan melakukan pertemuan PCM (Pre Construction Meeting) bersama dengan konsultan pengawas Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Kutai Kartanegara sebagai pemilik pekerjaan. Setelah pertemuan PCM selanjutnya dilakukan pengukuran, yang hasilnya dianalisis oleh PT Bukaka Teknik Utama, yang hasilnya akan dibandingkan dengan kondisi jembatan pada 2001, 2006, dan 2011. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa ruang bentang tengah turun sekitar 76 cm dari posisi awal (2001) dan salah satu kabel gantung champ / hanger telah bergeser (Pengantar 2024).

2. Jembatan Widang Tuban (2018): Runtuh karena kelebihan beban truk dan kerusakan struktural potensial yang disebabkan oleh korosi. Penyebab Keruntuhan Kelebihan Beban oleh Truk Berat Pada saat kejadian, tiga truk bermuatan berat satu truk dump dan dua truk tronton melintasi jembatan secara bersamaan. Berat kolektif ini melebihi kapasitas beban yang dirancang untuk jembatan. Jembatan awalnya dirancang untuk menangani beban maksimum 45 ton dengan faktor keamanan 1,5, memungkinkan beban maksimum sekitar 70 ton. Berat gabungan tiga truk kemungkinan melampaui batas ini, menyebabkan kegagalan struktural (Penyebab et al. 2019).
3. Jembatan Gantung di Sumedang (2021): Patah saat dilintasi oleh siswa, diduga karena cacat desain dan kelebihan beban. Insiden terjadi pada saat Indonesia secara agresif mengejar pembangunan infrastruktur, termasuk pembangunan jembatan di daerah pedesaan. Kegagalan ini adalah pengingat penting tentang tantangan yang dihadapi dalam membangun infrastruktur yang tahan, terutama di daerah yang rentan terhadap bencana alam dan kondisi cuaca ekstrem. Keruntuhan jembatan gantung di Sumedang pada 2021 adalah studi kasus penting yang menekankan kebutuhan akan analisis teknik yang menyeluruh, pengawasan konstruksi yang ketat, dan perhatian yang memadai terhadap faktor lingkungan dalam setiap proyek infrastruktur, terutama di wilayah geografis dan iklim yang kompleks di Indonesia. Jembatan gantung memainkan peran penting dalam dunia struktur modern karena kinerja struktural yang efisien, kemampuan bentang yang luar biasa, dan bentuk estetika. Kemajuan dalam teori perhitungan modern, penggunaan material berkekuatan tinggi, teknologi komputer, serta metode konstruksi yang semakin canggih telah mendorong perkembangan pesat jembatan gantung, dengan rekor bentang maksimum yang diperbarui dari waktu ke waktu (Huang and Li 2023).

## Evaluasi dan Analisis

Dari studi kasus di atas, dapat disimpulkan bahwa faktor manusia (desain dan pemeliharaan) adalah penyebab dominan. Kurangnya audit teknis, pengawasan lapangan, dan sistem inspeksi periodik yang lemah sering mengakibatkan kerusakan dini tidak terdeteksi.

## Rekomendasi Pencegahan

- Perencanaan dan desain berbasis risiko.
- Penggunaan material sesuai standar SNI
- Inspeksi dan pemeliharaan reguler dengan dokumentasi terstruktur.
- Kesadaran masyarakat mengenai batas beban maksimum.
- Audit teknis independen secara berkala.

## Diskusi

### 1. Pola dalam kegagalan jembatan

Ada tren yang terlihat bahwa sebagian besar kegagalan jembatan di Indonesia terkait dengan akar penyebab yang serupa: kesalahan manusia, ketidakcukupan material, dan pemeliharaan yang buruk. Kegagalan sering terjadi selama fase pemeliharaan atau lama setelah konstruksi ketika inspeksi telah diabaikan.

### 2. Faktor Manusia dan Kesenjangan Institusional

Banyak kegagalan dapat dicegah dengan pemeriksaan desain dan inspeksi yang tepat. Namun, inkonsistensi dalam penerapan standar desain dan kurangnya inspektur terlatih menciptakan kerentanan.

### 3. Kelemahan Regulasi

Meskipun SNI 1725:2016 menyediakan basis regulasi yang kuat, penegakan tetap menjadi tantangan, terutama dalam proyek regional atau anggaran rendah. Pengawasan oleh otoritas nasional perlu ditingkatkan.

### 4. Sistem Darurat dan Fail-Safe

Jembatan di Indonesia jarang menyertakan sistem pemantauan canggih atau redundansi untuk memitigasi risiko keruntuhan. Investasi dalam teknologi pintar dapat membantu mendeteksi tanda-tanda awal kegagalan.

### 5. Dampak Komunitas dan Ekonomi

Keruntuhan jembatan sering memutus akses vital bagi penduduk dan rute logistik, mengakibatkan penundaan dan kerugian ekonomi. Pendidikan publik tentang batas beban dan penggunaan dapat meningkatkan keselamatan.

## 6. Penggunaan Teknologi Inspeksi

Teknologi modern seperti drone, pemindaian termal, dan sistem prediksi berbasis AI dapat diintegrasikan untuk meningkatkan kualitas inspeksi, terutama di daerah terpencil atau berisiko tinggi.

## 7. Kendala Anggaran dan Risiko

Banyak proyek infrastruktur regional dibangun dengan kendala anggaran yang ketat. Praktik penghematan biaya sering menyebabkan penurunan kualitas material dan pemeliharaan, meningkatkan risiko.

## SIMPULAN

Sebagian besar kegagalan jembatan di Indonesia disebabkan oleh kelemahan dalam desain, pemeliharaan, dan kelebihan beban. Untuk mencegah insiden serupa, diperlukan sinergi antara perencana, pelaksana, dan pengelola infrastruktur untuk memastikan bahwa jembatan tetap aman dan fungsional. Meskipun ribuan jembatan dibangun setiap tahun di seluruh dunia, hanya sebagian kecil yang mengalami keruntuhan, umumnya disebabkan oleh faktor alam (seperti banjir, gempa bumi, longsor) serta faktor manusia (seperti kesalahan desain, metode konstruksi yang tidak tepat, kelebihan beban, kebakaran, korosi, dan kurangnya inspeksi maupun pemeliharaan). Insiden-insiden ini tidak hanya menyebabkan kerugian ekonomi, tetapi juga korban jiwa. Oleh karena itu, penting bagi para insinyur dan kontraktor untuk terus belajar dari setiap kegagalan, agar konstruksi berikutnya menjadi lebih aman. Pembangunan basis data kegagalan jembatan memungkinkan kita mengevaluasi frekuensi serta konsekuensi dari tiap penyebab kegagalan, yang berguna untuk analisis risiko dan pengambilan keputusan dalam manajemen infrastruktur di masa mendatang (Chandra 2020).

## DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi. (2016). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktis*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Aydin, Abdulkadir Cüneyt, and Oğuzhan Çelebi. 2023. "Piezoelectric Materials in Civil Engineering Applications: A Review." *ACS Omega* 8(22):19168–93. doi: 10.1021/acsomega.3c00672.
- Chandra, Satish. 2020. "Bridge Failure and Consequences." 7(5):1–8.
- Gao, Bohan. 2024. "Research on Health Monitoring and Intelligent Operation and Maintenance of Bridge Structures." *Highlights in Science, Engineering and Technology* 106:73–78. doi: 10.54097/amqngj25.
- Han, Daguang, Haidar Hosamo, Chunli Ying, and Ruimin Nie. 2023. "A Comprehensive Review and Analysis of Nanosensors for Structural Health Monitoring in Bridge Maintenance: Innovations, Challenges, and Future Perspectives." *Applied Sciences (Switzerland)* 13(20). doi: 10.3390/app132011149.
- Huang, Pingming, and Chongjin Li. 2023. "Review of the Main Cable Shape Control of the Suspension Bridge." *Applied Sciences (Switzerland)* 13(5). doi: 10.3390/app13053106.
- Koteš, Peter, Miroslav Brodňan, and František Bahleda. 2016. "Diagnostics of Corrosion on a Real Bridge Structure." *Advances in Materials Science and Engineering* 2016(July 2005). doi: 10.1155/2016/2125604.
- Loh, C. H., T. Y. Hung, S. F. Chen, and W. T. Hsu. 2015. "Damage Detection in Bridge Structure Using Vibration Data under Random Travelling Vehicle Loads." *Journal of Physics: Conference Series* 628(1):0–8. doi: 10.1088/1742-6596/628/1/012044.
- Mydin, Md Azree Othuman, Roshartini Omar, Mohd Nasrun Mohd Nawawi, Wan Norisma Wan Ismail, and Norsafiah Norazman. 2024. "Identifying and Categorizing Building Defects and Failures Caused by Overloading." *Journal of Advanced Research in Applied Mechanics* 122(1):186–204. doi: 10.37934/aram.122.1.186204.
- Pengantar, Kata. 2024. "Makalah Analisis Runtuhnya Jembatan Kutai Kartanegara Di Kalimantan Timur."
- Penyebab, Analisis, Keruntuhan Jembatan, Berdasarkan Nilai, Kapasitas Elemen, Sambungan Jembatan, Studi Kasus, Kabupaten Tuban, Jawa Timur, and Kasih Jhoniper Siman. 2019. "ANALISIS PENYEBAB KERUNTUHAN JEMBATAN, BERDASARKAN NILAI KAPASITAS ELEMEN DAN SAMBUNGAN JEMBATAN STUDI KASUS, JEMBATAN RANGKA WIDANG - BABAT, KABUPATEN TUBAN, JAWA TIMUR KASIH JHONIPER SIMAN, Ir. Suprpto Siswosukarto, Ph.D."

- Rukiyah, A. Y., & Yulianti, Lia. (2014). *Asuhan Kebidanan Kehamilan Berdasarkan Kurikulum Berbasis Kompetensi*. Jakarta Timur: CV. Trans Info Media.
- Rwakarehe, Eradius E., and David A. Mfinanga. 2014. "Effect of Inadequate Design on Cost and Time Overrun of Road Construction Projects in Tanzania." *Journal of Construction Engineering and Project Management* 4(1):15–28. doi: 10.6106/jcepm.2014.4.1.015.
- Salet, Theo A. M., Zeeshan Y. Ahmed, Freek P. Bos, and Hans L. M. Laagland. 2018. "Design of a 3D Printed Concrete Bridge by Testing\*." *Virtual and Physical Prototyping* 13(3):222–36. doi: 10.1080/17452759.2018.1476064.
- Zaheer, Qasim, Tan Yonggang, and Furqan Qamar. 2022. "Literature Review of Bridge Structure's Optimization and It's Development over Time." *International Journal for Simulation and Multidisciplinary Design Optimization* 13. doi: 10.1051/smdo/2021039.
- Zhang, Zhenhao, Guowei Lin, Xiaopeng Yang, Shilin Cui, Yan Li, Xueqing Shi, and Zhongyu Han. 2023. "A Review of Vibration-Based Scour Diagnosis Methods for Bridge Foundation." *Sustainability (Switzerland)* 15(10). doi: 10.3390/su15108210.
- Zheng, Xiaoguang, Qi Ren, Huan Xiong, and Xiaoming Song. 2021. "An Experimental Study on a Composite Bonding Structure for Steel Bridge Deck Pavements." *Advances in Civil Engineering* 2021. doi: 10.1155/2021/5685710.