



Kajian Teknis Kerusakan Jembatan Dondang Kalimantan Timur

Fauzi Auliarahman¹⁾, Muhammad Ridwan²⁾, Sahrullah³⁾

Pascasarjana Teknik Sipil Politeknik Negeri Samarinda, Indonesia
Program Studi Rekayasa Perawatan dan Restorasi Jembatan

DOI : <https://doi.org/10.26623/h91snj83>

Info Artikel

Sejarah Artikel :

Disubmit 2024-12-13

Direvisi 2025-03-26

Disetujui 2025-04-08

Keywords :

Bridge, foundation, deflection

Abstrak

Jembatan Dondang merupakan jembatan yang melintas di atas Sungai Dondang yang masuk dalam wilayah Kabupaten Kutai Kartanegara. Jembatan ini mengalami kerusakan akibat tertabrak oleh kapal tongkang batu bara yang menyebabkan salah satu pilarnya mengalami kerusakan. Perbaikan dilakukan setelah perhitungan kekuatan struktur secara menyeluruh termasuk analisa kerusakan pada pondasi. Dari hasil perhitungan tersebut disimpulkan bahwa struktur masih dalam kondisi aman, terlihat dari pengujian dinamik struktur antar bentang untuk mengetahui lendutan yang terjadi dengan hasil berupa respon dinamik, dari hasil tersebut diketahui bahwa lendutan masih dalam kondisi yang aman. sedangkan pondasi perlu dilakukan penambahan tiang untuk mengganti tiang yang mengalami kerusakan. Dari hasil analisa diketahui penambahan tiang sebanyak 6 titik tiang pancang diameter 60 cm (hulu dan hilir), akibat penambahan titik pancang, maka diperlukan penambahan (extend) pile cap.

Abstract

The Dondang Bridge is a bridge that crosses over the Dondang River which is included in the area of Kutai Kartanegara Regency. This bridge was damaged due to being hit by a coal barge which caused damage to one of its pillars. Repairs are carried out after calculating the overall strength of the structure including analysis of damage to the foundation. From the results of these it is concluded that the structure is still in a safe condition, it can be seen from the dynamic testing of the structure between spans to determine the deflection that occurs with the result in the form of a dynamic response, from these results it is known that the deflection is still in a safe condition. while the foundation needs to be added to the pile to replace the damaged pile. From the results it is known that the addition of piles is 6 bore piles, with the installation method first extending the pile cap.

PENDAHULUAN

Jembatan Dondang merupakan jembatan yang melintas di atas Sungai Dondang yang masuk dalam wilayah Kabupaten Kutai Kartanegara, salah satu fungsi utamanya adalah sebagai penghubung arus lalu lintas barang dan jasa dari Balikpapan menuju wilayah utara khususnya Kota Samarinda melalui pesisir. Jembatan Dondang mulai dibangun pada tahun 2002 s/d 2003 dan diresmikan/open traffic pada tahun 2004.



Gambar 1. Lokasi Jembatan Dondang

Beberapa waktu yang lalu jembatan ini mengalami kerusakan akibat tertabrak oleh Kapal Tongkang yang bermuatan batu bara sekitar 5600 metrik ton, sehingga mengakibatkan beberapa bagian jembatan mengalami kerusakan, diantaranya :

1. 2 titik Tiang Pancang Baja pada P.14 sisi hulu bengkok dan terlepas dari pile cap;
2. Pile Cap P.14 mengalami retak pada ujungnya sampai besi tulangan terlihat;
3. Landasan/perletakan mengalami perubahan/pergeseran;
4. Terjadi retakan expansion joint P.14, P.15 dan P.16 dengan kondisi terparah pada P.15 yaitu keretakan selebar 3 cm pada sisi hilir;
5. Expansion joint P.15 pada sisi hulu mengalami penyempitan, pada sisi hilir terjadi pelebaran, sedangkan pada P.14 dan P.16 pada sisi hulu mengalami pelebaran, sisi hilir terjadi penyempitan;
6. Perubahan geometrik jembatan.

Kerusakan pada pondasi dan struktur atas jembatan akan berdampak pada stabilitas jembatan secara keseluruhan, hal ini perlu dilakukan perbaikan agar fungsi jembatan masih pada kondisi baik. Beberapa kondisi bagian yang mengalami kerusakan seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. Pondasi Mengalami Kerusakan

Maksud dan tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kondisi terkini struktur jembatan, tingkat dan volume kerusakan melalui pemeriksaan visual dan pengujian detail lapangan. Selanjutnya hal-hal yang diperoleh dari penyelidikan lapangan serta data penelitian sebelumnya akan digunakan sebagai bahan dalam melakukan evaluasi jembatan sehingga dapat disusun rekomendasi perbaikan dan perkuatan yang tepat dan efektif. Pada laporan penelitian ini akan difokuskan pada pemodelan kondisi jembatan saat dilakukan penelitian.

METODE

Pemeriksaan visual adalah langkah awal untuk memeriksa kondisi struktur ketika mengalami kerusakan, pemeriksanaan ini sangat penting dilakukan untuk mendapatkan data awal kerusakan jembatan (Apriani & Trisep Haris, 2022). Berikut merupakan langkah - langkah yang dilakukan dalam investigasi visual :

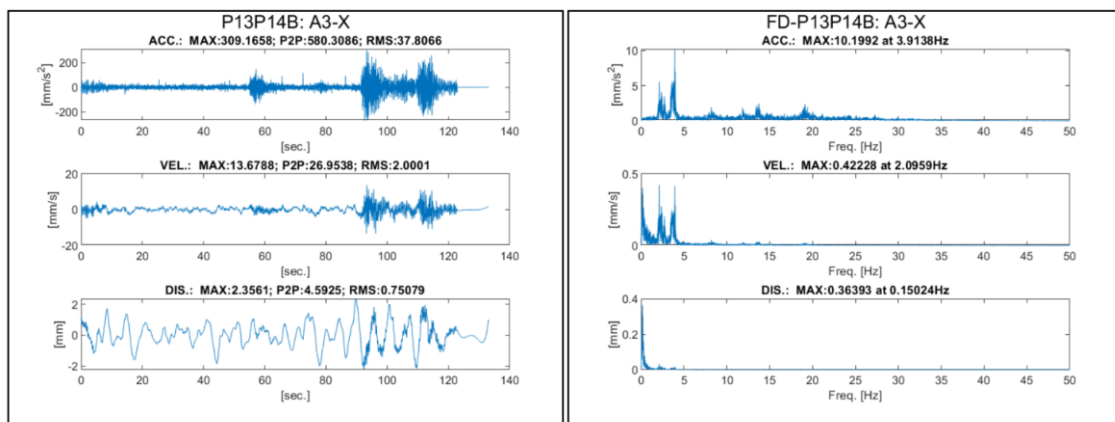
1. Melakukan pengamatan atau pemeriksaan secara visual terhadap bagian-bagian bangunan yang terindikasi mengalami kerusakan atau kerusakan yang telah terjadi serta mencatat jenis kerusakan, tingkat kerusakan dan pola kerusakan;
2. Mengelompokkan bagian-bagian dari bangunan tersebut berdasarkan bagian yang rusak dan yang tidak rusak, kemudian menandai bagian yang rusak untuk dilakukan pemeriksaan nantinya;
3. Membuat sketsa bagian-bagian dari bangunan yang rusak, melakukan dokumentasi kerusakan tersebut, dan mendeskripsikan jenis kerusakannya;
4. Menetapkan metode pemeriksaan yang perlu dilakukan nantinya dengan melihat kondisi dan situasi dari daerah yang mengalami kerusakan.

Disamping pengamatan secara visual tersebut dilakukan pengambilan data primer seperti penyelidikan tanah dengan bor dalam untuk mendapatkan kondisi lapisan tanah dibawah pondasi. Selain penyelidikan tanah dilakukan pengukuran kondisi kerusakan secara langsung, sehingga didapatkan perubahan-perubahan pada struktur jembatan.

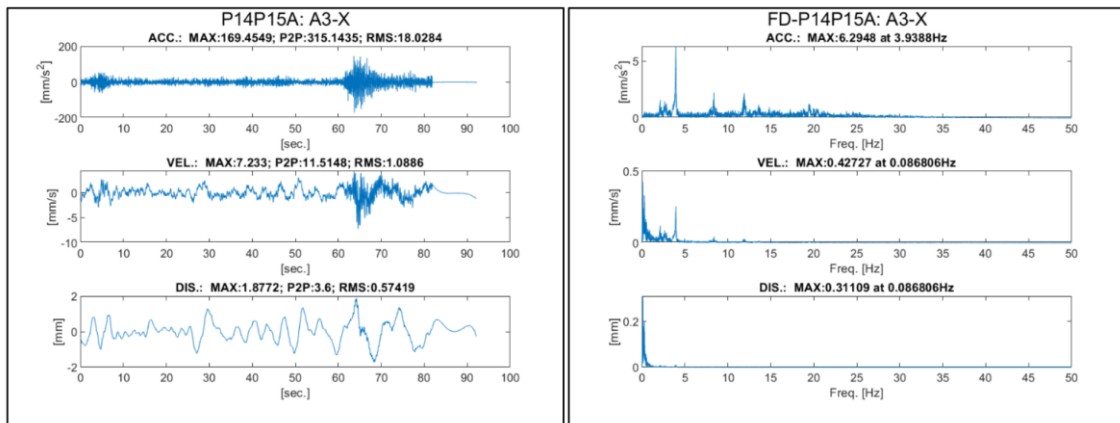
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Dinamik Jembatan

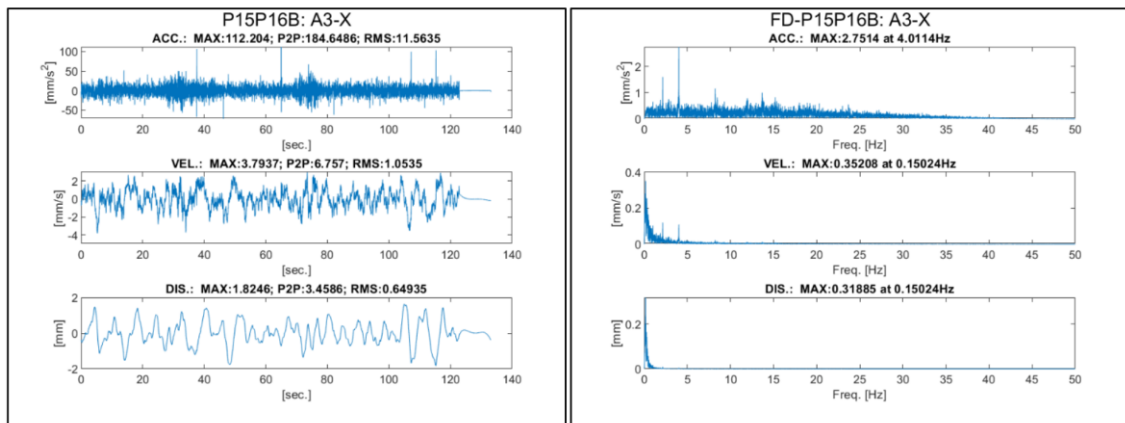
Pengujian dinamik telah dilakukan untuk semua bentang jembatan, pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui perilaku dinamik struktur jembatan (Indarto et al., 2017). Pengujian dinamik dilakukan untuk Bentang P13-P14, Bentang P14-P15, dan Bentang P15-P16. Dalam setiap pengujian digunakan masing-masing 6 buah accelerometer yang dipasang dengan konfigurasi sebagai berikut. Berdasarkan hasil post-processing raw data pengukuran diperoleh hasil berupa respon dinamik struktur dalam time-domain dan frequency-domain berupa percepatan struktur, kecepatan struktur, dan juga peralihan struktur pada lokasi penempatan sensor yang dapat dilihat contohnya pada Gambar 3 hingga Gambar 5.



Gambar 3. Tipikal Pengukuran Accelerometer Bentang P13-P14 Dalam Time-domain (Kiri) dan Frequency-domain (Kanan)

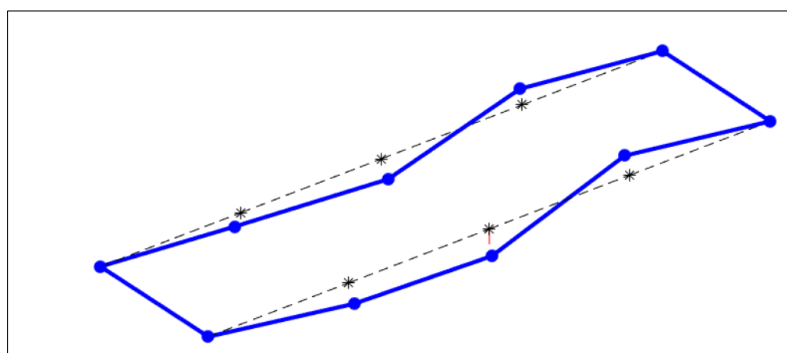


Gambar 4. Tipikal Pengukuran Accelerometer Bentang P14-P15 Dalam Time-domain (Kiri) dan Frequency-domain (Kanan)

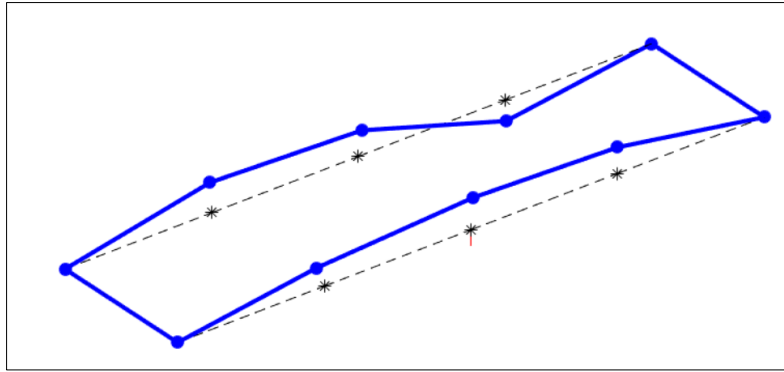


Gambar 5. Tipikal Pengukuran Accelerometer Bentang P15-P16 Dalam Time-domain (Kiri) dan Frequency-domain (Kanan)

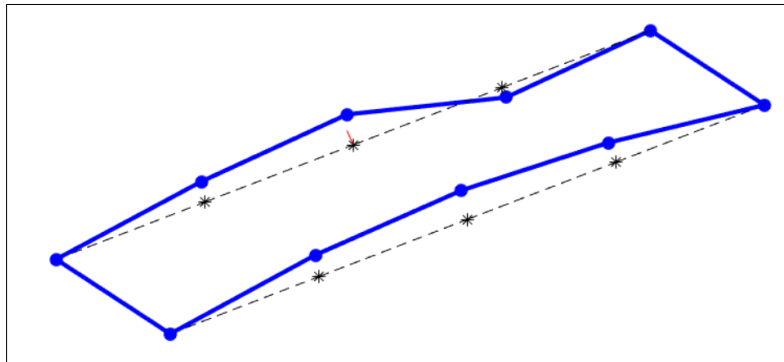
Selanjutnya dilakukan post-processing untuk memperoleh modal parameter struktur dengan menggunakan Operational Modal Analysis (OMA) dengan 6 metode dan diperoleh hasil parameter dinamik untuk masing-masing bentang uji yang dapat dilihat pada Gambar 6 hingga Gambar 8.



Gambar 6. Mode Shape Bentang P13-P14



Gambar 7. Mode Shape Bentang P14-P15

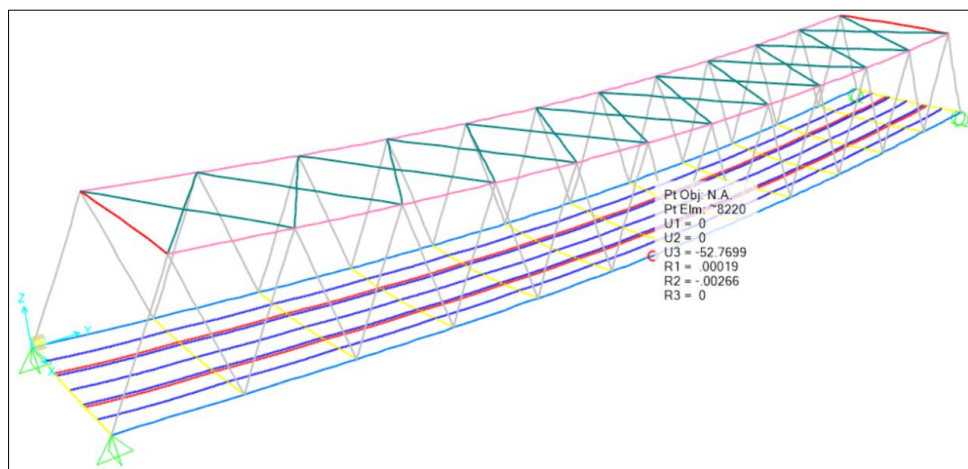


Gambar 8. Mode Shape Bentang P15-P16

Mode struktur jembatan yang diperoleh merupakan mode translasi vertikal dengan nilai frekuensi alami bentang P13-P14, P14-P15, dan P15-P16 yang diperoleh dari pengujian dinamik berturut-turut adalah 1.929 Hz, 2.028 Hz, dan 2.018 Hz atau masuk dalam kategori frekuensi normal (Akbar et al., 2020)

Pengecekan Lendutan Jembatan

Lendutan pada struktur selanjutnya diperiksa terhadap batasan izin untuk menghindari lendutan yang berlebihan. Lendutan yang diperiksa adalah lendutan seketika akibat beban hidup yaitu BTR, BGT, dan TP. Batasan lendutan yang diatur dalam SNI 1725, 2016 adalah $L/1000 = 60000/1000 = 60$ mm. Gambar 4-17 menunjukkan lendutan yang terjadi pada elemen struktur pada Jembatan Dondang. Lendutan maksimum yang terjadi pada struktur sebesar 52.77 mm < 60 mm.



Gambar 9. Lendutan yang terjadi

Pengecekan Pondasi

Dari hasil perhitungan pembebanan pada jembatan sehingga diketahui bahwa reaksi perletakan yang terjadi adalah 445 Ton

Selanjutnya dari hasil penyelidikan tanah dihitung kapasitas tiang berdasarkan data-data tanah yang ada dengan menggunakan Metode cara umum untuk mendapatkan kapasitas ultimit tiang (Q_u) dari komponen tahanan ujung (Q_p) dan tahanan friksi (Q_s). Kapasitas ijin tiang diperoleh dengan membagi kapasitas ultimate dengan SF sebesar 2,5.

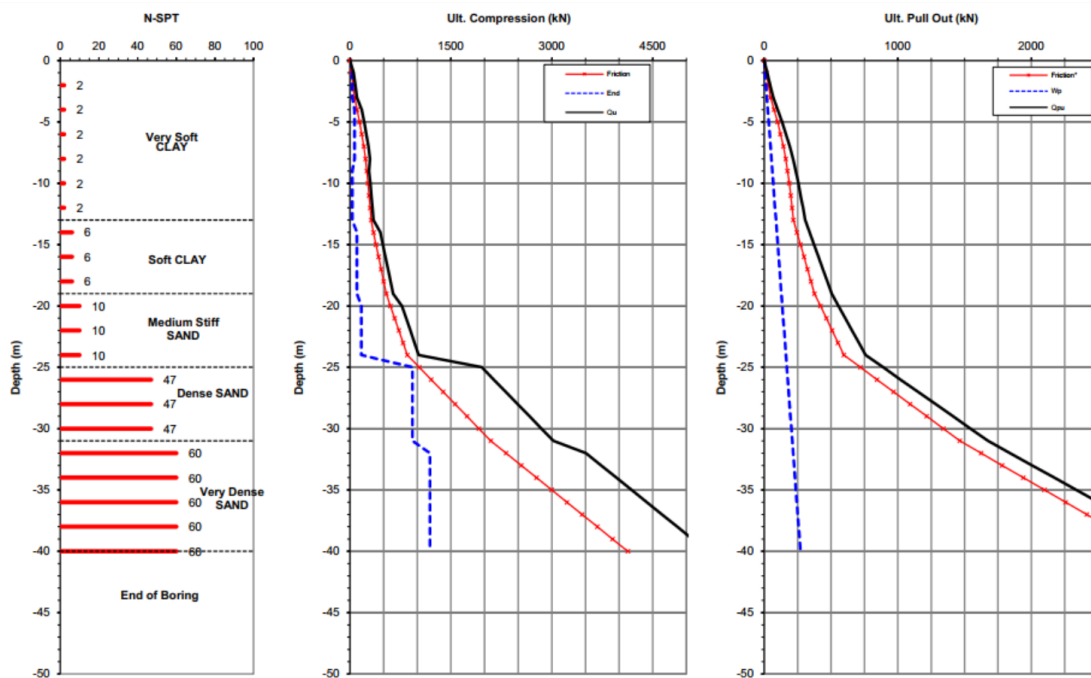
$$Q_u = Q_s + Q_p = f A_s + q A_p \quad (1)$$

$$Q_s = f_s \cdot A_s = (\alpha \times c_u) \cdot L_i \cdot P \quad (2)$$

$$Q_p = q_p \cdot A_p = 9 c_u \quad (3)$$

Dimana

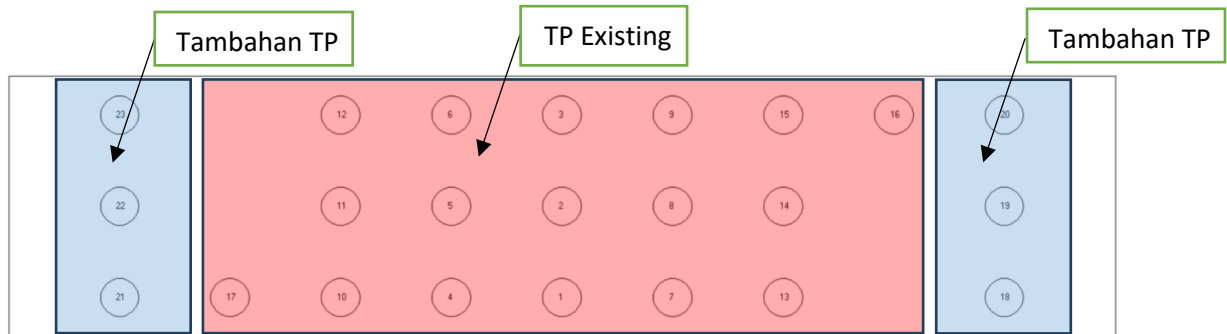
- Q_s = tahanan friksi tiang
- f_s = unit friction resistance
- α = koefisien adhesi antara tanah dan tiang ($\alpha = 0,55$)
- c_u = undrained shear strength ($c_u = 6$ NSPT)
- A_s = luas penampang tiang
- L_i = panjang lapisan tanah
- P = keliling tiang
- Q_p = tahanan ujung aksial tiang
- q_p = unit bearing resistance
- c_u = (6 x NSPT) kuat geser undrained
- A_p = luas penampang tiang



Gambar 10. Grafik daya dukung tiang tunggal

Dari hasil perhitungan pondasi exiting diketahui bahwa kemampuan tiang tidak dapat menahan beban yang terjadi dilihat dari daya dukung axial dan lateral tiang, dari hasil Analisa tersebut maka perlu dilakukan penambahan tiang agar beban lateral dan daya dukung axial tiang dapat terpenuhi sebagaimana dalam penelitian (Situmorang & Pratikso, 2019).

Dari hasil perhitungan maka perlu dilakukan penambahan tiang pondasi seperti di bawah ini untuk menambah daya dukung tiang secara kelompok.



Gambar 11. Penambahan Tiang

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian didapat :

1. Dari hardness brinell, material baja terpasang pada Jembatan Dondang masuk dalam kategori baja BJ 41 dengan kuat leleh (f_y) sebesar 250 MPa dan kuat tarik (f_u) sebesar 410 MPa;
2. Mode shape struktur yang diperoleh berdasarkan pengukuran vibrasi merupakan mode translasi vertikal. Adapun nilai frekuensi alami jembatan berdasarkan analisa hasil pengukuran vibrasi jembatan secara berurutan adalah sebesar 1.929 Hz, 2.028 Hz, 2.018 Hz untuk masing-masing bentang P13-P14, P14-P15 dan P15-P16. Nilai frekuensi alami jembatan berdasarkan analisa pemodelan adalah sebesar 1.8901 Hz untuk mode 1 (translasi vertikal), 2.6091 Hz untuk mode 2 (torsional), 3.6865 Hz untuk mode 3 (translasi lateral).
3. Hasil analisis struktur jembatan ditinjau dari lendutan masih memenuhi lendutan izin yaitu sebesar $52.77 \text{ mm} < 60 \text{ mm}$. Lendutan yang diperiksa adalah lendutan seketika akibat beban hidup yaitu BTR, BGT, dan TP (beban layan).
4. Dari hasil Analisa perhitungan maka perlu dilakukan:
 - a. Penambahan tiang masing-masing satu baris disisi hulu dan hilir jembatan pada Pier 14;
 - b. Akibat poin a maka pilecap di Pier 14 diperpanjang sesuai kebutuhan dilapangan;
 - c. Pergantian Elastomer bearing yang mengalami perubahan atau deformasi;
 - d. Perbaikan Expantion Join P.14, P.15, P.16 dan P.17, yang terdampak akibat ditabrak ponton batu bara.

DAFTAR PUSTAKA

- akbar, S. J., Fauzan, M., Sipil, J. T., Teknik, F., & Malikussaleh, U. (2020). *Studi Eksperimen Perilaku Dinamik Jembatan Prestressed Concrete-I Girder Dengan*. 10(2), 297–306.
- Apriani, W., & Trisep Haris, V. (2022). Analisis Penilaian Kondisi Jembatan Sei. Lalak Ii Menggunakan Fracture Critical Member (Assessment Analysis Of The Condition Of The Sei. Lalak Ii Bridge Uses Fracture Critical Member). *Jurnal Infrastruktur*, 8(2), 99–106.
- Indarto, H., Pudjianto, B., & Nurhuda, I. (2017). Kajian Perilaku Dinamik Struktur Jembatan Penyeberangan Orang (Jpo) 2 Lantai Akibat Beban Manusia Yang Bergerak. *Teknik*, 38(1), 1. <https://doi.org/10.14710/Teknik.V0i0.9546>
- Situmorang, A., & Pratikso, A. R. (2019). The Changes Of Friction Capacity Of The Pile To Support Slab Pavement Due To Lateral Loads. *Academia.Edu*, 10(11), 66–71. https://www.academia.edu/download/61711471/Ijciot_10_11_00820200107-21505-1i17bt5.Pdf
- SNI-8460:2017. (2017). Sni 8460-2017. *Persyaratan Perancangan Geoteknik*, 8460, 2017.
- SNI 1725. (2016). *Standar pembebanan untuk jembatan*.