

LAPORAN PENELITIAN

EVALUASI STABILITAS *ABUTMENT* JEMBATAN KERTOSONO SUNGAI BRANTAS TOL SOLO – KERTOSONO, NGANJUK, JAWA TIMUR



TIM PELAKSANA :

1. Ngirtjuk Hirwo ST, M.T NIDN 0315066801 (Ketua / Dosen)
2. Atina Ayatika NPM 16273115053 (Mahasiswa)

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO
JAKARTA
TAHUN 2020**



YAYASAN BUDI UTOMO
INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO
(ITBU)

Jalan Raya Mawar Merah No. 23, Pondok Kopi, Jakarta Timur
Telp.8611849 – 8511850 Fax. 8613627

Bank : CIMB Niaga

LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN PENELITIAN

- A. Judul Kegiatan : EVALUASI STABILITAS *ABUTMENT* JEMBATAN
KERTOSONO SUNGAI BRANTAS TOL SOLO – KERTOSONO
NGANJUK, JAWA TIMUR
1. Program : Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
2. Ketua Pelaksana :
Nama : Ngirtjuk Hirwo ST, M.T
NIDN : 0315066801
Program Studi : Teknik Sipil
3. Anggota :
Nama : Atina Ayatika
NPM : 16273115053
Program Studi : Teknik Sipil
Lokasi : Nganjuk
4. Lama Pelaksanaan : 6 (bulan)
5. Tanggal/Tahun : Maret s/d Agustus 2020
6. Biaya : Rp 4.000.000,-

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknologi Industri



(Dr. Survadi, S.T., M.T)

NIDN : 0302046907

Jakarta, Agustus 2020
Menyetujui,
Kepala LPPM,



(Sigit Wibisono, S.T., M.T.)

NIDN : 0314116301



YAYASAN BUDI UTOMO
INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO
(ITBU)

Jalan Raya Mawar Merah No. 23, Pondok Kopi, Jakarta Timur
Telp.8611849 – 8511850 Fax. 8613627

Bank : CIMB Niaga

Kepada
Yth. **Kepala LPPM ITBU**
Di Jakarta

Dengan hormat,

Dalam rangka memenuhi kewajiban Tri Dharma Perguruan Tinggi, maka bersama ini kami mengajukan proposal penelitian untuk Semester Genap TA. 2019-2020:

- a. Judul : **EVALUASI STABILITAS ABUTMENT JEMBATAN KERTOSONO SUNGAI BRANTAS TOL SOLO – KERTOSONO NGANJUK, JAWA TIMUR**
- b. Tim Peneliti:
1. Ketua
Nama : Ngirtjuk Hirwo ST, M.T
NIDN : 0315066801
Prodi : Teknik Sipil
 2. Anggota
Nama : Atina Ayatika
NPM : 16273115053
Prodi : Teknik Sipil
- c. Lokasi : Nganjuk
- d. Lama Pelaksanaan : 6 (bulan)
- e. Tanggal/Tahun : Maret s/d Agustus 2020
Biaya : Rp 4.000.000,-

Demikian surat ini kami sampaikan, atas perhatian dan bantuannya, kami ucapkan terima kasih.



(Udien Yulianto, S.T, M.Tech)
NIDN: 0310077002

Jakarta, Maret 2020
Yang mengajukan,

(Ngirtjuk Hirwo ST, M.T)
NIDN: 0315066801

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Alloh SWT, yang telah melimpahkan rahmat & karuniaNya sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan penelitian ini Bersama dengan mahasiswa Teknik sipil Institut Teknologi Budi Utomo.

Dalam pengerjaan laporan tugas akhir ini tidak terlepas dari kekurangan. Oleh karena itu sangat diharapkan sekali kritik & saran yang sifatnya membangun untuk menciptakan laporan ini lebih baik lagi, semoga laporan ini dapat bermanfaat.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Jakarta, Agustus 2020

Peneliti

DAFTAR ISI

| | |
|------------------------------------|-----|
| Lembar Pengesahan | i |
| Surat Pengajuan Penelitian | ii |
| Kata Pengantar | iii |
| Daftar Isi | iv |
| Daftar Tabel | v |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 2 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 4 |
| BAB IV HASIL PEMBAHASAN..... | 6 |
| BAB V PENUTUP | 9 |
| DAFTAR PUSTAKA | 10 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|---|
| Tabel 4.1 Stabilitas Guling Arah X..... | 6 |
| Tabel 4.2 Tabel 4.2 Stabilitas Geser Arah X | 7 |

BAB I

PENDAHULUAN

Persaingan akan lebih kompetitif pada era globalisasi seperti sekarang ini. Terutama pada bidang ekonomi. Dibutuhkan infrastruktur yang memadai agar kita tidak tertinggal dari negara lain. Dalam hal ini, salah satu infrastruktur yang mempunyai fungsi sangat penting dan strategis adalah jembatan. Karena pembangunan infrastruktur berkelanjutan yang mengikuti pertumbuhan ekonomi negara adalah salah satu kunci keberhasilan negara maju. Dan tentunya jembatan tersebut dibangun dengan sebaik-baiknya. Dimana tanpa mengurangi terjaminnya kualitas keamanan dan kenyamanan struktur dan jembatan, namun dari segi biaya harus ditekan seminimal mungkin.

Di negara kita, jembatan merupakan sarana publik yang sangat penting. Terlebih Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki banyak selat dan aliran-aliran sungai kecil maupun aliran-aliran sungai besar yang memotong jalan sebagai jalur transportasi. Agar pengguna jalan tidak memakan banyak waktu karena jarak yang ditempuh bertambah jauh, maka dibutuhkan jembatan sebagai penghubung jalan yang terpotong oleh sungai.

Pada penelitian ini, akan memperhitungkan stabilitas pada *abutment*. Pembebanan pada stabilitas *abutment* dihitung menggunakan SNI-1725-2016 “Standar Pembebanan Untuk Jembatan”. Adapun jembatan tersebut adalah Jembatan Kertosono Sungai Brantas Tol Solo – Kertosono. Jalan tol ini dibangun mempunyai maksud dan tujuan untuk meningkatkan aksesibilitas dan kapasitas jaringan jalan dalam melayani lalu lintas di koridor Trans Java.

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah untuk dapat berkontribusi membagikan ilmu pengetahuan perencanaan *abutment* jembatan dengan desain yang aman. Sehingga dapat memberikan pengertian, wawasan, dan pengalaman kepada mahasiswa maupun pihak kampus dalam perhitungan stabilitas *abutment* jembatan Kertosono sungai Brantas tol Solo–Kertosono. Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis penelitian evaluasi. Dari penelitian ini akan mendapatkan kesimpulan mengenai stabilitas *abutment* dan angka keamanan *abutment*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Jembatan merupakan sebuah konstruksi yang memiliki fungsi untuk menghubungkan dua daratan atau dua ujung jalan yang terputus oleh laut atau selat, sungai, jurang, lembah, jalan raya, maupun rel kereta⁽¹⁾. Dalam bukunya “Jembatan“, Ir. H. J. Struyk memaparkan bahwa menurutnya jembatan merupakan suatu konstruksi yang gunanya untuk meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang berada lebih rendah. Rintangan ini biasanya jalan lain (jalan air atau lalu lintas biasa).

Untuk pembebanan jembatan selama ini mengacu pada peraturan pembebanan SK-SNI-TO2-2005. Namun baru-baru ini telah dikeluarkan peraturan pembebanan yang baru yakni peraturan pembebanan SNI-1725-2016.

Bagian-bagian Konstruksi Jembatan

Berikut ini adalah bagian-bagian konstruksi jembatan:

1. Konstruksi bangunan atas jembatan

Bangunan atas jembatan terletak pada bagian atas konstruksi yang menopang beban-beban akibat lalu lintas kendaraan, orang, barang ataupun berat sendiri dari konstruksi. Berikut adalah bagian-bagian dari bangunan yang termasuk bagian atas jembatan:

a. Lantai Kendaraan

Lantai Kendaraan adalah bagian tengah dari plat jembatan yang berfungsi sebagai perlintasan kendaraan. Lebar jalur untuk kendaraan dibuat cukup untuk perlintasan dua buah kendaraan yang besar sehingga kendaraan dapat melaluinya dengan leluasa.

b. Lantai Trotoar

Lantai Trotoar adalah lantai tepi dari plat jembatan yang berfungsi menahan beban-beban yang terjadi akibat tiang sandaran, pipa sandaran, beban trotoar dan beban pejalan kaki.

c. Trotoar

Trotoar adalah bagian yang digunakan sebagai perlintasan bagi pejalan kaki. Biasanya memiliki lebar 0,5-2,0 m.

d. Tiang Sandaran

Tiang Sandaran digunakan untuk memberi rasa aman bagi kendaraan dan orang yang akan melewati jembatan tersebut. Fungsi dari tiang sandaran adalah sebagai perletakan dari pipa sandaran. Biasanya tingginya 125-145 cm dengan lebar 16 cm dan tebal 10 cm.

2. Konstruksi Bangunan Bawah Jembatan

Bangunan bawah jembatan terletak pada pangkal jembatan, yang memiliki fungsi utama untuk menyalurkan beban yang bekerja pada struktur jembatan atas. Berikut adalah bagian-bagian yang termasuk dalam bangunan bawah jembatan:

a. Kepala Jembatan atau *Abutment*

Kepala jembatan atau *abutment* adalah bagian bangunan pada ujung-ujung jembatan. Selain sebagai pendukung bagi bangunan atas, *abutment* juga berfungsi sebagai penahan tanah. *Abutment* disesuaikan dengan hasil penyelidikan tanah dan sebisa mungkin harus diletakan diatas tanah keras supaya dapat tercapai tegangan tanah yang diizinkan. Dengan memperhitungkan resiko terjadinya erosi maka paling tidak dasar *abutment* harus berada 2 m dibawah muka tanah asli, terutama untuk *abutment* dengan pondasi langsung.

BAB III

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis penelitian evaluasi. Kerana penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan kajian terhadap penilaian suatu hasil atau penyelesaian masalah pada kondisi telah selesai dilaksanakan. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan analisis data statistik kuantitatif. Analisis data statistik kuantitatif adalah data yang berupa angka atau bisa diangkakan, analisis statistik lebih tepat digunakan statistik deskriptif Analisis data statistic deskriptif adalah teknik analisis yang dipakai untuk menganalisis data dengan mendeskripsikan atau menggambarkan data-data yang sudah dikumpulkan seadanya tanpa ada maksud membuat generalisasi dari hasil penelitian. Yang termasuk dalam teknik analisis data deskriptif diantaranya seperti penyajian data kedalam bentuk grafik, tabel, persentase, frekuensi, diagram, grafik, mean, modus dan lain-lain.

Kerangka Pemikiran

Penelitian ini tentunya memiliki berbagai macam tahapan guna untuk mendapatkan hasil penelitian yang sesuai harapan dan tidak keluar dari batasan masalah yang sudah ditentukan. Maka dari itu dalam penelitian ini dibuat kerangka pemikiran tahapan-tahapan yang mendiskripsikan bagaimana proses penelitian ini dilaksanakan. Sehingga dapat membantu memberikan sebuah gambaran bagaimana proses penelitian ini berjalan, agar memudahkan pemahaman bagaimana langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini

Metode Penelitian

Agar memperoleh hasil yang sesuai harapan, suatu penelitian harus dilaksanakan secara sistematis. Yaitu dengan urutan yang jelas dan teratur. Maka dari itu, pelaksanaan penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahap. Adapun tahapan-tahapannya adalah sebagai berikut:

Metode Pengumpulan Data

Data-data yang digunakan dalam penelitian ini dikumpulkan dengan metode sekunder, yaitu teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui studi bahan-bahan kepustakaan yang mendukung penelitian. Sehingga dapat digunakan untuk mengevaluasi struktur abutment.

Data sekunder yang dikumpulkan meliputi:

- Desain Jembatan Tol Solo – Kertosono (AutoCAD)
- Data Tanah

Metode Analisis Data

Analisis data merupakan suatu langkah yang paling menentukan dari suatu penelitian, karena analisis data berfungsi untuk menyimpulkan hasil penelitian.

Dari data yang sudah dikumpulkan tahap selanjutnya adalah melakukan perhitungan ulang stabilitas *abutment* pada proyek tersebut dengan menggunakan standar SNI-1725-2016. Adapun langkah-langkah dalam menghitung ulang stabilitas *abutment* pada proyek tersebut adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data dari dimensi *abutment* pada autocad.
2. Menghitung beban dan momen berat sendiri.
3. Menghitung beban dan momen beban mati.
4. Menghitung beban dan momen tekanan tanah.
5. Menghitung beban dan momen lajur “D”.
6. Menghitung beban dan momen gaya rem.
7. Menghitung gaya dan momen akibat pengaruh temperature.
8. Menghitung gaya dan momen akibat gaya gesek
9. Membuat dan menghitung tabel kombinasi beban.
10. Menghitung stabilitas geser *abutment*.
11. Menghitung stabilitas guling *abutment*.
12. Menghitung stabilitas daya dukung tanah.

Metode Pembahasan Hasil Analisis

Pembahasan hasil analisis merupakan suatu langkah untuk mendapatkan hasil yang digunakan sebagai kesimpulan dari suatu penelitian.

Pada penelitian ini, hasil analisis dipaparkan dalam bentuk tabel dan uraian kalimat. Dimana tabel dan uraian kalimat tersebut memaparkan hasil analisis yang sesuai dengan rumusan masalah yang sudah disebutkan.

BAB IV

HASIL PEMBAHASAN

Stabilitas Guling Arah X

Angka keamanan stabilitas guling, $SF = 2.2$

Letak titik guling A (ujung fondasi) terhadap pusat fondasi:

$$B_x/2 = 5.5/2 = 2.75 \text{ m}$$

K = persen kelebihan beban yang diijinkan (%)

M_x = Momen penyebab gulingan arah x

Momen penahan guling:

$$M_{px} = P \cdot (B_x / 2) \cdot (1 + k)$$

Angka aman terhadap guling:

$$SF = M_{px} / M_x \quad \text{harus} \geq 2.2$$

Tabel 4.1 Stabilitas Guling Arah X

| Kombinasi Beban | Kombinasi-1 | Kombinasi-2 | Kombinasi-3 | Kombinasi-4 | Kombinasi-5 |
|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Tegangan Berlebih | 0% | 25% | 25% | 40% | 50% |
| P (kN) | 11729.819 | 11729.819 | 11729.819 | 11729.819 | 10320.455 |
| M_x (kN.m) | -2415.856 | -2401.266 | -1949.986 | -1935.396 | -3077.476 |
| M_{px} (kN.m) | 32257.003 | 40321.254 | 40321.254 | 45159.805 | 42571.879 |
| SF | 13.352 | 16.792 | 20.678 | 23.334 | 13.833 |
| Keterangan | Safe! | Safe! | Safe! | Safe! | Safe! |

Sumber : Penelitian Mandiri

Stabilitas Guling Arah Y

Letak titik guling A (ujung fondasi) terhadap pusat fondasi :

$$B_y/2 = 16.3/2 = 8.15 \text{ m}$$

K = persen kelebihan beban yang diijinkan (%)

M_y = Momen penyebab gulingan arah y

Momen penahan guling:

$$M_{py} = P \cdot (B_y / 2) \cdot (1 + k)$$

Angka aman terhadap guling :

$$SF = M_{py} / M_y \quad \text{harus} \geq 2.2$$

Karena beban angin pada penelitian ini tidak dihitung, maka stabilitas guling arah Y juga tidak dihitung.

Stabilitas Geser Arah X

Parameter tanah dasar pile cap:

Sudut gesek, $\phi = 18^\circ$
 Kohesi, $C = 0.16 \text{ kPa}$
 Ukuran dasar pile cap: $B_x = 5.5 \text{ m}$
 $B_y = 16.3 \text{ m}$

$K =$ persen kelebihan beban yang diijinkan (%)

$T_x =$ Momen penyebab geser

Gaya penahan geser:

$$H = (C \cdot B_x \cdot B_y + P \cdot \tan \phi) * (1 + k)$$

Angka aman terhadap geser:

$$SF = H / T_x \quad \text{harus} \geq 2.2$$

Tabel 4.2 Stabilitas Geser Arah X

| Kombinasi Beban | Kombinasi-1 | Kombinasi-2 | Kombinasi-3 | Kombinasi-4 | Kombinasi-5 |
|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Tegangan Berlebih | 0% | 25% | 25% | 40% | 50% |
| P (kN) | 11729.819 | 11729.819 | 11729.819 | 11729.819 | 10320.455 |
| T_x (kN) | 515.439 | 517.199 | 627.699 | 629.459 | 444.969 |
| H (kN) | 3826.535 | 3827.785 | 4783.169 | 5357.149 | 5052.738 |
| SF | 7.424 | 7.401 | 7.620 | 8.511 | 11.355 |
| Keterangan | Safe! | Safe! | Safe! | Safe! | Safe! |

Sumber : Penelitian Mandiri

Stabilitas Geser Arah Y

Parameter tanah dasar pile cap:

Sudut gesek, $\phi = 18^\circ$
 Kohesi, $C = 0.16 \text{ kPa}$

Ukuran dasar pile cap:

$B_x = 5.5 \text{ m}$

$B_y = 16.3 \text{ m}$

$K =$ persen kelebihan beban yang diijinkan (%)

$T_y =$ Momen penyebab geser

Gaya penahan geser:

$$H = (C \cdot B_x \cdot B_y + P \cdot \tan f) \cdot (1 + k)$$

Angka aman terhadap geser :

$$SF = H / T_y \quad \text{harus} \geq 2.2$$

Karena beban angin pada penelitian ini tidak dihitung, maka stabilitas geser arah Y juga tidak dihitung.

Stabilitas Daya Dukung Tanah

Angka keamanan daya dukung tanah, $SF = 3$

Kohesi, $C = 0.18 \text{ kPa} = 0.18 \text{ Kn/m}^2$

Berat volume Tanah, $\gamma_s = 15.9 \text{ kN/m}^3$

Kedalaman Pondasi $D_f = 1.5 \text{ m}$

Lebar Podasi $B = 5.5 \text{ m}$

Lebar *Abutment* $B_x = 5.5 \text{ m}$

Panjang *Abutment* $B_y = 16.3 \text{ m}$

Faktor Daya Dukung Tanah untuk $\phi = 20^\circ$ $N_c = 17.7$

$$N_q = 7.4$$

$$N_\gamma = 5$$

$$\begin{aligned} \text{qult} &= [c N_c + D_f \gamma_s N_q + 0,5 \gamma_s B N_\gamma] \cdot B_x \cdot B_y \\ &= [(0.18 \cdot 17.7) + (1.5 \cdot 15.9 \cdot 7.4) + (0.5 \cdot 15.9 \cdot 5.5 \cdot 5)] \cdot 5.5 \cdot 16.3 \\ &= 398.301 \cdot 5.5 \cdot 16.3 \\ &= 35707.68465 \text{ kN} \end{aligned}$$

Angka keamanan daya dukung tanah:

$$\begin{aligned} SF &= \text{qult} / W_{\text{total}} \\ &= \text{qult} / [(\text{Berat Struktur Atas} + WMA) / 2 + \text{Berat Sendiri Abutment} + WTD] \\ &= 35707.68465 / [(989.0625 + 258) / 2 + 7245.63 + 1565.96] \\ &= 35707.68465 / [(623.654 + 7245.63 + 1565.96)] \\ &= 35707.68465 / 9435.24 \\ &= 3.78 > 3 \text{ (Aman)} \end{aligned}$$

BAB V

PENUTUP

Kesimpulan yang diperoleh dari pembahasan masalah ini adalah sebagai berikut:

1. Stabilitas guling dan geser Jembatan Kertosono Sungai Brantas Tol Solo-Kertosono berdasarkan SNI-1725-2016 adalah sebagai berikut:

| No | Kombinasi Beban | Keamanan Stabilitas | |
|----|-----------------|---------------------|---------|
| | | Guling X | Geser X |
| 1 | 0% | Aman | Aman |
| 2 | 25% | Aman | Aman |
| 3 | 25% | Aman | Aman |
| 4 | 40% | Aman | Aman |
| 5 | 50% | Aman | Aman |

Dan *abutment* aman terhadap daya dukung tanah.

2. Angka keamanan Jembatan Kertosono Sungai Brantas Tol Solo-Kertosono adalah sebagai berikut:

Angka Keamanan Stabilitas Guling dan Geser :

| No | Kombinasi Beban | Angka Keamanan Stabilitas | |
|----|-----------------|---------------------------|---------|
| | | Guling X | Geser X |
| 1 | 0% | 13.352 | 7.424 |
| 2 | 25% | 16.792 | 7.401 |
| 3 | 25% | 20.678 | 7.620 |
| 4 | 40% | 23.334 | 8.511 |
| 5 | 50% | 13.833 | 11.355 |

Dan untuk angka keamanan daya dukung tanah adalah sebesar 3.78

DAFTAR PUSTAKA

Asroni, H. Ali, 2010. *Balok Dan Pelat Beton Bertulang*, edisi pertama, penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta

Pratikto, NIP. 19610725 198903 1 002. *Konstruksi Beton*, Politeknik Negeri Jakarta November 2009.

Djojowiriono, S, 1985. *Konstruksi Bangunan Gedung*, Biro penerbit mahasiswa teknik sipil, Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta.

Ferguson, M.P., Budianto Sutanto, dan Kris Setianto, *Dasar – Dasar Beton Bertulang*, Edisi ke empat, versi SI, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Nawy, E.G. dan Bambang Suryoatmono, 1990. *Beton Bertulang – Suatu Pendekatan Dasar*, Penerbit P.T. Erosco, Bandung.