

KAJIAN PENGGUNAAN PONDASI DANGKAL PADA JEMBATAN (Studi Kasus Proyek Penggantian Jembatan Secang Kecil)

Agung Nusantoro¹, Nurmansyah Alami².

¹Teknik Sipil/Universitas Muhammadiyah Purworejo, Purworejo, 54151

²Teknik Sipil/Universitas Muhammadiyah Purworejo, Purworejo, 54151

ABSTRAK

“Analisis Penggunaan Pondasi Telapak Gabungan pada Jembatan Bentang Pendek (Studi Kasus Proyek Penggantian Jembatan Secang Kecil)”. Tujuan dilakukan kajian ini yaitu untuk menganalisis fondasi telapak gabungan bila diterapkan pada jembatan bentang pendek pada Proyek Penggantian Jembatan Secang Kecil di Kecamatan Ngombol, Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah.

Daya dukung tanah yang diambil dari 2 titik pada lokasi, menyatakan letak daya dukung tanah keras berbeda yaitu berada di kedalaman -15,20 m dan -4,60 m. Penelitian ini menggunakan data daya dukung tanah keras dengan kedalaman -15,20 m. Daya dukung tanah izin dicari menggunakan metode Terzhagi. Analisis stabilitas internal dan stabilitas eksternal dilakukan untuk mengetahui kemampuan fondasi telapak gabungan dalam memikul beban rencana pada kondisi tanah tersebut.

Hasil analisis menunjukkan bahwa fondasi telapak gabungan dapat diterapkan pada Proyek Penggantian Jembatan Secang Kecil dengan tegangan tanah maksimum 98,819 T/m². Stabilitas internal dengan hasil tegangan desak izin (132 kg/cm²) lebih besar dari tegangan desak yang terjadi (48,25 kg/cm²), tegangan tarik izin (144 kg/cm²) lebih besar dari tegangan tarik yang terjadi (142,7 kg/cm²), dan kuat geser izin (172 kg/cm²) lebih besar dari kuat geser yang terjadi (29,29 kg/cm²). Stabilitas eksternal dengan hasil angka keamanan (SF) geser yang bekerja (2,25) lebih besar dari SF izin (2), SF guling yang bekerja (2,498) lebih besar dari SF izin (2) dan eksentrisitas yang bekerja kurang dari eksentrisitas izin.

Kata kunci: Pondasi Telapak, Jembatan Bentang Pendek.

PENDAHULUAN

Pengujian tanah yang dilakukan pada Proyek Penggantian Jembatan Secang Kecil, memberikan hasil data tanah yang menyebutkan bahwa letak lapisan tanah keras untuk uji sondir pada titik 2 lapisan tanah keras dengan qc sebesar 140 kg/cm² terletak di kedalaman -15,20 meter dari muka jalan *existing* dan untuk uji sondir pada titik 1 menyebutkan lapisan tanah keras qc sebesar 120 kg/cm² terletak pada kedalaman -4,60 meter dari muka jalan *existing*.

Maka dari itu perlu di lakukan penelitian mengenai fondasi yang dapat digunakan untuk konstruksi jembatan bentang pendek 5,8 meter dan lebar jembatan sebesar 7,2 meter.

KAJIAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Pembebanan

- a. Beban Primer
adalah beban yang merupakan beban utama dalam perhitungan tegangan pada setiap perencanaan jembatan.
- b. Beban Sekunder

adalah beban sementara yang mengakibatkan tegangan-tegangan yang relatif kecil dari pada tegangan akibat beban primer dan biasanya tergantung dari bentang, bahan, sistem konstruksi, tipe jembatan, dan keadaan setempat. Beban sekunder terdiri dari beban angin, beban rem, beban gempa, gaya tekanan tanah akibat gempa, gaya akibat gesekan pada tumpuan, dan beban akibat susut dan rangkai serta perubahan suhu.

- c. Beban Khusus
- d. adalah beban yang merupakan beban-beban khusus untuk perhitungan tegangan pada perencanaan jembatan. Beban khusus ini terdiri dari gaya sentrifugal, gaya tumbuk pada jembatan, beban dan gaya selama pelaksanaan pekerjaan, gaya akibat aliran air dan tumbukan benda-benda hanyutan, serta gaya angkat.

2. Kombinasi Pembebanan

Konstruksi jembatan beserta bagian-bagiannya harus ditinjau terhadap kombinasi pembebanan dan gaya yang mungkin bekerja. Tegangan yang digunakan dalam pemeriksaan kekuatan konstruksi yang bersangkutan dinaikkan terhadap tegangan yang diijinkan sesuai keadaan elastis. Tegangan yang digunakan dinyatakan dalam persen terhadap tegangan yang diijinkan sesuai kombinasi pembebanan dan gaya pada Tabel 1.

Tabel 1. Kombinasi Pembebanan

| No | Kombinasi Pembebanan dan Gaya | Tegangan yang dipakai terhadap Tegangan Ijin |
|----|---|--|
| 1 | $M + (H + K) + Ta + Tu$ | 100% |
| 2 | $M + Ta + Ah + Gg + A + SR + Tm + S$ | 125% |
| 3 | Kombinasi (1) + $Rm + Gg + A + SR + Tm + S$ | 140% |
| 4 | $M + Gh + Tag + Gg + AHg + Tu$ | 150% |
| 5 | $M + P_1$ | 130% |
| 6 | $M + (H + K) + Ta + S + Tb$ | 159% |

(Sumber : PPPJJR)

3. Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah (\bar{r}_1) adalah kemampuan tanah memikul tekanan, atau tekanan maksimum yang diijinkan bekerja pada tanah di atas fondasi. Daya dukung terfaktor (C_{ult}) atau *Factored Bearing Capacity* adalah kemampuan tanah memikul tekanan atau tekanan maksimum pada batas runtuh. Daya dukung tanah dapat dihitung menggunakan rumus berikut ini:

$$\bar{\sigma} = \frac{\sigma_{ult}}{SF}$$

$$\sigma_{ult} = 1,3 \cdot cNc + q \cdot Nq + 0,4B \cdot \gamma \cdot Ny$$

4. Pondasi Dangkal

Pondasi dangkal adalah Pondasi yang mendukung beban secara langsung, dapat ditentukan dengan rumus $Df/B < 4$. Beberapa contoh fondasi dangkal yaitu fondasi batu kali, fondasi telapak tunggal, fondasi telapak gabungan, fondasi rakit, fondasi lajur, dan fondasi konstruksi sarang laba-laba (KSLL).

5. Analisis Stabilitas

Struktur bawah meliputi Abutment dan Fondasi Telapak Gabungan. Konstruksi ini dianalisis mengenai stabilitas internal dan stabilitas eksternal.

B. Tinjauan Pustaka

1. Endra Ade Gunawan Sitohang dan Roesyanto, Universitas Sumatera Utara

Endra Ade Gunawan Sitohang dan Roesyanto dalam skripsinya yang berjudul “Desain Pondasi Telapak dan Evaluasi Penurunan Pondasi”. Tugas akhir ini bertujuan untuk mendesain pondasi telapak pada tanah lempung mulai dari menghitung daya dukung tanah, dimensi fondasi, penulangan, kontrol kuat geser 1 arah dan 2 arah, sampai pada evaluasi penurunan pondasi. Untuk perhitungan penurunan digunakan dua metode yaitu metode one point dan metode sub-layer untuk menentukan metode yang dapat memberikan hasil lebih akurat.

METODE PENELITIAN

A. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Proyek Penggantian Jembatan Secang Kecil yang beralamat di Desa Secang, Kecamatan Ngombol, Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah.

B. Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah :

1. Data tanah
2. Gambar situasi

C. Langkah-langkah Penelitian

1. Studi Pustaka

Sebelum melakukan penelitian ini dilakukan studi pustaka yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan

2. Pengumpulan Data

Pada proses pengumpulan yang dilakukan yaitu dengan pengambilan data yang dilakukan pada Proyek Penggantian Jembatan Secang, di Kecamatan Ngombol, Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah, berupa data tanah dan gambar situasi.

3. Perhitungan Beban Struktur Atas Jembatan

Setelah memperoleh data yang dibutuhkan, maka langkah selanjutnya yaitu menghitung beban rencana yang dihasilkan dari struktur atas berdasarkan gambar situasi yang diperoleh.

4. Perencanaan *Abutment* dan Fondasi Telapak Gabungan

Untuk merencanakan *abutment* dan fondasi telapak gabungan ini harus memperhatikan beban struktur atas yang ditopang serta kondisi tanah. Selain itu juga harus mempertimbangkan muka air pada irigasi yang digunakan untuk mengalir persawahan disekitarnya.

5. Pengecekan Stabilitas Internal, Eksternal, dan Daya Dukung Tanah berdasarkan hasil Sondir.

Perencanaan *Abutment* dan fondasi telapak gabungan yang telah direncanakan, di cek terhadap stabilitas internal, stabilitas eksternal, dan daya dukung tanah berdasarkan hasil sondir. Jika semua syarat aman terpenuhi maka analisis perhitungan berakhir. Namun, jika terdapat syarat yang tidak terpenuhi maka perlu dilakukan perencanaan dan analisis perhitungan kembali sampai diperoleh hasil bahwa semua syarat aman terpenuhi.

6. Menarik Kesimpulan

Dari hasil analisis tersebut di ambil suatu kesimpulan mengenai dimensi fondasi telapak gabungan yang dapat digunakan pada proyek tersebut.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data

Perencanaan jembatan Secang ini mempunyai panjang bentang 5.8 m dan lebar 7.2 m, merupakan jembatan beton bertulang dengan klasifikasi jalan III C.

B. Analisis Data

1. Pembebanan Struktur Atas

Tabel 2. Total Beban Mati Konstruksi Bangunan Atas

| No | Muatan | Beban (Ton) |
|----|------------------------------|--------------|
| 1 | Plat lantai | 20,99 |
| 2 | Aspal | 3,19 |
| 3 | Trotoar + Besi siku L60.60.6 | 3,724 |
| 4 | Sandaran | 9,7013 |
| 5 | Balok | 5,0625 |
| 6 | Diafragma | 0,711 |
| 7 | Plat Injak | 12,6 |
| 8 | Air hujan | 0,87 |
| | P(total) | 56,85 |

(Sumber: Analisis Perhitungan)

2. Kombinasi Pembebanan

$$\text{Kombinasi 1} = M + (H + K) + Ta + Tu = 525,82 \text{ T}$$

$$\text{Kombinasi 2} = M + Ta + Ah + Gg + A + SR + Tm + S = 454,86 \text{ T}$$

$$\text{Kombinasi 3} = \text{Kombinasi (1)} + Rm + Gg + A + SR + Tm + S = 540,64 \text{ T}$$

$$\text{Kombinasi 4} = M + Gh + Tag + Gg + AHg + Tu = 411,90 \text{ T}$$

Tabel 3. Beban yang Diizinkan

| Kombinasi | Beban yang Bekerja (T) | Persentase Tegangan yang Diizinkan (%) | Beban yang Diizinkan (T) |
|-----------|------------------------|--|--------------------------|
| 1 | 525,82 | 100 | 525,82 |
| 2 | 454,86 | 125 | 568,57 |
| 3 | 540,64 | 140 | 756,90 |
| 4 | 411,90 | 150 | 617,86 |

(Sumber: Analisis Perhitungan)

Berdasarkan perhitungan kombinasi di atas maka diambil beban yang terbesar untuk beban pada perencanaan fondasi, yaitu:

Kombinasi = 3

Beban = 756,90 T

3. Daya Dukung Tanah

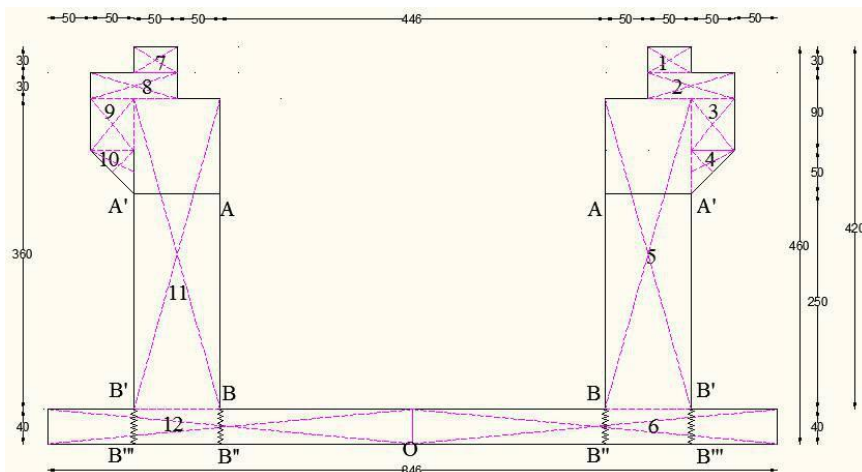
Berdasarkan data tanah pengujian sondir titik 2 pada proyek Penggantian Jembatan Secang Kecil.

$$\begin{aligned} \sigma_{ult} &= 1,3.c.N_c + q.N_q + 0,4B.\gamma.N_\gamma \\ &= (1,3 \times 1,8 \text{ t/m}^2 \times 31,7) + (7,55 \text{ t/m}^2 \times 19,2) + (0,4 \times 1,641 \text{ t/m}^3 \times 7 \text{ m} \times 16,81) \\ &= 296,456 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{max} &= q_u/SF = 296,456 \text{ T/m}^2/3 \\ &= 98,819 \text{ T/m}^2 \end{aligned}$$

4. Stabilitas Internal

Untuk pengecekan stabilitas internal, ditinjau berdasarkan tiga potongan.



Gambar 1. Gambar pondasi gabungan dan potongan gaya internal. Pada struktur diatas

diambil potongan A-A', B-B'', dan B'-B'''.

Tabel 4. Rekapitulasi Stabilitas Internal

| Potongan | Tegangan Desak | | Tegangan Tarik | | Tegangan Geser | |
|----------|----------------|---------|----------------|---------|----------------|---------|
| | Izin | Terjadi | Izin | Terjadi | Izin | Terjadi |
| A-A' | 132 | 30,751 | 144 | -14,45 | 172 | 0,58 |
| B-B'' | 132 | 48,251 | 144 | 23,21 | 172 | 1,39 |
| B'-B''' | - | - | 144 | 142,7 | 172 | 29,29 |

(Sumber: Analisis Perhitungan)

5. Stabilitas Eksternal

Berikut ini adalah perhitungan stabilitas eksternal

a. Stabilitas Terhadap Geser Dasar Fondasi

$$SF = \frac{\sum V \cdot \tan \frac{2}{3} \phi + c \cdot B}{\sum H}$$

$$= 468,49 \times \tan 2/3 \cdot 25,6 + (1,8 \text{ t/m}^2 \times 7,0 \text{ m}) / 72,152$$

$$= 2,25 > 2 \rightarrow \text{Aman.}$$

b. Stabilitas terhadap Guling Dasar Fondasi

$\sum Mx$ = momen penahan

$\sum My$ = momen guling

c. Stabilitas terhadap eksentrisitas (Suryolelono, 1994:105)

$$e = ((\sum Mx - \sum My) / \sum V) - (B/2) < B/6 \text{ AMAN!!!}$$

$$= ((339 \text{ tm} - 135,69 \text{ tm}) / 468,488 - (7/2)) < (7/2)$$

$$= -3,07 < 1,17$$

d. Kontrol Tegangan Tanah pada Dasar Abutmen

$$\sigma = \frac{\sum V}{B \cdot L} \times \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{B} \right)$$

$$\sigma = \frac{468,488}{7 \times 8,46} \times \left(1 \pm \frac{6 \cdot (-3,1)}{7} \right)$$

$$\sigma \text{ max} = 7,911 \text{ t/m}^2 \times 1,63 = 12,879 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma \text{ min} = 7,911 \text{ t/m}^2 \times 3,63 = 28,701 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma \text{ max dan } \sigma \text{ min} \leq \sigma \text{ max} = 98,819 \text{ t/m}^2$$

e. Kontrol Daya Dukung berdasarkan uji sondir

$$\text{Kapasitas Dukung Izin} = \sigma : SF = 10 : 3 = 3,33 \text{ kg/cm}^2 = 33,33 \text{ T/m}^2$$

$$\sigma_{maks} = \frac{R_{baru}}{A} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e}{l} \right) + q$$

$$e = \frac{\sum M_o}{R_{baru}} = \frac{474,72}{468,49} = 1,0133 < 1,41$$

$$\sigma_{maks} = \frac{468,49}{59,22} \cdot \left(1 + \frac{6,101}{8,46}\right) + 2,5 = 16,096 \text{ T/m}^2$$

$$\sigma_{maks} < \sigma_{ijin}$$

$$16,096 \text{ T/m}^2 < 33,33 \text{ T/m}^2 \rightarrow \text{AMAN.}$$

C. Pembahasan Hasil Penelitian

Melalui data dari pengujian tanah tersebut, peneliti menentukan kedalaman fondasi yang akan di analisis yaitu pada kedalaman -4,60 meter dari muka jalan *existing* dengan hasil pengujian sondir mendapat nilai daya dukung tanah sebesar 10 kg/cm² dan daya dukung perencanaan sebesar 1,6096 kg/cm². Berdasarkan analisis didapatkan hasil bahwa fondasi dengan kedalaman -4,60 dari muka jalan *existing* dan fondasi telapak gabungan dengan panjang 8,46 meter, lebar 7 meter, dan ketebalan 0,4 meter mampu menahan beban yang direncanakan. Hal ini didasarkan pada pengecekan terhadap stabilitas internal dan stabilitas eksternal yang dilakukan serta semua syarat keamanan telah terpenuhi.

SIMPULAN

Berdasarkan analisis data yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa fondasi telapak gabungan dengan dimensi 8,46 meter x 7 meter yang terletak pada kedalaman -4,60 meter dapat menahan beban yang bekerja sehingga dapat diterapkan pada proyek Penggantian Jembatan Secang Kecil di Kecamatan Ngombol, Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah.

DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, Ali. 2010. *Kolom Fondasi & Balok T Beton Bertulang*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Ade, Gunawan Sitohang Endra dan Roesyanto. *Desain Pondasi Telapak dan Evaluasi Penurunan*. Skripsi tidak diterbitkan. Universitas Sumatera Utara. Medan. Diunduh dari <http://jurnal.usu.ac.id> pada 22 Juni 2016.
- Bowles, Joseph.E. 1988. *Foundation Analysis and Design*. (Terjemahan Pantur Silaban). Jakarta: Erlangga.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1987. *Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya*. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. *RSNI T-02-2005*. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya. 1979. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 N.I.-2*. Bandung.
- J, Manoppo Fabian. 2013. *Perilaku Tanah Exspansif Terhadap Daya Dukung*. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 3, 161-166. Diunduh dari <http://ejournal.unsrat.ac.id> pada 14 Agustus 2016.
- Julfrenly, O.L., et.al. 2013. *Analisis Kestabilan Pondasi Jembatan, Studi Kasus : Jembatan Essang-Lalue*. *Jurnal Sipil Statik*, 11, 730-744.

- Mahendra Andy. *Kajian Daya Dukung Pondasi Abutment Jembatan Bawas Kabupaten Kubu Raya*. Skripsi tidak diterbitkan. Universitas Tanjungpura. Pontianak. Diunduh dari <http://download.portalgaruda.org/article.php> pada 8 Agustus 2016.
- Pamungkas, Anugrah, et.al. 2013. *Desain Pondasi Tahan Gempa*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Purwanto, Edy. 2015. *Mata Kuliah Fondasi-I Desain Fondasi Dangkal. Hand Out*, tidak diterbitkan. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Rachmayani, Khairul Maulana. 2012. *Rancangan Pondasi Sumuran pada Jembatan Panjang Bentang 12 Meter*. Skripsi tidak diterbitkan. Sekolah Tinggi Teknik Iskandar Thani, Banda Aceh.
- Supriyadi Bambang, et.al. 2000. *Jembatan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Suryolelono, Kabul Basah. 1994. *Perancangan Fondasi*. Yogyakarta: Nafiri
- Suryolelono, Kabul Basah. 1994. *Teknik Fondasi Bagian I Fondasi Telapak dan Dinding Penahan Tanah*. Yogyakarta: Nafiri