

EVALUASI KAPASITAS STRUKTUR BAWAH JEMBATAN INTEGRAL

Miftah Hadibrata M.¹, Andi Indianto²

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. Dr. G.A. Siwabessy, Kukusan Kecamatan Beji, Depok, 16424.

e-mail: miftahhadibrata10@gmail.com¹, andi.indianto@sipil.pnj.ac.id²

ABSTRACT

The construction of integral bridge Overpass Cilenggang 1 on the Serpong – Balaraja Section 1A Toll Road Construction Project was built on soft soil. This evaluation aims to analyze the strength of the integral bridge substructure and justify the strengthening of the substructure if it is not strong enough to withstand the load in accordance with SNI 1725:2016. The evaluation substructure of the integral bridge capacity used SAP2000 software with the load accordance to SNI 1725:2016 for bridge loading. The result of the research show that the capacity of the integral bridge Overpass Cilenggang 1 structure is strong enough to withstand the working load because the reinforcement capacity used for the substructure is stronger than the reinforcement from the result of analysis with SAP2000 software. Based on the result of the research, it can be concluded that the reinforcement used for Overpass Cilenggang 1 substructure is strong enough to withstand the load working on structure and there is no need to justify the reinforcement for the integral bridge substructure.

Keywords: Evaluation, Integral Bridge, Load, Reinforcement, Substructure.

ABSTRAK

Pelaksanaan konstruksi jembatan integral Overpass Cilenggang 1 pada proyek pembangunan Jalan Tol Serpong – Balaraja Seksi 1A dibangun pada kondisi tanah lunak. Evaluasi ini bertujuan untuk menganalisa kekuatan struktur bawah jembatan integral Overpass Cilenggang 1 dan justifikasi perkuatan struktur bawah jembatan integral Overpass Cilenggang 1 apabila struktur bawah jembatan integral tidak kuat dalam menahan beban sesuai dengan SNI 1725:2016. Evaluasi kapasitas struktur bawah jembatan integral dibantu menggunakan software SAP2000 dengan pembebanan pada struktur mengacu pada SNI 1725:2016 tentang pembebanan jembatan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa kapasitas struktur bawah jembatan integral Overpass Cilenggang 1 kuat dalam menahan beban yang bekerja sesuai dengan SNI 1725:2016 karena kapasitas tulangan yang terpasang pada Overpass Cilenggang 1 lebih besar dari hasil analisa yang dilakukan dengan software SAP2000. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kapasitas tulangan yang terpasang untuk struktur bawah jembatan integral kuat dalam menahan beban yang bekerja sehingga tidak diperlukan justifikasi perkuatan terhadap struktur jembatan integral.

Kata kunci: Evaluasi, Jembatan Integral, Pembebanan, Perkuatan, Struktur Bawah.

PENDAHULUAN

Pada proyek pembangunan jalan tol Serpong – Balaraja Seksi 1A dibangun jembatan integral Overpass Cilenggang 1 yang dibangun di atas tanah lunak. Pembangunan struktur harus di atas tanah keras yang jenis pondasinya dibedakan berdasarkan kedalaman tanah kerasnya [1]. Berdasarkan permasalahan berikut, maka diperlukan evaluasi terhadap struktur bawah jembatan

integral Overpass Cilenggang 1. Evaluasi ini bertujuan untuk menganalisa kekuatan struktur bawah jembatan integral dengan membandingkan tulangan yang telah dikerjakan dengan tulangan hasil analisa aplikasi SAP2000 dan menjustifikasi perkuatan terhadap struktur bawah jembatan integral apabila tidak kuat menahan beban yang bekerja pada jembatan integral. Evaluasi struktur bawah jembatan integral ini diharapkan

bermanfaat untuk mendapatkan nilai tulangan yang dibutuhkan untuk struktur bawah jembatan integral *Overpass* Cilenggang 1 yang aman untuk kondisi tanah eksisting tanah lunak dan kuat menahan beban yang bekerja.



Gambar 1. Jembatan Integral
Sumber: PT. Multi Phi Beta

Dasar Teori

Kerusakan retak pada struktur bawah jembatan integral dapat terjadi akibat kondisi tanah eksisting yang tidak stabil [2]. Tanah yang nilai rata – rata hasil uji penetrasi standarnya kurang dari 15 maka diklasifikasikan sebagai tanah lunak [3].

Jembatan Integral

Jembatan integral merupakan jembatan yang dibuat tanpa adanya sambungan dengan lantai jembatan dan terhubung secara monolit dengan dinding [4] sehingga pergerakan antar bentang atau pergerakan bentang dengan abutment tidak ada [5].

Pembebanan Jembatan

Beban yang bekerja pada jembatan integral mengacu pada SNI 1725:2016 tentang pembebanan untuk jembatan [6] dan beban gempa tidak dihitung untuk struktur gorong – gorong persegi yang tidak berada di atas patahan aktif sesuai dengan SNI 2833:2016 tentang beban gempa [3].

Tekanan Tanah Lateral Aktif

Tekanan tanah lateral aktif dihitung berdasarkan oleh sifat – sifat tanah. Sifat – sifat tanah diperoleh berdasarkan hasil pengukuran dan pengujian tanah.

Besarnya tekanan tanah lateral aktif dapat dihitung dengan persamaan [7]:

$$\sigma_a = Ka \times \gamma \times z \dots\dots\dots(1)$$

Konstanta Pegas

Konstanta pegas tanah merupakan nilai yang digunakan untuk menghitung besarnya reaksi atau besarnya penurunan elastis pada pondasi [8]. Besarnya nilai konstanta pegas dapat dihitung dengan persamaan berikut [9]:

$$Ksv = 40 \times SF \times qa \text{ (kN/m}^3\text{)} \dots\dots(2)$$

Dan persamaan untuk Ksh [10] dan [11],

$$Ksh = 2 \times Ksv \text{ (kN/m}^3\text{)} \dots\dots\dots(3)$$

Dengan nilai qa,

$$qa = \frac{N_{60}}{8} \text{ (Kg/cm}^2\text{)} \dots\dots\dots(4)$$

Nilai N_{60} didapat dengan melakukan koreksi terhadap nilai SPT dengan persamaan sebagai berikut [12]:

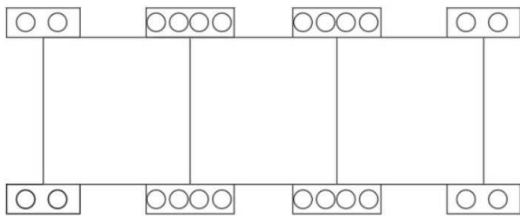
$$N_{60} = \frac{N \times Ce \times Cb \times Cr \times Cs}{0,6} \dots\dots\dots(5)$$

Nilai koefisien untuk nilai koreksi dapat menggunakan SNI 4153:2008 tentang cara uji penetrasi lapangan dengan SPT [13].

Justifikasi Perkuatan

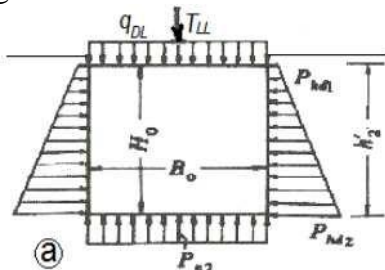
Justifikasi perkuatan dibutuhkan apabila struktur bawah jembatan integral *Overpass* Cilenggang 1 yang di analisa tidak kuat dalam menahan beban yang bekerja. Dikarenakan struktur jembatan integral *Overpass* Cilenggang 1 telah selesai dibangun, perkuatan struktur bawah untuk jembatan integral apabila tidak kuat menahan beban yang bekerja adalah dengan menambah tiang pada masing – masing dinding dengan metode pelaksanaan *side piling mechanism* [14]. Gambar 1 berikut ini merupakan ilustrasi tampak atas jembatan integral yang telah

diberikan perkuatan pondasi tiang dengan metode *side piling mechanism*.



Gambar 2. Ilustrasi Tampak Atas Perkuatan Jembatan Integral

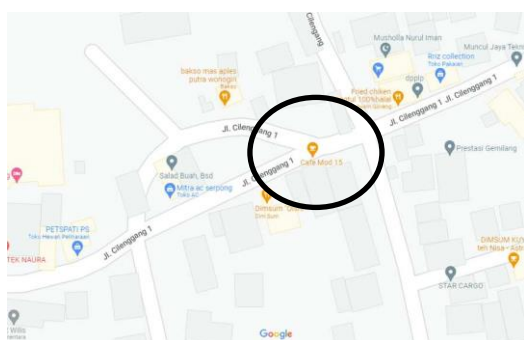
Pola pembebanan untuk jembatan integral *overpass* dibedakan berdasarkan tinggi timbunan di atas pelat atas jembatan integral *overpass* [15]. Apabila tidak terdapat timbunan di atas pelat atas, maka pola pembebanannya adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Pola Pembebanan Struktur

METODE PENELITIAN

Evaluasi ini dilakukan pada struktur yang dibangun pada Jalan Cilenggang 1 sesuai dengan Gambar 3 berikut ini:



Gambar 4. Lokasi Penelitian

Tahapan dalam penelitian ini meliputi kegiatan sebagai berikut:

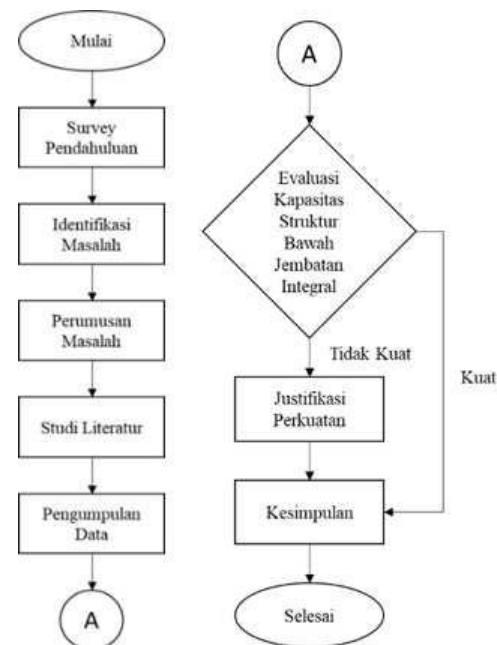
Tahap pertama; melakukan survey pada lokasi pekerjaan untuk melihat kondisi di lapangan kemudian mengidentifikasi

masalah yang terdapat dalam pembangunan *Overpass* Cilenggang 1. Lokasi survey berada di *Overpass* Cilenggang 1 pada proyek pembangunan jalan tol Serpong – Balaraja Seksi 1A.

Tahap kedua; melakukan studi terhadap literatur yang sesuai dengan Analisa yang akan dilakukan kemudian mengumpulkan data primer merupakan data dimensi struktur yang didapat dengan melakukan pengukuran dimensi secara langsung di lapangan dan data sekunder berupa data tanah dan *Shopdrawing Overpass* Cilenggang 1.

Tahap ketiga; menganalisa kapasitas struktur bawah jembatan integral *Overpass* Cilenggang 1 menggunakan aplikasi SAP 2000.

Tahap keempat; apabila struktur bawah jembatan integral *Overpass* Cilenggang 1 tidak kuat dalam menerima beban yang bekerja maka dapat dilakukan justifikasi perkuatan terhadap struktur bawah jembatan integral.

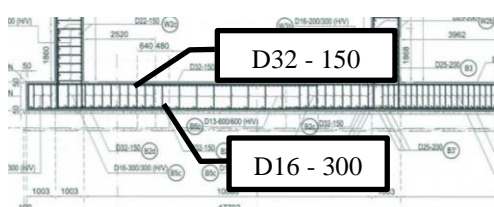


Gambar 5. Bagan Alir

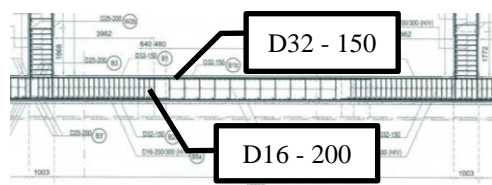
HASIL dan PEMBAHASAN

Analisa Struktur Bawah

Analisa struktur bawah jembatan integral *Overpass* Cilenggang 1 berbentuk gorong – gorong persegi. Berdasarkan *shopdrawing*, tulangan yang digunakan untuk struktur bawah jembatan integral adalah D32 – 150 untuk tulangan longitudinal atas dan bawah seperti Gambar 5 dan 6, kemudian D16 – 300 untuk tulang sengkang struktur bawah pada *cell ramp off/ on* seperti pada Gambar 5 dan D16 – 200 untuk tulang sengkang struktur bawah jembatan integral pada *cell* jalan tol seperti pada Gambar 6. Analisa dilakukan dengan bantuan aplikasi SAP2000.

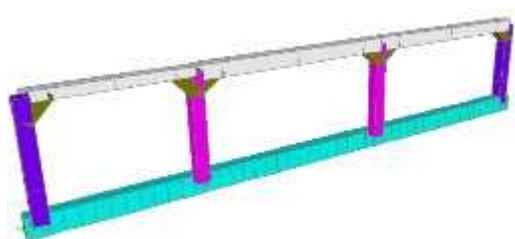


Gambar 6. Penulangan Struktur Bawah *Cell Ramp Off/ On*
Sumber: PT. Multi Phi Beta



Gambar 7. Penulangan Struktur Bawah *Cell* Jalan Tol
Sumber: PT. Multi Phi Beta

Permodelan Struktur



Gambar 8. Permodelan Struktur

Permodelan struktur jembatan integral pada aplikasi SAP2000 dibuat

berdasarkan *box culvert triple cell* dengan lebar tinjauan 1 meter. Dimensi tebal struktur atas untuk *cell ramp off/ on* adalah 740 mm, dimensi tebal untuk struktur atas *cell* jalan tol adalah 1160 mm, dimensi tebal untuk struktur bawah 1580 mm, dimensi tebal untuk dinding tebal samping 1003 mm, dan dimensi tebal untuk dinding tengah 1020 mm. Material pada jembatan integral ini menggunakan tulangan ulir dengan fy 400 MPa dan beton kelas B dengan mutu Fc' 30 MPa. Tanah dibelakang dinding tepi jembatan integral *Overpass* Cilenggang 1 di modelkan sebagai tekanan tanah lateral, sedangkan tanah dibawah struktur bawah jembatan integral *Overpass* Cilenggang 1 di modelkan sebagai konstanta pegas. Permodelan tekanan tanah lateral dan konstanta pegas seperti Gambar 8 berikut ini.



Gambar 9. Permodelan Tekanan Tanah Lateral dan Konstanta Pegas

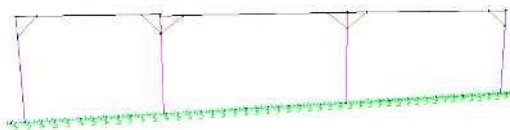
Pembebanan

Beban yang bekerja pada struktur jembatan integral *Overpass* Cilenggang 1 mengacu pada SNI 1725:2016 tentang pembebanan untuk jembatan dan beban gempa tidak diperhitungkan karena struktur berbentuk gorong – gorong persegi sesuai dengan SNI 2833:2016 tentang beban gempa maka beban gempa dibuat 0. Evaluasi ini menggunakan beban mati yang dihitung dengan aplikasi SAP2000, beban lalu lintas berjalan dengan beban PLL sebesar 68,60 kN/m; beban qLL sebesar 9 kN/m, beban hidup tanah lateral sebesar 4,40 kN/m sampai 57,97 kN/m dan beban mati tambahan aspal sebesar 1,10 kN/m. Kombinasi pembebanan yang digunakan dalam evaluasi kapasitas struktur bawah jembatan integral *Overpass* Cilenggang 1 adalah:

Kuat I = 1,3DL+2SDL+1,8LL+1,25TT

Konstanta Pegas

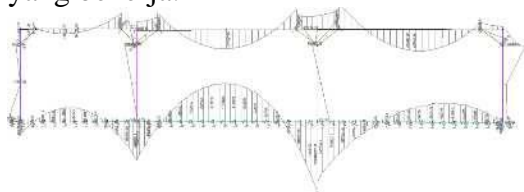
Nilai konstanta pegas sebagai daya dukung tanah didapat pada kedalaman 8 m dengan nilai SPT 6, nilai konstanta pegas vertikal adalah 14709,90 kN/m dan nilai konstanta pegas horizontal adalah 29419,80 kN/m. Konstanta pegas diletakkan dibawah struktur dengan jarak 1 m antara konstanta pegas seperti pada Gambar 9 berikut ini.



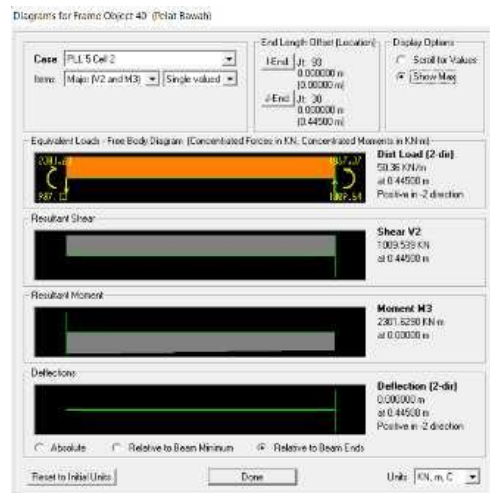
Gambar 10. Permodelan Konstanta Pegas Pada SAP2000

Analisa Kapasitas Tulangan

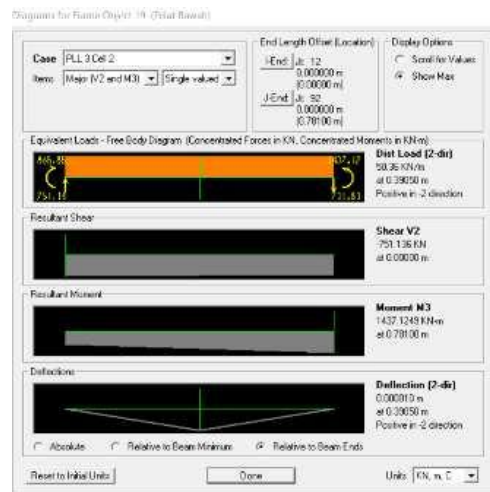
Analisa kapasitas tulangan struktur bawah jembatan integral *Overpass* Cilenggang 1 dilakukan dengan membandingkan luas tulangan yang terpasang dengan luas tulangan yang didapat dari hasil analisa. Apabila tulangan yang terpasang dengan diameter yang sama menghasilkan jarak antar tulangan lebih kecil dibandingkan jarak dari hasil analisa, maka tulangan tersebut kuat dalam menerima beban yang bekerja.



Gambar 11. Momen 3-3 Pada SAP2000



Gambar 12. Momen dan Gaya Geser Maksimum Pada *Cell* Jalan Tol



Gambar 13. Momen dan Gaya Geser Maksimum Pada *Cell* Ramp Off/On

Tabel 1. Perbandingan Tulangan Longitudinal

Elemen	Aktual	Analisa	Ket.
Ramp Off/ On	D32 - 150	D32 - 300	Layan
Jalan Tol	D32 - 150	D32 - 200	Layan

Tabel 2. Perbandingan Tulangan Geser

Elemen	Aktual	Analisa	Ket.
Ramp Off/ On	D16 - 300	Tidak Dibutuhkan	Layan
Jalan Tol	D16 - 200	D16 - 250	Layan

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dengan aplikasi SAP2000, dapat disimpulkan bahwa kapasitas struktur bawah jembatan integral kuat menahan beban yang bekerja.

SARAN

Ditinjau dari pembangunannya diatas tanah lunak, jembatan integral *Overpass* Cilenggang 1 sebaiknya ditambahkan pondasi tiang dan untuk perencanaan daya dukung tanahnya selain menggunakan data *Standard Penetration Test* (SPT) dapat juga menggunakan data *Sondir Test* dan *Boring Test*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah memberikan dukungan baik materil dan juga moril dalam penyelesaian evaluasi struktur bawah jembatan integral *Overpass* Cilenggang 1.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementrian PUPR, 2016. Petunjuk Teknis Pengujian Tanah. pp. 1–78.
- [2] M. Isneini, 2009. Kerusakan dan Perkuatan Struktur Beton Bertulang. *J. Rekayasa*, vol. 13, no. 3, pp. 259–270, 2009.
- [3] Badan Standarisasi Nasional Indonesia, 2016. SNI 2833:2016 Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa. Badan Standardisasi Nasional.
- [4] A. Surviyanto, 2012. Analisis Nonlinier Gempa Dalam Arah Melintang Pada Kepala Jembatan Integral. *Jalan Dan Jemb.*, vol. 29, no. 3, pp. 159–168.
- [5] N. Retno Setiati, 2010. Kajian Perencanaan Jembatan Integral. *Jalan Dan Jemb.*, vol. 27, no. 2, pp. 114–124.
- [6] Badan Standarisasi Nasional Indonesia, 2016. SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan. Badan Standardisasi Nasional.
- [7] B. M. Das, 1993. *Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis*. The University of Texas at El Paso.
- [8] Y. A. Yakin, D. S. Pratiwi, and B. F. Bilaldy, 2020. Analisis Konstanta Pegas pada Fondasi Tiang (Studi Kasus: Gedung Type B DPRD Surabaya). *RekaRacana J. Tek. Sipil*, vol. 6, no. 1, p. 42.
- [9] J. E. Bowles, 1997. *Foundation Analysis and Design International Fifth Edition*. The McGraw-Hill Companies, Singapore.
- [10] A. Kurniadi, I. F. Rosyidin, H. Indarto, and I. D. Atmono, 2015. Desain Struktur Slab on Pile. *J. Karya Tek. Sipil*, vol. 4, no. 4, pp. 57–68.
- [11] I. Rusyid and A. Indianto, 2019. REDESAIN STRUKTUR BAWAH JEMBATAN DENGAN KEPALA JEMBATAN TIPE PILE CAP. Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Jakarta no. 1, pp. 575–580, 2019.
- [12] S. Prima, I. B. Santoso, and J. A. Setyarini, 2019. Studi N-Spt Mengenai Daya Dukung Tiang Pancang Pada Konstruksi Pile Slab Proyek Jalan Tol Jakarta-Kunciran-Cengkareng. *JMTS J. Mitra Tek. Sipil*, vol. 2, no. 4, p. 133.
- [13] Badan Standardisasi Nasional Indonesia, 2008. SNI 4153:2008 Cara Uji Penetrasi Lapangan dengan SPT. Badan Standardisasi Nasional.
- [14] M. Shouman, Hendri, M. Yuswandono, and A. Febriansya, 2018. Perancangan Perkuatan

- Fondasi Tiang Pasca Pelaksanaan Jembatan Kalanggeta, Kabupaten Serang, Provinsi Banten. *9th Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, pp. 454–462.
- [15] D. Sulistyono, A. Hilmasyah, and A. Indianto, 2015. PEDOMAN PERENCANAAN UNDERPASS. Direktorat Jenderal Binamarga.