

KAJIAN KAPASITAS SAMBUNGAN PLAT BUHUL STRUKTUR PORTAL PYLON JEMBATAN GANTUNG MENGGUNAKAN *SOFTWARE IDEA STATICA*

Surung Sirait, Johannes Tarigan, Ahmad Perwira Mulia

Universitas Sumatera Utara (USU) Indonesia

Email: surungsirait@gmail.com, johannes.tarigan@usu.ac.id,
a.perwira.mulia@gmail.com

INFO ARTIKEL

Diterima
25 November 2021
Direvisi
05 Desember 2021
Disetujui
15 Desember 2021

Kata Kunci:

sambungan;
jembatan; baut

ABSTRAK

Bagian terlemah dari suatu sistem struktur baja terletak pada bagian sambungannya. Sambungan dapat berupa pelat buhul maupun pelat penyambung. Oleh sebab itu sambungan harus dirancang lebih kuat dan daktail dari komponen struktur yang merangka pada sambungan tersebut, seperti ditetapkan dan dijelaskan pada berbagai standar atau peraturan. Jembatan JUDESA merupakan solusi teknologi terkait jembatan untuk membuka aksesibilitas masyarakat desa melalui penyediaan infrastruktur jembatan sederhana yang mudah dibangun, efektif, dan efisien. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kapasitas dan klasifikasi sambungan struktur pylon jembatan gantung JUDESA pada Jembatan Pisang Binaya khususnya sambungan antar segmen kolom pylon berdasarkan kekuatan dan kekakuan sambungan akibat gaya-gaya dalam yang terjadi setelah penambahan kombinasi beban gempa sesuai dengan peraturan/code gempa yang terbaru SNI 1726-2019. Penelitian ini dilakukan dengan kajian secara numerik menggunakan analisis elemen hingga (*finite element*) dengan memodelkan jembatan secara utuh (jembatan gantung) dengan menggunakan software SAP 2000 Versi 14.2.2 dengan beban layan operasional dan juga beban gempa. Proses analisa pada sambungan dilakukan dengan bantuan software IDEA StatiCa. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa profil, plat penyambung dan juga baut pada jembatan JUDESA masih jauh dari kemampuan maksimum dari semua komponen penyambung (baut, pelat, dan profil). Hasil *finite element* menunjukkan bahwa tegangan yang terjadi sebesar 37,7 mPa, ini menunjukkan bahwa tegangan yang terjadi hanya sekitar 15 % dari kemampuan bahan penyambung baik pelat penyambung maupun profil yang disambung. Gaya tarik yang terjadi pada baut maksimum sebesar 0,2 kN, dan geser maksimum yang terjadi pada baut sebesar 1,1 kN ini menunjukkan bahwa gaya tarik dan geser

How to cite:

Sirait, S. Johannes Tarigan, Ahmad Perwira Mulia. (2021) Kajian Kapasitas Sambungan Plat Buhul Struktur Portal Pylon Jembatan Gantung Menggunakan Software Idea Statica. *Jurnal Syntax Admiration* 2(12). <https://doi.org/10.46799/jsa.v2i12.352>

E-ISSN:

2722-5356

Published by:

Ridwan Institute

yang terjadi pada baut hanya sekitar 0,1 % dari kemampuan bahan baut.

ABSTRACT

The weakest part of a steel structure system lies in the joints. The connection can be either a gusset plate or a connecting plate. Therefore, the connection must be designed to be stronger and more ductile than the structural members that frame the connection, as defined and described in various standards or regulations. The JUDESA bridge is a technological solution related to bridges to open up the accessibility of rural communities through the provision of simple bridge infrastructure that is easy to build, effective, and efficient. The purpose of this study was to determine the capacity and classification of the JUDESA suspension bridge pylon structure connection on the Pisang Binaya Bridge, especially the connection between pylon column segments based on the strength and stiffness of the connection due to internal forces that occurred after the addition of a combination of earthquake loads in accordance with the latest earthquake regulations/codes. SNI 1726-2019. This research was conducted with a numerical study using finite element analysis by modeling the bridge as a whole (suspension bridge) using SAP 2000 software Version 14.2.2 with operational service loads and earthquake loads. The analysis process on the connection is carried out with the help of the IDEA StatiCa software. Based on the results of the analysis that has been carried out, it can be concluded that the profile, connection plate and bolts on the JUDESA bridge are still far from the maximum capability of all connecting components (bolts, plates, and profiles). The finite element results show that the stress is 37.7 mPa, this indicates that the stress is only about 15% of the capability of the connecting material, both the connecting plate and the profile being connected. The maximum tensile force that occurs in the bolt is 0.2 kN, and the maximum shear that occurs in the bolt is 1.1 kN. This shows that the tensile and shear forces that occur in the bolt are only about 0.1% of the ability of the bolt material.

Keywords:

connection; bridge; bolt

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara yang berada di daerah pertemuan tiga pelat/lempeng tektonik bumi yang menyebabkan daerah-daerah yang berada di kepulauan Indonesia umumnya rawan terhadap gempa.

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) Gempa – 1726, struktur bangunan penahan gempa pada umumnya direncanakan dengan mengaplikasikan konsep daktilitas (Nasional, 2019). Dengan penerapan konsep ini, pada saat gempa kuat terjadi elemen-

elemen struktur tertentu yang dipilih, diperbolehkan untuk mengalami plastifikasi (kerusakan) sebagai sarana untuk pendisipasian energi gempa yang diterima oleh struktur. Namun demikian, struktur diharapkan tidak runtuh (*collapse*). Agar struktur tidak runtuh maka elemen-elemen tertentu tersebut harus direncanakan sedemikian rupa agar dapat mengalami deformasi inelastis secara stabil selama terjadinya gempa kuat.

Bagian terlemah dari suatu sistem struktur baja terletak pada bagian sambungannya. Sambungan dapat berupa pelat buhul maupun pelat penyambung. Oleh sebab itu sambungan harus dirancang lebih kuat dan daktail dari komponen struktur yang merangka pada sambungan tersebut, seperti ditetapkan dan dijelaskan pada berbagai standar atau peraturan (Tanojo & Saputro, 2000). Beberapa mode kegagalan yang umum terjadi pada sambungan baut adalah terjadi kegagalan akibat robekan pada pelat (*tear-out failure*), kegagalan bearing pada pelat, kegagalan tarik pada bagian bersih sambungan (*tension failure of net section*), kegagalan geser pada baut dan kombinasi kegagalan dari dua atau lebih kombinasi tersebut (Komara et al., 2016). Variasi konfigurasi sambungan baut sedikit berpengaruh terhadap kegagalan akibat fraktur penampang efektif netto (Widyaningsih et al., 2021).

Penelitian terkait sambungan dilakukan dengan banyak metode. (Sulistiyo et al., 2019) melakukan analisis sambungan baut balok kolom rangka baja struktural dengan profile IWF menggunakan program bantu elemen hingga. Analisis menggunakan metode elemen hingga juga dilakukan oleh (Pramono et al., 2018). Dalam tulisannya mereka menganalisis sambungan baut pada titik buhul jembatan rangka baja menggunakan bantuan software ABAQUS CAE 6.11-1.

Material baja sebenarnya memiliki kelebihan bila dibandingkan dengan material beton atau kayu karena memiliki rasio kekuatan terhadap berat yang lebih besar, bersifat isotropic, mudah dikerjakan dan memiliki daktilitas yang lebih baik. Oleh sebab itu penggunaan material baja meningkat terus terutama di negara yang memiliki resiko dan frekuensi gempa yang cukup tinggi. Namun, pelajaran dari gempa sebelumnya menunjukkan banyak bangunan struktur baja mengalami kerusakan bahkan ada yang runtuh. Salah satu contoh kejadian gempa Padang pada tahun 2009 dimana banyak bangunan struktur baja yang mengalami keruntuhan total yang mengakibatkan banyak korban jiwa. Selain contoh kasus pada gempa Padang, dapat juga dilihat kerusakan struktur baja akibat gempa lainnya seperti: gempa Lushan 2013, gempa Tohoku 2011, Christchurch 2010 and 2011, dan gempa Chile 2010.

Di Indonesia sudah ada peraturan perencanaan struktur bangunan tahan gempa yang tahun belakangan ini digunakan yaitu SNI 1726-2012. Akan tetapi, dengan mengingat banyak gempa besar setelah tahun 2012, maka SNI 1726-2012 dirasa kurang sesuai diaplikasikan sebagai pedoman perencanaan struktur tahan gempa. Oleh karena itu, dilakukan pembaharuan dengan disusunnya SNI 1726-2019 sebagai peraturan perencanaan struktur bangunan tahan gempa yang baru, maka dilakukan analisis perbandingan desain respons spektrum SNI 1726-2012 terhadap SNI 1726-2019 (Afnan et al., 2020). Perubahan peraturan yang digunakan dalam analisis tentunya akan menghasilkan hasil yang berbeda (Fihari, 2012). melakukan analisis perbandingan

perilaku struktur jembatan dengan beban gempa rencana berdasarkan SNI 03-1726-2002 dan SNI 1726-2012. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai perpindahan dan gaya dalam baik itu momen, geser, dan aksial pada struktur jembatan yang mengalami beban gempa rencana dari SNI 03-1726-2002 cenderung lebih besar dibandingkan struktur jembatan yang mengalami beban gempa rencana dari SNI 1726-2012 (Pradana, 2018).

Jembatan gantung merupakan solusi teknologi terkait jembatan untuk membuka aksesibilitas masyarakat desa melalui penyediaan infrastruktur jembatan sederhana yang mudah dibangun, efektif, dan efisien (Dewobroto, 2005). Jembatan JUDESA (Jembatan untuk Desa) merupakan tipe jembatan gantung dengan sistem modular, material dibuat secara pracetak dan di bawa serta dapat dirangkai di lokasi.

Pembangunan jembatan JUDESA harus memikirkan cara pengangkutan atau transportasi ke lokasi jembatan yang berada di daerah pelosok yang kemungkinan besar tidak tersedia alat transportasi dan metode konstruksi yang memadai sehingga profil-profil struktur harus dipotong dalam beberapa bagian dengan panjang dan berat yang sudah diperhitungkan untuk kemudahan pengangkutan dan proses *erection*, oleh karena itu pada umumnya struktur *pylon* jembatan tersebut dibagi dalam tiga segmen sehingga akan terdapat sambungan pada struktur pylon. Adapun sistem sambungan yang digunakan pada struktur pylon ini menggunakan sistem baut. Sambungan baut yang digunakan dengan mutu mutu baut Grade 8.8.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji kapasitas sambungan yang terdapat pada struktur pylon jembatan JUDESA yang berlokasi di Pisang Binaya, Kecamatan Teluk Dalam Kabupaten Asahan (Susanti & Perkasa, 2017).

Penelitian terhadap kapasitas sambungan dilakukan oleh (Rosyidah & Tjondro, 2018). Mereka melakukan analisis keruntuhan jembatan I-35 W Massisipi. Hasil analisis terhadap keruntuhan jembatan I-35W menunjukkan bahwa penyebab keruntuhan disebabkan kapasitas pelat buhul U10 yang kurang karena ketebalan pelat buhul pada sambungan tersebut paling tipis dibanding pelat buhul yang lain dan keruntuhannya akibat tegangan tekuk yang besar, serta kondisi pelat buhul sudah mengalami deformasi pada saat masa pengkonstruksian. Hal ini makin menambah tekuk yang besar. Hasil evaluasi dengan metode sederhana maupun FEM membuktikan bahwa kapasitas pelat buhul pada sambungan U10 tidak memadai sehingga pelat buhul mengalami overstress. Pola keruntuhan pelat buhul pada sambungan U10 mempunyai kesamaan antara analisis dengan FEM dengan kerusakan jembatan aslinya.

Penelitian terhadap bangunan JUDESA yang telah dibangun juga telah dilakukan sebelumnya (Siregar, 2018). melakukan analisis optimasi jembatan gantung pejalan kaki dengan JUDESA. Berdasarkan hasil analisis diperoleh bahwa penggunaan material baja, kawat sling dan beton lebih minimum pada jembatan JUDESA (A. S. Arifin et al., 2018). juga melakukan kajian analisis struktur jembatan JUDESA ganda. Pada penelitian ini diajukan alternatif konfigurasi batang penggantung dengan menggunakan dimensi dan mutu yang sama. Konfigurasi 1 menempatkan batang penggantung dengan jarak 2m sepanjang setengah bentang dan konfigurasi 2 menempatkan batang

penggantung sepanjang bentang dengan jarak pisah 4m. Pemodelan dan perencanaan jembatan gantung menggunakan SAP2000 ver.20. Dari hasil pemodelan dan pengecekan, didapatkan konfigurasi model 2 menunjukkan perilaku struktur yang lebih baik dengan beberapa parameter yang dijadikan acuan.

Dalam penelitian ini akan menggunakan gaya dalam yang terjadi pada struktur Pylon akibat pengaruh dari beban gempa sesuai SNI 1726-2019. Mengingat jembatan didesain dengan peraturan sebelumnya sehingga perlu dilakukan analisis apakah masih memadai jika menggunakan peraturan terbaru. Dalam penelitian ini analisa kapasitas pada struktur profil pylon dan juga sambungannya dalam hal ini adalah sambungan sistem baut akan menggunakan bantuan software Idea Statica Versi 21.0.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan untuk mencapai penelitian ini adalah dengan menggunakan studi literatur dan analisis dengan metode kuantitatif menggunakan *software* IDEA STATICA.

Penelitian ini diawali dengan melakukan studi literatur untuk memahami perilaku sambungan pada struktur baja, khususnya pada konstruksi baja jembatan JUDESA maka perlu dilakukan studi lebih lanjut berdasarkan penelitian-penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, mempelajari dan mengetahui pengaruh dimensi *end plate*, ukuran dan jumlah baut terhadap perilaku sambungan (sendi, rigid dan semi rigid) baik dengan ataupun tanpa pengaku dan mempelajari dan mengetahui pengaruh berubahnya besaran beban respon spectra gempa yang menggunakan peraturan gempa SNI-1726-2019.

Tahapan selanjutnya adalah membuat desain perencanaan. Dalam tahap ini dilakukan simulasi analitik untuk mengetahui karakteristik dari sambungan struktur Jembatan JUDESA Pisang Binaya existing yang akan di uji dengan software nantinya dan mengetahui dan mempelajari hubungan dimensi pelat penyambung maupun buhul serta ukuran baut yang berpengaruh pada kapasitas sambungan baik dari sisi kekuatan dan kekakuan sambungan. Desain perencanaan (existing) yang dijadikan acuan adalah gambar perencanaan yang diambil dari Manual Book Perakitan dan Pemasangan Jembatan Gantung Pejalan Bentang 120 m produksi PT. BUKAKA TEKNIK UTAMA. Fokus pada penelitian ini adalah sambungan antar segmen Kolom (Pylon) Desain dari sambungan tersebut.

Tahapan selanjutnya adalah membahas hasil dari analisis yang telah dilakukan dan menarik kesimpulan.

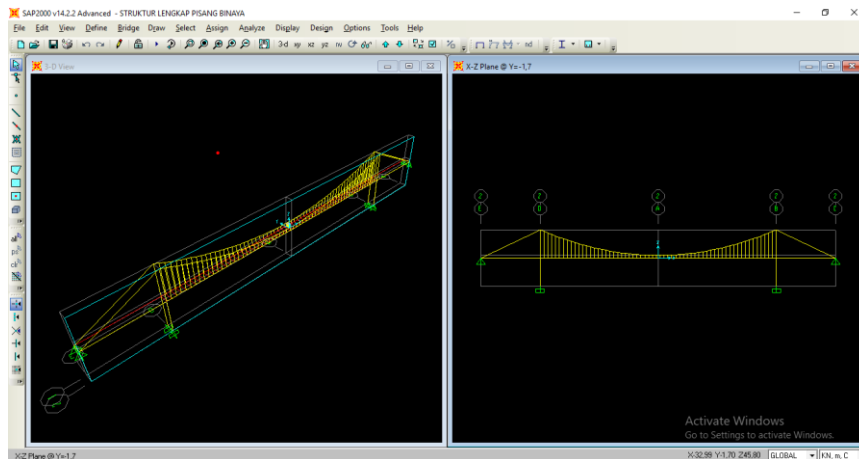
Hasil dan Pembahasan

1. Pemodelan Struktur

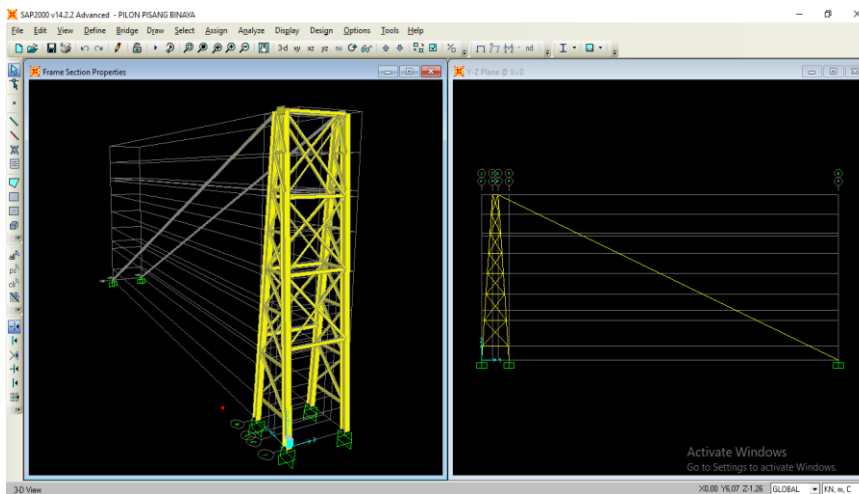
Kajian numerik dilakukan dengan mengambil studi kasus pada Jembatan Pisang Binaya yang berlokasi di zona 4 peta gempa 2002. Pemodelan dan analisis struktur untuk mendapatkan gaya-gaya dalam dilakukan dengan bantuan software SAP2000 V.14.2.2. Struktur jembatan yang dimodelkan merupakan jembatan

Kajian Kapasitas Sambungan Plat Buhul Struktur Portal Pylon Jembatan Gantung Menggunakan Software Idea Statica

suspension dengan struktur pylon merupakan struktur portal dengan pengaku rangka baja (*bracing*) yang terdiri dari 2 portal pylon dengan tipe simetris. Total bentang jembatan 180 meter, bentang utama pada sisi tengah adalah 120 meter (Pilon ke Pilon), tinggi pylon 14,50 meter, dengan menggunakan profil WF 300x300x10x15., seperti diilustrasikan pada gambar 1 dan 2 di bawah ini.



Gambar 1
Desain Lengkap Struktur Jembatan JUDESA Pisang Binaya



Gambar 1
Desain Struktur Portal Pylon Jembatan JUDESA Pisang Binaya

Tahap awal dalam perancangan analisis struktur jembatan gantung adalah dengan memodelkan struktur yang akan dilakukan analisis. Pemodelan struktur jembatan gantung pada tahap awal adalah memilih satuan pada software SAP2000 yang akan digunakan dalam pemodelan. Setelah ditentukan satuan selanjutnya adalah mengisi data yang sudah dipersiapkan sebelumnya. Setelah pemodelan grid, langkah selanjutnya untuk memodelkan dan untuk mendapatkan gambaran hasil perhitungan yang mendekati kenyataan maka dilakukan identifikasi jenis material untuk struktur jembatan gantung tersebut.

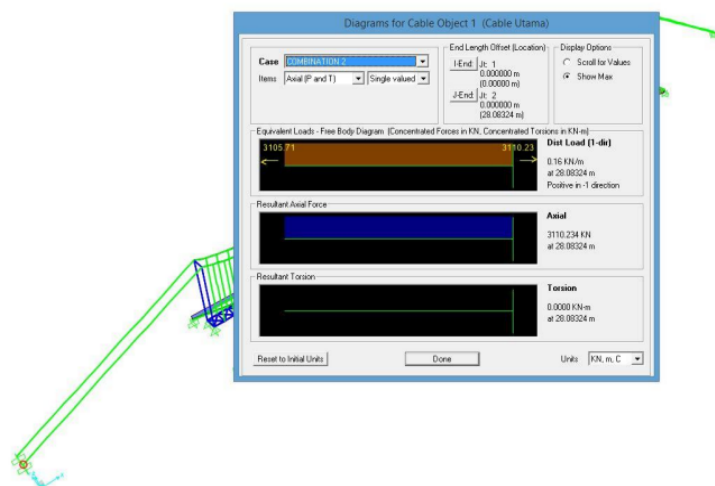
Ukuran penampang yang akan digunakan dalam pemodelan terlebih dahulu dilakukan identifikasi menggunakan material yang sudah diidentifikasi sebelumnya. Identifikasi dilakukan untuk menentukan bagian-bagian pada jembatan seperti gelagar, kabel, dan menara. Identifikasi ukuran penampang dapat dilakukan dengan langkah define, add new property dan pilih profil yang akan digunakan dalam pemodelan jembatan gantung. Untuk pemodelan jembatan gantung Pisang Binaya menggunakan dimensi menara H- 300x300x10x15, untuk dimensi gelagar memanjang digunakan H-100x100x6x8, untuk gelagar melintang menggunakan H-100x100x6x8, dan diameter kabel adalah $\Phi 52$ mm dan untuk penggantung pelat 12x75 mm.

Saat melakukan analisis struktur jembatan gantung tentunya membutuhkan kombinasi beban yang sudah diidentifikasi sebelumnya. Pada perencanaan jembatan gantung menggunakan dua kombinasi pembebanan antara lain:

1. Kombinasi beban mati dan beban hidup simetris.
2. Kombinasi beban mati dan beban hidup asimetris.

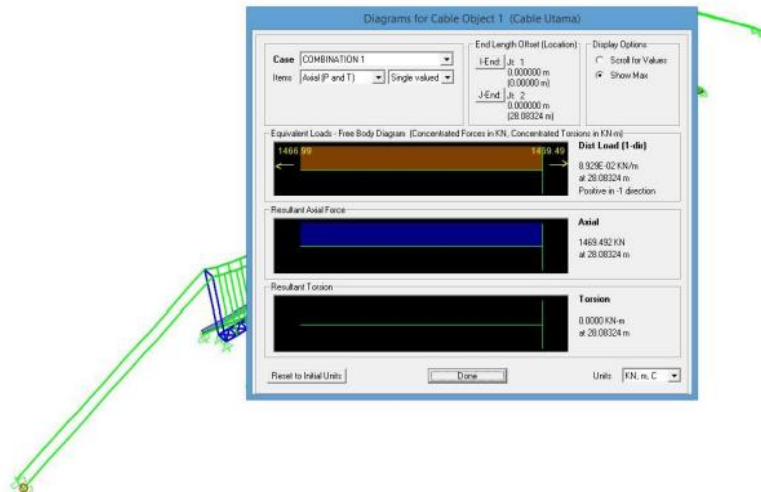
Setelah beban diidentifikasi dan dilakukan kombinasi langkah selanjutnya adalah meletakkan beban-beban yang sudah direncanakan pada bagian-bagian yang sudah direncanakan. Beban -beban tersebut diantaranya diidentifikasi pada gelagar dengan beban hidup simetris sebesar 1,2 kN/m, dan untuk beban hidup asimetris 1,5 , dan untuk beban mati pada gelagar sebesar 2,17 kN/m.

Langkah terakhir setelah semua dimasukan pada model, analisis struktur dapat langsung dimasukan. Langkah untuk melakukan analisis struktur adalah memilih *menu analyze, run, analysis, run now*, software akan menjalankan perhitungan analisis struktur. gambar 3-gambar 7 merupakan hasil dari gaya Output SAP200.

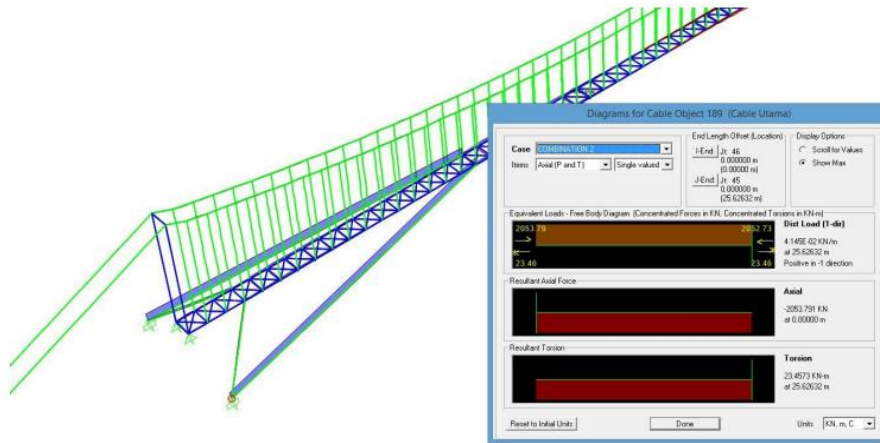


Gambar 2
Hasil Output Gaya Batang Pada Struktur Jembatan
(Comb-1)

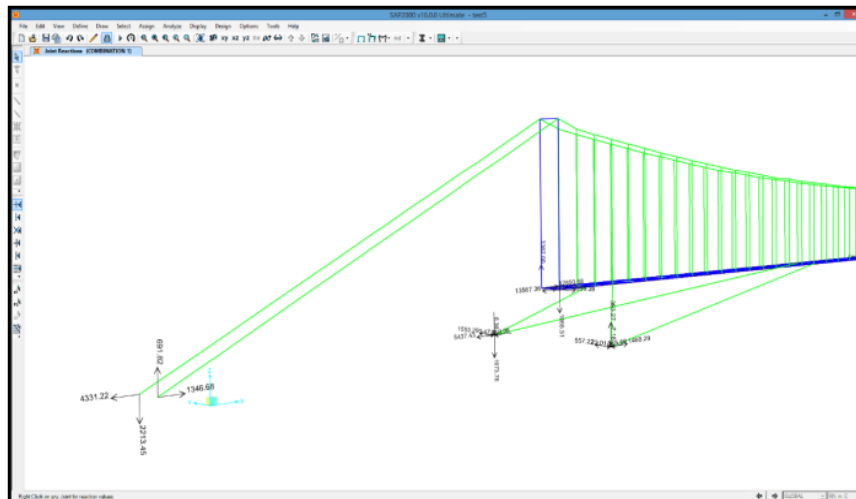
Kajian Kapasitas Sambungan Plat Buhul Struktur Portal Pylon Jembatan Gantung Menggunakan Software Idea Statica



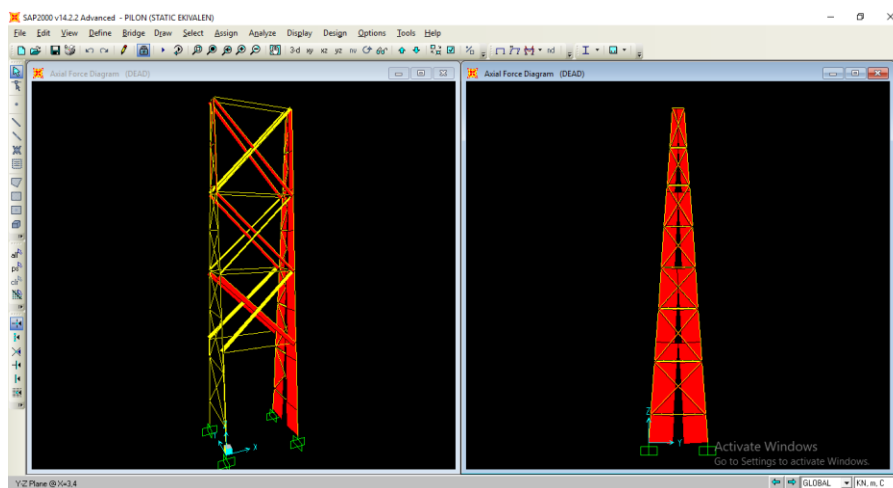
Gambar 3
Hasil Output Gaya Batang Pada Struktur Jembatan (Comb-2)



Gambar 4
Hasil Output Gaya Batang Pada Kabel Ikatan Angin



Gambar 6
Hasil Gaya Reaksi Perletakan



Gambar 5
Hasil Gaya Batang pada Portal Pilon

2. Analisis Sambungan

Dalam kajian ini parameter-parameter yang ditinjau dan juga memiliki pengaruh signifikan adalah penampang sambungan berupa tebal dan lebar pelat penyambung, jumlah dan diameter baut, serta profil yang akan disambung (B. Arifin et al., 2019).

Kemudian setelah didapat gaya-gaya batang di struktur pylon (menara), lalu dilakukan analisis terhadap sambungan yang ada pada pylon. Adapun gaya gaya yang bekerja pada struktur kolom portal pylon dapat diperlihatkan pada tabel berikut :

Kajian Kapasitas Sambungan Plat Buhul Struktur Portal Pylon Jembatan Gantung
Menggunakan Software Idea Statica

Tabel 1
Gaya Dalam Element Portal Pylon No. 199

TABLE: Element Forces - Frames									
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
199	-	DEAD	LinStatic	19,156	- 0,145	10,661	0,001	27,643	- 0,113
199	1,203	DEAD	LinStatic	20,237	- 0,069	10,661	0,001	14,818	0,016
199	1,203	DEAD	LinStatic	19,868	- 0,059	10,661	0,001	14,817	0,016
199	3,458	DEAD	LinStatic	21,895	0,083	10,661	0,001	9,230	- 0,011
199	3,458	DEAD	LinStatic	22,560	- 0,091	10,661	0,002	9,229	- 0,011
199	4,305	DEAD	LinStatic	23,320	- 0,038	10,661	0,002	18,250	0,044
199	4,305	DEAD	LinStatic	8,559	0,000	7,233	0,000	18,105	0,046
199	5,714	DEAD	LinStatic	9,826	0,089	7,233	0,000	7,910	- 0,018
199	5,714	DEAD	LinStatic	10,351	- 0,044	7,233	0,002	7,910	- 0,018
199	7,141	DEAD	LinStatic	11,633	0,046	7,233	0,002	2,412	- 0,019
199	7,468	DEAD	LinStatic	11,927	0,067	7,233	0,002	4,780	- 0,038
199	7,468	DEAD	LinStatic	- 11,124	- 0,052	1,387	- 0,002	3,807	- 0,036
199	9,223	DEAD	LinStatic	- 9,548	0,058	1,387	- 0,002	1,375	- 0,042
199	9,223	DEAD	LinStatic	- 9,137	- 0,076	1,387	- 0,002	1,375	- 0,042
199	10,720	DEAD	LinStatic	- 7,792	0,019	1,387	- 0,002	0,702	0,001
199	10,720	DEAD	LinStatic	- 27,006	0,073	0,234	- 0,001	0,705	- 0,001
199	10,977	DEAD	LinStatic	- 26,775	0,089	0,234	- 0,001	0,645	- 0,022
199	10,977	DEAD	LinStatic	- 25,272	- 0,103	0,234	- 0,001	0,645	- 0,022
199	12,581	DEAD	LinStatic	- 23,831	- 0,002	0,234	- 0,001	0,271	0,063
199	12,581	DEAD	LinStatic	- 23,168	0,645	0,234	- 0,001	0,271	0,063
199	14,282	DEAD	LinStatic	- 21,639	0,752	0,234	- 0,001	0,127	- 1,125

Tabel 1
Gaya Dalam Element Portal Pylon No. 200

TABLE: Element Forces - Frames									
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
200	-	DEAD	LinStatic	19,156	- 0,145	- 10,661	- 0,001	- 27,643	- 0,113
200	1,203	DEAD	LinStatic	20,237	- 0,069	- 10,661	- 0,001	- 14,818	0,016
200	1,203	DEAD	LinStatic	19,868	- 0,059	- 10,661	- 0,001	- 14,817	0,016
200	3,458	DEAD	LinStatic	21,895	0,083	- 10,661	- 0,001	9,230	- 0,011
200	3,458	DEAD	LinStatic	22,560	- 0,091	- 10,661	- 0,002	9,229	- 0,011
200	4,305	DEAD	LinStatic	23,320	- 0,038	- 10,661	- 0,002	18,250	0,044
200	4,305	DEAD	LinStatic	8,559	0,000	7,233	- 0,000	18,105	0,046
200	5,714	DEAD	LinStatic	9,826	0,089	7,233	- 0,000	7,910	- 0,018
200	5,714	DEAD	LinStatic	10,351	- 0,044	7,233	- 0,002	7,910	- 0,018
200	7,141	DEAD	LinStatic	11,633	0,046	7,233	- 0,002	2,412	- 0,019
200	7,468	DEAD	LinStatic	11,927	0,067	7,233	- 0,002	4,780	- 0,038
200	7,468	DEAD	LinStatic	- 11,124	- 0,052	- 1,387	0,002	- 3,807	- 0,036
200	9,223	DEAD	LinStatic	- 9,548	0,058	- 1,387	0,002	- 1,375	- 0,042
200	9,223	DEAD	LinStatic	- 9,137	- 0,076	- 1,387	0,002	- 1,375	- 0,042
200	10,720	DEAD	LinStatic	- 7,792	0,019	- 1,387	0,002	0,702	0,001
200	10,720	DEAD	LinStatic	- 27,006	0,073	0,234	0,001	0,705	- 0,001
200	10,977	DEAD	LinStatic	- 26,775	0,089	0,234	0,001	0,645	- 0,022
200	10,977	DEAD	LinStatic	- 25,272	- 0,103	0,234	0,001	0,645	- 0,022
200	12,581	DEAD	LinStatic	- 23,831	- 0,002	0,234	0,001	0,271	0,063
200	12,581	DEAD	LinStatic	- 23,168	0,645	0,234	0,001	0,271	0,063
200	14,282	DEAD	LinStatic	- 21,639	0,752	0,234	0,001	- 0,127	- 1,125

Tabel 3
Gaya Dalam Element Portal Pylon No. 226

TABLE: Element Forces - Frames									
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
226	-	DEAD	LinStatic	- 127,698	0,445	10,689	- 0,002	27,698	0,451
226	1,203	DEAD	LinStatic	- 126,617	0,521	10,689	- 0,002	14,840	- 0,130
226	1,203	DEAD	LinStatic	- 122,094	- 0,041	10,689	- 0,002	14,840	- 0,130
226	3,458	DEAD	LinStatic	- 120,068	0,101	10,689	- 0,002	- 9,269	- 0,197
226	3,458	DEAD	LinStatic	- 119,401	- 0,179	10,689	- 0,002	- 9,268	- 0,197
226	4,305	DEAD	LinStatic	- 118,641	- 0,125	10,689	- 0,002	- 18,311	- 0,069
226	4,305	DEAD	LinStatic	- 100,036	- 0,083	- 7,013	0,001	- 17,845	- 0,066
226	5,714	DEAD	LinStatic	- 98,770	0,006	- 7,013	0,001	- 7,960	- 0,011
226	5,714	DEAD	LinStatic	- 99,314	- 0,087	- 7,013	0,002	- 7,960	- 0,011
226	7,141	DEAD	LinStatic	- 98,032	0,003	- 7,013	0,002	2,048	0,049
226	7,468	DEAD	LinStatic	- 97,738	0,024	- 7,013	0,002	4,343	0,044
226	7,468	DEAD	LinStatic	- 71,773	- 0,021	1,681	- 0,001	4,299	0,041
226	9,223	DEAD	LinStatic	- 70,197	0,089	1,681	- 0,001	1,350	- 0,018
226	9,223	DEAD	LinStatic	- 68,900	- 0,078	1,681	- 0,001	1,350	- 0,018
226	10,720	DEAD	LinStatic	- 67,555	0,017	1,681	- 0,001	- 1,168	0,027
226	10,720	DEAD	LinStatic	- 46,232	0,076	0,081	0,002	- 0,215	0,017
226	10,977	DEAD	LinStatic	- 46,001	0,092	0,081	0,002	- 0,236	- 0,004
226	10,977	DEAD	LinStatic	- 46,531	- 0,103	0,081	0,002	- 0,236	- 0,004
226	12,581	DEAD	LinStatic	- 45,090	- 0,002	0,081	0,002	- 0,365	0,080
226	12,581	DEAD	LinStatic	- 43,749	0,617	0,081	0,002	- 0,365	0,080
226	14,282	DEAD	LinStatic	- 42,221	0,724	0,081	0,002	- 0,503	- 1,060

Tabel 4
Gaya Dalam Element Portal Pylon No. 227

TABLE: Element Forces - Frames									
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
227	-	DEAD	LinStatic	- 127,698	0,445	- 10,689	0,002	- 27,698	0,451
227	1,203	DEAD	LinStatic	- 126,617	0,521	- 10,689	0,002	- 14,840	- 0,130
227	1,203	DEAD	LinStatic	- 122,094	- 0,041	- 10,689	0,002	- 14,840	- 0,130
227	3,458	DEAD	LinStatic	- 120,068	0,101	- 10,689	0,002	9,269	- 0,197
227	3,458	DEAD	LinStatic	- 119,401	- 0,179	- 10,689	0,002	9,268	- 0,197
227	4,305	DEAD	LinStatic	- 118,641	- 0,125	- 10,689	0,002	18,311	- 0,069
227	4,305	DEAD	LinStatic	- 100,036	- 0,083	7,013	- 0,001	17,845	- 0,066
227	5,714	DEAD	LinStatic	- 98,770	0,006	7,013	- 0,001	7,960	- 0,011
227	5,714	DEAD	LinStatic	- 99,314	- 0,087	7,013	- 0,002	7,960	- 0,011
227	7,141	DEAD	LinStatic	- 98,032	0,003	7,013	- 0,002	- 2,048	0,049
227	7,468	DEAD	LinStatic	- 97,738	0,024	7,013	- 0,002	- 4,343	0,044
227	7,468	DEAD	LinStatic	- 71,773	- 0,021	- 1,681	0,001	- 4,299	0,041
227	9,223	DEAD	LinStatic	- 70,197	0,089	- 1,681	0,001	- 1,350	- 0,018
227	9,223	DEAD	LinStatic	- 68,900	- 0,078	- 1,681	0,001	- 1,350	- 0,018
227	10,720	DEAD	LinStatic	- 67,555	0,017	- 1,681	0,001	1,168	0,027
227	10,720	DEAD	LinStatic	- 46,232	0,076	- 0,081	- 0,002	0,215	0,017
227	10,977	DEAD	LinStatic	- 46,001	0,092	- 0,081	- 0,002	0,236	- 0,004
227	10,977	DEAD	LinStatic	- 46,531	- 0,103	- 0,081	- 0,002	0,236	- 0,004
227	12,581	DEAD	LinStatic	- 45,090	- 0,002	- 0,081	- 0,002	0,365	0,080
227	12,581	DEAD	LinStatic	- 43,749	0,617	- 0,081	- 0,002	0,365	0,080
227	14,282	DEAD	LinStatic	- 42,221	0,724	- 0,081	- 0,002	0,503	- 1,060

Lokasi sambungan pada portal pylon berada pada posisi ketinggian elevasi 5,02 m dan 10,02 m dari posisi perletakan (elevasi 0,00), sehingga dapat disimpulkan berdasarkan data table di atas bahwa portal pylon yang mendapatkan gaya dalam terbesar berada pada lokasi sambungan elevasi 5,02 m dengan besaran gaya dalam sebagai berikut :

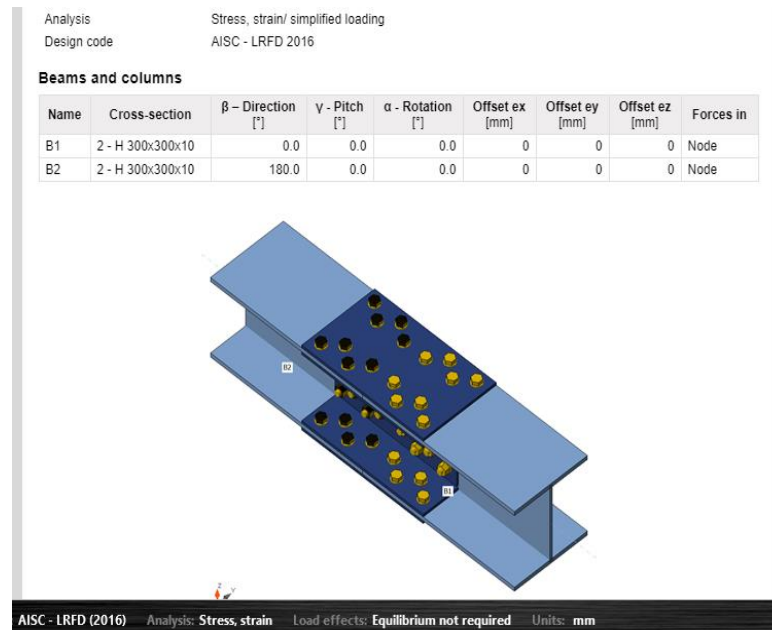
Kajian Kapasitas Sambungan Plat Buhul Struktur Portal Pylon Jembatan Gantung Menggunakan Software Idea Statica

Gaya Aksial (P) : - 100,036 kN (Tekan)

Momen (M) : 0,066 kN-m

Gaya Geser (V) : 7,013 kN

Gaya gaya ini kemudian kita aplikasikan ke sambungan (gaya-gaya yang bekerja pada sambungan) sehingga di dapat analisis sambungan dengan metode finite element menggunakan *software Idea Statica* sebagai berikut :



Gambar 6
Model Sambungan Portal Pylon

Name	Material
2 - H 300x300x10	A36

Name	Bolt assembly	Diameter [mm]	f_u [MPa]	Gross area [mm ²]
3/4 A325	3/4 A325	19	827.4	285

Name	Member	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	B1	-100.0	0.1	7.0	0.0	17.8	0.1

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.0 < 5.0%	OK
Bolts	1.6 < 100%	OK
Preloaded bolts	21.7 < 100%	OK
Buckling	67.69	

Name	Fy	Thickness	Loads	σ_{Ed}	ϵ_{Pl}	$\sigma_{C_{Ed}}$	Check status

Gambar 9
Hasil Analisis Model Sambungan Portal Pylon

Summary

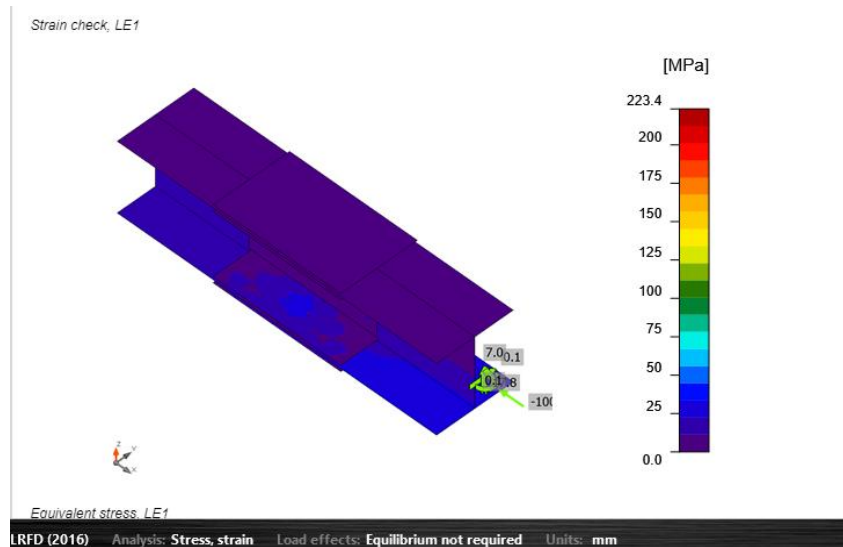
Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.0 < 5.0%	OK
Bolts	1.6 < 100%	OK
Preloaded bolts	21.7 < 100%	OK
Buckling	67.69	

Plates

Name	F _y [MPa]	Thickness [mm]	Loads	σ _{Ed} [MPa]	ε _{Pl} [%]	σ _{cEd} [MPa]	Check status
B1-bfl 1	248.2	15.0	LE1	33.9	0.0	0.9	OK
B1-tfl 1	248.2	15.0	LE1	9.2	0.0	1.5	OK
B1-w 1	248.2	10.0	LE1	22.3	0.0	1.5	OK
B2-bfl 1	248.2	15.0	LE1	30.0	0.0	0.9	OK
B2-tfl 1	248.2	15.0	LE1	6.9	0.0	0.7	OK
B2-w 1	248.2	10.0	LE1	18.0	0.0	0.5	OK
SPL2a	248.2	10.0	LE1	33.8	0.0	0.9	OK
SPL2b	248.2	10.0	LE1	37.7	0.0	0.9	OK
SPL3a	248.2	8.0	LE1	6.5	0.0	0.2	OK
SPL3b	248.2	8.0	LE1	6.4	0.0	0.2	OK
SPL4a	248.2	10.0	LE1	11.1	0.0	1.5	OK
SPL4b	248.2	10.0	LE1	8.6	0.0	0.7	OK
SPL4c	248.2	10.0	LE1	8.7	0.0	0.7	OK

LRFD (2016) Analysis: Stress, strain Load effects: Equilibrium not required Units: mm

Gambar 10
Hasil Tegangan Model Sambungan Portal Pylon



Gambar 11
Von Mises Regangan Model Sambungan Portal Pylon

Kajian Kapasitas Sambungan Plat Buhul Struktur Portal Pylon Jembatan Gantung Menggunakan Software Idea Statica

Equivalent stress, LE1

Bolts

Shape	Item	Grade	Loads	F _t [kN]	V [kN]	ΦR _{n,bearing} [kN]	U _t [%]	U _s [%]	U _{ts} [%]	Status
	B17	3/4 A325 - 1	LE1	0.1	0.7	137.2	0.1	0.9	-	OK
	B18	3/4 A325 - 1	LE1	0.0	0.2	137.2	0.0	0.2	-	OK
	B19	3/4 A325 - 1	LE1	0.1	0.4	137.2	0.1	0.5	-	OK
	B20	3/4 A325 - 1	LE1	0.0	0.2	137.2	0.0	0.4	-	OK
	B21	3/4 A325 - 1	LE1	0.1	0.9	137.2	0.1	1.3	-	OK
	B22	3/4 A325 - 1	LE1	0.1	0.7	137.2	0.1	1.0	-	OK
	B23	3/4 A325 - 1	LE1	0.1	0.9	137.2	0.1	1.4	-	OK
	B24	3/4 A325 - 1	LE1	0.2	1.1	137.2	0.1	1.6	-	OK
	B25	3/4 A325 - 1	LE1	0.1	0.5	137.2	0.1	0.8	-	OK
	B26	3/4 A325 - 1	LE1	0.1	0.5	137.2	0.1	0.7	-	OK
	B27	3/4 A325 - 1	LE1	0.1	0.5	137.2	0.1	0.8	-	OK
	B28	3/4 A325 - 1	LE1	0.1	0.5	137.2	0.1	0.8	-	OK
	B29	3/4 A325 - 1	LE1	0.1	0.5	137.2	0.1	0.7	-	OK
	B30	3/4 A325 - 1	LE1	0.1	0.4	137.2	0.0	0.6	-	OK
	B31	3/4 A325 - 1	LE1	0.1	0.3	137.2	0.1	0.5	-	OK
	B32	3/4 A325 - 1	LE1	0.1	0.4	137.2	0.1	0.6	-	OK

Design data


Grade	ΦR _{n,tension} [kN]	ΦR _{n,sh ear} [kN]

LRFD (2016) Analysis: Stress, strain Load effects: Equilibrium not required Units: mm

Gambar 7
Gaya Pada Baut Model Sambungan Portal Pylon

Preloaded bolts

Shape	Item	Grade	Loads	F _t [kN]	V [kN]	ΦR _{n,slip} [kN]	U _t [%]	U _s [%]	Status
	B1	3/4 A325 - 2	LE1	1.7	8.1	41.8	1.3	19.3	OK
	B2	3/4 A325 - 2	LE1	0.5	7.4	42.2	0.4	17.6	OK
	B3	3/4 A325 - 2	LE1	0.3	4.4	42.2	0.2	10.4	OK
	B4	3/4 A325 - 2	LE1	0.8	9.1	42.1	0.6	21.6	OK
	B5	3/4 A325 - 2	LE1	1.7	8.1	41.8	1.3	19.4	OK
	B6	3/4 A325 - 2	LE1	0.5	7.4	42.2	0.4	17.6	OK
	B7	3/4 A325 - 2	LE1	0.3	4.4	42.2	0.3	10.4	OK
	B8	3/4 A325 - 2	LE1	0.8	9.1	42.1	0.6	21.7	OK
	B9	3/4 A325 - 2	LE1	1.7	8.9	41.8	1.3	21.3	OK
	B10	3/4 A325 - 2	LE1	0.5	7.0	42.2	0.4	16.5	OK
	B11	3/4 A325 - 2	LE1	0.3	4.3	42.2	0.3	10.1	OK
	B12	3/4 A325 - 2	LE1	0.7	8.0	42.1	0.6	18.9	OK
	B13	3/4 A325 - 2	LE1	1.7	8.9	41.8	1.3	21.4	OK
	B14	3/4 A325 - 2	LE1	0.5	7.0	42.2	0.4	16.6	OK
	B15	3/4 A325 - 2	LE1	0.3	4.3	42.2	0.3	10.2	OK
	B16	3/4 A325 - 2	LE1	0.7	8.0	42.1	0.6	19.1	OK



B33	3/4 A325 - 2	LE1	0.7	1.7	42.1	0.5	4.1	OK
B34	3/4 A325 - 2	LE1	0.1	1.4	42.3	0.1	3.3	OK
B35	3/4 A325 - 2	LE1	0.0	0.9	42.3	0.0	2.1	OK
B36	3/4 A325 - 2	LE1	0.5	2.0	42.2	0.4	4.8	OK
B37	3/4 A325 - 2	LE1	0.7	1.7	42.1	0.5	4.1	OK
B38	3/4 A325 - 2	LE1	0.1	1.4	42.3	0.1	3.3	OK
B39	3/4 A325 - 2	LE1	0.0	0.8	42.3	0.0	2.0	OK
B40	3/4 A325 - 2	LE1	0.5	2.0	42.2	0.4	4.7	OK
B41	3/4 A325 - 2	LE1	0.8	2.5	42.1	0.6	5.9	OK
B42	3/4 A325 - 2	LE1	0.1	0.9	42.3	0.1	2.2	OK
B43	3/4 A325 - 2	LE1	0.0	0.9	42.3	0.0	2.0	OK
B44	3/4 A325 - 2	LE1	0.2	1.0	42.2	0.2	2.4	OK
B45	3/4 A325 - 2	LE1	0.8	2.5	42.1	0.6	5.8	OK
B46	3/4 A325 - 2	LE1	0.1	0.9	42.3	0.1	2.2	OK
B47	3/4 A325 - 2	LE1	0.0	0.8	42.3	0.0	2.0	OK
B48	3/4 A325 - 2	LE1	0.2	0.9	42.2	0.2	2.2	OK

Gambar 13
Gaya Preloaded Baut Model Sambungan Portal Pylon

Kesimpulan

Berdasarkan Hasil Analisis Numerik Yang Telah Dilakukan Maka Dapat Disimpulkan Bahwa Profil, Plat Penyambung Dan Juga Baut Pada Jembatan Judesa Yang Berlokasi Di Pisang Binaya, Kecamatan Teluk Dalam Kabupaten Asahan Masih Jauh Dari Kemampuan Maksimum Dari Semua Komponen Penyambung (Baut, Pelat, Dan Profil). Hasil *finite element* menunjukkan bahwa tegangan yang terjadi sebesar 37,7 mPa, ini menunjukkan bahwa tegangan yang terjadi hanya sekitar 15 % dari kemampuan bahan penyambung baik pelat penyambung maupun profil yang disambung. Hasil *finite element* juga menunjukkan bahwa gaya tarik yang terjadi pada baut maksimum sebesar 0,2 kN, dan geser maksimum yang terjadi pada baut sebesar 1,1 kN ini menunjukkan bahwa gaya tarik dan geser yang terjadi pada baut hanya sekitar 0,1 % dari kemampuan bahan baut.

BIBLIOGRAFI

- Afnan, Y. A. K., Shulhan, M. A., & Yasin, I. (2020). Perbandingan Respons Spektrum Gempa Antara SNI 1726-2012 Dan SNI 1726-2019 Di Indonesia. *RENOVASI: Rekayasa Dan Inovasi Teknik Sipil*, 5(2), 36–42. [Google Scholar](#)
- Arifin, A. S., Herbudiman, B., & Sukmara, G. (2018). Kajian Analisis Struktur Jembatan Gantung Pejalan Kaki Asimetris Ganda. *RekaRacana: Jurnal Teknol Sipil*, 4(4), 32. [Google Scholar](#)
- Arifin, B., Hasibuan, P., & Putra, R. (2019). Evaluasi Batang Tekan Profil Siku Pada Struktur Rangka Batang dengan Variasi Siku Tunggal dan Siku Ganda. *Journal of The Civil Engineering Student*, 1(3), 50–56. [Google Scholar](#)
- Dewobroto, W. (2005). Perkembangan Jembatan di Indonesia. *Karawaci: Universitas Pelita Harapan*. [Google Scholar](#)
- Fihari, I. (2012). *Analisis Pelat Buhul Struktur Rangka Baja Berpengaku Eksentrik*. UAJY. [Google Scholar](#)
- Komara, I., Wahyuni, E., & Suprobo, P. (2016). Studi numerik perilaku sambungan baut dan adhesive pada struktur rangka atap baja ringan. *Prosiding Konferensi Nasional Pascasarjana Teknik Sipil (KNPTS)*, 8. [Google Scholar](#)
- Nasional, B. S. (2019). *SNI 7062: 2019 Pengukuran intensitas pencahayaan di tempat kerja*. Badan Standardisasi Nasional Indonesia. [Google Scholar](#)
- Pradana, R. (2018). Kajian Kekuatan Sambungan Struktur Pelengkung Rangka Baja Menerus pada Jembatan Utama Tayan Provinsi Kalimantan Barat. *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjungpura*, 1(1). [Google Scholar](#)
- Pramono, H. S., Sutrisno, W., & Yasin, I. (2018). Analisis Sambungan Baut Pada Titik Buhul Jembatan Rangka Baja Menggunakan Metode Elemen Hingga. *RENOVASI: Rekayasa Dan Inovasi Teknik Sipil*, 3(2), 52–63. [Google Scholar](#)
- Rosyidah, A., & Tjondro, J. A. (2018). Keruntuhan Jembatan Akibat Kegagalan Pelat Buhul Pada Sambungan Jembatan Rangka Baja (Studi Kasus: Jembatan I-35W MISSISIPI). *Jurnal Poli-Teknologi*, 17(1). [Google Scholar](#)
- Siregar, H. (2018). *Analisis Optimasi Jembatan Gantung Pejalan Kaki dengan Judesa*. [Google Scholar](#)
- Sulistiyo, M. B., Hayu, G. A., & Hidayah, E. (2019). Analisis Sambungan Baut Balok Kolom Rangka Baja Struktural dengan Profil IWF Menggunakan Program Bantu Elemen Hingga. *Rekayasa Sipil*, 13(3), 199–206. [Google Scholar](#)

Surung Sirait, Johannes Tarigan, Ahmad Perwira Mulia

Susanti, L., & Perkasa, E. A. (2017). Studi Analisis Dan Eksperimental Pengaruh Perkuatan Sambungan Pada Struktur Jembatan Rangka Canai Dingin Terhadap Lendutannya. *Rekayasa Sipil*, 10(3), 205–210. [Google Scholar](#)

Tanojo, L., & Saputro, S. O. (2000). *Penyusunan tabel perencanaan sambungan baja dengan metode load and resistance factor design (lrfd sesuai dengan konsep standarnasional indonesia (tata cara perencanaan struktur baja untuk bangunan gedung)*. Petra Christian University. [Google Scholar](#)

Widyaningsih, E., Desmaliana, E., & Ihsan, M. (2021). Evaluasi Konfigurasi Sambungan Baut Jembatan Rangka Baja dengan Pola Staggered Fastener (Studi Kasus: Jembatan Way Bobot, Pulau Seram). *RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil*, 7(2), 119. [Google Scholar](#)

Copyright holder:

Surung Sirait, Johannes Tarigan, Ahmad Perwira Mulia (2021)

First publication right:

Jurnal Syntax Admiration

This article is licensed under:

