

Karakteristik Baut Mutu Tinggi Grade 8.8 M22 Untuk Sambungan Rangka Baja Jembatan

Pulung Priyo Pamungkas¹, Tumingan², Arif Wahyudianto³

^{1,2,3} Magister Rekayasa dan Perawatan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Samarinda

Email: ¹pulungpriyo2023@gmail.com, ²tumingan@polnes.ac.id, ³arifwahyudianto@polnes.ac.id

Artikel Informasi

Riwayat Artikel

Diterima, 19 Agustus 2024

Direvisi, 12 September 2024

Disetujui, 1 Oktober 2024

Kata Kunci:

Baut

Jembatan

Slip Kritis

ABSTRAK

Sambungan rangka baja pada jembatan banyak menggunakan baut mutu tinggi. Penggunaan sambungan dengan paku keling atau las pada rangka baja sudah tidak banyak lagi digunakan pada proyek proyek konstruksi di dalam negeri. Pada akhir tahun ke belakang, terdapat kegagalan konstruksi pada jembatan di dalam negeri. Salah satu penyebab dari faktor kegagalan konstruksi dikarenakan penggunaan baut baja yang tidak sesuai dengan peraturan di Indonesia. Sehingga setiap penggunaan baut pada sambungan baja, sebaiknya di lakukan pengujian proofload dan tarik putus terlebih dahulu. Penggunaan baut mutu tinggi Grade 8.8 banyak dijumpai pada sambungan jembatan di Indonesia. Sehingga dengan pengujian proofload dan tarik putus, didapatkan pola keruntuhan atau putus baut sebagai sambungan rangka baja, terutama pada pemasangan baut baru jembatan di Indonesia.

ABSTRACT

Steel frame connections on bridges often use high-quality bolts. The use of rivet or welded connections on steel frames is no longer widely used in domestic construction projects. At the end of the last year, there was a construction failure on a domestic bridge. One of the causes of the construction failure factor is the use of steel bolts that do not comply with regulations in Indonesia. So that every time a bolt is used on a steel connection, proofload and tensile testing should be carried out first. The use of high-quality bolts Grade 8.8 is often found in bridge connections in Indonesia. So that with proofload and tensile testing, a pattern of collapse or breakage of bolts as steel frame connections is obtained, especially in the installation of new bridge bolts in Indonesia..

Keywords:

Bolts

Bridge

Slip Critis



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Penulis Korespondensi:

Pulung Priyo Pamungkas

Magister Rekayasa dan Perawatan Jembatan, Politeknik Negeri Samarinda

Email: pulungpriyo2023@gmail.com

PENDAHULUAN

Sambungan-sambungan pada titik-titik buhul jembatan- jembatan gelagar rangka biasanya, dilaksanakan dengan kelingan atau juga sekali kali dilas. Sambungan dari batang-batang dengan potongan penampang besar, di tempat titik buhul, dari sudut merupakan pelaksanaan secara teknis las kurang baik. Dari sebab itu, maka jika dikehendaki suatu konstruksi las untuk bentangan yang lebih besar, lebih baik berpindah kepada pembutan macam jembatan-jembatan lain (Struyk dan Van der Veen,1990:115).

Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Hidayat dan Sihalo (2011), Permasalahan yang sering dihadapi dalam kerusakan rangka baja jembatan sebenarnya terjadi pada saat pemasangan jembatan dan pengencangan baut, karena tidak sesuai dengan prosedur dan petunjuk dalam buku petunjuk; mereka tidak bisa mendapatkan camber yang ditentukan. Sambungan yang longgar (tidak cukup rapat) akan mengakibatkan jembatan bergetar dan mengalami defleksi yang pada akhirnya menyebabkan retaknya dek beton jembatan.

Banyak kita jumpai pada proses rutin pemeliharaan Jembatan bilamana ditemukan baut yang longgar pada sambungan rangka baja jembatan dengan melakukan pengencangan berulang sesuai dengan mutu baut yang terpasang. Hal ini bertolak belakang dengan Surat Edaran Menteri PU dan Perumahan Rakyat No.14/SE/M/2015 tentang Pedoman Pemasangan Baut Jembatan, yang menyebutkan bahwa baut jembatan, mutu tinggi yang telah digunakan tidak boleh digunakan kembali. Pengencangan kembali baut yang longgar tidak diizinkan. Pada saat pemasangan, pengencangan ulang baut yang longgar akibat pengencangan baut di sebelahnya tidak dianggap sebagai penggunaan kembali.

Menurut Samadi, et al, (2021) bahwa sistem infrastruktur sipil memiliki dampak langsung pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan dan perkembangan sosial masyarakat modern. Sistem transportasi jalan raya sangat penting dalam sistem infrastruktur. Diantara banyak elemen sistem infrastruktur, jembatan sangat diperlukan penghubung ekonomi dan manusia; kegagalannya, atau penutupan sebahagian, dapat menyebabkan berbagai kerugian publik atau swasta.

Hasil diskusi dengan Ir.Lanny Hidayat M.Si, Widyaiswara madya PU dan ahli jembatan, menyatakan bahwa risiko stripping lebih banyak terjadi pada pekerjaan sambungan jembatan baja, yang memakai mekanisme slip kritis (kritis). Jadi bisa saja sambungan baut terlihat terpasang dengan baik ditempatnya, tetapi ternyata mengalami striping. Pada kondisi seperti itu gaya prategang baut menjadi tidak ada. Itu juga berarti tidak ada gaya friksi pada baut. Di lapangan, pilihan paling mudah untuk menghindari risiko stripping adalah tetap memakai baut A325. (Dewobroto, W, et al.2016).

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini dilakukan secara analitis menurut Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No:14/SE/M/2015 tentang Pedoman Pemasangan Baut Jembatan.

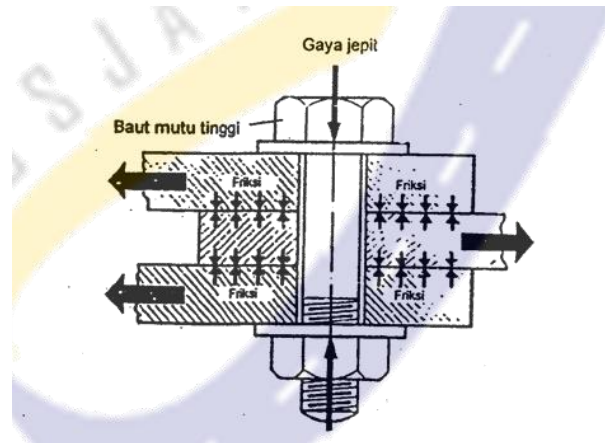
1. Penggunaan baut

Baut mutu tinggi yang telah digunakan tidak boleh digunakan kembali. Pengencangan kembali baut yang longgar tidak diizinkan . Pada saat pemasangan, pengencangan ulang baut yang longgar akibat pengencangan baut disebelahnya tidak dianggap sebagai penggunaan kembali (*reuse*).

2. Kinerja baut mutu tinggi pada sambungan

Baut yang digunakan pada konstruksi jembatan sering disebut *High Strength Friction Grip Bolts* (HSFG) atau baut mutu tinggi dengan cengkraman friksi. Baut mutu tinggi dengan cengkraman friksi memberikan efisiensi yang signifikan pada sambungan dan andal terhadap beban dinamis atau kondisi beban fatik. Baut mutu tinggi memiliki kuat tarik putus minimum 800 Mpa. Baut mutu tinggi yang digunakan untuk cengkraman friksi memiliki kepala baut heksagon lebar.

Prinsip kerja baut mutu tinggi pada sambungan struktur jembatan menggunakan mekanisme slip kritis akibat gaya jepit pada permukaan sambungan. Gaya jepit (*clamping force*) merupakan gaya akibat baut dalam kondisi tarik hasil dari putaran mur pada ulir baut. Jika baut tidak dalam kondisi tarik maka tidak terdapat gaya jepit. Setelah baut tertarik dan terpasang kokoh pada sambungan, baut secara elastis meregang sebanding dengan perputaran mur. Pada saat mur diputar lebih kencang maka akan menimbulkan tekanan yang besar yang menghasilkan friksi diantara pelat yang diikat dan menghasilkan pula puntiran tarik pada bagian baut yang terletak di antara permukaan yang dijepit. Baut mengalami gaya tarik dan gaya torsi pada saat bersamaan. Mekanisme tersebut disebut sambungan slip kritis (*critical slip joint*) dapat dilihat pada **Gambar 1**. Untuk besaran proofload dan gaya tarik minimum dapat dilihat pada **Tabel 1**. Untuk penggunaan baut mutu Grade 8.8.



Gambar 1. Mekanisme sambungan slip kritis (Sumber :SE/M/No.14/2015)

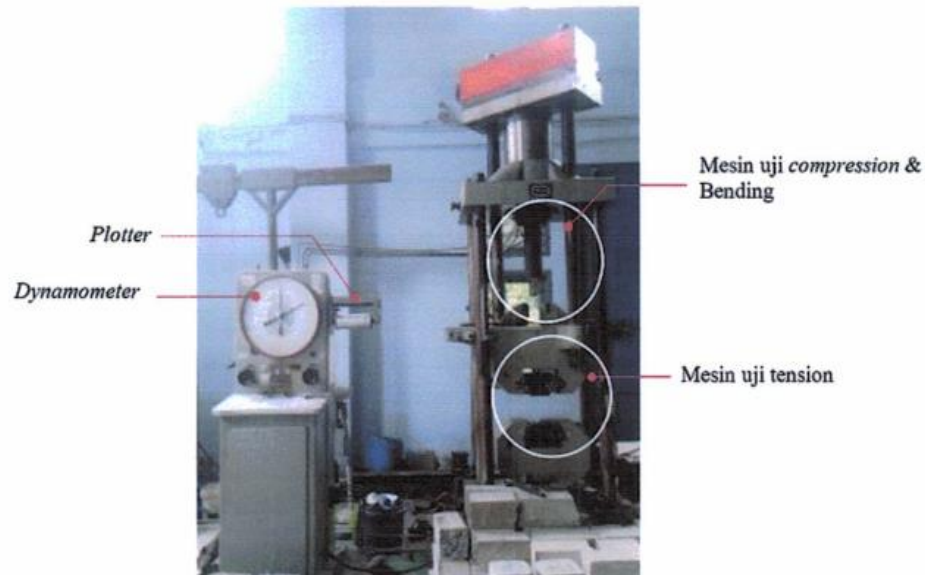
Tabel 1. Gaya tarik maksimum dan minimum Garde 8.8 (Sumber :SE/M/No.14/2015)

Ukuran Nominal	Proof load/gaya tarik maksimum (MPa)		Gaya Tarik Minimum (KN)
	ASTM A325	ISO Grade 8.8	
M16	94,2	91,1	91
M20	147	147	142
M22	182	181,8	176
M24	212	211,8	205
M27	275	275,4	267
M30	337	336,6	326
M36	490	490,2	475

Sumber : ASTM A325-04, Maryland Metrics, USA dan ISO898-1 : 2009

HASIL DAN PEMBAHASAN

Baut Grade 8.8 merupakan baut mutu tinggi yang banyak digunakan untuk sambungan rangka baja jembatan. Pemakaian baut mutu tinggi sebelum digunakan dalam sambungan untuk konstruksi jembatan harus dilakukan pengujian berdasarkan nilai yang sudah dipersyaratkan. Pengujian ini dilakukan di Lab. Teknik Sipil, Universitas Diponegoro dengan menggunakan tiga sample benda uji baut menggunakan alat UTM seperti **Gambar 2**.



Gambar 2. Universal Testing Machine

Pengujian baut Grade 8.8 M22 dilakukan sebanyak dua kali setiap bautnya, pertama sampai beban proofload, yaitu beban maksimum baut masih dalam kondisi elastis. Baut sebelum dilakukan pengujian seperti **Gambar 3**. Selanjutnya pengujian diteruskan sampai bautnya putus untuk uji kuat tariknya **Gambar 4**.

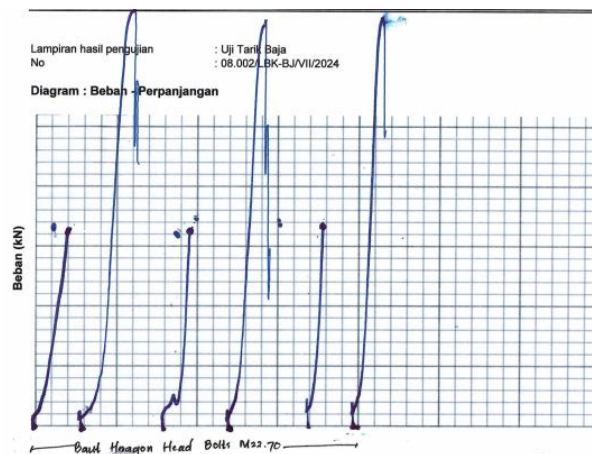


Gambar 3. benda uji baut sebelum dilakukan pengujian



Gambar 4. Baut setelah dilakukan pengujian

Contoh kurva perilaku keruntuhan baut Grade 8.8 M22 seperti Gambar 5.



Gambar 5. Kurva proofload dan tegangan tarik putus

Dari pengujian tarik baut, selanjutnya disajikan dalam bentuk tegangan putus, yaitu beban putus dibagi luas penampang baut. Luas penampang diambilkan dari data pabrik terkait baut yang digunakan. Pada kurva Gambar 5. ditampilkan juga tegangan putus minimum 830 Mpa. Adapun hasil pengujian baut Grade 8.8 disajikan dalam Tabel.2

Tabel 2. Hasil pengujian baut

Jenis Baut		:	Grade 8.8 hitam				
Diameter dan panjang baut		:	M22 / 70 mm				
SE Menteri PUPR No: 14/SE/M/2015			Uraian	Pengetesan UTM			
Luas area tegangan	Proofload	Tegangan tarik putus		Proofload	Fmax	Tegangan tarik putus	
mm ²	kN	Mpa		kN	Kn	Mpa	
303	181.8	830	Benda Uji	1	160.0	325	1073
303	181.8	830	Benda Uji	2	160.0	324	1069
303	181.8	830	Benda Uji	3	160.0	326	1076

KESIMPULAN

Dari hasil uji tarik Baut Grade 8.8 memenuhi spesifikasi **Tabel 1**, terhadap nilai tegangan tarik putus yang dipersyaratkan tetapi tidak terpenuhi terhadap proofload/gaya tarik maksimum. Hanya saja bilamana dilihat dari bentuk keruntuhan baut, ditemukan ke tiga benda uji baut mengalami keruntuhan pada ulir atau rontok ulir. Umumnya baut mengalami putus yaitu dibagian ulir atau luas penampang minimum. Perilaku adanya kerusakan stripping perlu dipertimbangkan untuk penggunaan pada sambungan rangka baja. Baut Grade 8.8 yang dilakukan pengujian tarik sampai putus dan mengalami stripping, adalah baut tipe non-preload, yang tidak sesuai jika digunakan untuk konstruksi jembatan. Baut non-preload hanya cocok untuk sambungan geser berdasarkan mekanisme tumpu yang mengandalkan kuat geser bautnya (Dewobroto,W., et al, 2016).

DAFTAR PUSTAKA

- Asiyanto (2005) *Metode Konstruksi Jembatan Baja*, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta
- Balagopal,R., Ramaswamy, A., Palani, G.S,Rao,P, N.(2013). *Experimental Studies on Bolted Joint Damage Assesment due to Wind Load. Research Publishing,Singapore: The Eight Asia-Pasific Conference on Wind Engineering APCWE-VIII.*
- Dewobroto,W., L.Hidayat., J.Widjajakusuma, dan Kelvin .2016. *Studi Karakteristik Baut Mutu Tinggi (A325 dan Grade 8.8) Terhadap Tarik dan Pengaruhnya pada Perencanaan Sambungan.* Seminar HAKKI (1-9).
- Feng, S., Tu,J, Wei S, Chi, Y, Zhang X dan Song X., (2021) *Ultrasonic testing of axial stress of high strength bolts for bridges. International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics* 64 (2020) 685-692, 1-9.
- H.J.Struyk, dan K.H.C.W.van der Veen. *Jembatan.* Terjemahan Soemargono .1990 Cetakan Ketiga . PT. Pradnya Paramita. Jakarta
- Hasan, N., Gunadi, R, Moeljono dan Igustiany, F. (2021). Hilangnya Gaya Gesek Akibat Pengaruh Suhu Tinggi pada Baut A325 dengan Beban Bukti pada Jembatan Baja. Prosiding Seminar *Internasional Sains dan Teknologi Terapan ke-2 (ISSAT 2021)*
- Haynes, J. (2005). *Comparative politics in a globalizing world.* Cambridge: Polity.
- Hidayat, L dan Sihalofo, D. 2011. *Bolts Connections In Steel Bridge Structure Theory And Facts. The 3rd International Conference of EACEF (European Asian Civil Engineering Forum) Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Indonesia , September 20-22,2011.*
- Hobsbawm, E. (1998, November/December). The death of neo-liberalism. *Marxism Today*, 4-8.
- Istadi, I. (2006). *Development of A Hybrid Artificial Neural Network – Genetic Algorithm for Modelling and Optimization of Dielectric-Barrier Discharge Plasma Reactor, PhD Thesis, Malaysia: Universiti Teknologi Malaysia.*
- Jiang. S, Zhang. J, Wang, W.,dan Wang, Y. (2022) . *Automatic Inspection of Bridge Bolts Using Unmanned Aerial Vision and Adaptive Scale Unification Based Deep Learning .*
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2015. *Perencanaan Sistem Monitoring Kesehatan Struktur Jembatan.* PUPR , Jakarta.
- Kubálková, V., Onuf, N., & Kowert, P. (Eds.). (1998). *International relations in a constructed world.* Armonk, NY: M. E. Sharpe.
- Loa W. Darmawan (1978) *Konstruksi Baja I*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta Selatan.
- Long A., Kim. C.W., dan Kondo, Y., (2021) *Detecting Loosing Bolts of Highway Bridges by Image Processing Techniques. 16 th East Asia Pasific Conference on Structural Engineering & Construction (EASEC16).*1-9.

- Oentoeng (1999) *Konstruksi Baja*, Andi Offset, Yogyakarta
- Park,J.H.,Kim T.H., dan Lee K.S. (2015) *Novel Bolt-Loosening Detection Technique Using Image Processing For Bolt Joint In Steel Bridges. The 2015 World Congress on Advances In Structure Engineering and Mechanics(ASEM16) Incheon, Korea, August 25-29,2015.1-19.*
- Primack, H. S. (1983). Method of Stabilizing Polyvalent Metal Solutions, *US Patent No. 4,373,104.*
- Rene Amon dan Bruce Knobloch Atanu Mazumder (1999) . *Steel Design For Engineers And Architects*. Van Nostrand Reinhold Company, New York Terjemahan R.Handoyo. 1999. *Perencanaan Konstruksi Baja Untuk Insinyur Dan Arsitek 2*, PT AKA, Jakarta.
- Rene Amon dan Bruce Knobloch Atanu Mazumder (2000:184) . *Steel Design For Engineers And Architects*. Van Nostrand Reinhold Company, New York Terjemahan R. Handoyo.2000. *Perencanaan Konstruksi Baja Untuk Insinyur Dan Arsitek 1*, PT Pertja, Jakarta.
- Samadi,D.,Taghaddos,H.,Nili, M,H.dan Noghabaei,M. (2020) *Development of Bridge Maintenance System Using Bridge Information Modeling : Civil Engineering Infrastructure Journal 2021, 54(2) :351-364.*
- Suprpto, H.2011.*Sistem Sambungan Penyebab Runtuhnya Jembatan*. Tersedia di: <https://www.viva.co.id/bisnis/269132-sistem-sambungan-penyebab-runtuhnya-jembatan> (diakses pada: 29 Juni 2024).
- Supriadi,B dan Muntohar,A.S. 2007. *Jembatan* (Edisi Ke-IV), Beta Offset, Yogyakarta
- Thamrin. (2012), *Modul Kuliah Struktur Baja*, Medan : Departemen Teknik Sipil FTSP ITM.
- Vaza H., dan Pasaribu. DE. (2021) *Keruntuhan Jembatan di Indonesia, Kasus- kasus, Penyebab dan Pembelajaran*,1-340
- Wen.,J., Li, Z., Hu, T., dan Liu. L., (2018) *Simple analysis on failure of high strength bolts in Chongqing Chaotianmen Bridge. IOP Conf. Series: Material Science and Engineering 439. 1-9.*
- Widyaningsih, E., Desmaliana, E., dan Ihsan, M.,2021. Evaluasi Konfigurasi Sambungan Baut Jembatan Rangka Baja dengan Pola *Straggered Faster*(Studi Kasus: Jembatan Way Bobot,Pulau Seram) : *Jurnal Teknik Sipil Vol.7/No.2/Hal.131-141 Juli 2021.*
- Yusuf M. dan Hermawan F. (2023) *Comparation Analysis of Existing Bridge Design Based On BMS 1992 And SNI 1725-2016. LivaS: International Journal on Livable Space. Vol.o8,No.2, August 2023 : 43-52.*