

Pendampingan Teknis dalam Menganalisis Sambungan Mekanis Struktur Modular RISHA dari EZYGRIYA

Technical Assistance in Analyzing Mechanical Connections of RISHA Modular Structures from EZYGRIYA

^{1*)}Sugeng Waluyo, ^{2*)}Yuris Sarifudin

^{1,2)}Teknik Industri, Fakultas Teknik

Universitas Jenderal Soedirman

Jl. Mayjen Sungkono Km. 5, Blater, Purbalingga 53371

*email: sugeng.waluyo@unsoed.ac.id

DOI:

10.30595/jppm.v6i2.7795

Histori Artikel:

Diajukan:
08/07/2020

Diterima:
08/08/2022

Diterbitkan:
13/09/2022

ABSTRAK

Pengabdian ini dilaksanakan dalam rangka pendampingan teknis terhadap mitra dalam hal analisis dan kajian mekanis terhadap karakteristik sambungan mekanis produk RISHA dari perusahaan konstruksi EZYGRIYA. Pendampingan yang dilakukan berupa pelatihan penggunaan rumus perancangan sambungan dan perangkat lunak finite element method (FEM) kepada mitra. Dalam kaitannya dengan pendampingan tersebut, ada dua hal yang menjadi fokus secara teknis yaitu konsentrasi tegangan pada sekitar lubang baut sambungan akibat gaya terpusat yang disebut bearing load dan prediksi kekuatan dengan menggunakan finite element method (FEM). Kerusakan ini dapat dideteksi dengan menggunakan grafik histeresis antara beban dan defleksi struktur RISHA. Selain itu dalam pendampingan ini disampaikan juga potensi terjadinya ketidakstabilan struktur akibat fenomena buckling. Diharapkan dengan kegiatan pengabdian ini, mitra dapat meningkatkan kualitas dan keamanan produknya secara signifikan.

Kata kunci: Pendampingan Teknis; RISHA; EZYGRIYA; Konsentrasi Tegangan, FEM, Buckling

ABSTRACT

This service is carried out in the context of technical assistance to partners in terms of mechanical analysis and study of the mechanical connection characteristics of RISHA products from the EZYGRIYA construction company. The assistance provided was in the form of training on using connection design formulas and finite element method (FEM) software to partners. Concerning this assistance, two things become technically focused: the concentration of stress around the connection bolt holes due to a concentrated force called the bearing load and the prediction of strength using the finite element method (FEM). This damage can be detected by using a hysteresis graph between the load and the deflection of the RISHA structure. In addition, this assistance also conveyed the potential for structural instability due to the buckling phenomenon. It is hoped that with this service activity, partners can significantly improve the quality and safety of their products.

Keywords: Technical Assistance; RISHA; EZYGRIYA; Stress Concentration, FEM, Buckling

PENDAHULUAN

Saat ini mitra pengabdian masyarakat merupakan perusahaan yang memproduksi struktur modular dengan nama perusahaan induk

EZYGRIYA (<https://ezygriya.com/>). Perusahaan berlokasi di Klaten dan Purwokerto dengan bisnis utama sebagai produsen struktur pra-cetak beton modular dan pengembang

perumahan. Dalam hal ini, disamping menjual produk modular ke konsumen, mereka juga menggunakannya sendiri sebagai komponen utama dari rumah atau hunian yang mereka bangun. Saat ini mitra sedang membutuhkan keterlibatan teknologi dalam desain produk baik itu menyangkut material maupun konstruksi untuk mencapai target desain optimal, yaitu biaya produksi minimal, laju produksi tinggi dan handal. Dalam hal ini, mitra sebagai industri kecil menengah, belum memiliki keyakinan penuh dalam penggunaan teknologi tersebut mengingat hal tersebut adalah baru bagi mereka (seperti contoh yang diberikan oleh Rahmiyati, 2015 dan Rizayana, 2015).

Salah satu aspek desain yang baru bagi mitra adalah sambungan mekanis baut yang digunakan untuk menyatukan struktur modular mereka. Dalam ilmu teknik sipil, sambungan mekanis tidak umum digunakan sebagai sambungan utama antar beton (Indonesia, S. N., 2002). Hal ini dikarenakan pada sambungan mekanis, efek tegangan lokal sangat dominan dan membutuhkan perhitungan desain khusus sebagai contoh dibuktikan pada kajian dari pada Flynn (1969) dan Wilson & White (1973). Efek yang paling sering menjadi perhatian adalah adanya konsentrasi tegangan (Kim & Shim, 2016 dan Mackiewicz, 2015).

Disamping itu, akibat adanya sambungan mekanis tersebut, perhitungan kestabilan struktur dalam bentuk *buckling* (Vu dkk., 2018) juga diperlukan untuk mengetahui kapasitas sambungan menerima beban tekan aksial.

Pengabdian ini dilakukan dengan tujuan untuk memberikan pengetahuan teknis yang diperlukan mitra dalam meningkatkan keamanan dan kualitas produknya. Pengetahuan teknis tersebut meliputi analisis ilmiah dan ilmu perancangan struktur terhadap sambungan mekanis yang digunakan pada struktur RISHA milik EZYGRIYA. Selain itu, pendampingan ini juga memberikan wawasan baru penggunaan alat bantu perhitungan kekuatan struktur dengan metoda finite element (FEM) dengan fokus pada prediksi kondensasi tegangan dan potensi *buckling*. Hasil analisis kemudian disampaikan dalam forum diskusi bersama pemilik dan tim dari

EZYGRIYA sebagai dasar perancangan ulang daerah sambungan.

METODE

Pendampingan dilakukan dengan presentasi dan diskusi teknis didepan tim teknis dan pemilik dari EZYGRIYA seperti terlihat pada Gambar 1. Pada diskusi tersebut disampaikan hal-hal berikut.



Gambar 1. Suasana pendampingan teknis di kantor mitra. (Pendamping ada pada posisi paling kiri)

Pemodelan dan simulasi FEM yang dilakukan menggunakan model material elastic-plastic dengan model plastisitas sempurna (*perfectly plastic*) dan diterapkan pada ANSYS Student Version. Material beton yang digunakan mengikuti rekomendasi dari data material beton pada ANSYS baik untuk karakteristik elastis maupun plastisnya. Dalam hal ini, ketika tegangan yang terjadi pada salah satu lokasi melebihi tegangan fraktur dari beton, maka material tersebut dianggap tidak lagi dapat menanggung. Akibatnya terjadi penurunan kekuatan pada daerah tersebut. Pada kasus sambungan RISHA, hal tersebut diwakili oleh adanya pecah beton lokal atau retak beton.

Indikasi lain yang dapat menunjukkan adanya penurunan kekuatan atau kapabilitas struktur menanggung beban adalah grafik beban dan deformasi pada kasus pembebanan siklus (*cyclic load*). Bila terjadi kerusakan, maka jalur grafik pembebanan (*loading*) dan pelepasan beban (*unloading*) akan berbeda (Hajjar dkk., 1998) karena sebagian material pada struktur tidak lagi bersifat elastis.

Sementara itu, untuk menghitung beban *buckling* terlebih dahulu harus dihitung pengurangan kekakuan atau kapasitas momen

akibat adanya sambungan. Kapasitas momen dapat diprediksi dengan menggunakan grafik beban-defleksi pada Gambar.1 dan persamaan.

$$EI = \frac{FL^3}{192\delta_{\max}} \quad (1)$$

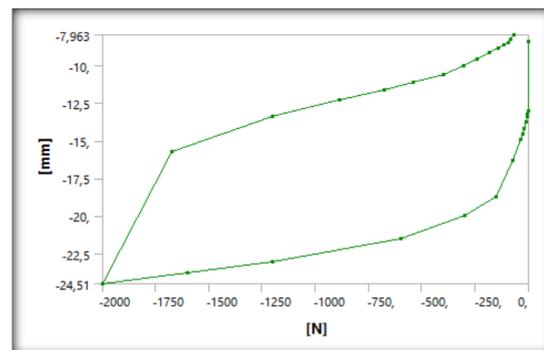
(lihat sebagai contoh pada Gere & Goodno, 2001) dengan E , I , L , F dan δ_{\max} masing-masing adalah modulus elastisitas, momen inersia penampang, panjang total struktur, beban atau gaya, dan defleksi maksimum pada lokasi gaya.. Dengan mengetahui gaya dan defleksi maksimum yang terjadi, maka besaran dapat dihitung. Jika harga telah diketahui sebelumnya, maka harga efektif momen inersia dapat ditentukan.

Pada tahap akhir dari program pengabdian ini, hasil dari analisis dengan FEM tersebut akan didiskusikan dengan tim dari EZYGRIYA. Pada kesempatan tersebut, akan dilakukan kajian untuk menilai kehandalan dan daya tahan struktur modular RISHA terhadap beban *bearing* yang menimbulkan konsentrasi tegangan dan juga beban *buckling*. Setelah itu akan dilakukan upaya untuk mengembangkan struktur modular RISHA generasi terbaru yang lebih baik dari produk sebelumnya.

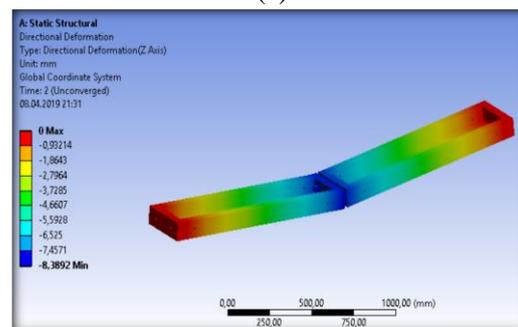
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil dikusi dan pendampingan, mitra memperoleh pengetahuan baru yang terdiri dari pengetahuan tentang konsentrasi tegangan pada lubang sambungan, efek dari kerusakan pada lubang sambungan dan peluang untuk meningkatkan kekuatan dan keamanan daerah sambungan dengan mendesain ulang kontruksi sekitar lubang. Secara detail-teknis dapat disampaikan sebagai berikut.

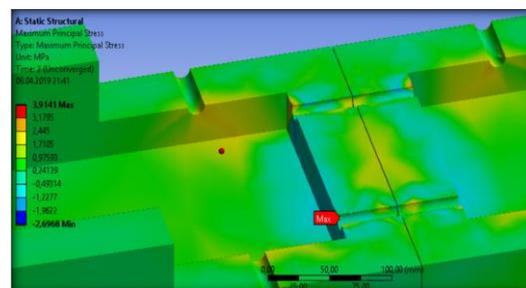
Pada kasus pembebanan pada arah tebal struktur modular, terlihat pada Gbr. 2 adanya perbedaan antara respon pada saat pembebanan dan pelepasan beban dengan gaya maksimum 2000 N pada defleksi terukur 24.51 mm. Perbedaan tersebut disebabkan oleh adanya tegangan fraktur yang melebihi kekuatan beton pada lokasi sekitar lubang sambungan seperti terlihat pada Gbr. 2c.



(a)



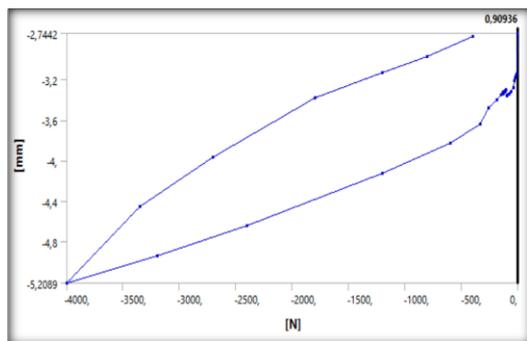
(b)



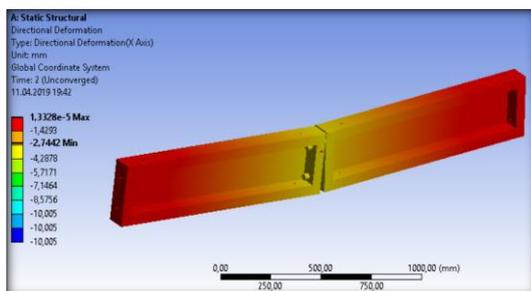
(c)

Gambar 2. Respon struktur akibat beban tegak lurus lebar panel dalam bentuk (a) grafik defleksi-gaya dan (b) *post-processing* (diperbesar) pada FEM. Konsentrasi tegangan pada lubang sambungan terlihat jelas pada (c)

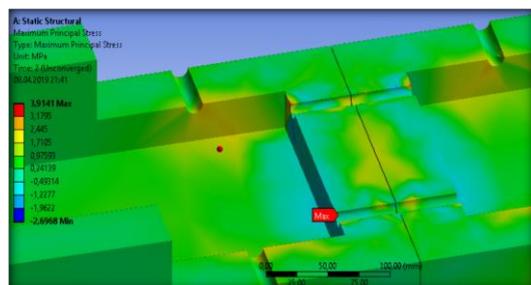
Pada kasus pembebanan searah lebar struktur, terlihat pada Gbr. 3 adanya perbedaan antara respon pada saat pembebanan dan pelepasan beban dengan gaya maksimum 4000 N pada defleksi terukur 5.21 mm. Perbedaan tersebut disebabkan oleh adanya tegangan fraktur yang melebihi kekuatan beton pada lokasi sekitar lubang sambungan seperti terlihat pada Gbr. 3c.



(a)



(b)



(c)

Gambar 3. Respon struktur akibat beban serarah lebar panel dalam bentuk (a) grafik defleksi-gaya dan (b) *post-processing* (diperbesar) pada FEM. Konsentrasi tegangan pada lubang sambungan terlihat jelas pada (c).

Pada kasus struktur RISHA, tahap perhitungan menghasilkan beban kritis buckling $P_{cr} = 2105 \text{ kg}$. Harga ini jauh lebih kecil dari harga beban kritis tanpa sambungan atau struktur berbentuk utuh sebesar $P_{cr} = 90235 \text{ kg}$. Perlu diperhatikan bahwa jika harga beban kritis tersebut terlampaui, maka struktur akan tiba-tiba rusak tanpa adanya peringatan terlebih dahulu.

Berdasarkan hasil diatas, maka diskusi dengan tim dari EZYGRIYA menghasilkan keputusan untuk menambahkan perkuatan

husus pada sambungan dengan menggunakan baja. Perkuatan ini tidak hanya mengurangi beban bearing, juga dapat menurunkan potensi terjadinya *buckling*. Selain itu, akan dilakukan modifikasi struktur tahap lanjut untuk memperkuat daerah sambungan itu sendiri tanpa menggunakan sistem pembesian sebelumnya.

SIMPULAN

Hasil dari pendampingan teknis dengan mitra dari perusahaan EZYGRIYA telah menghasilkan rekomendasi untuk melakukan modifikasi struktur modular RISHA berdasarkan analisis FEM dan *buckling*. Modifikasi ini diperlukan untuk meningkatkan daya tahan dan kehandalan daerah sambungan struktur RISHA terhadap beban bearing (*bearing load*) dan juga beban *buckling*. Disamping itu, banyak pengetahuan teknis yang sudah diperoleh mitra dalam kaitannya dengan perancangan sambungan mekanis. Diharapkan nantinya mitra dapat melakukan perancangan produk struktur maupun material mereka secara mandiri dimasa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- ANSYS® Student Version, Release 18.1.
- Flynn, P. D. (1969). Photoelastic Comparison of Stress Concentrations Due to Semicircular Grooves and a Circular Hole in a Tension Bar. *Journal of Applied Mechanics*, 36(4), 892-893.
- Gere, J. M., & Goodno, B. J. (2001). *Mechanics of Materials 5th*. Brooks Cole, 780.
- <https://ezygriya.com/>, diakses 3 Desember 2019
- Hajjar, J. F., Molodan, A., & Schiller, P. H. (1998). A distributed plasticity model for cyclic analysis of concrete-filled steel tube beam-columns and composite frames. *Engineering Structures*, 20(4-6), 398-412.
- Indonesia, S. N. (2002). Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung. *SK SNI*, 03-2847.
- Kim, D. W., & Shim, C. S. (2016). Experiments on flexural strength on composite

- modular bridge pier cap for CFT columns. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 20(6), 2483-2491.
- Mackiewicz, P. (2015). Finite-element analysis of stress concentration around dowel bars in jointed plain concrete pavement. *Journal of Transportation Engineering*, 141(6), 06015001.
- Rahmiyati, N. (2015). Model pemberdayaan masyarakat melalui penerapan teknologi tepat guna di Kota Mojokerto. *JMM17*, 2(02).
- Rizayana, F. (2015). Desain dan Pengembangan Produk Sepeda Motor Roda Tiga dengan Basis Produksi IKM. *Journal Industrial Servicess*, 1(1).
- Vu, L. H., Duc, N. C., Dong, L. V., Truong, D. L., Anh, N. M. T., Hung, H. Q., & Hue, P. V. (2018). Load Rating and Buckling of Circular Concrete-Filled Steel Tube (CFST): Simulation and Experiment. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 371, No. 1, p. 012032). IOP Publishing.
- Wilson, I. H., & White, D. J. (1973). Stress-concentration factors for shoulder fillets and grooves in plates. *Journal of Strain Analysis*, 8(1), 43-51.