

Ketidaksesuaian jarak geometri pada sambungan kayu dengan baut sering dijumpai pada struktur eksisting, termasuk Jembatan Mandomai sehingga perlu dilakukan evaluasi ulang untuk menjamin keamanan struktural sambungan. Dimensi tinggi muka kayu yang terbatas menyebabkan syarat minimum seperti jarak ujung, tepi, dan antarbaut berdasarkan SNI 7973:2013 tidak terpenuhi. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kekuatan sambungan baut pada kayu ulin (*Eusideroxylon zwageri*) dengan variasi konfigurasi geometri, membandingkan hasil eksperimen dengan prediksi teoritis Eurocode 5, serta mengkaji efektivitas strategi perkuatan sambungan pada jembatan eksisting yang tidak memenuhi kapasitas desain.

Metode penelitian meliputi pendekatan teoritis menggunakan *European Yield Model* (EYM), pemodelan numerik berbasis metode elemen hingga (FEM) dengan perangkat lunak Abaqus CAE, serta pengujian eksperimental terhadap sambungan *double shear wood-to-wood*. Variasi parameter geometri meliputi jarak ujung, tepi, antarbaris, dan dalam satu baris dengan total 22 konfigurasi berbeda. Validasi numerik dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi numerik terhadap hasil pengujian eksperimental. Selain itu, jembatan dianalisis menggunakan perangkat lunak Midas Civil untuk mengidentifikasi sambungan-sambungan dengan nilai *demand-capacity ratio* (DCR) tertinggi dan dilakukan perkuatan lokal.

Model numerik berbasis metode elemen hingga (FEM) berhasil dikembangkan dan tervalidasi dengan hasil eksperimen. Kapasitas maksimum sambungan mencapai 191 kN, meningkat 57,65% dari nilai teoritis 121 kN yang menunjukkan model Eurocode bersifat konservatif. Variasi geometri yang tidak memenuhi persyaratan minimum geometri tidak memengaruhi nilai *yield*, tetapi memengaruhi kapasitas *ultimate* dengan kegagalan dominan tipe IV pada baut. Konfigurasi optimal diperoleh pada jarak ujung 100 mm (5D), tepi 40 mm (2D), dalam satu baris 60 mm (3D), dan antarbaris 100 mm (5D). Perkuatan sambungan eksisting dengan pelat baja setebal 12 mm dan baut ASTM A325 menurunkan DCR menjadi <1,0, kecuali S13 sebesar 1,02. Penelitian merekomendasikan evaluasi ulang ketentuan jarak minimum dalam SNI 7973:2013 serta penerapan pendekatan numerik dan perkuatan lokal pada sambungan baut dengan keterbatasan geometri.

Kata kunci: *double shear wood-to-wood*, evaluasi struktural, Jembatan Mandomai, kayu ulin, pemodelan numerik

Geometric noncompliance in bolted timber joints is common in existing structures, such as the Mandomai Bridge, due to limited timber dimensions. This often violates minimum spacing requirements in SNI 7973:2013, necessitating structural reevaluation to ensure joint safety. This study evaluates the strength of bolted ulin wood (*Eusideroxylon zwageri*) joints under various geometric configurations, compares experimental results with Eurocode 5 predictions, and assesses reinforcement strategies for deficient joints in existing structures.

The methodology combines theoretical calculations using the European Yield Model (EYM), finite element modeling (FEM) with Abaqus CAE, and experimental testing of double shear wood-to-wood joints. Twenty-two configurations were tested by varying end, edge, row, and within-row spacing. Simulation results were validated against laboratory data. Structural analysis of the Mandomai Bridge using Midas Civil identified joints with the highest demand-capacity ratios (DCR), which were retrofitted using steel side plates and ASTM A325 bolts.

The FEM model accurately captured joint behavior, with a maximum load capacity of 191 kN, 57.65% higher than the theoretical value of 121 kN, indicating Eurocode's conservative nature. Geometric variations significantly influenced ultimate capacity, while having limited impact on yield strength. Type IV failure modes dominated, with damage concentrated on the bolts. The optimal configuration was achieved with a 100 mm end distance (5D), 40 mm edge distance (2D), 60 mm within-row spacing (3D), and 100 mm row spacing (5D). Reinforcement reduced DCR below 1.0, except for joint S13 (1.02). This study recommends reevaluating spacing provisions in SNI 7973:2013 based on tropical hardwood data and supports numerical modeling and local reinforcement for geometrically limited bolted timber joints.

Keywords: double shear wood-to-wood, numerical modeling, structural evaluation, tropical hardwood, Mandomai Bridge