



INTISARI

Jembatan Pulau Balang Bentang Pendek merupakan jembatan yang awalnya direncanakan untuk menunjang jalan alternatif dari pusat Pemerintahan Provinsi Kalimantan Timur. Namun, Dengan adanya rencana pemindahan Ibu Kota Negara Indonesia dari Jakarta ke Kalimantan Timur, maka fungsi jembatan beralih dari sebagai jalan alternatif menjadi jalan poros utama tol dari berbagai penjurut kota di Kalimantan Timur menuju Ibu Kota Negara. Jembatan Pulau Balang Bentang Pendek dirancang menggunakan standar acuan RSNI T-02-2005. Dikarenakan adanya pembaharuan peraturan, maka pada penelitian ini dilakukan analisis ulang dengan menggunakan standar acuan SNI 1725:2016. Jembatan Pulau Balang Bentang Pendek termasuk dalam kategori jembatan khusus, di mana dalam pengoperasiannya perlu dilakukan uji beban untuk mengetahui *serviceability* struktur jembatan secara keseluruhan. Oleh karena itu, penelitian ini juga difokuskan untuk melakukan analisis ulang dan evaluasi kinerja jembatan pada saat uji beban.

Pada penelitian ini, analisis ulang pada jembatan dilakukan menggunakan Metode Elemen Hingga dengan idealisasi tumpuan jepit dan tumpuan *spring* yang dimodelkan pada bagian bawah pilar jembatan. Pemodelan jembatan dilakukan menggunakan program *MIDAS Civil* dengan idealisasi *line element (frame 3D)*. Pada pemodelan jembatan dengan tumpuan *spring*, tumpuan *spring* dimodelkan secara linear dengan memasukkan nilai *spring stiffness* arah horizontal dan arah vertikal pada fondasi tiang yang tertancap dalam tanah. Nilai-nilai tersebut dihitung secara manual berdasarkan data penyelidikan tanah. Setelah pemodelan dan analisis struktur selesai dilakukan, *output* dengan idealisasi tumpuan jepit dan tumpuan *spring* direkapitulasi dan dibandingkan. Analisis kapasitas struktur (meliputi: kapasitas lentur, kapasitas geser dan/atau aksial, respons tegangan-dalam, dan lendutan) dihitung secara manual dengan menggunakan bantuan program *microsoft excel*. Untuk tinjauan lentur dan aksial pada elemen pelengkung, pilar, dan kolom, analisis kapasitas struktur dilakukan berdasarkan diagram interaksi kolom dengan menggunakan program *spColumn*.

Berdasarkan hasil analisis dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan apabila jembatan dimodelkan dengan idealisasi tumpuan jepit dan tumpuan *spring*. Rasio terbesar antara *model spring* dan jepit untuk: (a) lendutan vertikal *girder* 10,44 yang terjadi pada ujung kanan bentang 2; (b) momen pada *girder* 1,38 yang terjadi pada tengah bentang dari bentang 2; (c) gaya lintang *girder* 2,46 yang terjadi di $\frac{1}{4}$ bentang dari bentang 1; (d) lendutan vertikal pelengkung 83,84 yang ujung kiri dari bentang 3; (e) gaya aksial pelengkung 1,23 yang terjadi di $\frac{3}{4}$ bentang dari bentang 5; (f) momen pelengkung 2,55 yang terjadi di $\frac{1}{4}$ bentang dari bentang 2; dan (g) gaya geser pelengkung 1,39 yang terjadi pada ujung kiri dari bentang 5. Selain itu pada *model* tumpuan *spring* terjadi perpindahan longitudinal terbesar pada *pile cap* dengan nilai 34,28 mm pada *pile cap* 2, sedangkan perpindahan transversal terbesarnya juga berada pada *pile cap* 2 dengan nilai perpindahan 51,48 mm. Sementara pada *model* jepit nilai *displacement* bernilai nol. Untuk kedua *model*, semua komponen jembatan aman terhadap momen lentur, gaya aksial, dan gaya geser akibat pembebanan SNI 1725:2016. Hampir semua komponen prategang jembatan memiliki nilai tegangan penampang berada dalam nilai yang disyaratkan kecuali tegangan penampang elemen gelagar bentang 57,2 m pada serat tarik saat kondisi transfer terlampaui 1,81% pada *model spring* dan 0,52% pada *model* jepit. Lendutan di tengah bentang (lendutan sesaat dan lendutan jangka panjang) untuk kondisi pembebanan tetap, beban hidup, dan beban layan juga masih memenuhi batas yang disyaratkan. Untuk nilai lendutan yang terjadi berdasarkan dokumen rencana pengujian jembatan, pada pemodelan jembatan dengan idealisasi tumpuan jepit masih berada dalam nilai lendutan yang disyaratkan, namun untuk pemodelan jembatan dengan tumpuan *spring*, nilai lendutan yang terjadi pada tengah bentang bernilai 24,71% lebih besar dari nilai yang disyaratkan.

Kata kunci: *MIDAS Civil*, jembatan pelengkung beton, tumpuan jepit, tumpuan *spring*, uji beban jembatan.



ABSTRACT

The Short Span Balang Island Bridge is a bridge that was originally planned to support an alternative road from the center of the East Kalimantan Provincial Government. With the plan to move the Indonesian capital from Jakarta to East Kalimantan, the function of the bridge has shifted from being an alternative road to becoming the main toll road from various cities in East Kalimantan to the National Capital. The Short Span Balang Island Bridge was designed using the reference standard RSNI T-02-2005. Due to regulatory updates, this research was re-analyzed using the reference standard SNI 1725:2016. The Short Span Balang Island Bridge is included in the special bridge category, where during operation it is necessary to carry out load tests to determine the feasibility of the bridge structure as a whole. Therefore, this research is also focused on re-analyzing and evaluating bridge performance during load tests.

In this research, re-analysis of the bridge was carried out using Finite Element Method with the idealization of fixed supports and spring supports modeled at the bottom of the bridge pillars. The bridge modeling was carried out using MIDAS Civil with line element idealization (3D frame). In modeling bridges with spring supports, the spring supports are modeled linearly by entering the spring stiffness values at the horizontal direction and the vertical direction of the pile foundation embedded in the ground. These values were calculated manually based on soil investigation data. After the structural modeling and analysis has been completed, the output with idealized fixed supports and spring supports are recapitulated and compared. Structural capacity analysis (including: flexural capacity, shear and/or axial capacity, internal stress response, and deflection) is calculated manually using the Microsoft Excel. For bending and axial views of arch elements, pillar elements and column elements, structural capacity analysis is carried out based on column interaction diagrams using the spColumn.

Based on the analysis results, it can be concluded that there are significant differences if the bridge is modeled with the idealization of fixed supports and spring supports. The largest ratio between the spring and fixed models for: (a) vertical deflection of girder 10,44 which occurs at the right end of span 2; (b) moment on girder 1,38 which occurs in the middle span of span 2; (c) girder cross-sectional force 2,46 which occurs in $\frac{1}{4}$ span of span 1; (d) vertical deflection of arch 83,84 at the left end of span 3; (e) arch axial force 1,23 which occurs in $\frac{3}{4}$ of the span of span 5; (f) bending moment of 2,55 which occurs in $\frac{1}{4}$ span of span 2; and (g) arch shear force 1,39 which occurs at the left end of span 5. Apart from that, in the spring support model, the largest longitudinal displacement occurs at the pile cap with a value of 34,28 mm at pile cap 2, while the largest transverse displacement is also at pile cap 2 with a displacement value of 51,48 mm. Meanwhile in the fixed model the value is zero. For both models, all bridge components are safe against bending moments, axial forces and shear forces due to SNI 1725:2016 loading. Almost all bridge prestress components have cross-sectional stress values that are within the required values, except for the cross-sectional stress of the girder element with a span of 57,2 m in tension fibers when the transfer condition is exceeded, which is 1,81% in the spring model and 0,52% in the clamp model. Deflections at mid-span (instantaneous deflections and long-term deflections) for fixed load, live load and service load conditions also still meet the required limits. For the deflection value that occurs based on the bridge test plan document, in bridge modeling with idealized fixed supports it is still within the required deflection value, however for modeling bridges with spring supports, the deflection value that occurs in the middle of the span is 24,7% greater than required.

Keywords: MIDAS Civil, concrete arch bridge, fixed support, spring support, bridge load test