

Pier head beton prategang pascatarik P72 STA 70+650 pada proyek Jalan Tol Yogyakarta–Bawen Seksi 1 memiliki panjang 32,4 m dengan tipe *Sraddle bent pier* kantilever tunggal dan dimensi yang besar dibandingkan lokasi lain, sehingga menghasilkan beban berat sendiri yang tinggi. Kondisi ini menyebabkan meningkatnya kebutuhan material seperti tulangan, volume beton, serta perancah. Selain itu, terdapat indikasi penggunaan tulangan berlebih pada sengkang ikat yang berdampak pada peningkatan biaya konstruksi. Oleh karena itu, dilakukan perancangan alternatif dengan membuat penampang menjadi meruncing (*tapered*) dengan cara mengurangi tinggi penampang T terbalik pada bagian bawah mengikuti kebutuhan diagram momen. Tujuan alternatif desain ini untuk mendapatkan desain *pier head* yang lebih efisien meliputi dimensi penampang dan penulangan non-prategang dalam menahan gaya yang bekerja.

Perancangan ulang dilakukan melalui pemodelan struktur jembatan menggunakan perangkat lunak Midas Civil untuk memperoleh gaya dalam, tegangan beton, dan lendutan pada *pier head*. Hasil analisis tersebut selanjutnya digunakan dalam proses optimasi dengan mengacu pada AASHTO LRFD Bridge Design Specifications 9th Edition 2024 dan Surat Edaran Dirjen Bina Marga No. 06/SE/Db/2021 sebagai pedoman perencanaan teknis jembatan.

Desain alternatif *pier head* menunjukkan penurunan volume dibandingkan desain eksisting, yaitu volume beton berkurang 108 m³ (19,37%), berat tulangan longitudinal menurun sebesar 54,28% dan tulangan transversal menurun sebesar 72,90%. Dalam segi ekonomi, hasil desain alternatif menghasilkan penghematan biaya konstruksi sebesar 15,72%. Meskipun terjadi efisiensi material, struktur tetap memenuhi persyaratan kondisi batas ultimit (ULS) dan kondisi batas layan (SLS). Pada kondisi ULS, kapasitas lentur, geser, dan torsi lebih besar dari gaya ultimit yang bekerja, yang ditunjukkan oleh nilai *demand capacity ratio* ≤ 1 . Sementara itu, pada kondisi SLS, tegangan pada serat beton masih berada di bawah batas izin baik pada tahap transfer maupun layan, sehingga memenuhi kondisi *uncrack* (kelas U). Nilai lendutan juga masih dalam batas yang diperkenankan, dengan *camber* maksimum 11,3 mm dan lendutan sebesar 5,6 mm.

Kata kunci: desain alternatif, *pier head*, kantilever tunggal, beton prategang, pascatarik.

ABSTRACT

The post-tensioned prestressed concrete pier head P72 STA 70+650 in the Yogyakarta–Bawen Toll Road Project Section 1 has a length of 32.4 m and utilizes a single cantilever straddle bent pier configuration. Compared to pier heads at other locations, this structure has relatively larger dimensions, resulting in high self-weight. This condition increases the demand for materials, including reinforcement, concrete volume, and formwork. In addition, there is an indication of excessive use of transverse reinforcement, which contributes to higher construction costs. Therefore, an alternative design was developed by modifying the cross-section into a tapered shape by reducing the height of the inverted T-section at the bottom in accordance with the bending moment diagram. The objective of this alternative design is to obtain a more efficient pier head in terms of cross-sectional dimensions and non-prestressed reinforcement in resisting applied loads.

The redesign was carried out through structural modeling using Midas Civil software to obtain internal forces, concrete stresses, and deflection of the pier head. The analysis results were then used in the optimization process based on the AASHTO LRFD Bridge Design Specifications (9th Edition, 2024) and the Directorate General of Highways Circular Letter No. 06/SE/Db/2021 as technical design guidelines.

The results indicate that the alternative design reduces the concrete volume by 108 m³ (19.37%), decreases the longitudinal reinforcement by 54.28%, and reduces the transverse reinforcement by 72.90% compared to the existing design. Economically, the alternative design achieves a construction cost saving of 15.72%. Despite the material efficiency, the structure still satisfies both the Ultimate Limit State (ULS) and Serviceability Limit State (SLS) requirements. Under ULS conditions, the flexural, shear, and torsional capacities exceed the applied ultimate forces, as indicated by a demand-capacity ratio ≤ 1 . Under SLS conditions, the concrete stresses remain below the allowable limits at both transfer and service stages, satisfying the uncracked condition (Class U). The deflection also remains within the permissible limits, with a maximum camber of 11.3 mm and a deflection of 5.6 mm.

Keywords: *alternative design, pier head, single cantilever, prestressed concrete, post-tensioned.*