

STUDI NUMERIK PERILAKU KOLOM BETON BERTULANG DENGAN PERKUATAN BAJA SIKU AKIBAT BEBAN STATIK MONOTONIK

TESIS

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Penyelesaian Studi di Program Studi Magister
Teknik Sipil, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Andalas*



**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK - UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2025**

ABSTRAK

Kolom merupakan elemen struktur yang berfungsi memikul beban tekan vertikal yang berasal dari balok, pelat, serta beban lain di atasnya. Kegagalan pada kolom dapat menyebabkan keruntuhan bangunan secara progresif. Oleh karena itu, perkuatan terhadap elemen struktur eksisting perlu dilakukan apabila terjadi penurunan kapasitas, terutama pada kolom yang merupakan elemen struktur kritis. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis pengaruh penggunaan baja siku sebagai perkuatan eksternal terhadap perilaku struktur kolom beton bertulang. Penelitian dilakukan secara numerik menggunakan metode elemen hingga dengan bantuan perangkat lunak ATENA 3D. Model kolom yang digunakan memiliki ukuran 150×150 mm, dengan tulangan utama 4D12 mm, tulangan sengkang $\emptyset 6$ mm berjarak 150 mm, dan tebal selimut beton 20 mm. Perkuatan dilakukan dengan menambahkan baja siku pada keempat sudut kolom, dengan variasi dimensi $20 \times 20 \times 3$ mm, $30 \times 30 \times 3$ mm, dan $40 \times 40 \times 3$ mm. Setiap perkuatan diikat menggunakan baja strap berukuran $19 \times 0,8$ mm dengan variasi jarak 100 mm, 150 mm, dan 200 mm. Hasil analisis elemen hingga menunjukkan bahwa kolom beton bertulang dengan perkuatan baja siku memiliki kemampuan yang lebih baik dalam menahan beban aksial dan berdeformasi dibandingkan dengan kolom kontrol (KK). Kapasitas beban meningkat seiring dengan bertambahnya dimensi baja siku yang digunakan. Persentase peningkatan kapasitas beban pada kolom dengan perkuatan baja siku KBS20-100, KBS20-150, dan KBS20-200 berturut-turut sebesar 33,31%, 31,69%, dan 29,27%. Pada kolom KBS30-100, KBS30-150, dan KBS30-200, peningkatan yang diperoleh masing-masing sebesar 41,40%, 39,03%, dan 37,64%. Sementara itu, kolom KBS40-100, KBS40-150, dan KBS40-200 menunjukkan peningkatan sebesar 49,04%, 48,34%, dan 42,76%. Dari sisi perpindahan, kolom dengan perkuatan juga menunjukkan peningkatan kemampuan deformasi dibandingkan kolom kontrol. Namun, persentase perpindahan menurun seiring bertambahnya dimensi baja siku. Pada kolom KBS20-100, KBS20-150, dan KBS20-200, peningkatan perpindahan berturut-turut sebesar 69%, 46%, dan 46%. Untuk kolom KBS30-100, KBS30-150, dan KBS30-200, peningkatannya sebesar 68%, 45,5%, dan 45,5%, sedangkan pada KBS40-100, KBS40-150, dan KBS40-200, berturut-turut sebesar 67%, 44%, dan 23%. Kekakuan kolom cenderung meningkat seiring bertambahnya ukuran profil baja siku, pada daktilitas juga menunjukkan peningkatan, yang menandakan bahwa perkuatan baja siku berkontribusi positif terhadap perilaku kolom. Secara keseluruhan, penggunaan baja siku sebagai perkuatan eksternal terbukti efektif dalam meningkatkan kekuatan, kekakuan, dan kemampuan deformasi kolom beton bertulang.

Kata Kunci : Kolom Beton Bertulang, Perkuatan, Baja Siku, Metode Elemen Hingga, ATENA 3D

ABSTRACT

Columns are structural elements that function to carry vertical compressive loads transferred from beams, slabs, and other loads above them. Failure of a column can cause progressive collapse of the entire structure. Therefore, strengthening of existing structural elements is necessary when a decrease in capacity occurs, especially for columns, which are critical structural components. This study aims to investigate the effect of using angle steel as external reinforcement on the structural behavior of reinforced concrete (RC) columns. A numerical analysis was carried out using the finite element method with the assistance of ATENA 3D software. The column model used in this study has a cross-sectional dimension of 150×150 mm, with 4D12 main reinforcement bars, shear reinforcement $\varnothing 6$ mm spaced at 150 mm, and a concrete cover thickness of 20 mm. Strengthening was applied by attaching angle steel at each corner of the column, with variations in dimensions of $20 \times 20 \times 3$ mm, $30 \times 30 \times 3$ mm, and $40 \times 40 \times 3$ mm. Each reinforcement configuration was tied using steel straps sized 19×0.8 mm with spacing variations of 100 mm, 150 mm, and 200 mm. The results of finite element analysis showed that RC columns strengthened with angle steel significantly improved axial load capacity and deformation performance compared to the control column (KK). The load-carrying capacity increases progressively with larger angle steel dimensions. The percentage increase in load capacity for columns with angle steel reinforcement KBS20-100, KBS20-150, and KBS20-200 were 33.31%, 31.69%, and 29.27%, respectively. For columns KBS30-100, KBS30-150, and KBS30-200, the increases were 41.40%, 39.03%, and 37.64%, respectively. Meanwhile, columns KBS40-100, KBS40-150, and KBS40-200 showed an increases of 49.04%, 48.34%, and 42.76%, respectively. In terms of displacement, strengthened columns also showed higher deformation capacity compared to the control column. However, the percentage of displacement decreased as the angle steel size increased. For columns KBS20-100, KBS20-150, and KBS20-200, the displacement increases were 69%, 46%, and 46%, respectively. For KBS30-100, KBS30-150, and KBS30-200, the increases were 68%, 45.5%, and 45.5%, while for KBS40-100, KBS40-150, and KBS40-200, the respective increases were 67%, 44%, and 23%. The stiffness of the column tends to increase with the larger size of the angle steel section, while ductility also shows improvement, indicating that the use of angle steel provides a positive contribution to the column behavior. Overall, the use of angle steel as external reinforcement has been proven effective in enhancing the strength, stiffness, and deformation capacity of RC columns.

Keywords: Reinforced Concrete Column, Strengthening, Angle Steel, Finite Element Method, ATENA 3D