

Kesalahan dalam menghitung kebutuhan besi tulangan secara manual pada proyek konstruksi dapat mengakibatkan pemborosan material, ketidaktepatan volume estimasi serta dapat meningkatkan biaya dan risiko keterlambatan pekerjaan. Meskipun optimasi konstruksi dapat dilakukan secara manual penerapan *Building Information Modeling* (BIM) memungkinkan proses *Quantity Take Off* (QTO) dilakukan secara otomatis dengan tingkat presisi yang tinggi serta terintegrasi secara digital. Hal tersebut dapat meningkatkan efisiensi pada saat pelaksanaan proyek konstruksi. Penelitian ini difokuskan pada implementasi BIM sebagai alat bantu untuk mengoptimasi perhitungan volume dan pemotongan besi tulangan secara efisien dengan menggunakan pendekatan *linear programming*.

Penelitian dilakukan pada proyek pembangunan gedung parkir dan kantin pabrik PT. Atmi Kreasi Prima yang berlokasi di Kawasan Industri Kendal. Pemodelan struktur dilakukan menggunakan perangkat lunak *Autodesk Revit 2025* dengan pemanfaatan fitur *clash detection* untuk mengidentifikasi benturan antar elemen. Hasil QTO dari model BIM kemudian dibandingkan dengan data perhitungan dari kontraktor. Proses optimasi pemotongan batang besi dilakukan menggunakan *Microsoft Excel Solver Add-in* dengan mempertimbangkan panjang besi tulangan standar sebesar 12 meter. Tujuannya adalah untuk meminimalkan *waste material* melalui kombinasi pemotongan yang optimal.

Hasil perhitungan *Quantity Take Off* (QTO) menggunakan *Building Information Modeling* (BIM) menunjukkan total kebutuhan besi tulangan sebesar 21.382,61 kg, yang terdiri atas 10.291,43 kg untuk pekerjaan pelat lantai dan 11.091,17 kg untuk *tie beam*. Ketika dibandingkan dengan perhitungan kontraktor terdapat selisih sebesar 173,36 kg (1,66%) lebih tinggi pada pelat lantai dan 142,57 kg (1,30%) lebih rendah pada *tie beam*. Validasi terhadap hasil pemodelan 3D menunjukkan bahwa persentase *error* berkisar antara 1,07% hingga 3,12%, tergantung pada elemen dan diameter tulangan yang diuji. Sementara itu, hasil optimasi pemotongan batang besi dengan panjang 12 meter menunjukkan total kebutuhan material sebesar 21.371,67 kg, dengan total *waste* sebesar 6.004,94 kg atau sekitar 28,10%. *Waste* tertinggi tercatat pada *tie beam* diameter 19 mm, yaitu 5.473,09 kg (74,49%), sedangkan *waste* terendah terdapat pada *tie beam* diameter 10 mm sebesar 43,78 kg (1,17%). Hasil ini menunjukkan bahwa integrasi BIM dan optimasi berbasis *linear programming* mampu meningkatkan akurasi dalam estimasi material besi tulangan. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan memiliki berkontribusi dalam mendukung penerapan metode yang lebih sistematis dan akurat dalam pengelolaan konstruksi sehingga dapat meningkatkan kualitas perencanaan dan pengambilan keputusan pada pelaksanaan proyek.

Kata kunci: *Quantity Take Off* (QTO), *Building Information Modeling* (BIM), besi tulangan, *waste*, optimasi, *linear programming*

Errors in manually calculating reinforcement steel requirements in construction projects can lead to material waste, inaccurate volume estimations, increased costs, and higher risks of project delays. Although construction optimization can be performed manually, the implementation of Building Information Modeling (BIM) enables the Quantity Take Off (QTO) process to be carried out automatically with high precision and integrated digitally. This can significantly improve efficiency during project execution. This research focuses on the implementation of BIM as a tool to optimize the calculation of reinforcement steel volume and cutting patterns efficiently using a linear programming approach.

The study was conducted on the construction project of a parking building and canteen at PT. Atmi Kreasi Prima, located in the Kendal Industrial Area. Structural modeling was performed using Autodesk Revit 2025, utilizing the clash detection feature to identify conflicts between elements. The QTO results generated from the BIM model were compared with the contractor's calculation data. Optimization of reinforcement bar cutting, based on the standard 12-meter length, was carried out using the Solver Add-in in Microsoft Excel. The objective was to minimize material waste by determining optimal cutting combinations.

The results of the Quantity Take Off (QTO) calculations using Building Information Modeling (BIM) indicate a total rebar requirement of 21,382.61 kg, consisting of 10,291.43 kg for slab work and 11,091.17 kg for tie beam work. When compared to the contractor's calculations, the BIM model showed a 173.36 kg (1.66%) higher quantity for the slab and a 142.57 kg (1.30%) lower quantity for the tie beam. Validation of the 3D modeling results revealed error percentages ranging from 1.07% to 3.12%, depending on the structural element and rebar diameter. Meanwhile, optimization of the 12-meter rebar cutting process resulted in a total material requirement of 21,371.67 kg, with a total waste of 6,004.94 kg or approximately 28.10%. The highest waste was observed in tie beams with 19 mm diameter bars, amounting to 5,473.09 kg (74.49%), while the lowest waste occurred in 10 mm diameter tie beams, at 43.78 kg (1.17%). These findings demonstrate that integrating BIM with linear programming-based optimization can significantly enhance the accuracy of rebar material estimation. Therefore, this study is expected to contribute to the implementation of more systematic and precise methods in construction management, thereby improving planning quality and decision-making during project execution.

Keywords: *Quantity Take Off (QTO), Building Information Modeling (BIM), rebar, waste , optimization, linear programming*