

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan gedung di Indonesia terus meningkat seiring pertumbuhan kebutuhan infrastruktur, namun proses konstruksi selalu berpotensi menimbulkan dampak negatif berupa sisa material atau *construction waste* yang dapat mengganggu kinerja proyek. Sisa material konstruksi yang timbul selama pelaksanaan dapat dikategorikan menjadi dua bagian besar, yaitu *demolition waste* akibat pembongkaran bangunan dan *waste* yang timbul dari pekerjaan struktur maupun finishing, seperti semen, pasir, besi tulangan, dan bekisting kayu. Material yang paling sering menimbulkan *waste* antara lain batu bata, pasir, kayu, besi, keramik, dan semen, di mana besi tulangan termasuk material struktural utama yang paling banyak menjadi perhatian penelitian karena nilai ekonominya yang tinggi (Suartika Putra, Dharmayanti, & Parami Dewi, 2018).

Besi tulangan menjadi material yang paling krusial untuk diperhatikan dalam pengendalian *waste*, karena kontribusinya yang besar terhadap biaya proyek. Studi kasus pada proyek pembangunan Hotel di Bali menemukan rata-rata *waste* besi sebesar 6,3%, dengan rincian *waste* pile cap 7,0%, sloof 6,5%, kolom 5,0%, balok 7,0%, dan plat lantai 6,0% (Yuni, Yuliana, & Sudiarta, 2023). Temuan serupa juga dilaporkan pada bangunan bertingkat rendah di Jakarta, di mana *waste* material terbesar disebabkan oleh besi beton yang mencapai 3,69% dari volume total sebesar 3.139,95 kg (Geraldi & Sulistio, 2020). Perencanaan penggunaan besi tulangan sangat diperlukan untuk meminimalkan *waste* yang terjadi, sehingga perbandingan antara pelaksanaan aktual dengan perhitungan *Bar bending Schedule* (BBS) menjadi hal yang penting dianalisis dalam setiap proyek konstruksi (Mahapatni, Artana, Indriani, & Praptaningsih, 2024).

Untuk mengatasi permasalahan *waste* tersebut, industri konstruksi mulai memanfaatkan teknologi *Building Information Modeling* (BIM) sebagai pendekatan digital dalam perencanaan dan pengendalian proyek. Keunggulan BIM antara lain mampu mengendalikan proyek konstruksi, mendeteksi konflik pada tahap perencanaan, mengurangi RFI, mengurangi limbah material, mengestimasi

biaya, dan menghindari rework. *Autodesk revit* sendiri merupakan aplikasi BIM yang menghasilkan model 3D dengan informasi spesifikasi yang saling terintegrasi ke setiap parameter, sehingga mempermudah pengambilan keputusan pada setiap tahapan konstruksi. Meskipun demikian, penerapan BIM secara luas di Indonesia masih menghadapi berbagai kendala di lapangan, sehingga potensi manfaatnya dalam menekan *waste material* belum sepenuhnya dimanfaatkan oleh pelaku industri (Mieslenna & Wibowo, 2019).

Salah satu perangkat lunak BIM yang paling banyak digunakan untuk pemodelan struktur dan penulangan adalah *Autodesk revit*, yang dapat dipadukan dengan *Dynamo* sebagai *tool visual programming* untuk otomatisasi proses desain yang repetitif. Integrasi *Autodesk revit* dengan plugin tambahan untuk penyusunan *Bar bending Schedule* (BBS) terbukti mampu mempercepat proses penyusunan BBS dengan efisiensi waktu 45–66 persen dibandingkan metode konvensional, sekaligus menekan sisa material hingga di bawah tiga persen melalui optimasi pemotongan batang tulangan (Ramadhan & Hidayat, 2025).

Perkembangan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*), khususnya *generative AI*, kini turut membuka peluang baru dalam mengotomatisasi proses kerja di lingkungan BIM secara lebih cerdas. Penerapan AI mampu meningkatkan otomatisasi desain melalui solusi generatif, mempercepat analisis performa struktural, serta mengurangi kesalahan dan biaya melalui otomatisasi cerdas dan pemodelan prediktif. Integrasi AI-BIM pada studi kasus proyek konstruksi mampu menurunkan tingkat kesalahan koordinasi geometris dari 15% menjadi 4%, serta mengurangi rata-rata waktu revisi desain dibandingkan metode konvensional. Tren pemanfaatan *generative AI* ini turut merambah pada penulisan script otomatisasi berbasis Python, yang berpotensi mempercepat proses kerja teknis yang selama ini masih ditulis secara manual oleh BIM modeler (Attia, 2025).

Berdasarkan uraian di atas, penelitian mengenai *waste* besi tulangan di Indonesia umumnya masih menggunakan pendekatan manual atau perangkat lunak terpisah untuk optimasi pemotongan (Ramadhan & Hidayat, 2025), sementara pemanfaatan *Dynamo* sebagai *automation tool* di dalam *Revit* masih terbatas pada penulisan script secara manual oleh drafter atau BIM modeler. Pemanfaatan *AI-generated Python script* pada *Dynamo* berpotensi mempercepat proses penyusunan

logika perhitungan volume, identifikasi pola potong, dan analisis *waste* besi secara lebih konsisten, sejalan dengan temuan bahwa integrasi AI mampu mengotomatisasi tugas repetitif dan menganalisis data kompleks secara lebih akurat dibandingkan metode manual (Attia, 2025). Kondisi ini menunjukkan adanya celah penelitian (*research gap*) antara perkembangan pesat integrasi AI-BIM secara global dengan penerapannya yang masih terbatas pada konteks analisis *waste* material besi di bangunan gedung Indonesia. Oleh karena itu, penelitian ini disusun untuk menganalisis *waste* material besi menggunakan *software Revit-Dynamo* yang berbasis *AI-generated Python script*, sebagai upaya menghadirkan metode analisis yang lebih efisien, otomatis, dan aplikatif bagi praktik BIM di industri konstruksi bangunan gedung.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan dari latar belakang, maka dapat diambil rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

- a. Bagaimana penerapan *Revit-Dynamo* berbasis *AI-generated python script* untuk optimasi pemotongan pada material besi?
- b. Berapa besar presentase *waste* yang dihasilkan?
- c. Berapa kebutuhan besi yang akan digunakan?

1.3 Tujuan Penelitian

Dari beberapa rumusan masalah yang telah disebutkan diatas, maka didapat tujuan penelitian, yaitu :

- a. Menganalisis penerapan *Revit-Dynamo* berbasis *AI-Generated Python script* dalam mengoptimalkan pola pemotongan material besi ;
- b. Menentukan persentase *waste* material besi yang optimal ;
- c. Menentukan berapa kebutuhan besi yang akan digunakan.

1.1 Batasan Penelitian

Dalam hal ini, untuk memperjelas suatu penilaian agar dapat dibahas dengan baik dan tidak melebar luas, maka perlu diberi batasan masalah yaitu :

- a. Perhitungan *waste* material yaitu pada material besi tulangan ;
- b. Perhitungan *waste* material mengacu pada gambar *shop drawing* ;
- c. Perhitungan *waste* material dilakukan hanya pada gedung serbaguna ;
- d. Perhitungan *waste* material mencakup elemen sloof, kolom, balok, serta plat lantai.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap dunia teknologi bagi industri konstruksi di Indonesia.

a. Bagi Peneliti

Meningkatkan kompetensi teknis dalam pemodelan BIM (*Revit*) konstruksi melalui penerapan pemrograman otomatis (*Dynamo-Python* berbasis AI) untuk kesiapan karir di industri konstruksi modern.

b. Bagi Perusahaan

Mamberikan tambahan referensi terkait metode perhitungan otomatis yang lebih cepat dan akurat untuk meminimalisir sisa material (*waste*) besi di lapangan, sehingga mampu meningkatkan efisiensi biaya (*cost control*) pada proyek.

c. Bagi Akademisi

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi tambahan terkait perhitungan *waste* besi dengan penggunaan *software Revit-Dynamo* yang berbasis *AI-generated Python script*.