

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di dunia konstruksi, efektivitas perencanaan dan pengelolaan material sangat menentukan keberhasilan suatu proyek. Menurut Majayantara et al., (2024), menerangkan bahwa keberhasilan suatu proyek konstruksi dapat dilihat dari sumber daya yang ada serta di pengaruhi oleh manajemen material. Manajemen material merupakan suatu komponen yang paling dominan, sehingga perlu adanya pengelolaan serta penerapan manajemen material yang baik.

Salah satu komponen dalam suatu proyek adalah material yang memiliki pengaruh yang cukup besar dalam menentukan biaya suatu proyek. Terdapat berbagai jenis material salah satu material yang biasa dijumpai adalah besi tulangan (Cahya, 2022). *Waste* besi merupakan besarnya kehilangan atau kelebihan material baja tulangan yang terjadi selama proses pemotongan, pembengkokan, penyambungan, hingga pemasangan di lapangan. Oleh karena itu, dibutuhkan metode perhitungan yang lebih akurat dan sistematis agar volume besi tulangan dapat direncanakan dan digunakan secara optimal. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk tujuan tersebut adalah *Bar Bending Schedule* (BBS), yaitu suatu daftar atau tabel yang memuat data lengkap mengenai jumlah, panjang, bentuk, dan ukuran besi tulangan yang akan digunakan pada suatu proyek konstruksi.

Dalam pembangunan sebuah infrastruktur, material sebagai salah satu komponen yang penting dalam menentukan besarnya biaya dengan kontribusi sebesar 40% - 60% dari biaya proyek, sehingga secara tidak langsung memegang peranan penting dalam menunjang keberhasilan proyek khususnya dalam biaya, dalam pengendalian biaya sering terjadi penyimpangan yang disebabkan oleh tenaga kerja, material, alat, subkontraktor dan *overhead* (Rachmawati, 2024; Sani, n.d). Pada proyek konstruksi, penggunaan material oleh pekerja-pekerja di lapangan dapat menimbulkan penyimpangan berupa *waste*. Beberapa penelitian di

Indonesia menunjukkan sisa material konstruksi dapat mencapai 2.9% - 12.5% berat dari total material, sisa material konstruksi tidak hanya penting dari sudut pandang efisiensi, tetapi juga berpengaruh pada lingkungan (Ritz & George, (1994) dikutip oleh Khadafi (2008)). Sehingga upaya meminimalisir sisa material penting untuk diterapkan oleh para pelaku konstruksi (Situmeang, 2025).

Bar Bending Schedule adalah daftar pola pembengkokan pembesian/tulangan yang meliputi data diameter, bentuk, panjang dan jumlah tulangan (ACI 116R-00). *Bar Bending Schedule* telah terbukti mampu meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan besi tulangan, baik dari segi pemesanan material, pemotongan, maupun distribusi di lapangan. Metode ini juga mempermudah proses estimasi biaya dan pengendalian sisa material (*waste*), karena setiap batang tulangan telah dihitung secara detail sesuai kebutuhan lapangan. Dalam praktiknya, BBS dapat disusun secara manual maupun dengan bantuan software khusus, yang tentunya dapat mengurangi tingkat kesalahan perhitungan. (Dinata et al., 2024) memberikan rekomendasi untuk mengoptimalkan penggunaan BBS, peningkatan keterampilan pekerja, dan manajemen material yang lebih baik untuk meminimalkan *waste* pada proyek yang berpotensi meningkatkan efisiensi dan mengurangi biaya konstruksi.

Karena baja tulangan memiliki berat yang cukup signifikan, maka diperlukan perencanaan perhitungan yang cermat untuk memastikan penggunaannya efisien. Proses perhitungan dimulai dengan menentukan kebutuhan baja tulangan secara akurat agar hasilnya optimal dan dapat meminimalkan kerugian akibat sisa potongan yang tidak terpakai. Terdapat beberapa pendekatan yang dapat digunakan dalam menghitung kebutuhan baja tulangan, yaitu dengan cara manual atau melalui metode Bar Bending Schedule (BBS). Perhitungan manual kebutuhan baja tulangan biasanya dilakukan dengan menghitung panjang dan jumlah batang besi, kemudian dikalikan dengan berat jenis untuk mendapatkan total berat baja yang diperlukan. Meskipun metode ini tergolong sederhana, namun sering kali rentan terhadap kesalahan perhitungan yang dapat menyebabkan pemborosan material (Saputra, 2024).

Dari kebanyakan penelitian yang terdahulu, menunjukkan bahwa mayoritas peneliti menggunakan *software* seperti *Autodesk Revit*, *Glodon Cubicost TRB*, dan *Tekla Structure* untuk menghitung kebutuhan baja, sementara untuk penggunaan *software Cutting Optimization Pro* masih relatif jarang ditemukan khususnya struktur viaduk. Misalnya, Pratiwi (2022) membahas tentang analisa perbedaan volume dan biaya antara metode konvensional dan BIM. Dan memberikan hasil bahwa metode menggunakan BIM menghasilkan efisiensi sebesar 9,16% dengan penghematan biaya sebesar Rp 436.965.522,37 pada bangunan *FGD & ESP Control and Electrical Building*. Mahapatni et al., (2024) membandingkan *waste* besi tulangan antara pelaksanaan proyek dengan perhitungan *bar bending schedule* pada Proyek Pembangunan M&G Villa di Jalan Pantai Berawa, Canggü. Hasil perencanaan menggunakan *bar bending schedule* dapat meminimalkan *waste* besi tulangan sebesar 3,69% dibandingkan dengan pelaksanaan proyek. Kemudian, Antara et al. (2022) membahas terkait dengan kebutuhan besi tulangan untuk pekerjaan bored pile, pile cap, sloof menggunakan metode *bar bending schedule*. Antara et al. (2022) mendapatkan hasil bahwa persentase sisa (*waste*) besi tulangan untuk pekerjaan bored pile, pile cap, sloof, kolom, dan balok pada Proyek Pembangunan Asrama Polisis T.36 Sanglah yaitu D22 sebesar 1,88%, besi D19 sebesar 4,35%, besi D16 sebesar 4,50%, besi D13 sebesar 3,24%, dan besi D10 sebesar 1,44%. Persentase sisa (*Waste*) secara keseluruhan yaitu sebesar 3,03% dengan biaya *Waste* yang dihasilkan sebesar Rp.63.945.069,00 kolom, dan balok pada Proyek Pembangunan Asrama Polisi T.36 Sanglah.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa mayoritas penelitian terkait dengan perhitungan *Bar Bending Schedule* (BBS) membandingkan hasil perhitungan *waste* besi metode manual dengan *software BIM* lain seperti *Revit* dan *Cubicos*. Masih jarang ditemukan penelitian yang membandingkan metode perhitungan manual dengan *software Cutting Optimization Pro*, apa lagi untuk struktur viaduk. Sehingga, dalam penelitian ini penulis akan membahas analisis perhitungan *waste Bar Bending Schedule* (BBS) dengan metode manual & menggunakan *software Cutting Optimization Pro* untuk struktur viaduk tepatnya struktur Pier Head P166B dalam proyek LRT Jakarta Phase 1B (Velodrome – Manggarai).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dideskripsikan di atas, perhitungan *Bar Bending Schedule (BBS)* memiliki peran yang sangat penting dalam proyek. Termasuk dalam proyek LRT Jakarta Phase 1B (Velodrome – Manggarai) perlunya efisiensi material dalam membantu meningkatkan keuntungan dan keberlanjutan proyek konstruksi. Berdasarkan latar belakang dan penelitian terdahulu masih jarang ditemui penelitian tentang perbandingan perhitungan *Bar Bending Schedule* dengan metode manual dengan *software Cutting Optimization Pro* khususnya pada objek struktur viaduk.

Berdasarkan uraian tersebut, rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Berapakah jumlah total kebutuhan besi pada *Pier Head P166B* dengan metode *Bar Bending Schedule* manual?
2. Berapa persentase sisa (*Waste*) besi tulangan yang dihitung untuk *Pier Head P166B* dengan menggunakan metode *Bar Bending Schedule (BBS)* manual?
3. Berapa persentase sisa (*Waste*) besi tulangan yang dihitung untuk *Pier Head P166B* dengan menggunakan *software Cutting Optimization Pro*?
4. Bagaimana perbandingan persentase *waste* besi menggunakan metode *Bar Bending Schedule* manual dengan *software Cutting Optimization Pro*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghitung dan mengetahui berapa jumlah total kebutuhan besi pada *Pier Head P166B* dengan metode *Bar Bending Schedule* manual.
2. Mengetahui persentase sisa atau *waste* besi pada *Pier Head P166B* menggunakan metode manual.
3. Mengetahui persentase sisa atau *waste* besi pada *Pier Head P166B* menggunakan *software Cutting Optimization Pro*.
4. Membandingkan persentase *waste* besi menggunakan metode *Bar Bending Schedule* manual dengan *software Cutting Optimization Pro*.

1.4 Sasaran Penelitian

Sasaran penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membahas konsep atau pedoman penulangan beton bertulang SNI 2052:2017 & SNI 2847:2019;
2. Melakukan tinjauan pustaka penelitian terdahulu;
3. Mendiskusikan terkait dengan *Quantity Take Off* (QTO);
4. Mendiskusikan perhitungan *Bar Bending Schedule* dengan cara manual;
5. Mendiskusikan *waste* pada *Bar Bending Schedule* menggunakan *Software Cutting Optimization Pro*;
6. Mengumpulkan data sekunder dari perencana berupa BED Pier Head P166B & hasil *Bar Bending Schedule* perencana untuk Pier Head P166B;
7. Melakukan *Bar Bending Schedule* untuk Pier Head P166B menggunakan cara manual;
8. Melakukan *Bar Bending Schedule* menggunakan *Software Cutting Optimization Pro*;
9. Menghitung dan membandingkan persentase *waste* besi yang di hasilkan oleh perhitungan *Bar Bending Schedule* manual penulis & perencana dengan *Software Cutting Optimization Pro*;
10. Menyimpulkan hasil perbandingan *waste* besi dengan metode manual dan *Software Cutting Optimization Pro* pada Pier Head P166B.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

A. Bagi Peneliti

Penelitian ini memberikan kontribusi pada peneliti dengan memberikan pengetahuan dan perspektif baru tentang *Bar Bending Schedule* dan *Software Cutting Optimization Pro*. Penelitian ini menjadi salah satu persyaratan kelulusan bagi Diploma III Politeknik Pekerjaan Umum. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya meningkatkan kemampuan peneliti tetapi juga memenuhi kebutuhan akademis.

B. Bagi Masyarakat

Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang perhitungan *Bar Bending Schedule* secara manual dan penggunaan *Software Cutting Optimization Pro*, serta memperkenalkan metode ini kepada bidang konstruksi dan non-konstruksi.

C. Bagi Mahasiswa

Penelitian ini diharapkan menjadi acuan bagi mahasiswa Teknik Sipil, khususnya dalam konstruksi bangunan gedung, serta menjadi dasar pengembangan ilmu pengetahuan dan solusi untuk permasalahan terkait perhitungan *Bar Bending Schedule* secara manual dan penggunaan *Software Cutting Optimization Pro*.

D. Bagi Praktisi

Penelitian ini diharapkan menjadi referensi yang berguna dalam melakukan perhitungan *Bar Bending Schedule* (BBS) secara manual dan penggunaan *Software Cutting Optimization Pro*, serta membantu memahami perbedaan antara keduanya, terutama dalam proyek pembangunan konstruksi yang tergolong dalam proyek besar.

1.6 Batasan Penelitian

1. Penggunaan *software Cutting Optimization Pro* hanya digunakan untuk menghitung dan menentukan persentase sisa besi tulangan atau *waste* tanpa menghitung kebutuhan tulangan.
2. Penelitian ini difokuskan pada *Pier Head P1666B (Top Pier Head – Platform Level, Pier Head – Mezzanine Level & Pier Head – Concourse Level)* pada Proyek LRT Jakarta Phase 1B (Velodrome – Manggarai), maka hasil penelitian ini tidak dapat dijadikan acuan umum untuk semua jenis struktur. Serta penelitian ini hanya membandingkan metode manual dengan *software Cutting Optimization Pro* saja.
3. Metode yang digunakan adalah perhitungan manual oleh penulis dengan Ms. Excel sebagai bantuan untuk mempercepat perhitungan matematis (semi-manual) dan hasil perhitungan *Bar Bending Schedule* (BBS) perencanaan yang mana pelaksanaannya masih dalam tahap berlangsung di lapangan. Sehingga penulis hanya menghitung kebutuhan besi tulangan

dan *waste* besi berdasarkan rumus dan prinsip-prinsip teknik sipil, tanpa mempertimbangkan faktor-faktor seperti kesalahan manusia, kondisi lapangan, atau keterbatasan sumber daya.

