

**ANALISIS *WASTE MATERIAL* PEMBESIAN STRUKTUR BAWAH
MENGUNAKAN METODE KONVENSIONAL DAN *SOFTWARE
CUT OPTIMIZATION PRO* PADA PROYEK JEMBATAN UTAMA
AKSES TOL BANDARA DHOHO KEDIRI
STA 6+567,49~STA 6+655,06**

SKRIPSI

*“Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Strata-satu (S1)
Teknik Sipil”*



Disusun Oleh :

FAJRINA NURUL ISLAMI

22101051091

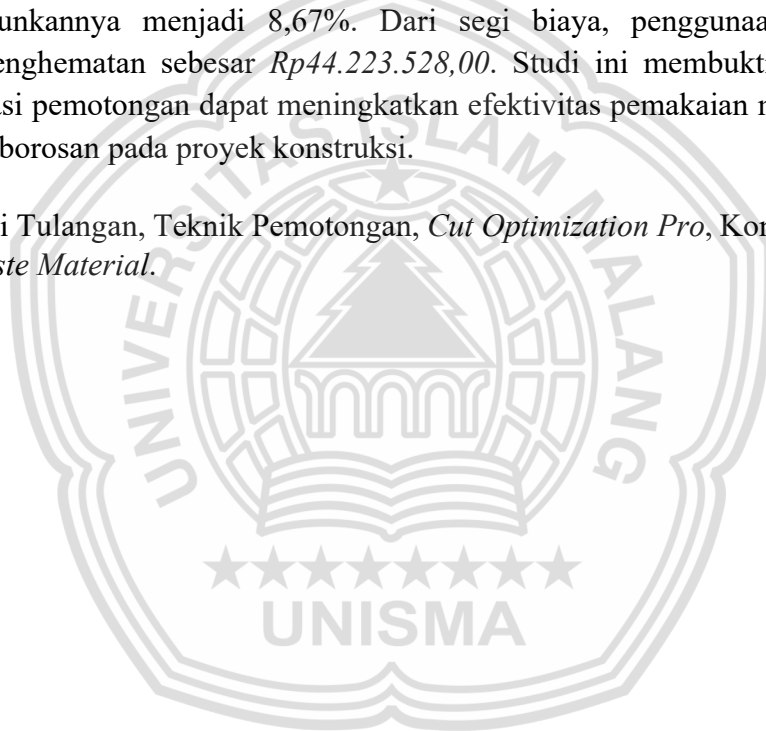
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG
2025**

RINGKASAN

Fajrina Nurul Islami, 221.010.510.91. Analisis Waste Material Pembesian Struktur Bawah Menggunakan Metode Konvensional Dan Software Cut Optimization Pro Pada Proyek Jembatan Utama Akses Tol Bandara Dhoho Kediri Sta 6+567,49~Sta 6+655,06, Dosen Pembimbing: **Ir. Bambang Suprpto, M.T.** Dan **Aasniari, S.T.,M.T.**

Penelitian ini menganalisis perbedaan jumlah sisa material besi tulangan antara teknik pemotongan manual dan metode berbasis perangkat lunak *Cut Optimization Pro* pada proyek konstruksi jembatan. Masalah utama yang diangkat adalah tingginya pemborosan besi akibat proses pemotongan yang belum optimal. Metode yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif deskriptif dengan data diameter besi D10, D13, D16, D19, D22, D25, D32. Hasil menunjukkan bahwa metode konvensional menghasilkan *waste material* rata-rata sebesar 9,82%, sementara metode dengan *software* menurunkannya menjadi 8,67%. Dari segi biaya, penggunaan *software* menghasilkan penghematan sebesar Rp44.223.528,00. Studi ini membuktikan bahwa teknologi optimasi pemotongan dapat meningkatkan efektivitas pemakaian material dan mengurangi pemborosan pada proyek konstruksi.

Kata kunci: Besi Tulangan, Teknik Pemotongan, *Cut Optimization Pro*, Konvensional, *Waste Material*.

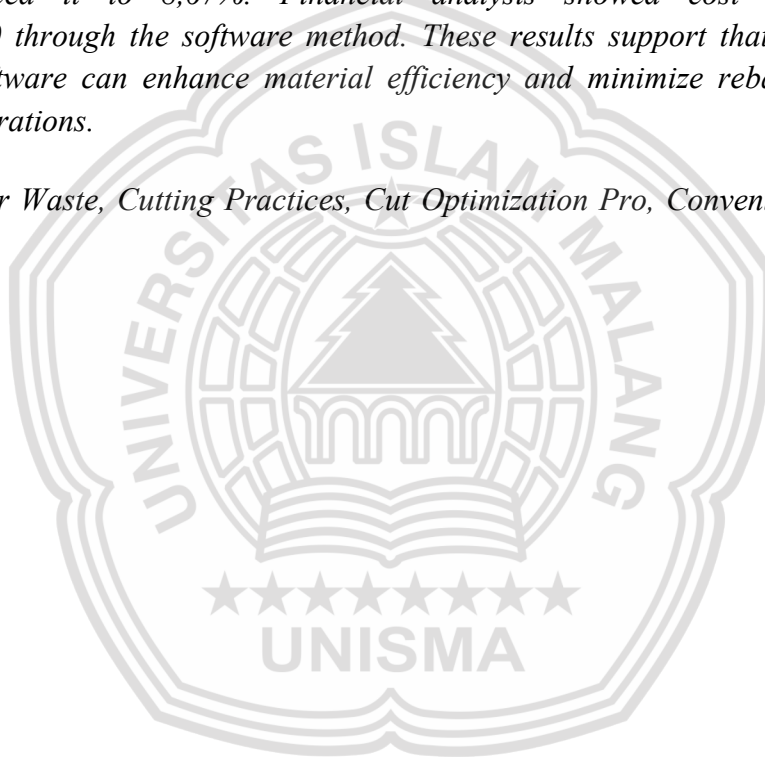


SUMMARY

Fajrina Nurul Islami, 221.010.510.91. Analisis Waste Material Pembesian Struktur Bawah Menggunakan Metode Konvensional Dan Software Cut Optimization Pro Pada Proyek Jembatan Utama Akses Tol Bandara Dhoho Kediri Sta 6+567,49~Sta 6+655,06, Dosen Pembimbing: **Ir. Bambang Suprpto, M.T.** Dan **Aasniari, S.T.,M.T.**

This study analyzes differences in rebar waste between manual cutting practices and digital optimization using Cut Optimization Pro within a bridge construction project. The research addresses the issue of high material waste due to suboptimal cutting methods. A descriptive quantitative method was employed, focusing on rebar diameters ranging from D10, D13, D16, D19, D22, D25, D32. The results revealed that conventional cutting produced an average waste of 9.82%, while the software-based approach reduced it to 8,67%. Financial analysis showed cost savings of Rp44.223.528,00 through the software method. These results support that employing optimization software can enhance material efficiency and minimize rebar waste in construction operations.

Keywords: Rebar Waste, Cutting Practices, Cut Optimization Pro, Conventional, Waste Material.



BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jembatan adalah bagian jalan yang berfungsi untuk menghubungkan antar dua jalan yang terpisah karena suatu rintangan seperti sungai, lembah, laut, jalan raya, dan rel kereta api. Jembatan sangat vital fungsinya terhadap kehidupan manusia, dan mempunyai arti penting bagi setiap orang (Burhanuddin. Warsito. Suprpto, B., 2023). Dalam pembangunan infrastruktur seperti jembatan, diperlukan beberapa material yang menjadi penentu baik tidaknya bangunan tersebut. Material pembesian merupakan salah satu komponen utama dalam proyek konstruksi, terutama dalam pembangunan infrastruktur seperti jembatan. Pengelolaan material pembesian yang efisien sangat penting untuk mengurangi *waste material* (sisa material yang tidak terpakai) guna meningkatkan efisiensi proyek serta mengurangi biaya dan dampak lingkungan. Dalam praktiknya, pemotongan besi tulangan sering dilakukan secara manual menggunakan metode konvensional, yang sering kali menghasilkan sisa material dalam jumlah signifikan akibat perencanaan pemotongan yang kurang optimal (Dita et al., 2024).

Dalam perhitungan kebutuhan material pembesian, metode konvensional yang umum digunakan meliputi perhitungan manual berbasis tabel atau menggunakan Excel, di mana panjang tulangan disesuaikan secara manual dengan kebutuhan proyek. Meskipun metode ini masih banyak digunakan di lapangan, tingkat efisiensinya masih rendah karena tidak mempertimbangkan optimasi pemotongan secara otomatis, sehingga berpotensi menghasilkan *waste material* yang lebih tinggi dibandingkan metode berbasis *software* optimasi (Jonathan & Anondho, 2021).

Seiring perkembangan teknologi, *software* optimasi seperti *Cut Optimization Pro* semakin banyak digunakan untuk mengurangi *waste material* pembesian dengan cara menghitung kombinasi pemotongan yang paling efisien berdasarkan panjang standar batang besi yang tersedia. *Software* ini menggunakan algoritma optimasi yang memungkinkan distribusi potongan besi tulangan dengan sisa material minimal, sehingga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan material dan mengurangi pemborosan (Wahyono & Suhattanto, 2019).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan *software* optimasi dapat mengurangi *waste material* pembesian hingga 4 – 5% dibandingkan dengan metode konvensional. Misalnya, penelitian oleh Partama et al., (2023) menunjukkan bahwa

penerapan *Cut Optimization Pro* dalam proyek konstruksi dapat menghemat hingga 5% penggunaan baja tulangan dibandingkan dengan perhitungan manual menggunakan Excel. Penelitian lain oleh (Muka et al., 2020) juga menemukan bahwa penggunaan *software* optimasi dalam proyek dapat meminimalkan *waste material* secara optimal sebesar 4%.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis *waste material* pembesian struktur bawah dengan menggunakan metode konvensional dan *software Cut Optimization Pro* pada proyek Jembatan Utama Akses Tol Bandara Dhoho Kediri STA 6+567.49 ~ STA 6+655.06. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh gambaran mengenai efisiensi penggunaan material antara kedua metode, serta rekomendasi penggunaan metode yang lebih optimal dalam proyek konstruksi serupa di masa mendatang.

1.2 Identifikasi Masalah

1. Kurang optimalnya metode konvensional, sehingga *waste material* pembesian pada proyek konstruksi akibat pemotongan baja tulangan menjadi tinggi.
2. *Waste material* pembesian yang tinggi berpotensi meningkatkan biaya pengadaan material dan memperlambat waktu pelaksanaan proyek konstruksi jembatan.
3. Penggunaan *software Cut Optimization Pro* sebagai alternatif dalam optimasi pemotongan baja tulangan belum banyak diterapkan di proyek konstruksi jembatan, sehingga perlu dilakukan analisis perbandingan efisiensi dengan metode konvensional.

1.3 Rumusan Masalah

1. Berapa perbedaan presentase *waste material* pembesian yang dihasilkan antara metode konvensional dan metode optimasi menggunakan *software Cut Optimization Pro* pada proyek jembatan utama akses Tol Bandara Dhoho Kediri?
2. Berapa nilai *waste cost* material pembesian yang dihasilkan antara metode konvensional dan metode optimasi menggunakan *software Cut Optimization Pro* pada proyek jembatan utama akses Tol Bandara Dhoho Kediri?
3. Metode manakah yang lebih optimal dalam meminimalkan *waste material* pembesian pada proyek konstruksi jembatan utama akses Tol Bandara Dhoho Kediri?

1.4 Batasan Masalah

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder dari kontraktor proyek, sehingga tidak membahas penggunaan *software* selain *Cut Optimization Pro* secara terpisah.
2. Peneliti tidak membahas lebih lanjut terkait dampak lingkungan akibat material sisa pembesian.
3. Peneliti tidak menganalisis penyusunan RAB.
4. Peneliti tidak membahas K3.

1.5 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui perbedaan presentase *waste material* pembesian antara metode konvensional dan metode optimasi menggunakan *software Cut Optimization Pro* pada proyek Jembatan Utama Akses Tol Bandara Dhoho Kediri.
2. Menganalisis nilai *waste cost* material pembesian antara metode konvensional dan metode optimasi menggunakan *software Cut Optimization Pro* pada proyek Jembatan Utama Akses Tol Bandara Dhoho Kediri.
3. Memberikan rekomendasi metode yang lebih optimal dalam mengurangi *waste material* pembesian serta meningkatkan efisiensi biaya pelaksanaan proyek konstruksi jembatan di masa mendatang.

1.6 Manfaat Penelitian

1. Sebagai pertimbangan dan rekomendasi mengenai perhitungan pembesian dengan metode konvensional dan menggunakan *software* optimasi.
2. Menambah literatur terkait penerapan *software Cut Optimization Pro* dalam pengelolaan material pembesian pada proyek konstruksi.
3. Sebagai informasi penggunaan *software Cut Optimization Pro*.
4. Sebagai bahan referensi tambahan untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan pekerjaan pembesian menggunakan *Software Cut Optimization Pro*.

1.7 Lingkup Pembahasan

Penelitian ini berfokus pada perbandingan efisiensi penggunaan material pembesian struktur bawah antara metode konvensional dan metode optimasi menggunakan *software Cut Optimization Pro* pada proyek Jembatan Utama Akses Tol Bandara Dhoho Kediri. Pembahasan akan mencakup analisis *waste material* yang dihasilkan dari kedua metode tersebut, diikuti dengan penghitungan persentase efisiensi

material pembesian. Di akhir penelitian, akan dilakukan perbandingan biaya (*cost*) pengadaan material pembesian, termasuk biaya akibat *waste material* yang dihasilkan. Adapun lingkup struktur jembatan yang menjadi objek analisis dalam penelitian ini meliputi berbagai elemen pembesian, antara lain:

1. Abutment (A1,A2) : Breastwall, Wingwall, Pelat Injak, Pilecap, Spunpile.
2. Pier (P1A, P1B, P2A, P2B) : Pierhead, Pier, Pilecap, Spunpile.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran jelas mengenai potensi penghematan biaya dan peningkatan efisiensi material melalui penggunaan metode optimasi dalam proyek konstruksi jembatan.



BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Dari analisis *waste material* dengan metode konvensional, besi ulir D10 didapat *waste* sebesar 1,67%, besi ulir D13 14,88%, besi ulir D16 3,97%, besi ulir D19 17,37%, besi ulir D22 5,28%, besi ulir D25 10,35%, dan besi ulir D32 15,25%. Rata-rata *waste* yang ditimbulkan dari tujuh jenis besi tersebut sebesar **9,82%**. Sedangkan dari analisis *software cutting optimization pro* besi ulir D10 didapat *waste* sebesar 1,67%, besi ulir D13 8,29%, besi ulir D16 3,15%, besi ulir D19 17,30%, besi ulir D22 4,90%, besi ulir D25 9,48%, dan besi ulir D32 14,85%. Rata-rata *waste* yang ditimbulkan dari ketujuh jenis besi tersebut sebesar **8,67%**.
2. Analisis *waste cost* menggunakan metode konvensional, didapat *cost* besi ulir D10 sebesar Rp. 139.944,00; besi ulir D13 Rp. 14.752.872,00; besi ulir D16 Rp. 59.344.280,00; besi ulir D19 Rp. 125.282.384,00; besi ulir D22 Rp. 26.439.624,00; besi ulir D25 Rp. 150.281.632,00; besi ulir D32 Rp. 335.816.096,00. Total *waste cost* yang ditimbulkan dari ketujuh jenis besi tersebut sebesar **Rp. 712.056.832,00**. Sedangkan dari analisis *software cutting optimization pro* besi ulir D10 didapat *cost* sebesar 139.944,00; besi ulir D13 7.090.496,00; besi ulir D16 46.400.752,00; besi ulir D19 124.136.176,00; besi ulir D22 26.439.624,00; besi ulir D25 138.131.392,00; dan besi ulir D32 325.494.920,00. Total *waste cost* yang ditimbulkan dari ketujuh jenis besi tersebut sebesar **Rp. 667.833.304,00**. Nilai *waste cost* dengan menggunakan *software* optimasi lebih kecil **Rp44.223.528,00** daripada menggunakan metode konvensional.
3. Dari hasil perbandingan didapat *software cutting optimization pro* dapat meminimalkan *waste* secara optimal sebesar **1,15%**.

5.2 Saran

1. Untuk menghitung kebutuhan besi tulangan proyek konstruksi khususnya pola pemotongan, lebih baik menggunakan *software cut optimization pro* karena lebih efisien dan efektif dalam kontrol manajemen material untuk menekan sisa yang dihasilkan dari kesalahan pola pemotongan.
2. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk melakukan kajian dengan membandingkan Cut Optimization Pro dengan software lain yang memiliki fungsi serupa, seperti 1D Nesting, Bar Nesting Software, atau CutLogic 1D, agar dapat

diketahui sejauh mana efektivitas dan efisiensi masing-masing *software* dalam konteks optimasi pemotongan material.

3. Penelitian lanjutan juga dapat memperluas lingkup material yang dianalisis, tidak hanya besi tulangan, tetapi juga material lain seperti pipa, baja profil, atau kayu, agar hasil penelitian dapat diterapkan lebih luas dalam berbagai jenis proyek konstruksi.
4. Dalam penelitian ini, peneliti hanya menghitung persentase sisa kebutuhan material besi pada struktur bawah, sehingga diharapkan pada penelitian selanjutnya dilakukan analisis *waste* dengan penyebab terjadinya sisa material besi pada komponen struktur atas.



DAFTAR PUSTAKA

- Al-Fa'izah, Z., Rahayu, Y. ., & Hikmah, N. (2017). Digital Repository Universitas Jember Digital Repository Universitas Jember. In *Efektifitas Penyuluhan Gizi pada Kelompok 1000 HPK dalam Meningkatkan Pengetahuan dan Sikap Kesadaran Gizi* (Vol. 3, Issue 3).
- Badan Standardisasi Nasional. (2017). Baja Tulangan Beton. *Sni 2052-2017*, 13.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. *Sni 2847-2019*, 8, 720.
- Burhanuddin, Warsito, & Suprpto, B. (n.d.). *Studi alternatif perencanaan struktur bangunan bawah jembatan sei alalak banjarmasin*. 13(1), 384–393.
- Dharmawansyah, D., Eti Kurniati, & Aziz, A. K. (2023). Penggunaan Metode Bar Bending Schedule Untuk Menganalisis Kebutuhan & Sisa (Waste) Pembesian Balok Pada Proyek Rumah Sakit Islam Aysha. *Jurnal TAMBORA*, 7(2), 67–71. <https://doi.org/10.36761/jt.v7i2.3058>
- Dita, I. N., Putra, P., & Jagad, S. A. (2024). *Analysis of Waste Levels of Column Reinforcement Work Planning with Cutting Optimization Software*. 10(2), 433–446.
- Jonathan, R., & Anondho, B. (2021). Perbandingan Perhitungan Volume Pekerjaan Dak Beton Bertulang Antara Metode Bim Dengan Konvensional. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 4(1), 271. <https://doi.org/10.24912/jmts.v0i0.10473>
- Muka, I. W., Widyatmika, M. A., & Antara, I. M. N. (2020). Analisis Perbandingan Waste Besi Tulangan Metode Konvensional Dengan Software Cutting Optimazation Pro. *Teknika*, 15(2), 41. <https://doi.org/10.26623/teknika.v15i2.2852>
- Partama, I. G. N. E., Sudika, I. G. M., & Saputra, E. L. B. (2023). Analisis ANALISIS SISA BESI TULANGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE CUTTING OPTIMIZATION PRO PADA KONSTRUKSI GEDUNG. *Jurnal Teknik Gradien*, 15(02), 30–38. https://doi.org/10.47329/teknik_gradien.v15i02.1075
- Peraturan Gubernur Jawa Timur No.66 Tahun 2022. (2023). 1–14. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK558907/>
- Renaldy, F. (2020). Studi Alternatif Perencanaan Struktur Baja pada Bangunan Gedung LAB Terpadu Universitas Islam Malang. *Jurnal Rekayasa Sipil (e ...*, Vol. 8.

<http://riset.unisma.ac.id/index.php/ft/article/view/7310>

Umum, K. P., & Rakyat, D. A. N. P. (n.d.). *Surat Edaran Menteri PU 07SEM2015 Pedoman Persyaratan Umum Perencanaan jembatan*.

Wahyono, E. B., & Suhattanto, M. A. (2019). JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil (2019). *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 2(2), 2622.

