

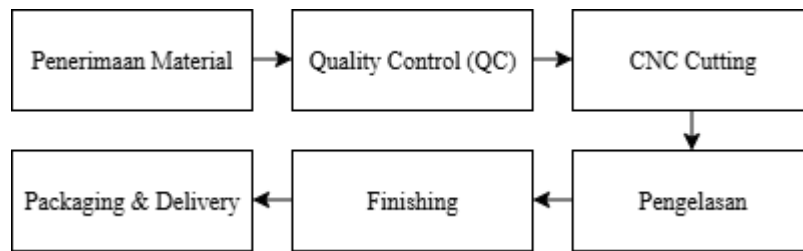
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Industri manufaktur baja berperan penting dalam menunjang pembangunan infrastruktur di Indonesia. Material baja digunakan secara luas dalam proyek konstruksi karena memiliki kekuatan tarik yang tinggi, daya tahan yang baik, serta sifat mekanis yang stabil (Fakih dkk., 2023). Namun, keunggulan tersebut hanya dapat dicapai apabila kualitas baja terjaga sesuai standar. Cacat seperti dimensi potongan, bentuk potongan, dan permukaan yang rusak dapat menurunkan kinerja struktur dan berdampak serius pada keamanan proyek. Oleh sebab itu, kualitas produk merupakan aspek penting dalam industri fabrikasi baja guna menekan biaya *scrap*, mempercepat proses produksi serta meningkatkan tingkat kepuasan pelanggan (Sari dkk., 2022).

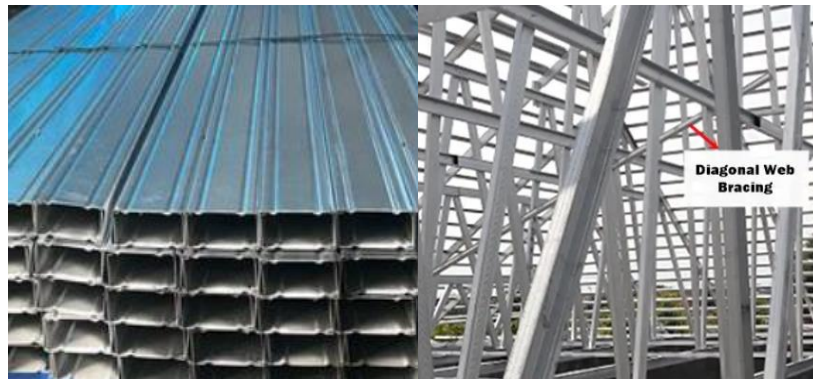
PT Usaha Bakti Perkasa merupakan perusahaan yang beroperasi di bidang fabrikasi struktur baja guna memenuhi kebutuhan pembangunan nasional. Perusahaan ini menggunakan baja karbon SS400 karena sifatnya yang mudah dibentuk, dipotong, serta memiliki biaya produksi yang efisien dibandingkan dengan jenis baja struktural lain. Dengan karakteristik tersebut, standarisasi pada setiap tahapan produksi menjadi perlu untuk menjamin hasil akhir sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan dan bebas dari cacat. (Redha dkk., 2024). Untuk itu, setiap tahapan dalam alur produksi memiliki standar yang ketat guna memastikan hasil akhir sesuai dengan spesifikasi dan bebas dari cacat. Berikut ini merupakan alur produksi pada lini produksi struktur baja.



(Sumber: Arsip PT Usaha Bakti Perkasa)

Gambar 1.1 *Flow* Proses Produksi Struktur Baja

Salah satu tahapan yang sangat menentukan kualitas produk adalah mesin CNC *Cutting*. Di PT Usaha Bakti Perkasa, proses pemotongan struktur baja dilakukan menggunakan mesin CNC *Cutting* APM2020, yang berfungsi untuk memotong material baja mengacu pada gambar kerja serta spesifikasi yang telah ditentukan. Mesin ini beroperasi menggunakan parameter yang tetap, yang jarang diubah oleh operator. Namun, meskipun parameter mesin tetap, *Defect* seperti kesalahan dimensi potongan, bentuk potongan yang tidak sesuai, dan permukaan potongan yang rusak sering terjadi. Alur proses CNC *Cutting* di perusahaan ini dimulai dengan persiapan material, diikuti dengan pemrograman mesin CNC, penjepitan material, dan proses pemotongan yang dilakukan secara otomatis oleh mesin. Setiap tahap dalam alur ini memiliki potensi untuk menyebabkan *Defect*, baik dari kesalahan operator, kondisi mesin, atau kualitas material yang digunakan. Produk yang dihasilkan dari proses CNC *Cutting* pada PT Usaha Bakti Perkasa antara lain berupa komponen *bracing* dan plat sambungan yang membutuhkan ketepatan dimensi dan kualitas permukaan pemotongan. Contoh produk hasil CNC *Cutting* ditunjukkan pada gambar berikut.



(Sumber: Arsip PT Usaha Bakti Perkasa)

Gambar 1.2 Produk *Bracing* Hasil Proses *CNC Cutting*

Berdasarkan data produksi PT Usaha Bakti Perkasa periode September 2024 hingga Agustus 2025, total produksi mencapai 19.154,31 kg dengan jumlah *Defect* sebesar 1.647,013 kg, atau sekitar 8,60% dari total produksi. Angka ini jauh melebihi standar umum industri manufaktur baja yang berkisar 3–5% (Gaspersz, 2017). Cacat yang sering terjadi pada proses hasil dari mesin *CNC Cutting* meliputi *Defect* dimensi potongan, bentuk potongan, dan permukaan potongan. *Defect* dimensi potongan terjadi ketika hasil potongan tidak sesuai dengan ukuran pada gambar kerja, misalnya ukuran plat 1200 mm atau 1500 mm dengan toleransi ± 2 mm sehingga hasil potongan berada di luar batas toleransi yang ditentukan. *Defect* bentuk potongan ditandai dengan ketidaksesuaian bentuk terhadap desain pada gambar kerja, seperti lubang berbentuk lingkaran dengan diameter $\text{Ø}20$ mm atau $\text{Ø}25$ mm serta sudut potongan 90° yang tidak presisi. Sementara itu, *Defect* permukaan potongan ditandai dengan kondisi permukaan yang kasar, terdapat goresan, atau sisa slag pada tepi potongan. Kondisi tersebut dapat disebabkan oleh ketidaktepatan pengaturan parameter mesin, keausan pada *nozzle* pemotong, maupun pergeseran material selama proses pemotongan. Tingginya persentase

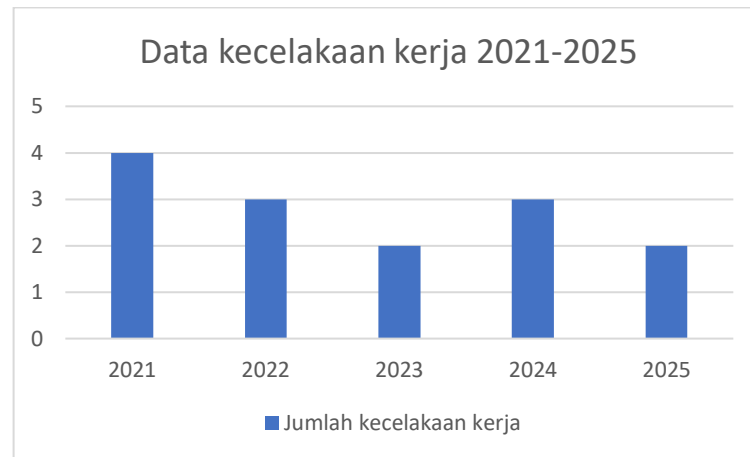
Defect tersebut mengindikasikan adanya ketidakkonsistenan dalam kualitas produk, meskipun parameter mesin tetap. Adapun data yang didapatkan ditunjukkan pada Tabel 1.1 berikut.

Tabel 1.1 Data Produksi dan Cacat PT Usaha Bakti Perkasa Periode 2024 – 2025

No	Bulan	Jumlah Produksi (kg)	Jumlah <i>Defect</i> (kg)
1	September 2024	1.234.726	105.982
2	Oktober 2024	1.375.315	116.635
3	November 2024	2.217.145	192.575
4	Desember 2024	1.817.050	155.658
5	Januari 2025	1.633.671	141.342
6	Februari 2025	1.535.800	132.535
7	Maret 2025	2.038.880	174.360
8	April 2025	1.509.332	130.002
9	Mei 2025	1.504.040	128.389
10	Juni 2025	1.050.780	91.117
11	Juli 2025	1.529.040	131.162
12	Agustus 2025	1.708.570	147.256
Total		19.154.349	1.647.013

Sumber: Data Internal Perusahaan Tahun 2024-2025

Selain itu, pelaksanaan K3 di lapangan masih menghadapi berbagai tantangan, terutama terkait kepatuhan operator terhadap prosedur keselamatan, konsistensi pengawasan. Kondisi tersebut menyebabkan potensi bahaya masih sering dijumpai, khususnya pada area mesin CNC *Cutting* yang melibatkan operasi pemotongan logam, penggunaan api panas, pergerakan komponen berat, dan paparan kebisingan. Berdasarkan data kecelakaan kerja perusahaan pada gambar 1.4 selama periode 2021–2025, tercatat beberapa insiden yang berkaitan dengan aktivitas produksi, seperti terkena serpihan logam, luka gores akibat material tajam, paparan panas, serta risiko cedera yang disebabkan oleh posisi kerja yang tidak ergonomis.



Gambar 1.3 Data kecelakaan kerja 2021-2025 di PT Usaha Bakti Perkasa

(Sumber: Data Internal Perusahaan Tahun 2021-2025)

Hal Ini menunjukkan bahwa analisis risiko dan rekomendasi perbaikan yang tepat perlu diterapkan. Berbagai kejadian tersebut umumnya dipicu oleh kelalaian pekerja, belum optimalnya penerapan prosedur kerja aman, serta pengawasan K3 yang masih terbatas. Adanya kecelakaan kerja menjadi bukti bahwa perusahaan harus melakukan penilaian risiko secara sistematis, karena tanpa evaluasi dan pengendalian yang memadai, potensi kecelakaan dapat terus meningkat dan berdampak pada keselamatan pekerja maupun produktivitas perusahaan. Dengan demikian, penilaian risiko yang menyeluruh diperlukan untuk mengidentifikasi tingkat bahaya pada tiap aktivitas kerja, sehingga prioritas penanganan dapat ditetapkan berdasarkan tingkat risikonya.

Berdasarkan permasalahan di atas, diperlukan suatu metode yang tidak hanya mampu menekan tingkat cacat pada proses produksi, tetapi juga dapat mengidentifikasi serta mengendalikan potensi risiko aktivitas kerja pada area mesin CNC *Cutting*. Penelitian terdahulu mengindikasikan bahwa penerapan keselamatan dan kesehatan kerja yang baik tidak hanya memberikan perlindungan bagi tenaga

kerja, tetapi juga berkontribusi terhadap peningkatan kualitas produk. (Syahfudin dkk., 2025) mengemukakan bahwa lingkungan kerja yang aman dan sehat dapat meningkatkan konsistensi proses produksi serta mutu hasil kerja. Hal ini mengindikasikan bahwa risiko kerja dan kualitas produk memiliki keterkaitan yang perlu dianalisis secara terpadu dalam proses produksi. Untuk itu, penelitian ini menerapkan pendekatan *Six Sigma* dan HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control*) secara terintegrasi. Metode *Six Sigma* digunakan karena menitikberatkan pada pengendalian variasi serta pengurangan *Defect* melalui tahapan (*Define, Measure, Analyze, Improve*), sehingga dapat mengidentifikasi faktor penyebab *Defect* serta kualitas hasil produksi (Rohmah dkk., 2024). Selain itu, dalam pengoperasian mesin CNC *Cutting* juga terdapat potensi bahaya kerja seperti percikan logam panas, kebisingan tinggi, serta posisi kerja yang tidak ergonomis. Oleh sebab itu, diperlukan pula analisis risiko kerja dengan metode HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control*) guna mengidentifikasi, mengevaluasi, serta mengendalikan potensi bahaya di lingkungan kerja (Smarandana dkk., 2021). Menurut (Rochmatullah & Rusindiyanto 2025) menganalisis *Six Sigma* terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi proses dan mengurangi tingkat cacat produk, namun penelitian tersebut masih berfokus pada aspek kualitas dan efisiensi produksi tanpa mempertimbangkan faktor keselamatan dan risiko kerja operator. Di sisi lain, (Afriza & Dewi 2024) menerapkan metode HIRARC guna mengidentifikasi potensi bahaya serta mengevaluasi tingkat risiko kerja pada area proses industri, tetapi belum mengaitkannya dengan kualitas produksi. Berdasarkan kondisi tersebut,

penelitian ini memiliki unsur kebaruan (*novelty*) melalui integrasi metode *Six Sigma* dan HIRARC secara bersamaan pada kualitas produk hasil dari mesin CNC *Cutting* di industri fabrikasi struktur baja.

Melalui penerapan *Six Sigma* dan HIRARC, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran secara komprehensif dari dua aspek utama, yaitu menganalisis kualitas hasil pemotongan baja dan keselamatan kerja operator. *Six Sigma* digunakan untuk mengidentifikasi faktor dominan penyebab terjadinya *Defect* pada produk hasil mesin CNC *Cutting* serta menyusun langkah perbaikan yang efektif dan terukur. Sementara itu, metode HIRARC digunakan untuk mengidentifikasi potensi bahaya serta mengevaluasi tingkat risiko, dan menentukan langkah pengendalian yang tepat dan efektif menjaga keselamatan operator selama proses pemotongan berlangsung. Integrasi kedua metode hal ini diharapkan dapat membantu perusahaan dalam mencapai hasil produksi yang lebih presisi, efisien, dan aman bagi tenaga kerja.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, maka dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini sebagai berikut:

“Bagaimana cara untuk menganalisis kualitas produk struktur baja dan risiko keselamatan kerja pada mesin CNC *Cutting* dengan menggunakan *Six Sigma* dan HIRARC di PT Usaha Bakti Perkasa?”

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini permasalahan perlu memiliki batasan masalah guna lebih terarah sebagai berikut:

1. Penelitian ini tidak menganalisis faktor biaya produksi maupun melakukan implementasi eksperimen parameter mesin dalam proses pembuatan struktur baja.
2. Penelitian ini dibatasi hingga tahap *Improvement* dan tidak dilanjutkan ke tahap *control*.
3. Penelitian ini terfokus pada data produksi struktur baja mulai dari periode September 2024 – Agustus 2025
4. Penelitian ini tidak membahas tahapan proses produksi selain CNC *Cutting*, seperti penerimaan material, *quality control* (QC), pengelasan, *finishing*, serta *packaging* dan *delivery*.
5. Penelitian ini difokuskan pada menganalisis kualitas produk dengan memperhatikan faktor *Critical to Quality* (CTQ), yaitu dimensi potongan, bentuk potongan, dan permukaan potongan pada hasil produksi struktur baja.

1.4 Asumsi

Adapun beberapa asumsi yang dijadikan sebagai dasar dalam pelaksanaan penelitian yaitu:

1. Data total produksi dan jumlah cacat pada periode September 2024 – Agustus 2025 yang digunakan dalam penelitian ini benar dan akurat, sesuai dengan catatan bagian *Quality Control* (QC) PT Usaha Bakti Perkasa.
2. Seluruh responden dan pihak perusahaan yang terlibat dalam pengisian data serta observasi memahami kondisi proses kerja dan risiko yang terjadi di lapangan.
3. Proses kerja CNC *Cutting* yang diamati selama penelitian berjalan dalam kondisi normal tanpa adanya perubahan signifikan pada mesin, metode kerja, maupun jumlah tenaga kerja.

1.5 Tujuan

Adapun penelitian ini memiliki tujuan yang dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Menganalisis kualitas produk hasil dari mesin CNC *Cutting* mengacu pada karakteristik *Critical to Quality* (CTQ).
2. Melakukan analisis untuk memperoleh nilai *Defect per Opportunity* (DPO), *Defect per Million Opportunities* (DPMO), dan tingkat *sigma*.
3. Menganalisis identifikasi potensi bahaya kerja serta penyusunan langkah pengendalian risiko pada aktivitas CNC *Cutting* menggunakan metode HIRARC.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diberikan melalui penelitian ini yaitu:

1. Manfaat teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memperkaya referensi akademik terkait penerapan metode *Six Sigma* dan HIRARC pada proses manufaktur, khususnya dalam konteks peningkatan kualitas proses pemotongan baja serta analisis keselamatan kerja pada mesin CNC *Cutting*. Hasil penelitian ini juga dapat menjadi rujukan bagi penelitian selanjutnya yang mengkaji integrasi metode peningkatan kualitas dan keselamatan kerja dalam satu studi.

2. Manfaat praktis

Penelitian ini memberikan rekomendasi nyata bagi PT Usaha Bakti Perkasa dalam mengurangi *Defect* pada produk hasil dari CNC *Cutting* serta meningkatkan keselamatan kerja operator melalui identifikasi risiko dan pengendalian bahaya. Rekomendasi yang dihasilkan diharapkan dapat membantu perusahaan dalam meningkatkan efisiensi, menurunkan potensi kecelakaan kerja, dan memperbaiki kualitas hasil produksi.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini disusun sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, asumsi, tujuan, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan. Bab ini memberikan gambaran umum mengenai alasan pentingnya

menganalisis kualitas produk hasil dari mesin CNC *Cutting* di PT Usaha Bakti Perkasa serta arah penelitian yang dilakukan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Memaparkan teori-teori yang mendukung penelitian, meliputi konsep struktur baja, kualitas, *Six Sigma*, HIRARC, serta penelitian terdahulu yang relevan. Tinjauan pustaka ini digunakan sebagai dasar dalam merumuskan kerangka konseptual penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Menjelaskan rancangan penelitian, lokasi dan waktu penelitian, objek penelitian, jenis dan sumber data, metode pengumpulan data, serta tahapan penelitian. Bab ini menekankan penggunaan *Six Sigma* untuk analisis kualitas dan HIRARC untuk penilaian risiko pada proses CNC *Cutting* dan tahapan produksi lainnya.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Menyajikan hasil pengolahan data, analisis kualitas produk CNC *Cutting* dengan *Six Sigma*, penilaian risiko dengan HIRARC, serta pembahasan terkait temuan utama penelitian.

BAB V KESIMPULAN

Menyajikan kesimpulan penelitian berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan serta memberikan saran bagi perusahaan maupun penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN