

# Optimasi Waktu Siklus pada Proses *Welding* Menggunakan Diagram *Pareto* dan *Fishbone Diagram* untuk Meningkatkan Efisiensi Kerja di PT. YMI

Boyke Akhmad Duncan Al Aziz\*, Winarno, Naufal Rabbani Sumitra

Program Studi Teknik Industri, Universitas Singaperbangsa Karawang, Jawa Barat

\*Koresponden email: duncanboyke@gmail.com

Diterima: 17 Juni 2026

Disetujui: 22 Juni 2026

## Abstract

The development of the automotive manufacturing industry requires companies to continuously improve production efficiency to meet productivity and quality targets. One of the factors affecting production efficiency is the cycle time of the welding process. This study aimed to identify the causes of high cycle time in the Honda PCX exhaust pipe welding process at Line C of PT YMI and to formulate improvement proposals to enhance operational efficiency. A descriptive quantitative approach with a case study method was employed. Data were collected through direct observation using video recordings and a stopwatch during six work cycles of an operator handling two welding machines simultaneously. Data analysis was conducted using time study, Pareto Diagram, and Fishbone Diagram. The results indicated that the average welding cycle time was 33 seconds per product. Pareto analysis identified the load material to jig activity as the largest non-value-added activity, contributing 31.8% of the total cycle time. Fishbone analysis revealed that the main causes were non-ergonomic material Layout and suboptimal jig design. Improvement proposals involving material tray repositioning, positioning pin installation, and standard work implementation were projected to reduce cycle time to 30 seconds per product and increase production capacity from 109 to 120 products per hour.

**Keywords:** *cycle time, pareto diagram, fishbone diagram, welding process, production efficiency*

## Abstrak

Perkembangan industri manufaktur otomotif menuntut perusahaan untuk meningkatkan efisiensi proses produksi guna memenuhi target produktivitas dan kualitas. Salah satu faktor yang memengaruhi efisiensi adalah *cycle time* pada proses *welding*. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab tingginya *cycle time* pada proses *welding exhaust pipe* Honda PCX di Line C PT YMI serta merumuskan usulan perbaikan untuk meningkatkan efisiensi kerja. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan metode studi kasus. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung menggunakan rekaman video dan stopwatch terhadap enam siklus kerja operator yang mengoperasikan dua mesin *welding* secara paralel. Analisis dilakukan melalui *time study*, Diagram *Pareto*, dan *Fishbone Diagram*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata *cycle time* proses *welding* sebesar 33 detik per produk. Diagram *Pareto* mengidentifikasi aktivitas *load material to jig* sebagai aktivitas *non-value added* terbesar dengan kontribusi sebesar 31,8% terhadap total *cycle time*. *Fishbone Diagram* menunjukkan bahwa penyebab utama berasal dari tata letak *material* yang kurang ergonomis dan desain *jig* yang belum optimal. Usulan perbaikan berupa reposisi *tray material*, penambahan *positioning pin*, dan penerapan *standard work* diproyeksikan mampu menurunkan *cycle time* menjadi 30 detik per produk serta meningkatkan kapasitas produksi dari 109 menjadi 120 produk per jam.

**Kata Kunci:** *cycle time, diagram pareto, fishbone diagram, proses welding, efisiensi produksi*

## 1. Pendahuluan

Perkembangan industri manufaktur otomotif menuntut perusahaan untuk terus meningkatkan produktivitas, kualitas, dan efisiensi proses produksi agar mampu bersaing di pasar yang semakin kompetitif [1]. Persaingan global, tuntutan pelanggan terhadap kualitas produk, serta kebutuhan untuk memenuhi target produksi secara tepat waktu mendorong perusahaan untuk melakukan perbaikan berkelanjutan pada setiap aktivitas operasional [2]. Salah satu faktor yang memengaruhi efisiensi proses produksi adalah *cycle time*, yaitu waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu siklus pekerjaan dari awal hingga akhir proses [3]. *Cycle time* yang tidak terkendali dapat menyebabkan terjadinya *bottleneck*, peningkatan work in process (WIP), keterlambatan produksi, serta menurunkan produktivitas perusahaan

[4]. Oleh karena itu, pengendalian dan optimasi *cycle time* menjadi salah satu aspek penting dalam upaya meningkatkan kinerja sistem produksi [5]. Pada industri manufaktur komponen otomotif, khususnya proses *welding*, stabilitas *cycle time* sangat diperlukan karena proses ini berperan penting dalam menentukan kelancaran aliran *material* menuju proses berikutnya [6]. Berdasarkan hasil pengamatan pada lini produksi *exhaust pipe* Honda PCX di PT YMI, ditemukan adanya variasi *cycle time* yang menyebabkan ketidakseimbangan aliran produksi dan berpotensi mengurangi efisiensi kerja operator. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya analisis yang lebih mendalam untuk mengidentifikasi aktivitas yang memberikan kontribusi terbesar terhadap peningkatan *cycle time* serta menentukan akar penyebab permasalahan yang terjadi.

Berbagai penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa metode Diagram *Pareto* dan *Fishbone Diagram* efektif digunakan untuk mendukung kegiatan perbaikan proses dan pengendalian kualitas [7]. Penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa Diagram *Pareto* mampu mengidentifikasi permasalahan dominan sehingga perusahaan dapat memfokuskan sumber daya pada faktor yang paling berpengaruh terhadap penurunan kinerja proses [8]. Penelitian lain menjelaskan bahwa penggunaan Seven Tools, termasuk Diagram *Pareto*, dapat membantu perusahaan menentukan prioritas perbaikan secara lebih sistematis [9]. Sementara itu, penelitian yang lainnya membuktikan bahwa *Fishbone Diagram* efektif digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab suatu permasalahan kualitas berdasarkan faktor manusia, metode, mesin, *material*, dan lingkungan kerja [10]. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian terdahulu berfokus pada analisis kecacatan produk atau pengendalian kualitas hasil produksi. Penelitian yang membahas optimasi *cycle time* pada proses *welding* melalui kombinasi pengukuran waktu kerja secara langsung (*time study*), Diagram *Pareto*, dan *Fishbone Diagram* masih relatif terbatas. Selain itu, penelitian sebelumnya umumnya hanya mengidentifikasi permasalahan dominan tanpa mengintegrasikan hasil pengukuran waktu aktual operator sebagai dasar penyusunan usulan perbaikan proses yang terukur [11].

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini menawarkan pendekatan yang mengintegrasikan *time study*, Diagram *Pareto*, dan *Fishbone Diagram* untuk menganalisis penyebab ketidakefisienan *cycle time* pada proses *welding exhaust pipe* Honda PCX di PT YMI. Pengukuran waktu dilakukan melalui observasi langsung menggunakan rekaman video dan stopwatch untuk memperoleh data aktual setiap elemen kerja operator. Selanjutnya, Diagram *Pareto* digunakan untuk menentukan aktivitas yang memberikan kontribusi terbesar terhadap total *cycle time*, sedangkan *Fishbone Diagram* digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab ketidakefisienan berdasarkan faktor man, *machine*, *material*, *method*, *measurement*, dan *environment*. Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada penerapan kombinasi ketiga pendekatan tersebut dalam upaya mengoptimalkan *cycle time* proses *welding* yang berfokus pada aktivitas operator sebagai sumber utama pemborosan waktu. Pendekatan ini tidak hanya mengidentifikasi aktivitas yang paling berpengaruh terhadap peningkatan *cycle time*, tetapi juga menghasilkan usulan perbaikan yang lebih terarah dan aplikatif berdasarkan akar penyebab yang ditemukan.

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan alur proses *welding* pada lini produksi *exhaust pipe* Honda PCX, mengidentifikasi aktivitas yang memengaruhi *cycle time*, menentukan faktor dominan penyebab ketidakefisienan menggunakan Diagram *Pareto*, serta menganalisis akar penyebab permasalahan melalui *Fishbone Diagram*. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi perusahaan dalam meningkatkan efisiensi kerja, mengurangi pemborosan waktu proses, serta mendukung pencapaian target *cycle time* yang lebih optimal. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan optimasi proses produksi, pengukuran kerja, dan penerapan metode perbaikan berkelanjutan pada industri manufaktur.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan metode studi kasus pada proses *welding exhaust pipe* Honda PCX di Line C PT YMI Plant 2. Pendekatan ini dipilih karena penelitian berfokus pada pengukuran dan analisis *cycle time* aktual untuk mengidentifikasi aktivitas yang menyebabkan ketidakefisienan proses produksi [12]. Penelitian dilaksanakan selama periode kerja praktik pada Januari–Februari 2026. Objek penelitian adalah aktivitas operator yang mengoperasikan dua mesin *welding* secara paralel pada lini produksi *exhaust pipe*. Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah kondisi mesin berada dalam keadaan normal, *material* yang digunakan memenuhi spesifikasi perusahaan, serta operator menjalankan proses sesuai prosedur kerja yang berlaku selama pengamatan dilakukan.

Pengumpulan data dilakukan menggunakan data primer yang diperoleh melalui observasi langsung di area produksi. Data dikumpulkan dengan merekam aktivitas operator menggunakan video dan melakukan pengukuran waktu kerja menggunakan *stopwatch*. Pengamatan dilakukan terhadap satu operator yang mengoperasikan dua mesin *welding* dengan jumlah enam siklus kerja. Setiap siklus diamati

secara rinci untuk memperoleh waktu aktual pada setiap elemen kerja, meliputi *load material to jig*, *Start button*, *welding process*, *Move/transfer*, dan *Unload material*. Seluruh data hasil pengukuran kemudian direkapitulasi untuk memperoleh *cycle time* rata-rata serta mengetahui distribusi waktu pada masing-masing elemen proses [13].

Prosedur penelitian dilakukan secara bertahap. Tahap pertama adalah identifikasi proses produksi dan observasi lapangan untuk memahami alur kerja operator pada proses *welding*. Tahap kedua adalah pelaksanaan *time study* dengan mengukur waktu setiap elemen kerja menggunakan rekaman video dan stopwatch. Tahap ketiga adalah pemecahan elemen kerja ke dalam aktivitas *value added* dan *non-value added* untuk mengetahui aktivitas yang memberikan nilai tambah maupun aktivitas yang berpotensi menjadi sumber pemborosan waktu. Tahap keempat adalah penyusunan Diagram *Pareto* berdasarkan total waktu setiap elemen kerja guna mengidentifikasi aktivitas yang memberikan kontribusi terbesar terhadap *cycle time*. Tahap kelima adalah analisis *Fishbone Diagram* untuk mengidentifikasi akar penyebab permasalahan pada aktivitas dominan yang diperoleh dari hasil Diagram *Pareto*. Tahap terakhir adalah penyusunan usulan perbaikan menggunakan pendekatan SMART (*Specific, Measurable, Achievable, Relevant, dan Time-bound*) sebagai dasar perumusan target peningkatan efisiensi proses [14].

Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif. Data *cycle time* yang diperoleh dihitung rata-ratanya untuk menggambarkan kondisi aktual proses *welding*. Selanjutnya, Diagram *Pareto* digunakan untuk menentukan prioritas permasalahan berdasarkan prinsip 80/20, yaitu mengidentifikasi sejumlah kecil aktivitas yang memberikan kontribusi terbesar terhadap total *cycle time* [15]. Aktivitas yang termasuk kategori dominan kemudian dianalisis menggunakan *Fishbone Diagram* berdasarkan faktor *man, machine, method, material, measurement, dan environment* untuk menemukan akar penyebab masalah secara sistematis. Hasil identifikasi akar penyebab selanjutnya digunakan sebagai dasar penyusunan alternatif perbaikan yang berfokus pada pengurangan aktivitas *non-value added* dan peningkatan efisiensi kerja operator [16].

Penelitian ini tidak menggunakan pengujian statistik inferensial karena tujuan penelitian lebih difokuskan pada identifikasi pemborosan waktu, analisis akar penyebab masalah, dan penyusunan usulan perbaikan proses pada studi kasus tertentu. Oleh karena itu, metode statistik yang digunakan terbatas pada statistik deskriptif berupa perhitungan rata-rata *cycle time*, persentase kontribusi setiap elemen kerja, dan analisis kumulatif dalam Diagram *Pareto*. Pendekatan tersebut dipilih karena mampu memberikan gambaran yang jelas mengenai sumber utama ketidakefisienan proses serta mendukung penyusunan rekomendasi perbaikan yang dapat diterapkan secara langsung pada proses *welding* di PT YMI.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### *Pengumpulan Data Cycle time*

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung pada proses *welding exhaust pipe* Honda PCX di Line C PT YMI. Data diperoleh menggunakan metode *time study* dengan memanfaatkan rekaman video aktivitas operator dan pengukuran waktu menggunakan stopwatch. Pengamatan dilakukan terhadap satu operator yang mengoperasikan dua mesin *welding* secara paralel selama enam siklus produksi. Setiap elemen kerja diamati dan dicatat untuk memperoleh gambaran aktual mengenai waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan satu siklus proses.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa operator melakukan beberapa aktivitas utama yang terdiri atas proses *load material to jig*, *Start button*, *welding process*, *Move/transfer*, dan *Unload material*. Rincian elemen kerja yang diamati ditunjukkan pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Elemen Kerja dan Waktu Proses *Welding*

Stasiun	Elemen Kerja	Waktu (detik)
Mesin 1	<i>Load material to jig</i>	19
Mesin 1	<i>Start button</i>	4
Mesin 1	<i>Welding process</i>	25
Mesin 1	<i>Move St #1 – St #2 &amp; transfer</i>	5
Mesin 1	<i>Unload material</i>	4
Mesin 2	<i>Load material to jig</i>	16
Mesin 2	<i>Start button</i>	5
Mesin 2	<i>Welding process</i>	25
Mesin 2	<i>Move St #2 – St #1</i>	2
Mesin 2	<i>Unload &amp; transfer</i>	5

Berdasarkan hasil pengamatan pada enam siklus produksi, diperoleh data statistik *cycle time* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Nilai rata-rata (*mean*) *cycle time* tercatat sebesar 32,67 detik per *part* dengan standar deviasi sebesar 0,61 detik. Nilai minimum dan maksimum masing-masing sebesar 32 detik dan 33,5 detik.

### Statistics

Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum
C1	6	0	32,6667	0,247207	0,605530	32	32	32,75	33,125	33,5

Gambar 1: Statistik *Cycle time* Proses *Welding*

Hasil statistik menunjukkan bahwa variasi *cycle time* antar siklus relatif rendah. Hal ini terlihat dari nilai standar deviasi yang kecil, yaitu 0,61 detik. Selain itu, rentang data yang sempit antara nilai minimum dan maksimum menunjukkan bahwa proses *welding* berlangsung cukup stabil selama periode pengamatan. Meskipun demikian, rata-rata *cycle time* sebesar 32,67 detik atau dibulatkan menjadi 33 detik per *part* masih tergolong tinggi untuk proses yang beroperasi secara berulang dan berkapasitas produksi besar.

Dalam satu jam produksi, *cycle time* sebesar 33 detik menghasilkan kapasitas sekitar 109 *part* per jam. Oleh karena itu, pengurangan waktu beberapa detik pada setiap siklus berpotensi memberikan peningkatan *output* yang signifikan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa masih terdapat peluang perbaikan, khususnya pada aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value added activities*), seperti pengambilan *material*, perpindahan operator, dan penempatan *material* pada jig. Oleh sebab itu, diperlukan analisis lanjutan menggunakan Diagram *Pareto* dan *Fishbone Diagram* untuk mengidentifikasi aktivitas dominan yang berkontribusi terhadap tingginya *cycle time* serta menentukan akar penyebab permasalahan yang terjadi.

### Pemecahan Elemen Waktu

Setelah data *cycle time* diperoleh, dilakukan pemecahan elemen waktu (*work element breakdown*) untuk mengidentifikasi kontribusi masing-masing aktivitas terhadap total waktu proses *welding*. Pemecahan elemen waktu dilakukan dengan mengamati satu siklus kerja operator dan membaginya ke dalam beberapa aktivitas utama, yaitu *load material to jig*, *Start button*, *welding process*, *Move/transfer*, dan *Unload material*. Pengamatan dilakukan pada kondisi aktual di mana satu operator bertanggung jawab mengoperasikan dua mesin *welding* secara paralel. Kondisi ini menyebabkan beberapa aktivitas operator dapat berlangsung secara bersamaan (*overlap*) dengan proses *welding* otomatis yang sedang berjalan pada mesin lainnya.

Berdasarkan hasil pengamatan, waktu siklus pada masing-masing mesin dihitung mulai dari aktivitas *Unload* hingga *Unload* berikutnya pada mesin yang sama. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa waktu siklus per mesin mencapai 66 detik. Namun, karena dua mesin beroperasi secara paralel dan menghasilkan *output* secara bergantian, *cycle time* sistem yang dihasilkan adalah sebesar 33 detik per *part*. Dengan demikian, waktu yang tercantum pada setiap elemen kerja merupakan waktu aktual hasil observasi pada masing-masing aktivitas dan tidak dapat dijumlahkan secara langsung untuk merepresentasikan *cycle time* satu produk.

Selanjutnya, setiap elemen kerja diklasifikasikan ke dalam kategori *value added* (VA) dan *non-value added* (NVA). Aktivitas *welding process* dikategorikan sebagai *value added* karena memberikan perubahan fisik secara langsung pada produk sehingga menciptakan nilai tambah. Sebaliknya, aktivitas *load material to jig*, *Start button*, *Move/transfer*, dan *Unload material* dikategorikan sebagai *non-value added* karena tidak memberikan perubahan pada karakteristik produk, meskipun aktivitas tersebut tetap diperlukan untuk mendukung kelancaran proses produksi.

Tabel 2. Klasifikasi Elemen Kerja pada Proses *Welding*

Elemen Kerja	Waktu (detik)	Kategori
<i>Load material to jig</i> (Mesin 1)	19	<i>Non-value added</i>
<i>Start button</i> (Mesin 1)	4	<i>Non-value added</i>
<i>Welding process</i> (Mesin 1)	25	<i>Value added</i>
<i>Move St #1–St #2 &amp; transfer</i>	5	<i>Non-value added</i>
<i>Unload material</i> (Mesin 1)	4	<i>Non-value added</i>
<i>Load material to jig</i> (Mesin 2)	16	<i>Non-value added</i>
<i>Start button</i> (Mesin 2)	5	<i>Non-value added</i>

Elemen Kerja	Waktu (detik)	Kategori
<i>Welding process</i> (Mesin 2)	25	<i>Value added</i>
<i>Move St #2–St #1</i>	2	<i>Non-value added</i>
<i>Unload &amp; transfer</i> (Mesin 2)	5	<i>Non-value added</i>

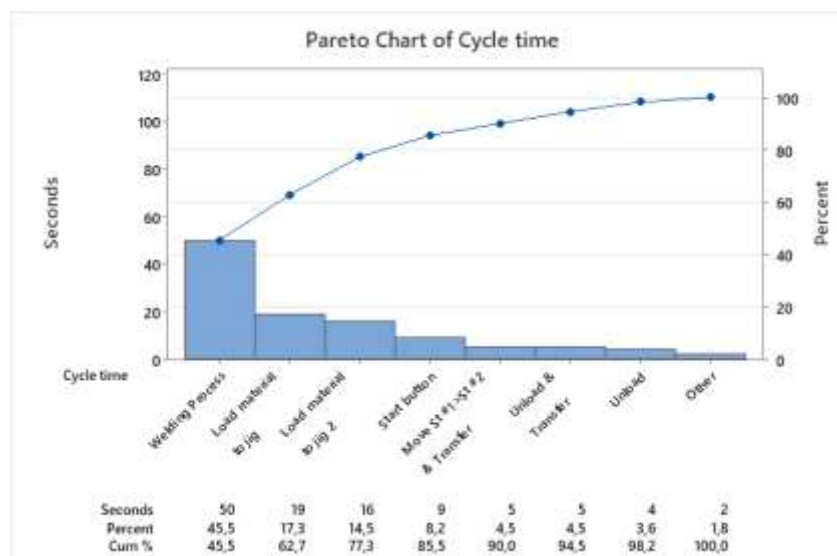
Hasil klasifikasi menunjukkan bahwa aktivitas *welding process* merupakan satu-satunya aktivitas yang memberikan nilai tambah terhadap produk dengan total waktu sebesar 50 detik dari dua mesin. Sementara itu, aktivitas lainnya termasuk dalam kategori *non-value added* yang secara keseluruhan masih memerlukan waktu cukup besar. Temuan ini mengindikasikan bahwa peluang peningkatan efisiensi lebih banyak berasal dari pengurangan waktu pada aktivitas pendukung seperti pengambilan *material*, perpindahan operator, dan penanganan *material* selama proses berlangsung.

Selain itu, hasil pengamatan menunjukkan bahwa aktivitas *load material to jig* memiliki waktu paling tinggi di antara seluruh aktivitas *non-value added*, yaitu sebesar 19 detik pada mesin pertama dan 16 detik pada mesin kedua. Kondisi tersebut mengindikasikan adanya potensi pemborosan gerakan (*waste of motion*) yang dapat memengaruhi efisiensi proses secara keseluruhan. Oleh karena itu, analisis lanjutan menggunakan Diagram *Pareto* diperlukan untuk menentukan elemen kerja yang memberikan kontribusi terbesar terhadap *cycle time* sehingga dapat menjadi prioritas utama dalam upaya perbaikan proses.

### Analisis Pareto dan Fishbone Diagram

#### a. Analisis Pareto Cycle time

Setelah dilakukan pemecahan elemen waktu, tahap berikutnya adalah analisis Diagram *Pareto* untuk mengidentifikasi aktivitas yang memberikan kontribusi terbesar terhadap total *cycle time* pada proses *welding exhaust pipe* Honda PCX. Diagram *Pareto* disusun berdasarkan total waktu yang dihabiskan pada masing-masing elemen kerja hasil pengamatan lapangan. Metode ini digunakan untuk menentukan prioritas perbaikan dengan berpedoman pada prinsip *Pareto* (80/20), yaitu sebagian besar permasalahan umumnya disebabkan oleh sejumlah kecil faktor dominan.



**Gambar 2:** Diagram *Pareto* Cycle time Proses *Welding*

Berdasarkan Diagram *Pareto* pada Gambar 2, elemen kerja dengan kontribusi terbesar terhadap total *cycle time* adalah *welding process* dengan total waktu 50 detik atau sebesar 45,5% dari keseluruhan waktu proses. Aktivitas berikutnya adalah *load material to jig* pada mesin pertama sebesar 19 detik (17,3%) dan *load material to jig* pada mesin kedua sebesar 16 detik (14,5%). Ketiga aktivitas tersebut secara kumulatif menyumbang 77,3% dari total *cycle time* proses *welding*.

Sementara itu, aktivitas lain seperti *Start button*, *Move/transfer*, *Unload material*, dan kategori *other* memiliki kontribusi yang relatif lebih kecil dengan persentase kumulatif sebesar 22,7%. Temuan ini menunjukkan bahwa sebagian besar waktu proses terkonsentrasi pada beberapa aktivitas utama sehingga upaya peningkatan efisiensi sebaiknya difokuskan pada aktivitas yang memberikan kontribusi terbesar terhadap *cycle time*.

b. Identifikasi Penyebab Dominan

Berdasarkan prinsip *Pareto*, aktivitas yang menjadi prioritas perbaikan adalah aktivitas yang memberikan kontribusi hingga mendekati 80% dari total *cycle time*. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat dua kategori aktivitas dominan, yaitu aktivitas *value added* dan *non-value added*. Pada kategori *value added*, aktivitas *welding process* menjadi penyumbang waktu terbesar dengan kontribusi 45,5%. Namun, karena aktivitas tersebut merupakan proses utama yang memberikan nilai tambah secara langsung kepada produk, peluang perbaikannya relatif terbatas tanpa melakukan perubahan pada parameter mesin atau teknologi proses.

Sebaliknya, pada kategori *non-value added*, aktivitas *load material to jig* menjadi kontributor terbesar dengan total waktu gabungan sebesar 35 detik atau sekitar 31,8% dari total *cycle time*. Aktivitas ini dipandang memiliki potensi perbaikan yang lebih besar karena tidak memberikan nilai tambah langsung pada produk dan berkaitan erat dengan metode kerja operator serta pengaturan area kerja.

c. Pemilihan Isu Utama untuk Analisis Fishbone

Meskipun aktivitas *welding process* memiliki kontribusi terbesar terhadap *cycle time*, penelitian ini memfokuskan analisis lanjutan pada aktivitas *load material/handling*. Keputusan tersebut didasarkan pada beberapa pertimbangan, yaitu tingginya kontribusi waktu terhadap total *cycle time*, kemudahan implementasi usulan perbaikan, serta potensi pengurangan aktivitas *non-value added* tanpa memengaruhi parameter operasi mesin *welding*.

Hasil analisis menunjukkan bahwa aktivitas *load material to jig* pada kedua mesin menyumbang sekitar 31,8% dari total *cycle time*. Persentase tersebut merupakan kontribusi terbesar kedua setelah proses *welding*. Oleh karena itu, aktivitas *load material/handling* dipilih sebagai isu utama yang akan dianalisis lebih lanjut menggunakan *Fishbone Diagram* untuk mengidentifikasi akar penyebab terjadinya pemborosan waktu.

d. Analisis Fishbone Diagram

*Fishbone Diagram* digunakan untuk mengidentifikasi dan memetakan faktor-faktor yang menyebabkan tingginya waktu *loading* dan *handling* pada proses *welding*. Analisis dilakukan melalui observasi lapangan dan diskusi dengan pihak terkait untuk mengelompokkan penyebab masalah ke dalam enam kategori utama, yaitu *man*, *machine*, *method*, *material*, *measurement*, dan *environment*.



Gambar 3: Fishbone Diagram Penyebab Tingginya Waktu Loading Material

Berdasarkan hasil analisis *Fishbone Diagram*, ditemukan beberapa faktor yang berkontribusi terhadap tingginya waktu *loading material*. Pada aspek *man*, operator harus mengoperasikan dua mesin secara bergantian sehingga fokus kerja terbagi dan gerakan kerja belum sepenuhnya optimal. Pada aspek *machine*, desain jig masih memerlukan penyesuaian manual dan belum dilengkapi alat bantu *positioning* yang memadai. Pada aspek *method*, belum tersedia *standard work* yang terdokumentasi dengan baik sehingga urutan kerja operator belum berjalan secara konsisten.

Selain itu, aspek *material* menunjukkan adanya variasi orientasi *material* saat datang ke stasiun kerja sehingga operator perlu melakukan penyesuaian posisi sebelum proses *welding* dilakukan. Pada aspek *measurement*, belum tersedia indikator visual yang dapat membantu operator menentukan posisi *material*

secara cepat dan akurat. Sementara itu, pada aspek *environment*, tata letak area kerja dan posisi rail *material* masih relatif jauh dari area jig sehingga meningkatkan waktu perpindahan dan pengambilan *material*.

Untuk menentukan faktor yang paling berpengaruh, dilakukan pembobotan terhadap masing-masing penyebab berdasarkan tingkat dampaknya terhadap waktu *loading*. Hasil pembobotan ditunjukkan pada **Tabel 3**.

**Tabel 3.** Pembobotan Faktor Penyebab Tingginya Waktu *Loading Material*

Kategori	Akar Masalah	Bobot
<i>Man</i>	Metode pengambilan <i>part</i> belum efisien	4
<i>Machine</i>	Desain jig belum optimal dan masih memerlukan penyesuaian manual	5
<i>Method</i>	Belum terdapat standar kerja <i>loading</i> yang terdokumentasi	4
<i>Material</i>	Tata letak <i>material</i> kurang ergonomis	4
<i>Measurement</i>	Tidak tersedia indikator visual posisi <i>part</i>	4
<i>Environment</i>	Jarak rail <i>material</i> terlalu jauh dari area kerja	5

Hasil pembobotan menunjukkan bahwa dua faktor dengan pengaruh terbesar adalah aspek *machine* dan *environment*. Faktor *machine* berkaitan dengan desain jig yang belum ergonomis sehingga operator masih memerlukan waktu tambahan untuk melakukan penyesuaian posisi *material* sebelum proses *welding* dimulai. Sementara itu, faktor *environment* berkaitan dengan tata letak area kerja yang kurang efisien, khususnya posisi rail *material* yang terlalu jauh dari operator sehingga meningkatkan waktu pengambilan *material*.

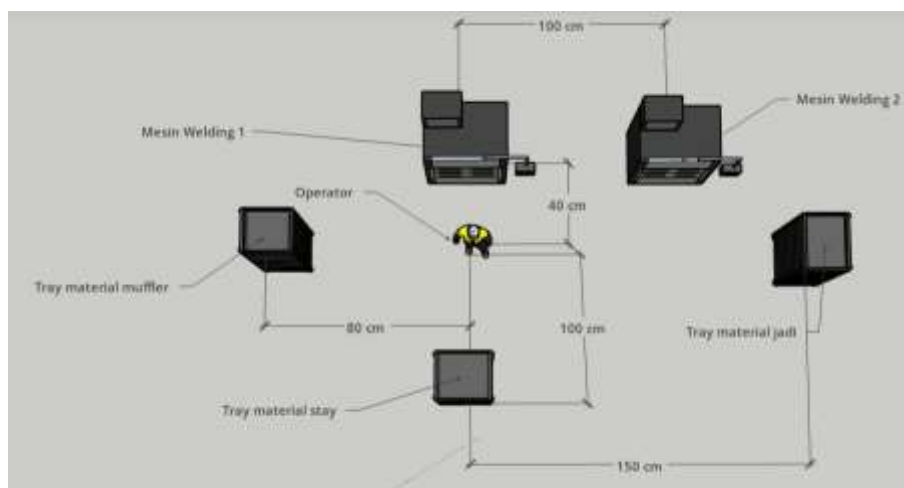
Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa akar penyebab utama tingginya waktu *loading material* adalah desain jig yang belum mendukung proses *quick loading* serta tata letak *material* yang belum ergonomis. Kedua faktor tersebut selanjutnya menjadi fokus utama dalam penyusunan usulan perbaikan untuk menurunkan *cycle time* dan meningkatkan produktivitas proses *welding* di PT YMI.

### Analisis Bottleneck

#### a. Identifikasi Bottleneck

Analisis *bottleneck* dilakukan untuk mengidentifikasi aktivitas yang paling membatasi kapasitas produksi pada proses *welding exhaust pipe* Honda PCX di PT YMI. Berdasarkan hasil pengukuran *cycle time*, proses *welding* memiliki durasi terpanjang pada masing-masing mesin, yaitu sekitar 66 detik untuk satu siklus penuh (*Unload-to-Unload*). Oleh karena itu, secara teknis proses *welding* dapat dikategorikan sebagai *relative bottleneck* karena memberikan kontribusi terbesar terhadap waktu operasi mesin.

Namun demikian, fokus penelitian ini tidak diarahkan pada perbaikan proses *welding* karena aktivitas tersebut merupakan proses utama yang dikendalikan oleh parameter mesin otomatis dan berpotensi memengaruhi kualitas hasil pengelasan apabila dilakukan perubahan. Sebaliknya, penelitian difokuskan pada aktivitas *load material/handling* yang termasuk kategori *non-value added activity* dan memiliki kontribusi sebesar 31,8% terhadap total *cycle time*. Aktivitas ini dipilih karena memiliki peluang perbaikan yang lebih besar serta dapat dioptimalkan tanpa mengubah parameter proses *welding* yang telah distandarisasi oleh perusahaan.



**Gambar 4:** Layout Area Kerja Proses *Welding* Eksisting

Berdasarkan *Layout* pada **Gambar 4**, terlihat bahwa posisi *tray material* masih berada pada jarak yang relatif jauh dari area kerja operator dan mesin *welding*. Operator harus melakukan perpindahan berulang untuk mengambil *material* dari tray kemudian menempatkannya pada jig sebelum proses *welding* dilakukan. Kondisi tersebut menyebabkan terjadinya pemborosan gerakan (*waste of motion*) dan memperpanjang waktu *loading material*. Selain itu, pengoperasian dua mesin secara bersamaan mengharuskan operator berpindah secara terus-menerus antar stasiun kerja sehingga meningkatkan waktu handling dan mengurangi efisiensi proses.

Temuan ini sejalan dengan hasil analisis *Pareto* dan *Fishbone Diagram* yang menunjukkan bahwa aktivitas *loading material* merupakan salah satu penyumbang terbesar terhadap total *cycle time*. Oleh karena itu, aktivitas tersebut ditetapkan sebagai fokus utama dalam penyusunan usulan perbaikan untuk meningkatkan efisiensi proses produksi.

#### b. Identifikasi *Bottleneck*

*Cycle time* yang tinggi tidak hanya memengaruhi waktu penyelesaian produk, tetapi juga berdampak langsung terhadap kapasitas produksi (*throughput*). Berdasarkan hasil pengukuran, waktu siklus pada masing-masing mesin adalah 66 detik. Karena sistem terdiri atas dua mesin yang beroperasi secara paralel dan menghasilkan *output* secara bergantian, maka *cycle time* sistem menjadi 33 detik per produk.

Dengan *cycle time* sebesar 33 detik per *part*, kapasitas produksi aktual dapat dihitung menggunakan Persamaan (1):

$$\text{Throughput} = \frac{3600}{\text{Cycle Time}}$$

$$\text{Throughput} = \frac{3600}{33} = 109 \text{ part/jam}$$

Dengan asumsi waktu kerja produktif selama delapan jam per shift, kapasitas produksi yang dapat dicapai adalah sekitar 873 *part* per shift.

Apabila salah satu mesin tidak dapat beroperasi sehingga sistem paralel tidak berjalan secara optimal, maka *cycle time* efektif menjadi 66 detik per *part*. Kondisi tersebut menyebabkan kapasitas produksi turun menjadi sekitar 55 *part* per jam atau sekitar 436 *part* per shift. Dengan demikian, potensi kehilangan *output* akibat terganggunya sistem paralel mencapai sekitar 437 *part* per shift atau setara dengan penurunan kapasitas produksi sebesar 50%. Hasil perhitungan tersebut menunjukkan bahwa pengurangan *cycle time*, khususnya pada aktivitas handling *material*, memiliki pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan *throughput*. Oleh karena itu, upaya perbaikan yang difokuskan pada pengurangan aktivitas *non-value added* diharapkan mampu meningkatkan kapasitas produksi tanpa memerlukan investasi mesin baru.

#### Penetapan Target dan Usulan Perbaikan Menggunakan Metode SMART

Berdasarkan hasil analisis *Pareto* dan *Fishbone Diagram*, diketahui bahwa aktivitas *load material/handling* merupakan penyebab utama tingginya *cycle time* pada proses *welding*. Oleh karena itu, penelitian ini menetapkan target perbaikan menggunakan metode SMART (*Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound*) agar usulan yang diberikan memiliki sasaran yang jelas, terukur, dan dapat diimplementasikan secara realistis di lingkungan produksi.

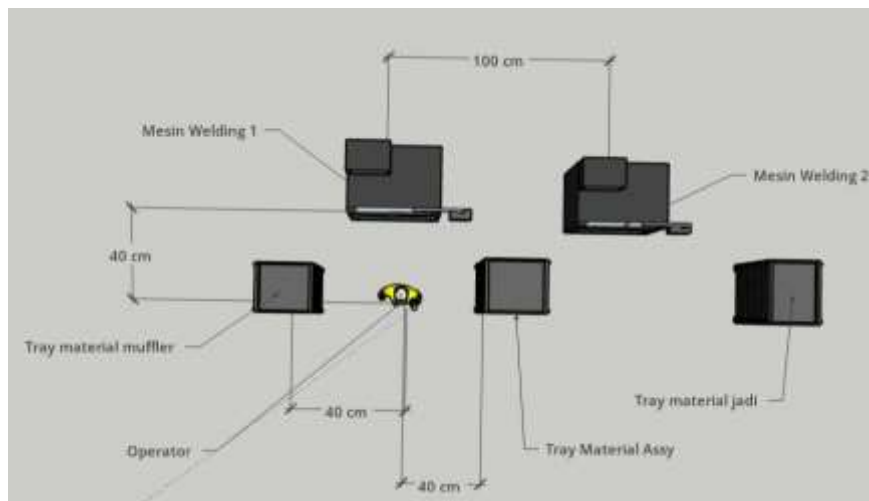
**Tabel 4.** Penerapan Metode SMART pada Usulan Perbaikan

Kriteria	Penerapan pada Penelitian
<i>Specific</i>	Mengurangi waktu aktivitas <i>load material</i> yang menyumbang sekitar 31,8% dari total aktivitas <i>non-value added</i> melalui reposisi bin <i>material</i> dan perbaikan jig.
<i>Measurable</i>	Menurunkan <i>cycle time</i> sistem dari 33 detik/ <i>part</i> menjadi 30 detik/ <i>part</i> yang diukur menggunakan metode <i>time study</i> .
<i>Achievable</i>	Target dinilai realistis karena pengurangan waktu difokuskan pada aktivitas <i>non-value added</i> tanpa memerlukan investasi mesin baru.
<i>Relevant</i>	Perbaikan secara langsung menargetkan akar penyebab yang ditemukan pada analisis <i>Fishbone</i> , yaitu tata letak <i>material</i> dan desain jig.
<i>Time-bound</i>	Implementasi direncanakan selama periode kerja praktik Januari–Februari 2026 dengan evaluasi pada akhir periode.

Penerapan metode SMART menunjukkan bahwa target penurunan *cycle time* sebesar 3 detik per *part* masih memungkinkan untuk dicapai karena sebagian besar pemborosan waktu berasal dari aktivitas *handling material* yang tidak memberikan nilai tambah terhadap produk. Selain itu, usulan perbaikan yang dirancang tidak memerlukan perubahan pada parameter mesin *welding* sehingga risiko terhadap kualitas produk dapat diminimalkan. Dengan adanya target yang jelas dan terukur, proses evaluasi keberhasilan implementasi perbaikan dapat dilakukan secara lebih objektif berdasarkan perubahan *cycle time* yang dihasilkan setelah perbaikan diterapkan.

#### Usulan Perbaikan dan Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis *Diagram Pareto* dan *Fishbone Diagram*, diketahui bahwa aktivitas *load material* merupakan penyumbang terbesar aktivitas *non-value added* pada proses *welding*. Akar penyebab utama yang teridentifikasi adalah tata letak *material* yang kurang ergonomis serta desain *jig* yang masih memerlukan penyesuaian manual saat proses pemasangan *material*. Oleh karena itu, usulan perbaikan difokuskan pada pengurangan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dengan mempertimbangkan kemudahan implementasi, biaya yang rendah, dan tanpa mengubah parameter mesin *welding*. Perbaikan yang diusulkan meliputi optimalisasi tata letak area kerja dan penyempurnaan *jig* untuk mempercepat proses *loading material*.



Gambar 5: Usulan *Layout* Perbaikan Area Kerja *Welding*

Berdasarkan hasil analisis *Fishbone Diagram*, usulan perbaikan pertama dilakukan dengan mereposisi *tray material* agar lebih dekat dengan area kerja operator. Jarak pengambilan *material* yang sebelumnya sekitar 100 cm dipersingkat menjadi sekitar 40 cm sehingga gerakan berjalan dan perpindahan operator dapat dikurangi. Perubahan tata letak ini diharapkan mampu mengurangi pemborosan gerakan (*waste of motion*) serta mempercepat aktivitas *loading material*. Berdasarkan estimasi, perbaikan *Layout* berpotensi menurunkan waktu proses sebesar 2 detik per siklus.

Tabel 5. Simulasi *Cycle time* Setelah Usulan Perbaikan

No	Aktivitas	CT (detik)	Mulai	Selesai
1	Unload Muffler PCX	4	1	4
2	Start button <i>Welding Process</i>	4	13	20
3	Move S/B S/W 2	5	21	25
4	Transfer <i>Material</i>	5	21	27
5	Unload <i>material</i> to <i>jig</i> 2	30	28	49
6	Start button <i>Welding Process</i>	5	49	55
7	Move S/B 2 → #1	2	56	62
8	Unload & Transfer	5	28	32
9	Unload & Transfer	5	57	60

Selain perbaikan *Layout*, dilakukan usulan penyempurnaan *jig* melalui pelumasan berkala dan penambahan *positioning pin* untuk mempermudah proses penempatan *material*. Perbaikan ini bertujuan mengurangi waktu penyesuaian posisi *material* sebelum proses *welding* dimulai. Hasil simulasi menunjukkan bahwa usulan tersebut berpotensi mengurangi waktu proses sebesar 1 detik per siklus.

Dengan kombinasi kedua usulan perbaikan, *cycle time* sistem diproyeksikan turun dari 33 detik menjadi 30 detik per *part*.

#### Pembahasan

Hasil Diagram *Pareto* menunjukkan bahwa aktivitas *loading material* merupakan aktivitas *non-value added* terbesar dengan kontribusi sebesar 31,8% terhadap total *cycle time*. Hasil ini diperkuat oleh *Fishbone Diagram* yang menunjukkan bahwa tata letak *material* yang kurang ergonomis dan desain jig yang belum optimal menjadi penyebab utama lamanya proses *loading*.

Berdasarkan hasil analisis tersebut, diusulkan perbaikan berupa reposisi *tray material* dan penyempurnaan jig. Perbaikan *Layout* diperkirakan mampu mengurangi waktu proses sebesar 2 detik, sedangkan penambahan *positioning pin* dan pelumasan jig berpotensi mengurangi waktu sebesar 1 detik. Dengan demikian, *cycle time* sistem diproyeksikan turun dari 33 detik menjadi 30 detik per *part*.

Penurunan *cycle time* tersebut berdampak pada peningkatan kapasitas produksi dari sekitar 109 *part/jam* menjadi 120 *part/jam* atau meningkat sekitar 11 *part/jam*. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan Diagram *Pareto* dan *Fishbone Diagram* efektif dalam mengidentifikasi sumber pemborosan sehingga usulan perbaikan yang diberikan dapat meningkatkan efisiensi proses *welding* di PT YMI.

#### 4. Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab tingginya *cycle time* pada proses *welding exhaust pipe* Honda PCX di Line C PT YMI serta merumuskan usulan perbaikan untuk meningkatkan efisiensi kerja. Berdasarkan hasil analisis *Pareto*, aktivitas *loading material* merupakan penyumbang terbesar aktivitas *non-value added* dengan kontribusi sebesar 31,8% terhadap total *cycle time*. Analisis *Fishbone Diagram* menunjukkan bahwa permasalahan tersebut terutama disebabkan oleh tata letak *material* yang kurang ergonomis, desain jig yang masih memerlukan penyesuaian manual, serta metode kerja operator yang belum sepenuhnya terstandarisasi. Berdasarkan temuan tersebut, diusulkan perbaikan berupa reposisi *tray material* agar lebih dekat dengan area kerja operator, penambahan *positioning pin* dan pelumasan *jig*, serta penerapan *standard work*. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa usulan perbaikan tersebut berpotensi menurunkan *cycle time* dari 33 detik menjadi 30 detik per *part* atau sebesar 9,09%, yang berdampak pada peningkatan kapasitas produksi dari 109 *part/jam* menjadi 120 *part/jam*.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan Diagram *Pareto* dan *Fishbone Diagram* efektif digunakan untuk mengidentifikasi sumber pemborosan waktu dan menentukan prioritas perbaikan pada proses produksi. Oleh karena itu, perusahaan dapat memanfaatkan hasil penelitian ini sebagai dasar dalam melakukan perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*) pada aktivitas *handling material* dan pengaturan area kerja. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan dilakukan implementasi dan pengujian langsung terhadap usulan perbaikan yang telah dirancang serta mengombinasikannya dengan metode lain, seperti *work study*, *motion study*, atau pendekatan *lean manufacturing*.

#### 5. Ucapan Terima kasih

Penulis mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada manajemen dan seluruh karyawan PT YMI, khususnya Departemen Engineering, yang telah memberikan kesempatan, dukungan, serta bantuan selama pelaksanaan pengumpulan data dan observasi di lapangan. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Industri dan seluruh pihak yang telah memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

#### 6. Referensi

- [1] E. Ansyah, S. Kustiwan, and S. Supriyati, "Analisis Lean Manufacturing untuk Mengurangi *Cycle time* dengan Menggunakan Metode Value Stream Mapping," *Jurnal Penelitian Inovatif*, vol. 5, no. 3, pp. 2153–2162, Jul. 2025, doi: 10.54082/jupin.1693.
- [2] M. Kurnianingtiyas, T. A. Wibowo, H. Khairunnisa, G. Y. Astrini, and D. Purwanningrum, "Cycle time study in Improving Production Output in the Garment Industry Sewing Line," *Jurnal Sains dan Aplikasi Keilmuan Teknik Industri (SAKTI)*, vol. 4, no. 1, pp. 47–54, Jun. 2024, doi: 10.33479/sakti.v4i1.91.
- [3] C. Dwinanta and W. Widiasih, "Analisis Lean Manufacturing untuk Mengurangi *Cycle time* dan Waste Di Divisi DMS PT XYZ," *Jurnal Tekstil: Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Bidang Tekstil dan Manajemen Industri*, vol. 8, no. 2, pp. 141–154, 2025.

- [4] N. N. Suwandi and K. Suhada, "Penerapan Lean Manufacturing dengan Metode Value Stream Mapping untuk Mengurangi *Cycle time* pada Bagian Perakitan Spring Mattress di PT X," *Journal of Integrated System*, vol. 7, no. 2, pp. 111–133, Jan. 2025, doi: 10.28932/jis.v7i2.8694.
- [5] N. N. Suwandi and K. Suhada, "Penerapan Lean Manufacturing dengan Metode Value Stream Mapping untuk Mengurangi *Cycle time* pada Bagian Perakitan Spring Mattress di PT X," *Journal of Integrated System*, vol. 7, no. 2, pp. 111–133, Jan. 2025, doi: 10.28932/jis.v7i2.8694.
- [6] W. T. W. Siagian and J. A. Saifudin, "Analisis Penerapan Lean Manufacturing dengan Metode VSM (Value Stream Mapping) Guna Mengurangi Waste dan *Cycle time* pada Proses Produksi Keramik Di PT XYZ Wiranty Tiara Wijaya Siagian 1) dan Jomial Aidil Saifudin 2)," *Tekmapro : Journal of Industrial Engineering and Management*, vol. 19, no. 2, pp. 242–253, 2024.
- [7] K. Nadiyah and G. S. Dewi, "Quality Control Analysis Using Flowchart, Check Sheet, P-Chart, Pareto Diagram and *Fishbone Diagram*," *OPSI*, vol. 15, no. 2, pp. 183–188, Dec. 2022, doi: 10.31315/opsi.v15i2.7445.
- [8] G. C. Lestari, L. Adiwidya, R. Ramdhani, and L. Dias Anggara, "Penerapan Analisis SWOT dan Diagram Fishbone pada UMKM Cimin dan Maklor," *Jurnal Pengabdian Berkelanjutan*, vol. 01, no. 01, pp. 41–48, 2025.
- [9] G. Prisca Brilianti, an Afif Wastianto, and P. Suteja Putra, "Pengukuran efektivitas mesin cylinder block menggunakan metode overall equipment effectiveness serta analisis fishbone di PT ABC Measuring the effectiveness of cylinder block *machines* using the overall equipment effectiveness *method* and fishbone analysis at PT ABC," vol. 6, no. 2, pp. 233–243, 2025, doi: 10.37373/jenius.v6i2.
- [10] M. Manullang and Rini, "All Fields of Science J-LAS Optimization of Construction Project Management Based on Digital Technology: A Study of Cost and Time Efficiency in Urban Infrastructure Development," *AFoSJ-LAS*, vol. 5, no. 2, pp. 113–125, 2025, [Online]. Available: <https://j-las.lemkomindo.org/index.php/AFoSJ-LAS/index>
- [11] G. Prisca Brilianti, an Afif Wastianto, and P. Suteja Putra, "Pengukuran efektivitas mesin cylinder block menggunakan metode overall equipment effectiveness serta analisis fishbone di PT ABC Measuring the effectiveness of cylinder block *machines* using the overall equipment effectiveness *method* and fishbone analysis at PT ABC," *Jurnal Terapan Teknik Industri*, vol. 6, no. 2, pp. 233–243, 2025, doi: 10.37373/jenius.v6i2.
- [12] D. Asmadi, F. Erwan, S. Rauzah, and R. D. Lufika, "Analisis Kapasitas Produksi Parfum Neelam dengan Metode *Time study*," *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, vol. 22, no. 1, pp. 50–57, Mar. 2023, doi: 10.20961/performa.22.1.74462.
- [13] N. Oktavia, R. Nasution, and W. Amalia, "Penentuan Level Optimum Persediaan Spare *Parts* di PT. XYZ Menggunakan Minimum Maximum Stock Level (MMSL)," *Tekinfor: Jurnal Ilmiah Teknik Industri dan Informasi*, vol. 11, no. 1, pp. 42–54, Nov. 2022, doi: 10.31001/tekinfor.v11i1.1686.
- [14] P. A. Mahdang and T. S. Maksum, "Analysis of Ergonomic Risk Levels in Manual Handling Activities Using the National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) Lifting Equation *Method* with Upper Back Pain Complaints," *Buletin Penelitian Kesehatan*, vol. 53, no. 1, pp. 12–20, Jun. 2025, doi: 10.33860/bpk.v53i1.3959.
- [15] S. Khalimatul Inayah and W. Wahyudin dan Dene Herwanto, "Analisis Kualitas Produk Toolbox Menggunakan Metode Seven Tools di PT. KSKB Product Quality Analysis of Toolbox using Seven Tools *Method* at PT. KSKB," *Jurnal Asimetrik: Jurnal Ilmiah Rekayasa Dan Inovasi*, vol. 5, no. 2, pp. 263–272, 2023.
- [16] R. L. Reza, L. T. Mokoginta, and O. Sondakh, "Optimalisasi Perencanaan Persediaan Obat Di Rumah Sakit X-Manado Melalui Penerapan Enterprise Resource Planning Dan Minimum-Maximum Stock Level," *Jurnal Manajemen Daya Saing*, vol. 27, no. 1, pp. 53–64, Dec. 2024.