



## Alat Inovatif untuk Lean Manufacturing: Meningkatkan Efisiensi dengan PDCA, TRIZ, dan Teknik Bagan Tangan Kanan dan Kiri

Irkham Syifaul Qulub<sup>1</sup>, Hendi Herlambang<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Industri Universitas Mercu Buana, Jl. Meruya Selatan No.1, Jakarta Barat 11650, Indonesia

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Industri Universitas Pelita Bangsa, Jl. Inspeksi Kalimalang No.9, Bekasi, Jawa Barat 17530, Indonesia

Email yang Sesuai: [irkhamsyifaul@gmail.com](mailto:irkhamsyifaul@gmail.com)

### Abstrak

Penelitian ini fokus pada peningkatan efisiensi produksi di Laboratorium Lean Manufacturing Universitas Mercu Buana dengan mengatasi kemacetan pada stasiun Vacuum dan Trimming. Dengan menggunakan metodologi PDCA, penelitian ini bertujuan untuk mengurangi waktu pemrosesan dan meningkatkan akurasi melalui desain alat dan studi gerak. Bagan Proses Operasional mengidentifikasi inefisiensi, sementara Seven Waste Analysis menyoroti bidang-bidang utama yang perlu ditingkatkan. Penerapan prinsip TRIZ mengarah pada pengembangan mesin pemotong fleksibel, yang dirancang untuk mengintegrasikan proses penyedotan debu dan pemotongan. Pengukuran menggunakan grafik sisi kanan dan kiri memfasilitasi pembuatan prosedur operasi baru. Penerapan mesin pemotong fleksibel menghasilkan pengurangan waktu siklus sebesar 21,34%, menunjukkan optimalisasi tata letak kerja dan desain alat yang efektif. Meskipun berhasil, penelitian ini memiliki keterbatasan termasuk kurangnya analisis biaya-manfaat yang komprehensif dan variasi produk yang terbatas. Penelitian di masa depan harus mengeksplorasi dampak ekonomi jangka panjang dan penerapannya pada beragam konteks produksi.

**Kata Kunci :** Lean Manufacturing, PDCA, TRIZ, Perancangan Alat, Grafik Tangan Kanan dan Tangan Kiri

### I. Perkenalan

Dunia industri saat ini berkembang pesat, didorong oleh kebutuhan untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi [1]. Lean Manufacturing telah menjadi salah satu pendekatan utama yang digunakan oleh berbagai perusahaan untuk mencapai tujuan tersebut [2]. Metode ini berfokus pada pengurangan pemborosan dan

peningkatan nilai bagi pelanggan melalui perbaikan proses yang berkelanjutan [3].

Sebagai lembaga pendidikan, perguruan tinggi berperan penting dalam mempersiapkan sumber daya manusia yang kompeten untuk menghadapi tantangan industri modern [4]. Universitas Mercu Buana melalui program studi Teknik Industri

berkomitmen untuk membekali mahasiswanya dengan pengetahuan dan keterampilan yang relevan dengan kebutuhan industri, termasuk penerapan Lean Manufacturing.

Untuk menunjang proses pembelajaran dan praktik, Universitas Mercu Buana memiliki berbagai laboratorium yang dilengkapi fasilitas. Laboratorium Lean Manufacturing khususnya dirancang untuk memberikan pengalaman praktis bagi mahasiswa dalam menerapkan konsep Lean. Laboratorium ini berfungsi sebagai tempat mahasiswa menguji teori, melakukan eksperimen, dan mengembangkan solusi inovatif yang dapat diterapkan dalam dunia industri.

Laboratorium Lean Manufacturing Universitas Mercu Buana menjadi contoh penerapan praktis prinsip-prinsip Lean Manufacturing. Kegiatan di laboratorium ini meliputi berbagai tahapan proses produksi mobil Tamiya, seperti pemanasan, penyedotan debu, trimming, pengepresan ban, perakitan, kendali mutu, dan pengemasan. Namun, beberapa tahap seperti pemanasan, penyedotan debu, pemangkasan, dan perakitan menghadapi waktu pemrosesan yang lama karena pengoperasian manual.

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur hasil perancangan alat menggunakan studi gerak untuk meningkatkan produktivitas dengan mengurangi waktu pemrosesan dan meningkatkan akurasi penyedotan dan pemotongan. Analisa yang akan dilakukan akan menggunakan grafik sisi kanan dan grafik sisi kiri.

Penelitian ini tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan efisiensi operasional di laboratorium tetapi juga memberikan pengalaman praktis yang relevan bagi mahasiswa, mempersiapkan mereka untuk beradaptasi dengan industri manufaktur yang terus berkembang.

## **1.1 Manufaktur Ramping**

Lean Manufacturing adalah pendekatan sistematis untuk mengurangi pemborosan dalam produksi tanpa mengurangi produktivitas. Konsep ini diperkenalkan oleh Toyota Production System (TPS) dan berfokus pada peningkatan efisiensi, kualitas, dan waktu respons produksi. Lean Manufacturing mencakup berbagai metode seperti Just-in-Time (JIT), Kaizen (perbaikan berkelanjutan), dan Total Productive Maintenance (TPM) [5].

### **1.1.1 Rencana-Lakukan-Periksa-Tindakan**

Plan-Do-Check-Act (PDCA) adalah metode manajemen empat langkah yang digunakan untuk mengendalikan dan terus meningkatkan proses dan produk. PDCA, juga dikenal sebagai Siklus Deming atau Siklus Shewhart, adalah pendekatan berulang untuk pemecahan masalah dan perbaikan berkelanjutan dalam Lean Manufacturing dan sistem manajemen mutu lainnya [6].



Gambar 1 Rencana-Lakukan-Periksa-Tindakan

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.

- Merencanakan, mendefinisikan masalah, mengumpulkan data, mengembangkan hipotesis, menetapkan tujuan, dan merencanakan langkah-langkah.
- Lakukan, Implementasikan rencana sebagai proyek percontohan, laksanakan aktivitas, dan kumpulkan data.
- Periksa, Bandingkan hasil dengan hasil yang diharapkan, identifikasi penyimpangan, dan evaluasi keberhasilan.
- Bertindak, Tingkatkan skala jika berhasil dan pantau. Perbaiki dan ulangi jika tidak. Standarisasi proses yang sukses.

PDCA diakui atas kesederhanaan dan efektivitasnya dalam menumbuhkan budaya perbaikan berkelanjutan. Metode ini membantu organisasi menguji ide secara sistematis, mengukur hasil, dan membuat keputusan yang tepat, sehingga meningkatkan efisiensi dan efektivitas secara keseluruhan [6].

### 1.3 Bagan Proses Operasi

Bagan Proses Operasi (OPC) adalah alat penting dalam analisis dan peningkatan proses. OPC memberikan representasi grafis dari urutan operasi, inspeksi, dan

penundaan dalam proses produksi. Tujuan OPC adalah untuk mengidentifikasi inefisiensi, menyederhanakan proses, dan meningkatkan produktivitas secara keseluruhan [7]. Perkembangan Terkini dalam Bagan Proses Operasi

- Efisiensi, OPC memetakan alur kerja untuk mengidentifikasi hambatan, memungkinkan peningkatan yang ditargetkan dan sumber daya yang dioptimalkan.
- Lean Manufacturing, OPC menyoroti aktivitas tidak bernilai tambah untuk menghilangkan pemborosan.
- Transformasi Digital, Alat digital meningkatkan OPC dengan pembaruan dan integrasi waktu nyata.
- Penerapan Praktis, Studi kasus menunjukkan OPC menyederhanakan operasi dan mengurangi pemborosan untuk keuntungan yang signifikan.

### 1.4 Tujuh Pemborosan

Tujuh Pemborosan, atau "Muda" dalam Lean Manufacturing, adalah konsep dasar untuk mengidentifikasi dan menghilangkan inefisiensi dalam proses produksi [8].



Gambar 2 Tujuh Limbah

Menurut Gambar 2, limbah tersebut antara lain.

- Transportasi, Pergerakan material yang tidak perlu, berisiko menimbulkan kerusakan.
- Menunggu, Waktu menganggur karena penundaan, tidak menambah nilai.
- Gerak, Pergerakan orang atau peralatan yang tidak diperlukan.
- Persediaan, Kelebihan stok mengikat modal dan ruang.
- Overprocessing, Kelebihan pekerjaan atau fitur melebihi apa yang dibutuhkan.
- Cacat, Kesalahan yang memerlukan pengerjaan ulang atau penolakan.
- Overproduksi, Kelebihan produksi atau produksi awal, menyebabkan persediaan berlebih.

Dalam Lean Manufacturing, tujuan utamanya adalah meminimalkan atau menghilangkan pemborosan ini untuk meningkatkan efisiensi, mengurangi biaya, dan meningkatkan kualitas produk [9].

### **1.5 Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch (TRIZ)**

TRIZ, atau Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch, adalah metodologi untuk menemukan solusi inovatif baik terhadap permasalahan teknis maupun non-teknis [10]. TRIZ dikembangkan oleh Genrich Altshuller dari Uni Soviet pada tahun 1946, berdasarkan analisis sistematis terhadap ribuan paten untuk

mengidentifikasi pola inovasi yang berulang [11].

TRIZ berfokus pada prinsip-prinsip umum pemecahan masalah dan inovasi yang dapat diterapkan di berbagai bidang. Metodologi ini menawarkan alat dan teknik untuk mengatasi tantangan secara kreatif dan sistematis [12].

TRIZ telah diterapkan di berbagai industri untuk meningkatkan inovasi dan efisiensi, termasuk oleh perusahaan-perusahaan besar di sektor teknologi dan manufaktur untuk mengembangkan produk baru, meningkatkan proses, dan menemukan solusi terhadap tantangan teknis yang kompleks [11].

### **1.6 Studi Gerak**

Motion Study adalah teknik analisis yang digunakan untuk meningkatkan efisiensi kerja dengan mengidentifikasi dan mengurangi pergerakan yang tidak perlu dalam proses kerja [13]. Teknik ini berfokus pada evaluasi pergerakan individu dan interaksi antara alat dan orang dalam sistem kerja untuk memaksimalkan produktivitas dan meminimalkan pemborosan waktu.

Studi Gerak melibatkan pengamatan sistematis terhadap gerakan kerja, sering kali menggunakan alat seperti rekaman video untuk menangkap dan menganalisis gerakan tersebut [14]. Hal ini membantu mengidentifikasi elemen pekerjaan yang dapat dioptimalkan, seperti mengurangi gerakan tangan, memperbaiki susunan alat, dan menyederhanakan prosedur kerja [14].

Dalam konteks Lean Manufacturing, Motion Study adalah bagian penting

dari upaya menghilangkan pemborosan dan meningkatkan efisiensi. Dengan mengurangi pergerakan yang tidak perlu, perusahaan dapat mempercepat siklus produksi, mengurangi kelelahan pekerja, dan meningkatkan produktivitas dan kualitas produk secara keseluruhan [14].

### 1.7 Bagan Tangan Kanan dan Tangan Kiri

Bagan Tangan Kanan dan Tangan Kiri merupakan alat visual yang digunakan untuk menganalisis dan merancang tata letak kerja berdasarkan pergerakan tangan kanan dan kiri selama proses kerja. Bagan ini menggambarkan bagaimana tangan pekerja bergerak dan berinteraksi dengan alat dan bahan di lingkungan kerja [15].

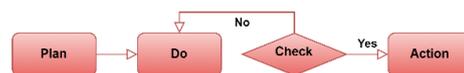
Penggunaan Bagan Tangan Kanan dan Tangan Kiri membantu merancang stasiun kerja yang ergonomis dengan meminimalkan gerakan yang tidak perlu dan mengoptimalkan alur kerja. Teknik ini membantu dalam mengidentifikasi langkah-langkah kerja yang dapat disederhanakan atau digabungkan untuk meningkatkan efisiensi [16].

Pengurangan Gerakan yang Tidak Perlu, dengan memetakan gerakan tangan, perusahaan dapat mengidentifikasi dan mengurangi gerakan yang tidak efisien, sehingga meningkatkan produktivitas [16].

Desain Ergonomis, bagan memfasilitasi desain stasiun kerja yang lebih ergonomis, mengurangi kelelahan pekerja dan meningkatkan kenyamanan [17].

Optimalisasi Alat dan Bahan, pemahaman gerakan tangan memungkinkan dilakukannya desain tata letak yang memudahkan akses terhadap alat dan bahan, mengurangi waktu yang diperlukan untuk mengambil atau memindahkan barang [15].

## II. Bertemu hodologi



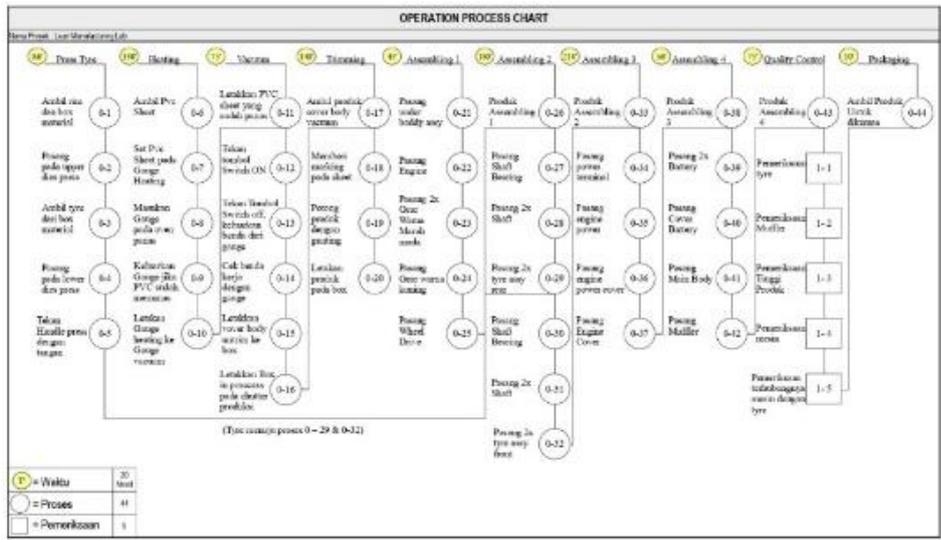
Gambar 3 Rencana-Lakukan-Periksa-Tindakan

Berdasarkan Gambar 3, penelitian ini menggunakan metodologi PDCA, dapat diuraikan proses peningkatan efisiensi dengan langkah-langkah spesifik sebagai berikut:

### 2.1 Rencana

#### a. Bagan Proses Operasional (OPC)

Operation Process Chart (OPC) yang digunakan di Laboratorium Lean Manufacturing Departemen Teknik Industri berfungsi untuk menganalisis dan meningkatkan efisiensi proses kerja dengan memetakan langkah-langkah operasional dan waktu yang dibutuhkan pada setiap kegiatan, seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Bagan Proses Operasi Laboratorium Lean Manufacture

Berdasarkan Gambar 4, dirangkum waktu yang dibutuhkan setiap stasiun dalam proses produksi di Laboratorium Lean Manufacturing.

Rincian waktu yang dihabiskan di setiap stasiun ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Detil Waktu Per Stasiun

| Stasiun No. | Nama Stasiun     | Waktu Siklus (detik) | Waktu Takt (detik) |
|-------------|------------------|----------------------|--------------------|
| 1           | Tekan Ban        | 140                  | 180                |
| 2           | Pemanas          | 330                  | 180                |
| 3           | Kekosongan       | 150                  | 180                |
| 4           | Pemangkasan      | 190                  | 180                |
| 5           | Perakitan 1      | 100                  | 180                |
| 6           | Perakitan 2      | 195                  | 180                |
| 7           | Perakitan 3      | 220                  | 180                |
| 8           | Perakitan 4      | 75                   | 180                |
| 9           | Kontrol Kualitas | 75                   | 180                |
| 10          | Kemasan          | 20                   | 180                |

Analisis OPC mengidentifikasi bahwa kegiatan Vacuum dan Trimming merupakan dua area yang ditargetkan untuk peningkatan efisiensi karena membutuhkan waktu yang cukup lama. Aktivitas Vakum memerlukan waktu 150 detik, dan aktivitas Pemangkasan memerlukan waktu 190 detik. Kedua proses ini akan menjadi fokus desain alat yang

bertujuan untuk meningkatkan efisiensi.

b. Analisis Tujuh Limbah

Analisis Seven Wastes bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan pada proses produksi. Dengan menggunakan pendekatan Lean Manufacturing, analisis ini membantu dalam

mengidentifikasi aktivitas yang tidak menambah nilai dan merancang strategi untuk menghilangkan atau mengurangi pemborosan tersebut.

Rincian masing-masing jenis sampah dan strategi penanggulangannya disajikan pada Tabel 2.

*Tabel 2 Tujuh Limbah*

| <b>7 Analisis Limbah</b> |                       |   |
|--------------------------|-----------------------|---|
| <b>Tipe No.</b>          | <b>Jenis Limbah</b>   | <b>Pengamatan</b>   |
| 1                        | Angkutan              | Jarak antar stasiun kerja adalah 1 meter, yang mengarah pada pergerakan dengan tangan dan konveyor.   |
| 2                        | Inventaris            | -   |
| 3                        | Gerakan               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pekerja perlu berpindah untuk mengambil bahan mentah dan peralatan dari stasiun kerja lain.</li> <li>• Proses kerja manual menyebabkan terjadinya pergerakan yang tidak perlu.</li> </ul>                  |
| 4                        | Menunggu              | Terdapat waktu tunggu di beberapa stasiun kerja, seperti pada saat pemanasan lembaran PVC atau saat menunggu produk lolos kendali mutu.   |
| 5                        | Produksi berlebihan   | -   |
| 6                        | Pemrosesan berlebihan | Proses pemotongan produk di stasiun Trimming masih dilakukan secara manual sehingga memerlukan waktu yang lebih lama. Hal ini dapat ditingkatkan dengan mesin pemangkasan otomatis untuk meningkatkan presisi dan mengurangi waktu.                 |
| 7                        | Cacat                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ada alokasi waktu untuk pengendalian kualitas guna memastikan produk memenuhi standar.</li> <li>• Hal ini menunjukkan potensi cacat produk yang dapat mengakibatkan pemborosan bahan dan waktu.</li> </ul> |

Berdasarkan Tabel 2, target perancangan alat adalah menghilangkan Waste Motion dan Overprocessing, serta mengurangi satu tenaga kerja dengan

menggabungkan stasiun vakum dan trimming menjadi satu melalui desain alat.

c. Teoriya Resheniya zobretatelskikh Zadatch (TRIZ)

TRIZ, atau Teori Pemecahan Masalah Inventif, adalah metodologi yang diterapkan dalam desain alat untuk mengatasi kontradiksi dan

menentukan prinsip-prinsip inventif. Pendekatan ini berfokus pada penyelesaian konflik antara berbagai aspek desain alat dan optimalisasi fungsinya. Pada saat perancangan alat, berbagai kontradiksi yang muncul diuraikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Identifikasi Kontradiksi

| Kontradiksi              | Keterangan   |
|--------------------------|--|
| Kecepatan vs. Presisi    | Peningkatan kecepatan dalam proses pemanasan, vakum, dan pemangkasan dapat mengurangi presisi pemangkasan manual.                |
| Presisi vs. Keterampilan | Meningkatkan presisi pemangkasan manual memerlukan operator yang terampil, yang mungkin sulit ditemukan.                         |
| Efisiensi vs. Biaya      | Meningkatkan efisiensi dalam proses pemanasan, vakum, dan pemangkasan dapat meningkatkan biaya peralatan dan pelatihan operator. |

Tabel 3 menunjukkan berbagai kontradiksi yang ditemui dalam desain alat menggunakan TRIZ. Kontradiksi ini melibatkan trade-off antara kecepatan dan presisi,

keterampilan yang dibutuhkan operator untuk mencapai presisi tinggi, dan biaya yang terkait dengan peningkatan efisiensi.

Tabel 4 Penetapan Prinsip Inventif

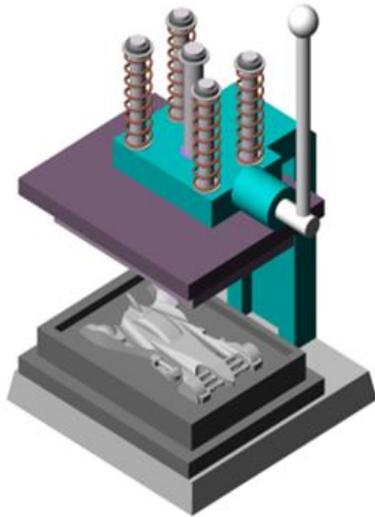
| Kriteria Desain | Meningkatkan Fitur            | Fitur yang Memburuk              | Solusi Umum                               | Spesifikasi  |
|-----------------|-------------------------------|----------------------------------|---|--|
| Kecepatan       | Idealitas, Perpecahan         | Resolusi Kontradiksi, Dinamisasi | Alat pemotong manual dan semi otomatis    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Kecepatan pemotongan tergantung pada keterampilan dan usaha operator.</li> <li>Kemampuan untuk memotong bentuk sederhana dan pola dasar.</li> </ul> |
| Presisi         | Kemampuan beradaptasi, Ringan | Perubahan Sebagian, Bersarang    | Alat pemotong manual dengan pisau presisi | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ketepatan pemotongan bergantung pada ketelitian dan</li> </ul>  |

| <b>Kriteria Desain</b> | <b>Meningkatkan Fitur</b> | <b>Fitur yang Memburuk</b>               | <b>Solusi Umum</b>  | <b>Spesifikasi</b>  |
|------------------------|---------------------------|--|---|---|
|                        |                           |  |   | <p>keterampilan operator.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Terbatasnya kemampuan untuk memotong material yang tipis dan rapuh.</li> </ul>   |
| Efisiensi              | Pembagian, Universalitas  | Resolusi Kontradiksi, Perubahan Sebagian | Alat pemotong manual dengan desain ergonomis                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Efisiensi pemotongan bergantung pada ketahanan fisik operator.</li> <li>• Terbatasnya kapasitas untuk memotong beberapa bagian secara bersamaan.</li> </ul>                            |
| Keamanan               | Ringan, Standardisasi     | Dinamisasi, Bersarang                    | Alat pemotong manual dengan pegangan yang nyaman dan pelindung mata pisau | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Risiko kecelakaan kerja yang lebih tinggi akibat pemotongan secara manual.</li> <li>• Terbatasnya kemampuan untuk melindungi operator dari bahaya bilah pisau dan serpihan.</li> </ul> |
| Biaya                  | Standardisasi, Bersarang  | Idealitas, Dinamisasi                    | Alat pemotong manual dengan konstruksi sederhana dan bahan murah          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menurunkan biaya awal.</li> </ul>  |

Tabel 4 menyajikan prinsip-prinsip inventif yang berasal dari TRIZ dan diterapkan untuk menyelesaikan kontradiksi yang teridentifikasi. Prinsip-prinsip ini menawarkan solusi

inovatif untuk meningkatkan desain alat, seperti meningkatkan presisi, mengurangi waktu, atau meningkatkan efisiensi secara keseluruhan. Berdasarkan prinsip-

prinsip ini, jig tekan fleksibel untuk pemotongan dikembangkan, dirancang untuk mengatasi masalah yang dihadapi dan meningkatkan efisiensi dan akurasi proses. Perancangan virtual dapat dilihat pada Gambar 5.



*Gambar 5 Mesin Pemotong Jig Fleksibel*

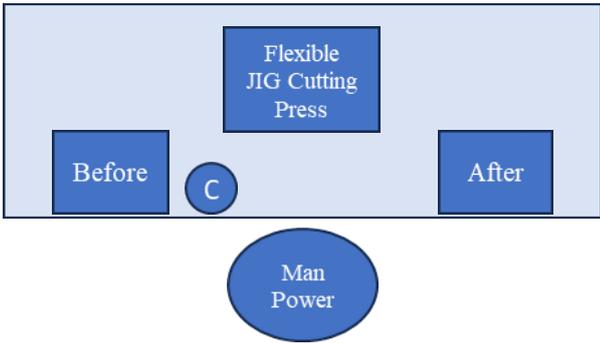
Gambar 5 menunjukkan mesin pemotong jig fleksibel yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi dan presisi pemotongan. Alat ini meminimalkan pergerakan yang tidak perlu dan mengurangi kesalahan manual dengan memastikan stabilitas material. Desainnya yang ergonomis mengurangi kelelahan operator, meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Alat ini menyeimbangkan kecepatan, presisi, dan biaya, sehingga menciptakan alur kerja yang lebih efektif.

## 2.2 Lakukan

Pada tahap Do, pengukuran dilakukan dengan metode pemetaan tangan kanan dan tangan kiri. Pendekatan ini dirancang untuk menganalisis dan mengevaluasi interaksi tangan

operator selama penggunaan alat. Data yang diperoleh dari proses pemetaan ini digunakan sebagai landasan untuk mengembangkan prosedur penggunaan jig fleksibel. Prosedur ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan ergonomis dalam pemanfaatan jig fleksibel. Informasi lebih lengkap mengenai prosedurnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Bagan Tangan Kanan dan Tangan Kiri

| GRAFIK TANGAN KANAN DAN TANGAN KIRI   |   |               |        |    |            |               |  |
|---|---|---------------|--------|----|------------|---------------|--|
| Aktivitas   | Mengoperasikan Mesin Pemotong Jig Fleksibel                                     |               |        |    |            |               |  |
| Lokasi  | Laboratorium Lean Manufacturing Jurusan Teknik Industri Universitas Mercu Buana |               |        |    |            |               |  |
| Nomor Peta.   | -   |               |        |    |            |               |  |
| Tujuan Pemetaan   | Buat Prosedur Pengoperasian Mesin Pemotong Jig Fleksibel                        |               |        |    |            |               |  |
| Dipetakan Oleh  | Irkham Syifaul Qulub  |               |        |    |            |               |  |
| Tanggal Dipetakan   | 31 Juni 2024  |               |        |    |            |               |  |
|  |   |               |        |    |            |               |  |
| Tangan kiri   | Jarak (Cm)  | Waktu (Detik) | Simbol |    | Jarak (Cm) | Waktu (Detik) | Tangan kanan                               |
| Ambil PVC dari Area Sebelum Memotong  | 10  | 2             | G      | G  | 2          | 10            | Ambil PVC dari Area Sebelum Memotong       |
| Pegang PVC  | 5   | 1             | G      | G  | 1          | 5             | Pegang PVC                                 |
| Tempatkan PVC pada Jig  | 15  | 3             | P      | P  | 3          | 15            | Tempatkan PVC pada Jig                     |
| Lepaskan PVC  | 5   | 1             | R      | R  | 1          | 5             | Lepaskan PVC                               |
| Posisikan Tangan pada Lingkaran Pengaman ( C )                                      | 10  | 2             | PS     | P  | 2          | 10            | Posisikan Tangan pada Jig Handle           |
| Posisikan Tangan pada Lingkaran Pengaman ( C )                                      | -   | -             | -      | G  | 1          | 5             | Pegang Gagang Jig                          |
| Posisikan Tangan pada Lingkaran Pengaman ( C )                                      | -   | -             | -      | PJ | 3          | 15            | Tekan Pegangan Jig                         |
| Posisikan Tangan pada Lingkaran Pengaman ( C )                                      | -   | -             | -      | RJ | 2          | 5             | Lepaskan Pegangan Jig                      |
| Ambil Potongan PVC  | 10  | 2             | G      | G  | 2          | 10            | Ambil Potongan PVC                         |
| Pegang PVC  | 2   | 1             | G      | G  | 1          | 2             | Pegang PVC                                 |
| Tempatkan PVC pada Area Setelah Pemotongan  | 15  | 3             | P      | P  | 3          | 15            | Tempatkan PVC pada Area Setelah Pemotongan |
|   |   | <b>15</b>     |        |    | <b>21</b>  |               |  |
| Ringkasan:  |   |               |        |    |            |               |  |
| Waktu Siklus  | 21 Detik  |               |        |    |            |               |  |
| Jumlah Produk Per Siklus  | 21 Detik  |               |        |    |            |               |  |

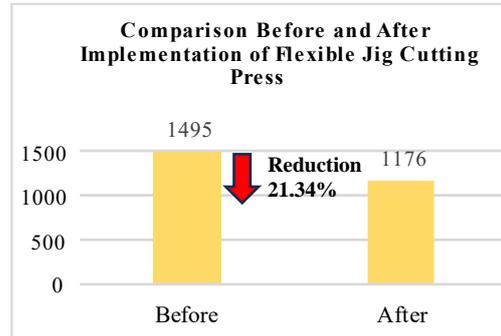
## 2.2 Memeriksa

Pada tahap Check dilakukan evaluasi terhadap pelaksanaan hasil pemetaan sebelah kanan dan kiri, dengan perbandingan waktu siklus ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6 Perbandingan Waktu Siklus

| Nama Stasiun     | Waktu Siklus |             |
|------------------|--------------|-------------|
|                  | Sebelum      | Setelah     |
| Tekan Ban        | 140          | 140         |
| Pemanas          | 330          | 330         |
| Kekosongan       | 150          | 21          |
| Pemangkasan      | 190          |             |
| Perakitan 1      | 100          | 100         |
| Perakitan 2      | 195          | 195         |
| Perakitan 3      | 220          | 220         |
| Perakitan 4      | 75           | 75          |
| Kontrol Kualitas | 75           | 75          |
| Kemasan          | 20           | 20          |
| <b>Total</b>     | <b>1495</b>  | <b>1176</b> |

Tabel 6 mengilustrasikan konsolidasi dua stasiun menjadi satu dengan menghilangkan stasiun vakum dan mengintegrasikannya dengan stasiun pemotongan dengan menerapkan jig-cutting press yang fleksibel. Perubahan ini tidak hanya mengurangi 1 tenaga kerja tetapi juga mengakibatkan penurunan waktu siklus, seperti terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Persentase Perubahan Sebelum dan Sesudah Penerapan Fleksibel Jig

Gambar 6 menampilkan grafik pengurangan waktu siklus setelah penerapan desain jig-cutting press fleksibel berdasarkan pengukuran pemetaan sisi kanan dan kiri. Hasil evaluasi menunjukkan pengurangan waktu siklus dari 1495 detik menjadi 1176 detik, mewakili pengurangan waktu sebesar 21,34%.

## 2.3 Tindakan

Dalam fase Aksi metodologi PDCA, fokus utamanya adalah pada penerapan dan penyesuaian tindakan yang direncanakan untuk memperbaiki proses yang ada. Salah satu tindakan utama yang diambil adalah pembuatan Prosedur Operasi Standar (SOP) penggunaan alat press jig-cutting fleksibel. SOP ini bertujuan untuk memastikan penggunaan alat ini konsisten dan efektif sekaligus meminimalkan risiko kesalahan dan kecelakaan. Seperti terlihat pada Tabel 7.

Tabel 7 SOP Pemotongan JIG Fleksibel

| <p align="center"><b>Prosedur Operasi Standar (SOP) Penggunaan Mesin Pemotong Jig Fleksibel</b></p> <p>Nomor Dokumen : SOP-T-011<br/>                     Revisi: 01<br/>                     Tanggal Berlaku: 4 Agustus 2024<br/>                     Dikeluarkan oleh: Laboratorium Lean Manufacturing, Jurusan Teknik Industri, Universitas Mercu Buana<br/>                     Disetujui oleh: Hendi Herlambang</p>  |  |                    |                     |
|---|--|--------------------|---------------------|
| <p>1. Tujuan<br/>                     Memberikan pedoman operasional yang jelas dan terstandar dalam penggunaan Fleksibel Jig Pemotongan Tekan untuk meningkatkan efisiensi dan presisi pemotongan PVC.</p> <p>2. Ruang Lingkup<br/>                     SOP ini berlaku untuk semua operator yang menggunakan Fleksibel Jig Cutting Press di Laboratorium Lean Manufacturing.</p> <p>3. Prosedur</p> <p>3.1. Persiapan</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pastikan area kerja bersih dan bebas dari penghalang.</li> <li>• Kenakan alat pelindung diri (APD) yang sesuai, seperti sarung tangan dan kacamata pengaman.</li> </ul> <p>3.2. Langkah Operasional<br/>                     Ikuti langkah-langkah operasional terperinci yang diuraikan dalam prosedur.</p> |  |                    |                     |
| <b>TIDAK</b>  | <b>Melangkah</b>                                 | <b>Tangan kiri</b> | <b>Tangan kanan</b> |
| <b>1</b>  | <b>Persiapan Lembaran PVC</b>                    |                    |                     |
|   | Ambil PVC dari area pra-pemotongan               | Tahan PVC          | Tahan PVC           |
|   | Kencangkan PVC dengan kedua tangan               | Tahan PVC          | Tahan PVC           |
| <b>2</b>  | <b>Meletakkan PVC pada Jig</b>                   |                    |                     |
|   | Posisikan PVC pada Jig                           | Tempatkan PVC      | Tempatkan PVC       |
|   | Lepaskan PVC dari genggamannya                   | Lepaskan PVC       | Lepaskan PVC        |
| <b>3</b>  | <b>Posisi Tangan di Lingkaran Keamanan</b>       |                    |                     |
|   | Posisikan tangan di dalam lingkaran aman         | Posisi tangan      | -                   |
| <b>4</b>  | <b>Mengoperasikan Jig Handle</b>                 |                    |                     |
|   | Pegang pegangan Jig dengan tangan kanan          | -                  | Pegangan pegangan   |
|   | Tekan pegangan Jig dengan tangan kanan           | -                  | Tekan pegangan      |
|   | Lepaskan pegangan Jig                            | -                  | Lepaskan pegangan   |
| <b>5</b>  | <b>Mengambil Potongan PVC</b>                    |                    |                     |
|   | Ambil potongan PVC dari Jig                      | Ambil PVC          | Ambil PVC           |
|   | Pegang PVC dengan kedua tangan                   | Tahan PVC          | Tahan PVC           |
| <b>6</b>  | <b>Meletakkan PVC pada Area Pasca Pemotongan</b> |                    |                     |
|   | Tempatkan PVC di area pasca pemotongan           | Tempatkan PVC      | Tempatkan PVC       |
| <p>3.3. Penyelesaian</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pastikan area kerja bersih setelah menggunakan peralatan.</li> <li>• Laporkan segala kerusakan atau masalah pada peralatan kepada pengawas laboratorium.</li> </ul> <p>4. Keamanan</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ikuti prosedur keselamatan yang diuraikan dalam pedoman keselamatan laboratorium.</li> <li>• Keamanan pribadi adalah tanggung jawab pribadi.</li> </ul> <p>5. Tinjauan</p>  |  |                    |                     |

SOP ini akan ditinjau setiap tahun atau setiap kali terdapat perubahan signifikan pada prosedur atau peralatan.

Disiapkan oleh:  
Irkham Syifaul Qulub  
Murid

Disetujui oleh:  
Hendi Herlambang  
Pengajar

### III. Hasil dan Pembahasan

Analisis OPC menunjukkan adanya ketidakseimbangan yang signifikan dalam waktu siklus di stasiun Vacuum dan Trimming, yang mengindikasikan potensi pemborosan waktu dan sumber daya. Penerapan metode pemetaan tangan kanan dan tangan kiri berhasil mengidentifikasi pergerakan yang tidak efisien dan menjadi dasar perancangan alat press jig-cutting yang fleksibel.

Penerapan jig-cutting press yang fleksibel menghasilkan pengurangan waktu siklus yang signifikan sebesar 21,34% (Gambar 6).

Namun penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Ukuran sampel terbatas pada satu jenis mesin, sehingga sulit untuk menggeneralisasi temuan. Selain itu, analisis biaya-manfaat yang komprehensif tidak dilakukan untuk menilai kelayakan ekonomi dari solusi yang diterapkan.

Penelitian ini memberikan kontribusi yang signifikan terhadap industri manufaktur, khususnya dalam upaya meningkatkan efisiensi produksi. Penerapan metodologi PDCA dan analisis proses yang terperinci dapat menjadi titik awal untuk mengidentifikasi area yang perlu ditingkatkan. Selain itu, desain mesin jig-cutting press yang fleksibel dapat menjadi acuan bagi perusahaan lain dalam mengembangkan alat produksi yang lebih efisien.

Penelitian di masa depan dapat fokus pada analisis biaya-manfaat jangka panjang dari penerapan alat press jig-cutting yang fleksibel. Selain itu, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menguji efektivitas solusi ini pada berbagai jenis produk dan mesin.

### IV. Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi produksi di laboratorium lean manufacturing dengan mengidentifikasi dan mengatasi kemacetan di stasiun kerja Vacuum dan Trimming. Melalui penerapan metodologi PDCA dan analisis proses yang mendalam, diketahui bahwa ketidakseimbangan waktu siklus merupakan permasalahan utama. Dengan merancang dan menerapkan jig-cutting press yang fleksibel, dan melalui pengukuran Grafik Tangan Kanan dan Tangan Kiri, waktu siklus berkurang secara signifikan sebesar 21,34%. Hal ini menunjukkan bahwa optimalisasi tata letak kerja dan desain alat dapat menjadi solusi efektif untuk meningkatkan efisiensi produksi.

Meskipun penelitian ini berhasil mencapai tujuannya, masih terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam penelitian selanjutnya. Analisis dan pengujian biaya-manfaat yang komprehensif pada berbagai jenis produk dan mesin dapat memberikan gambaran yang lebih lengkap tentang efektivitas solusi yang

diterapkan. Dengan demikian, penelitian ini membuka peluang penelitian lebih lanjut yang dapat berkontribusi lebih signifikan terhadap pengembangan sistem produksi yang lebih efisien dan efektif.

### Referensi

- [1] M. Javaid, A. Haleem, RP Singh, R. Suman, dan ES Gonzalez, "Memahami adopsi teknologi Industri 4.0 dalam meningkatkan kelestarian lingkungan," *Sustainable Operations and Computers*, vol. 3, 2022, doi : 10.1016/j.susoc.2022.01.008.
- [2] F. Abdoune , L. Ragazzini , M. Nouiri , E. Negri, dan O. Cardin, "Menuju Kembaran Digital untuk manufaktur berkelanjutan: Pendekatan berbasis data untuk pembuatan model perilaku konsumsi energi," *Comput Ind*, vol. 150, 2023, doi : 10.1016/j.compind.2023.103949.
- [3] VV Soares dan HVG Navas, "Model Baru untuk Menciptakan Solusi Inovatif dalam Lingkungan Perbaikan Berkelanjutan," *Jurnal Internasional Inovasi Sistematis*, vol. 7, tidak. 5, 2023, doi : 10.6977/IJoSI.202303\_7(5.0002).
- [4] R. Singh Malik, "TANTANGAN PENDIDIKAN DI ABAD 21 DAN PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN," 2018.
- [5] N. Kumar, S. Shahzeb Hasan, K. Srivastava, R. Akhtar, R. Kumar Yadav, dan VK Choubey, "Teknik lean manufacturing dan implementasinya: Tinjauan," dalam *Materials Today: Proceedings*, 2022. doi : 10.1016/j.matpr.2022.03.481.
- [6] A. Realyvásquez -Vargas, KC Arredondo-Soto, T. Carrillo-Gutiérrez, dan G. Ravelo, "Menerapkan siklus Plan-Do-Check-Act (PDCA) untuk mengurangi cacat pada industri manufaktur. Sebuah studi kasus," *Ilmu Terapan (Swiss)*, vol. 8, tidak. 11, 2018, doi : 10.3390/app8112181.
- [7] WD Permana , I. Bayhaqi , dan C. Handayani , " Perancangan Operation Process Chart Dan Pengukuran Waktu Baku Dengan Metode Stopwatch Time," *Jurnal Teknik Mesin dan Industri ( JuTMI )*, vol. 1, tidak. 1, 2022, doi : 10.55331/jutmi.v1i1.5.
- [8] C. Carpenter, "Studi Mengidentifikasi Tujuh Pemborosan Proyek Pemodelan Reservoir," *Journal of Petroleum Technology*, vol. 74, tidak. 07, 2022, doi : 10.2118/0722-0055-jpt.
- [9] U. Amrina dan MUR Fitrahaj , "Penerapan Pemetaan Aliran Nilai untuk Mengurangi Limbah di Gudang Bahan Baku Vitamin Ternak," *International Journal of Science and Research (IJSR)*, vol. 9, tidak. 3, hlm.1541–1546, 2020.
- [10] S. Qiao, W. Bo Qi, S. Shi Lu, X. Guo, dan X. Bing Pei, "Desain inovatif mekanisme penghentian dan perangkat pengupasan seng yang mengintegrasikan alat TRIZ," *Jurnal Internasional Inovasi Sistematis*, vol. 7, tidak. 8, 2023, doi : 10.6977/IJoSI.202312\_7(8.0001).
- [11] V. Sojka dan P. Lepšik , "Penggunaan triz , dan triz dengan alat lain untuk perbaikan proses: Tinjauan literatur," 2020. doi : 10.28991/esj-2020-01234.

- [12] S. Shahrin , KAAA Rahman, KM Kamarudin, dan RC Me, “Metode UDP-TRIZ sebagai pendekatan desain universal untuk desain produk,” *International Journal of Systematic Innovation* , vol. 7, tidak. 7, 2023, doi : 10.6977/IJoSI.202309\_7(7.0001).
- [13] D. Hadiyatmoko , JUD Hatmoko , dan MA Wibowo, “Analisis Produktivitas Peluncur pada Erektion Girder Menggunakan Metode Time Motion Study,” *Jurnal Teknik Sipil (Iran)* , vol. 9, tidak. 8 Agustus 2023, doi : 10.28991/CEJ-2023-09-08-06.
- [14] A. Rajimate , H. Mirza, S. Kazi, M. Moiz Momin, dan BE Student, “Peningkatan Produktivitas dengan Studi Waktu dan Studi Gerak,” *Jurnal Riset Internasional Teknik dan Teknologi* , vol. 7, tidak. 3 Agustus 2020.
- [15] RL Herlina , “ Analisis Gerakan-Gerakan Kerja Pada Pembuatan Rumah Kunci Dengan Menggunakan Metode Motion Study,” *Ensains Journal* , vol. 2, tidak. 3, 2019.
- [16] AM Andrade, CA Del Río, dan DL Alvear, “Sebuah studi tentang waktu dan gerak untuk meningkatkan efisiensi perusahaan manufaktur sepatu,” *Informacion Teknologi* , jilid. 30, tidak. 3 Tahun 2019, doi : 10.4067/S0718-07642019000300083.
- [17] A. Teguh , “ Standarisasi Lini Produksi Divisi Atas di PT. XYZ,” *Jurnal Tirta* , vol. 7, tidak. 2, 2019.