

LEAN MANUFACTURING: MENURUNKAN WORK IN PROCESS DI CELL PRISMATIC (STUDI KASUS DI PT AEROSPACE INDONESIA)

Wahyu Herdian¹

¹Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Widyatama, Jl Cikutra no.204, Bandung, Indonesia 40124

E-mail: ^{1*}wahyu.herdian@widyatama.ac.id

Keywords:

*Work In Process (WIP)
Lean Manufacturing
Kaizen
THSA (Trimmable Horizontal
Stabilizer Actuator)
Pilot Test*

Abstract

PT Aerospace Indonesia is an aerospace manufacturing company located in Bandung. The main issue faced by the company is the high level of Work in Process (WIP), particularly for components produced in the prismatic cell, which ranks first by accounting for 45% of the total WIP distribution at PT Aerospace Indonesia. The THSA (Trimmable Horizontal Stabilizer Actuator) component also ranks first within the prismatic cell, comprising 21% of the WIP distribution in that area. This study aims to reduce the WIP of the THSA component and analyze the contributing factors to its high WIP levels. The methodology employed involves a lean manufacturing approach using tools such as Production Activity Mapping (PAM), Value Stream Mapping (VSM), and Kaizen. Lean manufacturing was selected as the solution because it is specifically designed to identify and eliminate waste in production processes, including excessive WIP accumulation. A Pilot Test method was used to implement improvement solutions in a limited and controlled area to evaluate their effectiveness, identify potential obstacles, and collect comparative data before and after implementation. The results of the pilot test showed that WIP was successfully reduced from 180 pcs to 55 pcs. This reduction in WIP led to improved smoother material flow.

Kata kunci:

*Work In Process (WIP)
Lean Manufacturing
Kaizen
THSA (Trimmable Horizontal
Stabilizer Actuator)
Pilot Test*

Abstrak

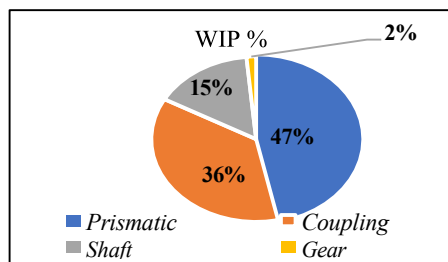
PT Aerospace Indonesia adalah perusahaan manufaktur kedirgantaraan yang berlokasi di Bandung. Permasalahan utama yang dihadapi adalah tingginya tingkat Work in Process (WIP) di lini produksi, terutama untuk komponen yang diproduksi di cell prismatic, yang menempati urutan pertama dengan 45% dari total distribusi WIP di PT Aerospace Indonesia. Komponen THSA (Trimmable Horizontal Stabilizer Actuator) juga menempati urutan pertama dalam cell prismatic, mencakup 21% dari distribusi WIP di area tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi WIP komponen THSA dan menganalisis faktor-faktor yang berkontribusi terhadap tingginya tingkat WIP-nya. Metode yang digunakan melibatkan pendekatan lean manufacturing dengan menggunakan alat bantu seperti Production Activity Mapping (PAM), Value Stream Mapping (VSM), dan Kaizen. Lean manufacturing dipilih sebagai solusi karena dirancang khusus untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan dalam proses produksi, termasuk akumulasi WIP yang berlebihan. Metode pilot test digunakan untuk mengimplementasikan solusi perbaikan di area yang terbatas dan terkendali untuk menilai

efektivitasnya, mengidentifikasi potensi hambatan, dan mengumpulkan data perbandingan sebelum dan sesudah implementasi. Hasil pilot test menunjukkan bahwa WIP berhasil dikurangi dari 180 pcs menjadi 55 pcs. Pengurangan WIP ini menghasilkan peningkatan efisiensi produksi dan kelancaran arus material.

PENDAHULUAN

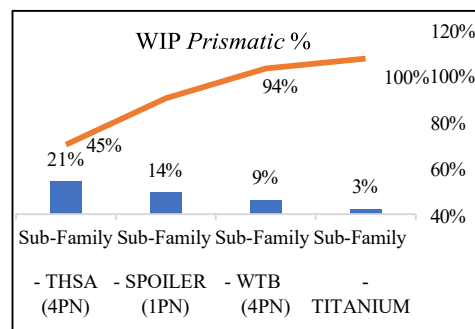
PT *Aerospace* Indonesia adalah sebuah perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur, Kota Bandung, Jawa Barat, Indonesia, khususnya dalam pembuatan komponen-komponen penting bagi industri penerbangan. Salah satu permasalahan utama yang dihadapi perusahaan adalah tingginya angka *Work in Process* (WIP) di beberapa lini produksi.

PT *Aerospace* Indonesia mempunyai 4 cell yaitu *prismatic*, *shaft*, *gear* dan *coupling*. *Cell* adalah merujuk pada unit produksi atau area kerja yang berdiri sendiri dan berfungsi untuk melakukan proses tertentu dalam rangkaian produksi. Berdasarkan data yang dilakukan, di PT *Aerospace* Indonesia Total WIP *cell prismatic* menduduki posisi terbanyak dan menduduki peringkat pertama.



Gambar 1. Pie chart WIP distribusi di PT *Aerospace* Indonesia.

Berdasarkan data sekitar 47% dari total WIP di PT *Aerospace* Indonesia berasal dari *prismatic cell* pada Gambar 1.



Gambar 2. Pareto WIP *prismatic*

Sub-family THSA (*Trimmable Horizontal Stabilizer Actuator*) sebagai peringkat pertama WIP terbanyak di *cell prismatic* pada Gambar 2. Penelitian ini menggunakan metode *lean manufacturing*. *Lean Manufacturing* dipilih karena *lean* secara khusus dirancang untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi pemborosan (*waste*) dalam proses produksi, termasuk

penumpukan WIP. *Tools lean* yang dipakai adalah *Operation Process Chart* (OPC), *Value Stream Mapping* (VSM), *Production Activity Mapping* (PAM) dan *kaizen*. Penelitian ini mengkaji penerapan alat *lean* seperti VSM untuk mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan WIP dalam industri manufaktur logam (Rahmanasari et al., 2021). Teknik manajemen *lean* diimplementasikan menggunakan berbagai instrumen yang efektif (Hariharan, 2022). Pentingnya peran *lean manufacturing* dan *inventory minimization* dalam upaya meningkatkan profitabilitas suatu perusahaan, perusahaan perlu menerapkan praktik *lean manufacturing* sehingga pemborosan pada level operasi dapat dihilangkan (Wirawana & Yunus, 2022). Alat *lean manufacturing* seperti *value stream mapping*, *waste assessment model*, *value stream analysis tools*, *root cause analysis*, *failure mode and effect analysis* untuk mengurangi pemborosan (Aulia D.R et al., 2024). Industri manufaktur menerapkan *lean manufacturing* untuk meningkatkan efisiensi produksi mereka (Bizuneh & Omer, 2024).

Rumusan masalah dalam penelitian ini, yaitu bagaimana WIP (*Work in Process*) pada komponen THSA (*Trimmable Horizontal Stabilizer Actuator*) begitu tinggi dan bagaimana pengurangan WIP dapat mempengaruhi produksi untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Tujuan penelitian ini diharapkan terdiri dari tujuan umum dan tujuan khusus. Tujuan umum adalah meningkatkan efisiensi dan efektivitas operasional secara keseluruhan. Adapun tujuan khususnya adalah menganalisis penyebab utama tingginya angka WIP pada komponen THSA dan merancang pengurangan WIP memperhatikan produksi untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Penelitian ini hanya akan difokuskan pada komponen THSA dan tidak mencakup seluruh lini produksi perusahaan dan analisis hanya akan mencakup proses produksi internal dan tidak mencakup rantai pasok eksternal atau pemasok bahan baku.

METODE

Penelitian dilakukan di PT *Aerospace* Indonesia, khususnya pada *cell prismatic*, di mana proses produksi komponen THSA dilakukan. Fokus pada komponen THSA, termasuk proses *machining*, *detailing*, *assembly* dan *inspection* kualitas. Data mencakup aliran *material*, *lead time*, *cycle time* dan WIP. Analisis retrospektif dari semua dokumen dilakukan, sehingga merekonstruksi garis waktu untuk setiap proses (Franken et al., 2024). Teknik yang dipakai dalam pengumpulan data, sebagai berikut:

1. Observasi langsung yaitu melakukan pengamatan langsung terhadap aliran proses produksi THSA, identifikasi *bottleneck*, dan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah.
2. Analisis Dokumen menggunakan *Operation Process Chart* (OPC), *Production Activity Mapping* (PAM) dan Pemetaan Aliran Nilai (*Value Stream Mapping*).
3. *Kaizen Events* yaitu mengikuti dan mendokumentasikan aktivitas perbaikan.

Dibawah ini menjelaskan tentang *tools* apa saja yang dipakai dalam menganalisa penelitian ini, anantara lain:

1. *Operation Process Chart* (OPC) untuk THSA adalah alat yang digunakan untuk memvisualisasikan setiap langkah operasional dalam produksi THSA.
2. *Production Activity Mapping* (PAM) digunakan sebagai alat untuk menganalisis dan mengoptimalkan aktivitas produksi yang tujuannya untuk mengidentifikasi pemborosan dalam proses dan merancang aliran nilai yang lebih efisien.
3. *Value Stream Mapping* (VSM). Pada konteks produksi THSA di *cell prismatic*. VSM digunakan untuk memetakan waktu siklus produksi, mengidentifikasi titik penumpukan dalam aliran produksi. Dalam VSM ada informasi tentang *takt time*. *Takt time* dalam VSM THSA ini sebagai informasi tentang kecepatan produksi sesuai kebutuhan pelanggan dengan rumus:

$$T = \frac{W}{D} \quad (1)$$

T = *Takt time*

W = waktu kerja yang tersedia

D = permintaan dari pelanggan

4. *Pilot test* adalah tahap pengujian awal untuk mengevaluasi efektivitas penerapan metode *lean manufacturing* dalam upaya mengurangi WIP di lini produksi THSA. Pengujian dilakukan selama 1 minggu dari 17 sampai 24 febuari 2025 dengan langkah-langkah berikut:
 - a. Hari 1, aktifitas yang dilakukan yaitu persiapan dalam arti mengidentifikasi area produksi untuk pengujian dan melatih operator mengenai prosedur baru yang akan diterapkan.
 - b. Hari 2 dan 3, implementasi uji coba yaitu mengaplikasikan perbaikan dalam produksi nyata dan mengumpulkan data terkait WIP, *cycle time*, *lead time*, dan jumlah *inspection* ulang.
 - c. Hari 4 dan 7, aktifitas yang dilakukan evaluasi dan analisis yaitu membandingkan hasil dengan kondisi sebelum perbaikan dan mengidentifikasi kendala dan melakukan penyempurnaan jika diperlukan.

Hasil yang diharapkan dari *pilot test*, antara lain Pengurangan WIP hingga 30-50% di tahap produksi yang diuji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada hasil dan pembahasan ini, akan dijelaskan mengenai *tools lean* yang dipakai. Penelitian ini berfokus pada peninjauan implementasi *lean manufacturing* (Sharma & Kunkel, 2025). *Tools lean* yang dipakai sebagai bahan analisa, antara lain:

1. Operational Process Chart (OPC)

Berikut adalah *Operational Process Chart* (OPC) yang dirancang berdasarkan *flowchart* dan PAM dari proses produksi komponen THSA (*Trimmable Horizontal Stabilizer Actuator*). OPC mencakup tahapan proses, waktu, jenis aktivitas dan deskripsi operasional untuk memberikan panduan kerja yang lebih terperinci, bisa dilihat Tabel 1 kegiatan OPC komponen THSA.

Tabel 1. Kegiatan dalam diagram OPC serta jumlah dan waktunya.

Simbol	Kegiatan	Jumlah	Waktu (detik)
○	Operasi	16	1115,9
◻	Operasi gabungan	0	0
◻	Pemeriksaan	6	165
▽	Penyimpanan	1	0
Total		23	1280,9

Pada Tabel 1. menunjukkan jumlah total waktu proses sebesar 1300,9 menit. Pada OPC memperlihatkan adanya peluang untuk *kaizen* menghapus *workcenter* redundan.

2. Production Activity Mapping (PAM).

PAM mencakup aktivitas yang berhubungan dengan nilai tambah (*value-added*), aktivitas non-nilai tambah (*non-value-added*) dan aktivitas dukungan. PAM ini dirancang untuk mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan untuk mengurangi WIP dan meningkatkan efisiensi.

Tabel 2. *Production Activity Mapping* (PAM) produksi komponen THSA

No.	Tahap Aktivitas	Jenis Aktivitas	Deskripsi	Waktu Proses
1	OP.05: <i>Verify & Issue MTRL</i>	SA	Material dicek dan disiapkan untuk produksi.	4,49
2	OP.15: <i>Part Marking</i>	VA	Penandaan komponen untuk identifikasi.	2
3	OP.40: <i>Milling Stage 1 - V120-8</i>	VA	Proses <i>machining</i> (<i>Milling surface Roughing side-A</i>)	34
4	OP.350: <i>Milling Stage 2 - V120-8</i>	VA	Proses <i>machining</i> (<i>Milling surface Roughing side-B</i>)	34
5	OP.360: <i>Milling Stage 3 - V1208</i>	VA	Proses <i>machining</i> (<i>Milling, drilling, boring side-A</i>)	34
6	OP.670: <i>Milling Stage 4 - V120-8</i>	VA	Proses <i>machining</i> (<i>Milling, drilling, boring side-B</i>)	34
7	OP.680: <i>Milling Stage 5 - V1208</i>	VA	Proses semi <i>finishing machining</i> (<i>Milling dan boring</i>)	34

8	OP.990: <i>Bencheck & CMM</i>	NVA	Pemeriksaan hasil <i>machining</i>	52
---	-----------------------------------	-----	------------------------------------	----

Tabel 2. *Production Activity Mapping* (PAM) produksi komponen THSA

No.	Tahap Aktivitas	Jenis Aktivitas	Deskripsi	Waktu Proses
9	OP.1000: <i>Milling Stage 6 - MC651</i>	VA	Proses <i>finishing machining</i> (<i>Milling, drilling, boring</i>) Side A	39
10	OP.1320: <i>Milling Stage 7 - MC651</i>	VA	Proses <i>finishing machining</i> (<i>Milling, drilling, boring</i>) Side B	39
11	OP.1630: CMM	NVA	Pemeriksaan hasil <i>machining</i>	23
12	OP.1665: <i>Deburring / Detailing</i>	VA	Proses Menghilangkan sisi tajam hasil proses <i>machining</i>	304
13	OP.1850: ECM	VA	Proses pemesinan non - konvensional yang memanfaatkan reaksi elektrokimia	45
14	OP.2130: FPI	VA	Proses pengujian non-destruktif (<i>Non-Destructive Testing, NDT</i>)	45
15	OP.2385: CRA	VA	Proses perlakuan pada material untuk ketahanan terhadap korosi.	147
16	OP.2695: ALC	VA	Proses pelapisan kimia pada permukaan logam	30
17	OP.2950: <i>Inspection</i>	NVA	Proses pemeriksaan pada kelengkapan dokumen	20
18	OP.3190: <i>KITTING</i>	NVA	Proses pembuatan dokumen baru	20
19	OP.3195: <i>ASSY</i>	VA	Proses perakitan 8 komponen ke komponen THSA	290
20	OP.3270: <i>Check Visual</i>	NVA	Proses pemeriksaan pada cek visual	20
21	OP.3500: FI	NVA	Proses pemeriksaan cek semua kelengkapan dokumen, cek visual dan cek dimensi)	25
22	OP.9999: FG	NVA	Proses penarikan dokumen	24

Tabel identifikasi aktivitas adalah untuk mengetahui aktifitas apa saja dalam Tabel 2. Tabel 2 tersebut mengklasifikasikan setiap aktivitas ke dalam kategori distribusi waktu. Distribusi waktu, tabel PAM terdapat informasi tentang ditribusi waktu, antara lain:

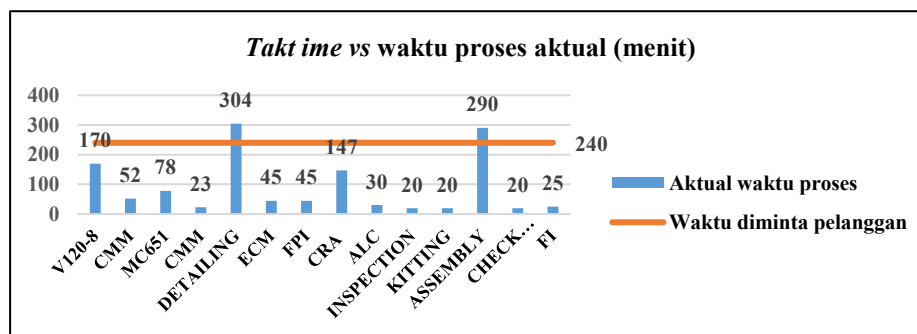
- a. VA (*Value-Added*) adalah sebagian besar waktu dihabiskan untuk aktivitas *machining, detailing* dan *assembly* (misalnya, *Milling Stage V120-8* dan *MC651, detailing* dan *assembly*) menurut data pada *time study* sebanyak 1111 menit. Aktivitas VA seperti *detailing* dan *assembly* juga membutuhkan waktu signifikan 304 menit dan 290 menit, menunjukkan proses ini krusial dalam memberikan nilai tambah pada produk.

- b. NVA (*Non-Value-Added*) adalah aktivitas seperti *inspection* (OP.2950, OP.3270 dan OP.3500) menurut data pada *time study* membutuhkan waktu total sekitar 65 menit. Menandakan ada potensi pengurangan waktu jika *inspection* tidak redudan.
 - c. SA (*Support Activities*) adalah penyiapan *material* menurut data pada *time study* hanya memakan waktu 4,5 menit.
3. *Value Stream Mapping* (VSM) kondisi saat ini (2024)

Value stream mapping (VSM) merupakan alat penting untuk meningkatkan efisiensi operasional di industri manufaktur (Woldemicael et al., 2024). VSM adalah alat yang memungkinkan untuk menghilangkan atau mengurangi pemborosan, yaitu aktivitas yang tidak menciptakan nilai tambah bagi pelanggan (Salwin et al., 2021). Pembuatan peta aliran kondisi sekarang dibutuhkan beberapa data yang didapatkan melalui observasi, pengukuran dan perhitungan. VSM 2024 menginformasikan bahwa wakktu yang tersedia selama 1 bulan yaitu 475 jam/bulan. Dengan *Takt time*-nya sebesar 192 menit/*pcs*. Jadi perhitungan *takt time* menggunakan persamaan (1), yaitu:

$$T = \frac{475}{176} = 3,2 \text{ jam/pcs} = 192 \text{ menit/pcs}$$

Jadi semua waktu proses di semua *workstation* tidak boleh lebih dari 192 menit/*pcs*, akan tetapi menurut data dari PAM dan VSM 2024 ini, ada 2 proses yang melebihi *takt time*, seperti Gambar 3, yaitu:



Gambar 3. Grafik aktual waktu proses di setiap proses THSA

Setiap proses di VSM kondisi saat ini menunjukkan ada 3 proses yang mempunyai jumlah total WIP tinggi yaitu *material*, *inspection* dan *assembly* seperti di Tabel 3.

Tabel 3. Jumlah WIP disetiap proses di VSM kondisi saat ini

Nama Proses	2024 (<i>pcs</i>)
MATRL	13
V120-8	7
CMM	0
MC651	8
CMM	5
<i>Detailing</i>	9
ECM	8
FPI	5
CRA	3
ALC	63

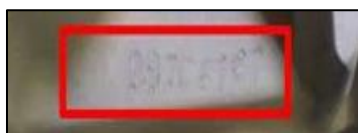
<i>Assembly</i>	54
<i>Inspection</i>	5

Tabel 3. Jumlah WIP disetiap proses di VSM kondisi saat ini

Nama Proses	2024 (<i>pcs</i>)
FG	0
Total	180

Jadi dari uraian diatas bila dikelompokkan menurut proses maka ada 3 proses yang harus dilakukan *kaizen*. Tujuannya mengidentifikasi berbagai muda dan mulai menghilangkannya (D.N. Roopa, 2021). *Kaizen* ini meliputi area proses *material*, proses manual (*detailing* dan *assembly*) dan proses *inspection*. dibawah analisa ketiga *kaizen* sebagai berikut:

- a. *Material*. Mempunyai WIP 13 *pcs* karena WIP tidak bisa langsung digeser ke proses berikutnya, maka analisa *fishbone*nya menemukan hasil penulisan nomor pada komponen THSA tidak terbaca, seperti Gambar 4.



Gambar 4. Nomor tidak terbaca

Pada catatan kualitas sampai dibulan november 2024, ada 5 unit gagal karena penulisan nomor pada komponen THSA tidak terbaca. Diagram *fishbone* menunjukkan bahwa waktu proes tidak sama antara satu proses dengan proses lain karena penomoran memakai manual proses menggunakan tangan sehingga bila salah satu proses mempunyai waktu proses yang tinggi maka secara pasti akan terjadi penumpukan jumlah WIP. Sehingga *kaizen* yang diperlukan yaitu merubah proses penulisan nomor manual atau tangan diganti oleh mesin otomatis penulisan nomor pada proses manual *detailing* dan *assembly*.

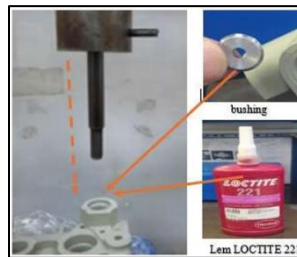
Proses *detailing* dan *assembly* pada komponen THSA adalah salah satu langkah dalam produksi komponen yang berfokus pada pengerjaan dan penyelesaian manual yang tidak bisa dilakukan oleh mesin.

- b. Proses *detailing* dan *assembly* pada komponen THSA adalah salah satu langkah dalam produksi komponen yang berfokus pada pengerjaan dan penyelesaian manual yang tidak bisa dilakukan oleh mesin. Berdasarkan pada *time study*, proses *detailing* tersebut memiliki aktual Waktu proses yang lama yaitu 304 menit adanya proses yang berlebihan yaitu hampir semua dilakukan polishing, seperti Gambar 5.



Gambar 5. Tiga proses *polishing* pada *detailing*

Sedangkan proses *assembly* dengan waktu proses sebesar 290 menit, karena ada salah satu proses yang membutuhkan waktu yang lama yaitu proses pengeleman *bushing* ke salah satu lubang pada komponen THSA yang membutuhkan waktu proses pengeringan selama 3 – 4 jam, proses perakitan menggunakan lem loctite 221, seperti Gambar 6.



Gambar 6. Proses pengeleman *bushing*

- c. Proses *inspection*, pada Tabel 3 yang menunjukkan jumlah WIP yang banyak karena menunggu untuk diproses *inspection*, dari *event fishbone* ditemukan adanya peralatan untuk *inspection* tidak lengkap. Jadi akar penyebabnya adalah tidak adanya pemeliharaan rutin dan kebijakan pengelolaan stok penggantian alat *inspection*. Ada tambahan *kaizen* yang harus dilakukan yaitu adanya proses inpeksi yang berulang, bisa dilihat pada Tabel 2. Tabel 2 PAM menunjukkan ada pemborosan proses inpeksi di OP.2950, OP3190 dan OP3500. Sehingga berdampak aliran komponen THSA jadi lebih panjang dan membutuhkan banyak WIP yang akan menumpuk diketiga proses *inspection*.

4. *Kaizen*

Tujuan penerapan konsep *kaizen* adalah untuk mengidentifikasi dan menghilangkan akar penyebab timbulnya *waste*. *Kaizen* diimplementasikan melalui sistem yang harus bekerja secara terkoordinasi (Sichinsambwe et al., 2023). *Kaizen* diimplementasikan melalui sistem yang harus bekerja secara terkoordinasi *Kaizen* yang direkomendasikan untuk mengatasi permasalahan yang telah diuraikan sebelumnya:

- a. Proses *material*, mempunyai masalah WIP tinggi (13 pcs) karena waktu proses bervariasi dan penulisan nomor tidak terbaca. *Kaizen* yang direkomendasikan adalah mengganti proses manual dengan mesin *marking* otomatis untuk konsistensi dan efisiensi.
- b. Proses *detailing* dan *assembly*, Proses *detailing* mempunyai masalah tentang adanya pemborosan *polishing* yang dianggap aktivitas kosmetik maka *kaizennya* fokus area fungsional dan penerapan SOP. Sedangkan untuk proses *assembly* mempunyai masalah yaitu

proses pengeleman *bushing* memerlukan waktu pengeringan lama (3-4 jam). Jadi *kaizennya* pemilihan lem alternatif menggunakan lem dengan waktu pengeringan lebih cepat

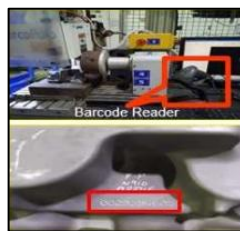
c. Proses *inspection*, pada VSM saat ini ada tabel yang menunjukkan jumlah WIP proses *inspection* mempunyai jumlah WIP tertinggi menunjukkan permasalahan yaitu peralatan untuk pemeriksaan tidak lengkap sehingga inspektor saling pinjam alat pemeriksaan. Ditemukan juga adanya proses inpeksi yang berulang. Hal ini menunjukkan ada pemborosan *inspection* di OP.2950, OP.3190 dan OP.3500. *Kaizen* yang direkomendasikan, yaitu:

- Manajemen peralatan *inspection* artinya membuat sistem inventaris dan pemeliharaan rutin untuk memastikan peralatan *inspection* selalu tersedia.
- Integrasi proses pemeriksaan ke proses utama artinya menghilangkan proses pemeriksaan berulang (OP.2950 dan OP.3190).

5. Pilot Test

Pilot test untuk mengukur efektivitas perbaikan sebelum diterapkan secara penuh. *Pilot test* seringkali merupakan langkah awal dari penelitian eksperimental (Srs et al., 2016). Maka hasil dari mengimplementasi *kaizen* yang sudah dirancang maka didapat sebagai berikut:

a. *Material*, hasil dari *kaizen* di *material* dengan merubah proses penulisan nomor manual atau tangan diganti oleh mesin otomatis, seperti di Gambar 7.



Gambar 7. Mesin *marking* otomatis

- b. Proses *detailing*, hasil dari mengimplementasikan *kaizen* di proses *detailing* hanya bagian sisi tajam saja tidak ada *polishing* memakai amplas, dan pembuatan radius dari prose *detailing* dipindahkan ke operasi ECM. Maka dari semua itu dihasilkan adanya penurunan waktu proses dari yang sebelumnya 304 menit menjadi 139 menit, jadi berhasil menurunkan sebesar 54%.
- c. Proses *assembly*, termasuk kategori pemborosan karena memerlukan waktu yang lama untuk menunggu keringnya lem loctite 221. Maka lem loctite 221 dicampur dengan activator 7471 agar pengeringan lebih cepat. Sehingga adanya penurunan waktu proses dari yang sebelumnya 290 menit menjadi 79 menit, jadi berhasil menurunkan sebesar 73%.
- d. Proses *inspection*, selama dilakukan pengadaan alat *inspection* yang sesuai dengan kebutuhannya sehingga tidak ada waktu terbuang tentang peralatan sehingga ada penurunan waktu proses dari yang sebelumnya 60 menit menjadi 20 menit, jadi berhasil

menurunkan sebesar 67%. Pada proses *pilot test* proses *inspection* di OP.2950 dan OP.3270 dihilangkan. Jadi proses inpeksi hanya fokus pada OP.3500. Setelah aktifitas yang baru ini dilakukan maka WIP yang sebelumnya ada 64 pcs komponen THSA bisa diturunkan menjadi 2 pcs. Jadi dengan adanya penurunan WIP sebesar 60%.

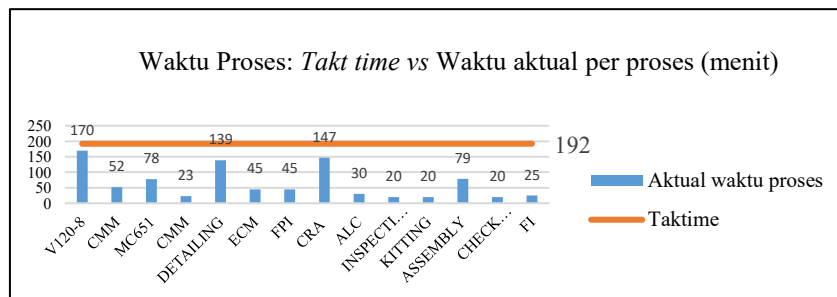
5. VSM masa depan tahun 2025

Setelah dilakukan beberapa *kaizen* pada *pilot test* yang dilakukan *pilot test* selama 1 minggu. Hasil dari *pilot test* dijadikan acuan sebagai VSM masa depan di tahun 2025. Untuk desain VSM masa depan menunjukkan adanya penurunan WIP yang sangat signifikan yaitu dari 180 pcs ke 55 pcs komponen THSA, bisa dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Jumlah WIP disetiap proses pada VSM kondisi 2024 dan 2025

Nama Proses	2024 (pcs)	2025 (pcs)
MATRL	13	4
V120-8	7	10
CMM	0	2
MC651	8	7
CMM	5	2
Detailing	9	2
ECM	8	6
FPI	5	4
CRA	3	8
ALC	63	4
Assembly	54	4
Inspection	5	2
FG	0	0
Total	180	55

Pada VSM 2025 hasil dari *pilot test* juga menunjukkan waktu proses di semua *workstation*, bisa dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik aktual waktu proses di setiap proses THSA pada VSM 2025

Pada Gambar 8 menunjukkan waktu proses pada disemua *workstation* berada dibawah *takttime* (192 menit/pcs), jadi artinya kecepatan produksi makin cepat dan berpengaruh pada WIP yang dibutuhkan hanya sedikit.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan mengenai upaya menurunkan WIP komponen THSA di *cell prismatic*, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penyebab utama tingginya angka WIP pada komponen THSA di *cell prismatic* berdasarkan analisis adalah:
 - a. Proses *material*. *Material* tidak bisa langsung digeser ke proses berikutnya karena proses penulisan nomor komponen masih dilakukan secara manual, menyebabkan kesalahan dan memperlambat aliran *material*.
 - b. Proses manual (*detailing* dan *assembly*). Proses *detailing* memakan waktu lama akibat aktivitas yang tidak diperlukan. Proses *assembly* dalam pengeleman *bushing* lambat.
 - c. Proses *inspection*. WIP tertinggi terjadi di proses *inspection* karena keterbatasan alat *inspection* menyebabkan *bottleneck* dalam proses pemeriksaan. Adanya pemeriksaan yang redundan (OP.2950, OP.3270 dan OP.3500) yang memperpanjang aliran produksi dan meningkatkan jumlah WIP.
2. Semua perbaikan telah dilakukan melalui *kaizen*, termasuk penggunaan mesin otomatis untuk penomoran, penghapusan aktivitas *detailing* yang tidak perlu, penggunaan activator untuk mempercepat proses dan penyederhanaan proses *inspection*.
3. Optimalisasi proses produksi untuk efisiensi lebih tinggi. Beberapa langkah optimalisasi yang telah dilakukan untuk mengurangi WIP meliputi:
 - a. Penyempurnaan proses *material*. Penggunaan mesin otomatis, tujuannya mengurangi kesalahan dan mempercepat aliran produksi. Dampaknya adalah waktu proses turun 31% dan WIP *material* berkurang hingga 71%.
 - b. Penyederhanaan proses manual (*detailing & assembly*). Eliminasi aktivitas *detailing* yang tidak memberikan nilai tambah. Penggunaan activator 7471 pada lem loctite 221 sehingga waktu pengeringan menjadi lebih singkat. Dampaknya waktu *detailing* turun 54% dan waktu *assembly* turun 73% sehingga mempercepat aliran *material*.
 - c. Reduksi WIP di *inspection*. Memastikan alat *inspection* selalu tersedia dan terawat untuk mencegah *bottleneck* dan menghilangkan *inspection* yang redundan di OP.2950 & OP.3270 dengan mengintegrasikan pemeriksaan ke dalam proses utama. Dampaknya waktu *inspection* turun 67% sehingga mengurangi antrian dan tumpukan WIP.
4. Hasil dari *pilot test* selama seminggu dengan menerapkan strategi di atas, produksi komponen THSA dapat mencapai pengurangan WIP dari 180 *pcs* menjadi 55 *pcs*.

Bagi penelitian selanjutnya, agar penelitian selanjutnya dapat lebih menyempurnakan dari studi pengurangan WIP komponen THSA di *cell prismatic*, berikut adalah beberapa saran, antara lain:

- a. Perluasan ruang lingkup penelitian tidak hanya fokus pada satu komponen THSA.

- b. Penggunaan data historis dan *time series* artinya penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan data historis WIP, *lead time* dan *output* selama beberapa bulan atau tahun untuk melihat tren dan mengukur kestabilan jangka panjang.
- c. Pendalaman analisis kuantitatif artinya menggunakan alat statistik lanjutan atau simulasi (misalnya simulasi *arena*, *monte carlo* atau regresi multivariat) untuk mengevaluasi dampak perubahan proses secara lebih akurat.
- d. Studi perbandingan antar metode *lean* artinya penelitian lanjutan bisa membandingkan efektivitas metode *lean* lainnya (seperti *heijunka*, SMED, TPM, atau TOC) dalam konteks pengurangan.
- e. Uji coba jangka panjang artinya *pilot test* disarankan untuk melakukan uji coba dalam jangka waktu lebih panjang (misalnya 1 bulan – 3 bulan) dan memantau stabilitas hasil, identifikasi dampak jangka panjang dan risiko implementasi.

REFERENSI

Aulia D.R, Marlyna Novi, & Mas'idah Eli. (2024). Penerapan Lean Manufacturing Untuk Meningkatkan Efisiensi Pada Proses Produksi Garmen Pt.Xyz. *Jurnal Ilmiah Sultan Agung, September*, 591–609.

Bizuneh, B., & Omer, R. (2024). Lean waste prioritisation and reduction in the apparel industry: application of waste assessment model and value stream mapping. *Cogent Engineering*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/23311916.2024.2341538>

D.N. Roopa, K. P. S. M. S. K. B. R. T. (2021). IRJET - Value Stream Mapping – Demonstration of Lean Tool to Save Cost in a Small Scale Industry. *Irjet*, 8(11), 1636–1639.

Franken, J. C. M., van Dun, D. H., & Wilderom, C. P. M. (2024). Kaizen Event process factors for operational performance improvement: an archival study. *Production Planning and Control*, 36(10), 1315–1329. <https://doi.org/10.1080/09537287.2024.2358402>

Hariharan, S. (2022). Lean Manufacturing Methods for Process Improvement. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 896–900. www.irjet.net

Rahmanasari, D., Sutopo, W., & Rohani, J. M. (2021). Implementation of Lean Manufacturing Process to Reduce Waste: A Case Study. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1096(1), 012006. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1096/1/012006>

Salwin, M., Jacyna-Golda, I., Bańka, M., Varanchuk, D., & Gavina, A. (2021). Using value stream mapping to eliminate waste: A case study of a steel pipe manufacturer. *Energies*, 14(12), 1–19. <https://doi.org/10.3390/en14123527>

Sharma, A. K., & Kunkel, J. (2025). *A Review of Tools and Techniques for Optimization of Workload Mapping and Scheduling in Heterogeneous HPC System*. X, 1–15. <https://doi.org/10.1177/ToBeAssigned>

Sichinsambwe, C., Simasiku, P. L., Sikombe, S., & Nyimbili, H. (2023). Kaizen practices and performance improvement in Zambian manufacturing companies. *Cogent Engineering*, 10(1), 1–26. <https://doi.org/10.1080/23311916.2023.2183590>

Srs, F., Much, S., & The, S. (2016). *Sample size planning for SRS* (pp. 1–15).

Wirawana, H., & Yunus, E. (2022). Pengaruh Praktik Lean Manufacturing Terhadap Profitabilitas Melalui Minimisasi Persediaan di Industri Elektronik dan Otomotif Indonesia. *Jurnal Aplikasi*

Bisnis Dan Manajemen, 8(2), 524–533. <https://doi.org/10.17358/jabm.8.2.524>

Woldemicael, W. W., Berhan, E., Kitaw, D., & Tesfaye, G. (2024). Enhancing operation efficiency of leather manufacturing industry through hybrid of value stream mapping and discrete event simulation. *Cogent Engineering*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/23311916.2024.2375423>