

Penerapan Lean and Green Manufacturing untuk Meminimalkan Waste pada Produksi Sparepart Mesin Industri

Oleh:

Muhammad Salammudin Al Faruq

221020700065

Dosen pembimbing

Indah Apriliana Sari W., ST., MT.

**Dosen Penguji 1 :
Prof. Dr. Hana Catur Wahyuni, ST., MT.**

**Dosen Penguji 2 :
Ir. Tedjo Sukmono, ST., MT.**

Pendahuluan

Proses produksi spare part mesin industri pada objek penelitian masih didominasi oleh aktivitas manual dan bergantung pada keterampilan operator. Kondisi ini menyebabkan aliran proses belum optimal serta memunculkan berbagai pemborosan (*waste*) seperti waktu menunggu, gerakan kerja yang tidak efisien, dan potensi cacat produk.

Selain berdampak pada rendahnya produktivitas, proses produksi yang belum terstruktur juga menyebabkan penggunaan energi dan material yang kurang efisien. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan perbaikan yang sistematis untuk meningkatkan produktivitas sekaligus memastikan proses produksi berjalan lebih efisien dan berkelanjutan melalui penerapan *lean and green manufacturing*.

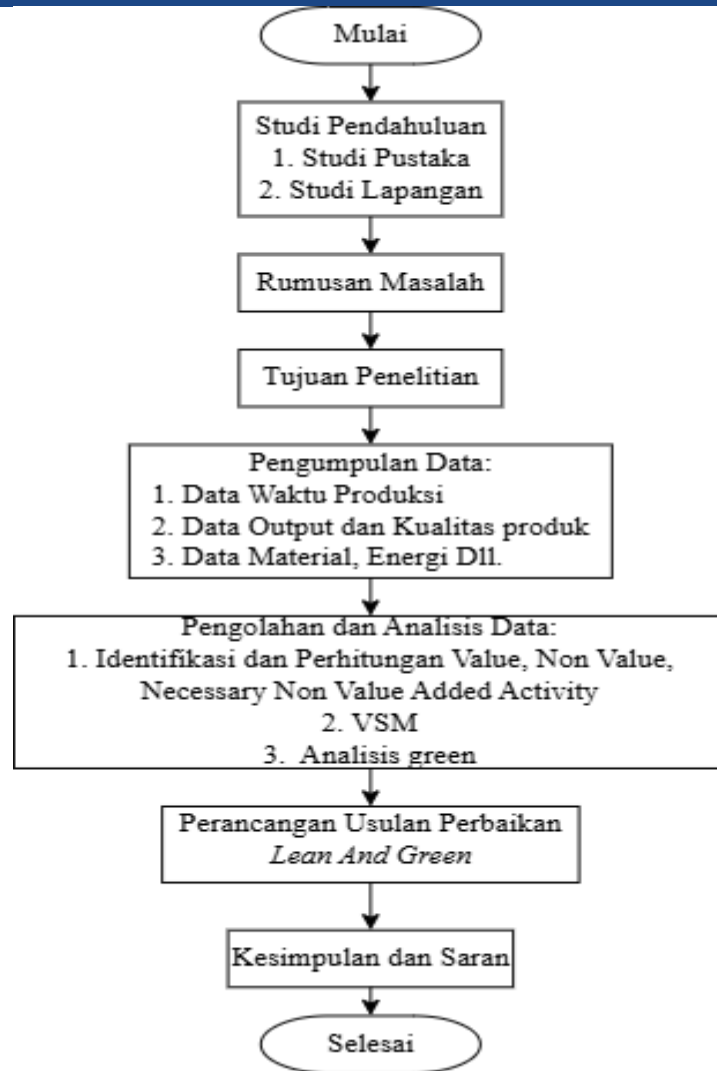
Rumusan Masalah

Bagaimana upaya untuk meningkatkan produktivitas jika menggunakan pendekatan *lean and green manufacturing*?

Tujuan penelitian

1. Mengidentifikasi jenis-jenis *waste* yang terjadi pada proses produksi *spare part* mesin industri di CV Pesona Wijaya Seal Tulangan.
2. Merumuskan usulan perbaikan berbasis *lean and green manufacturing* guna meningkatkan produktivitas, mengidentifikasi *value added* (VA), *non value added* (NVA), serta meminimalkan dampak lingkungan dalam proses produksi.
3. Memberikan rekomendasi peningkatan efisiensi produksi yang dapat diterapkan oleh perusahaan secara berkelanjutan.

Alur dan Metode

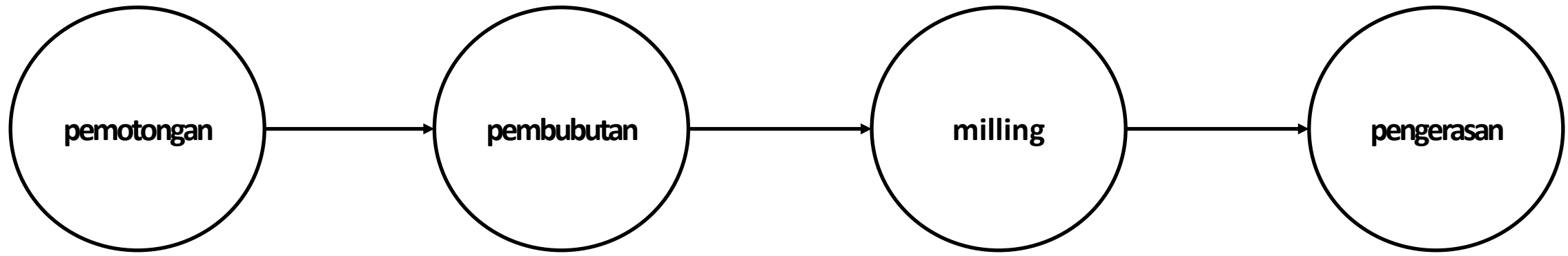


Metode yang Digunakan:

- ***Lean Manufacturing (VSM)***: untuk mengidentifikasi aktivitas value added dan non value added.
- ***Green Manufacturing***: untuk menilai efisiensi energi, material, dan potensi limbah.

Hasil dan Pembahasan

Aliran Fisik Produk



Tujuan proses ini adalah membentuk ukuran awal benda kerja sesuai spesifikasi desain.

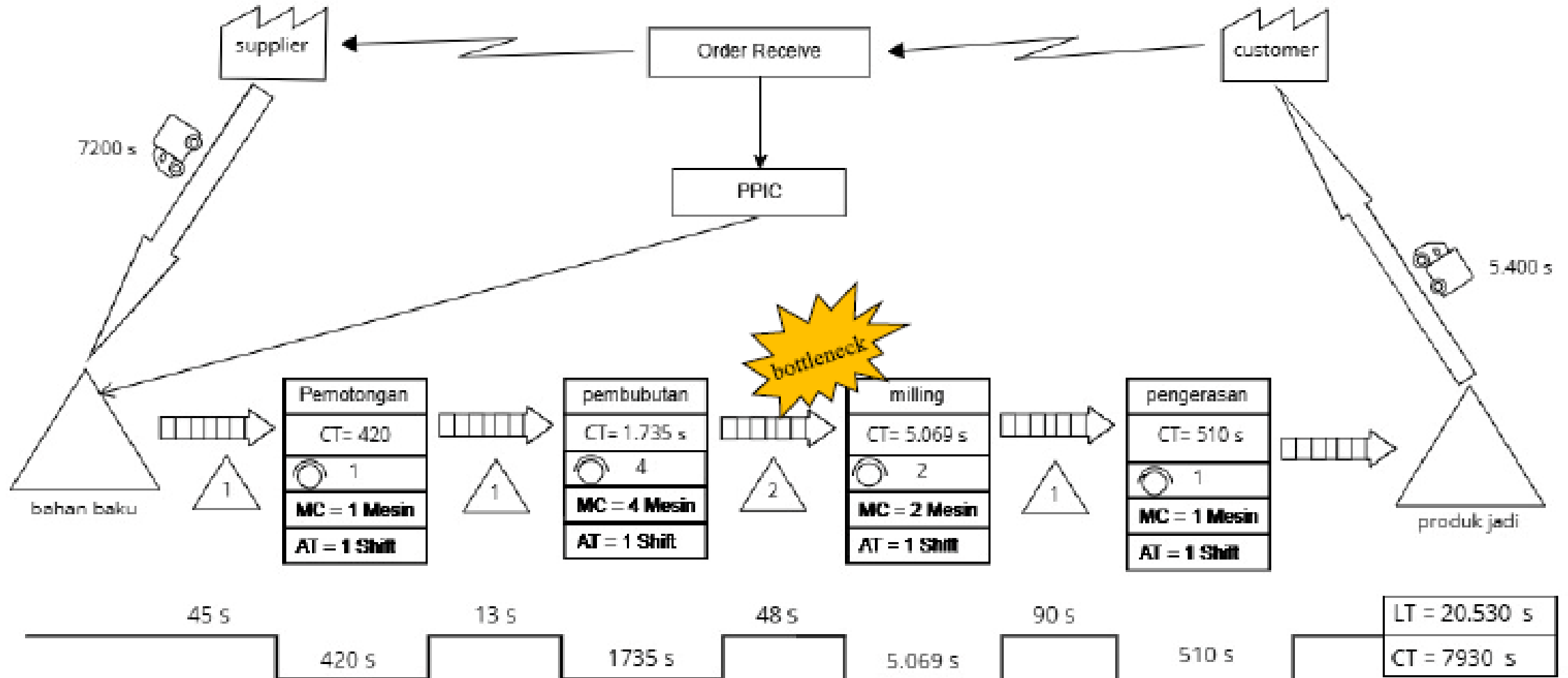
Komponen hasil pemotongan masuk ke proses pembubutan untuk pembentukan dimensi presisi menggunakan mesin bubut.

Pada proses milling, produk mengalami pengerjaan lanjutan untuk membentuk permukaan, alur, atau fitur tertentu.

Produk yang telah melalui milling masuk ke proses pengerasan untuk meningkatkan kekuatan material sesuai standar produk.

Hasil dan Pembahasan

Current State Mapping



Hasil dan Pembahasan

Proses Activity Mapping (PAM)

no	proses	aktivitas	Aktivitas					waktu			CT efektif
			O	T	I	S	D	VA	NVA	NNVA	
1	Pemotongan	Pengambilan bahan dari gudang		T					45		465
2		Pengukuran & penandaan			I					75	
3		Setting mesin potong				S				90	
4		Proses pemotongan	O					210			
5		Pemeriksaan hasil potong			I					45	
6	Pembubutan	Pengambilan material dari stasiun pemotongan		T					13		1748
7		Pemasangan benda kerja				S				131	
8		Setting pahat & parameter				S				185	
9		Pembubutan kasar	O					783			
10		Pembubutan finishing	O					484			
11		Pembersihan serpihan	O							71	
12		Pemeriksaan dimensi			I					83	

Hasil dan Pembahasan

13		Pengambilan dari stasiun pembubutan	T		48			
14		Penjepitan benda kerja		S		426		
15		Setting tool & posisi		S		555		
16	Milling	Proses <i>milling</i> utama	O		2769	5117		
17		<i>Milling</i> finishing	O		898			
18		Pembersihan hasil <i>milling</i>	O		183			
19		Pemeriksaan hasil <i>milling</i>		I	239			
20		Pengambilan dari stasiun milling	T		90			
21		Pembersihan permukaan	O			75		
22	pengerasan	Pemanasan	O		240	600		
23		Pendinginan (<i>quenching</i>)	O		135			
24		Pemeriksaan visual		I			60	
total					5518	195	2218	7930

Hasil dan Pembahasan

Nilai hasil VA, NVA, dan NNVA sebelum dilakukan perbaikan

Kategori	jumlah aktivitas	Total waktu (detik)	Persentase (%)
VA (<i>Value Added</i>)	7	5.518	70%
NNVA (<i>Necessary Non Value Added</i>)	13	2.218	28%
NVA (<i>Non Value Added</i>)	4	195	2%
Total	24	7.930	100%

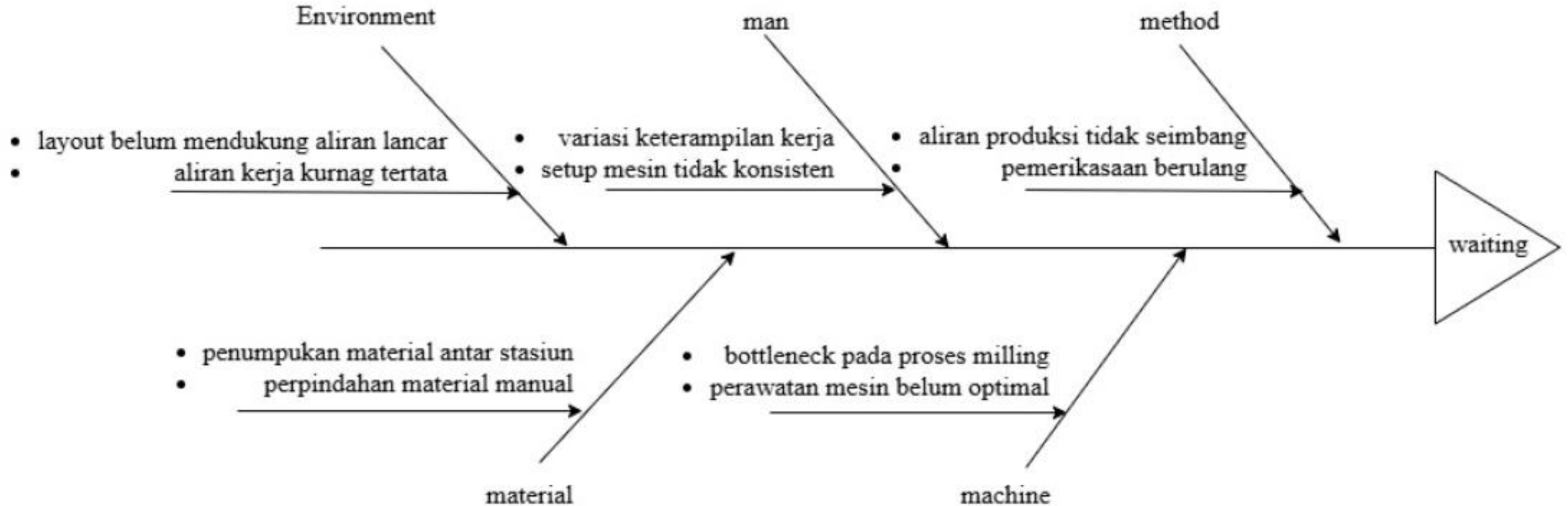
Hasil dan Pembahasan

Identifikasi waste

<i>Lean Waste</i>	<i>Durasi (s)</i>	<i>Persentase</i>	<i>Outcome (dampak operasional)</i>	<i>Green Waste (Dampak Lingkungan)</i>
<i>Waiting</i>	1025	13%	Waktu tunggu akibat antrian proses, setting mesin, dan penyesuaian parameter sebelum pengerjaan	Konsumsi energi listrik mesin saat idle, pemborosan energi tanpa menghasilkan output
<i>transportation</i>	0	0%	-	Tidak ada pemborosan energi atau emisi akibat perpindahan material
<i>Motion</i>	962	12%	Gerakan operator saat penjepitan benda kerja, pengambilan alat, dan penyesuaian posisi kerja	Pemborosan energi manusia dan potensi peningkatan kelelahan kerja
<i>Overprocessing</i>	427	5,4%	Pemeriksaan berulang dan pembersihan hasil proses yang tidak menambah nilai langsung	Penggunaan energi, cairan pembersih, dan material pendukung secara berlebih
<i>Inventory</i>	2	0,03%	Penumpukan material antar proses karena perbedaan waktu pengerjaan tiap stasiun	Penggunaan ruang penyimpanan berlebih, potensi kerusakan material, dan pemborosan energi penyimpanan
<i>overproduction</i>	0	0%	-	Tidak ada pemborosan bahan baku dan energi akibat produksi berlebih
<i>Defect</i>	7	1,29%	Ketidaksesuaian dimensi/kerusakan pada saat pengerjaan	Pemborosan material logam, energi proses ulang, dan peningkatan limbah produksi

Hasil dan Pembahasan

Analisis Permasalahan Menggunakan Fishbone Diagram



Hasil dan Pembahasan

Rekomendasi perbaikan

No	Aspek	Rekomendasi Perbaikan	Dampak Green
1	Metode kerja	- menerapkan <i>line balancing</i> untuk mengurangi ketidakseimbangan produksi dan <i>waiting time</i>. - Kurangi <i>overprocessing</i> (pemeriksaan berulang) dengan sistem <i>quality at source</i> (inspeksi di awal proses).	- Mengurangi energi terbuang akibat proses berhenti/menunggu. - Menghindari penggunaan listrik berulang karena start-stop mesin.
2	mesin	- penambahan mesin agar kapasitas produksi lebih seimbang - Melakukan <i>preventive maintenance</i> untuk menjaga performa mesin tetap optimal. - Menggunakan inverter (VFD) untuk mengatur kecepatan motor sesuai beban kerja.	- Penurunan konsumsi listrik (kWh). - Mengurangi emisi tidak langsung dari penggunaan energi. - Menghindari pemborosan energi saat mesin <i>idle</i>.
3	manusia	Memberikan program pelatihan yang lebih efektif terhadap pekerja baru ataupun pekerja lama. Meningkatkan kesadaran pekerja	Pengurangan energi akibat mesin yang dibiarkan menyala tanpa produksi.

Hasil dan Pembahasan

Rekomendasi perbaikan

- | | | |
|---|---|---|
| | terhadap penghematan energi dan pengelolaan limbah. | • Efisiensi penggunaan sumber daya manusia dan energi. |
| | • Standarisasi prosedur setup mesin (SOP + visual control) untuk menghindari pengulangan setup yang boros energi dan waktu. | |
| 4 | material | • Mengurangi energi dari transportasi berulang. |
| | • Kurangi penumpukan dengan sistem Just In Time (JIT) agar material datang sesuai kebutuhan. | • Menghindari kerusakan material |
| | • Sisa material dapat dikumpulkan dan dipilah untuk kemudian digunakan kembali sebagai bahan baku sekunder (<i>recycle</i>) | |
| 5 | Environment | • Penurunan konsumsi energi transportasi dan fasilitas. |
| | • Perbaiki <i>layout</i> berbasis <i>flow line</i> untuk mengurangi jarak perpindahan material untuk menekan konsumsi energi. | • Proses lebih cepat, waktu operasi lebih singkat dan energi lebih hemat. |
| | • Gunakan jalur material satu arah (<i>one way flow</i>) untuk meminimalkan crossing dan <i>waiting</i> . | |
| | • Optimalkan pencahayaan dan ventilasi alami untuk mengurangi penggunaan energi listrik. | |

Hasil dan Pembahasan

Proses activity mapping perbaikan

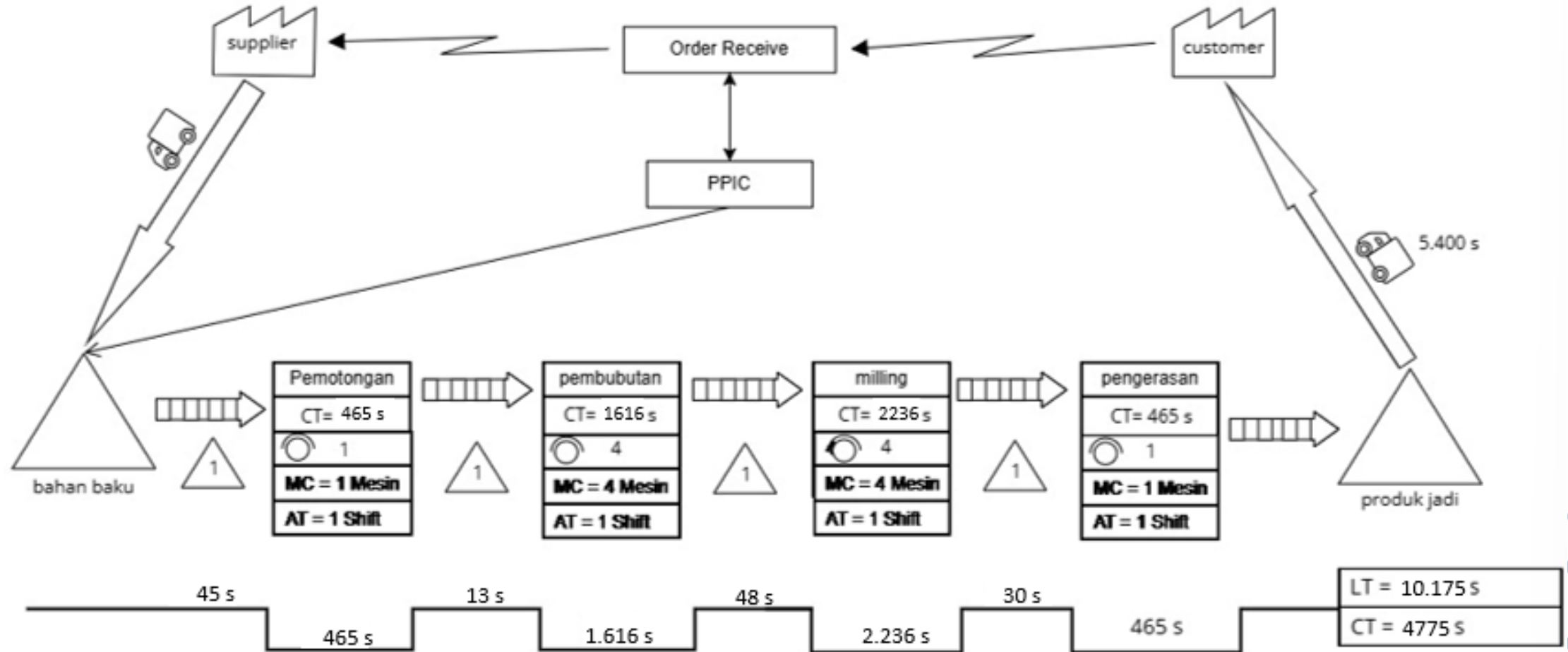
no	proses	aktivitas	Aktivitas						
			O	T	I	S	D	VA	NVA NNVA
1		Pengambilan bahan dari gudang		T					45
2		Pengukuran & penandaan			I				75
3	Pemotongan	Setting mesin potong				S			90 465
4		Proses pemotongan	O					210	
5		Pemeriksaan hasil potong			I				45
6		Pengambilan material dari WIP		T					13
7		Pemasangan benda kerja				S			131
8		Setting pahat & parameter				S			150
9	Pembubutan	Pembubutan kasar	O					783	1616
10		Pembubutan finishing	O					484	
11		Pemeriksaan dimensi			I				56

Hasil dan Pembahasan

12	Pengambilan dari WIP bubut		T		24		
13	Penjepitan benda kerja			S		213	
14	Setting tool & posisi			S		180	
15	Milling Proses milling utama	O			1385		2340
16	Milling finishing	O			449		
17	Pemeriksaan hasil milling			I		90	
18	Pengambilan dari WIP milling		T		30		
19	Pembersihan permukaan	O				30	
20	pengerasan Pemanasan	O			240		465
21	Pendinginan (quenching)	O			135		
22	Pemeriksaan visual			I		30	
total					3685	135	1090
							4910

Hasil dan Pembahasan

Future stream mapping



Hasil dan Pembahasan

Value Added Ratio Future State

<u>Kategori</u>	<u>jumlah aktivitas</u>	<u>Total waktu (detik)</u>	<u>Persentase (%)</u>
VA (<i>Value Added</i>)	7	3.685	75%
NNVA (<i>Necessary <u>Non Value Added</u></i>)	11	1.090	22%
NVA (<i><u>Non Value Added</u></i>)	4	135	3%
Total	22	4.910	100%

Hasil Analisa Perbandingan CSM dan FSM

<u>pengamatan</u>	<u>csm</u>	<u>fsm</u>	<u>presentase</u>
<i>cycle time</i>	7.930	4910	38%
VA (<i>Value Added</i>)	70%	75%	5%
NNVA (<i>Necessary <u>Non Value Added</u></i>)	28%	22%	-6%
NVA (<i><u>Non Value Added</u></i>)	2%	3%	0%

Kesimpulan

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah ditetapkan, penelitian ini berhasil **mengidentifikasi jenis-jenis waste** yang terjadi pada proses produksi *spare part* mesin industri di CV Pesona Wijaya Seal Tulangan menggunakan pendekatan *Lean and Green Manufacturing*. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa *waste* tertinggi adalah *waiting* sebesar 13%, *Waste* tersebut menyebabkan tingginya aktivitas *non value added* serta berdampak pada pemborosan energi, material, dan waktu proses. Penelitian ini juga menghasilkan beberapa usulan perbaikan berbasis *lean and green manufacturing*, melalui penerapan *line balancing*, standarisasi setup mesin, *preventive maintenance*, perbaikan layout aliran produksi, penerapan *quality at source*, serta penggunaan inverter (VFD) untuk meningkatkan efisiensi energi. Setelah implementasi usulan perbaikan dilakukan, diperoleh hasil berupa penurunan *cycle time* dari 7.930 detik menjadi 4.910 detik atau sebesar 38%, peningkatan *value added ratio* dari 70% menjadi 75%, serta berkurangnya aktivitas *waiting* dan *bottleneck* pada proses produksi.

Selain meningkatkan produktivitas dan efisiensi aliran produksi, penerapan konsep *green manufacturing* juga memberikan dampak positif terhadap lingkungan melalui pengurangan konsumsi energi listrik saat mesin idle, penurunan pemborosan material akibat defect dan *overprocessing*, serta optimalisasi penggunaan sumber daya produksi. Dengan demikian, pendekatan *Lean and Green Manufacturing* terbukti mampu meminimalkan *waste* sekaligus meningkatkan produktivitas dan kinerja lingkungan pada proses produksi *spare part* mesin industri di CV Pesona Wijaya Seal Tulangan..

TERIMA KASIH