

Minimasi Waktu Tunggu pada Proses *Disassembly Engine* dengan Pendekatan *Lean Manufacturing* di PT OPQ

Geyska Seviolla^{1*}, Arini Anestesia Purba², Andi Idhil Ismail³, Muqimuddin^{4*}

^{1,2,3,4} Prodi Teknik Industri, Institut Teknologi Kalimantan

Jl. Soekarno-Hatta Km.15, Karang Joang, Balikpapan, Kalimantan Timur, 76127

*Penulis Korespondensi: gegheiskal1@gmail.com, arini.anestesia@lecturer.itk.ac.id

Abstract

Balikpapan is one of the regions in Indonesia that has a remanufacturing business center. PT OPQ is one of the remanufacturing companies with an engine disassembly process that experiences over lead time for 3 years which reaches 2,003 minutes which exceeds the standard for 1,845 minutes due to non-value added activities such as idling, waiting for components, waiting for component files, arranging components, and chatting in the engine disassembly process. This research aims to minimize the time of non-value added activities in the engine disassembly process. This research method uses lean manufacturing with identification stages with process activity mapping, value stream mapping, pareto diagram, and fault tree analysis, as well as providing proposed recommendations. The results showed a decrease in engine disassembly cycle time from 1,874 minutes to 1,615 minutes. Proposed improvements that can be recommended in the form of engine scheduling produce production capacity per month for 1 operator can complete 6 engines, arrange components according to the type of engine components that have been divided for each area, and the application of shortest job first which results in a decrease in lead time between processes which originally reached 1,985 to 1,051 minutes or decreased by 1,900 minutes for the total from before and after improvement.

Keywords: Lead Time, Lean Manufacturing, Waste Waiting

Abstrak

Balikpapan merupakan salah satu daerah di Indonesia yang memiliki pusat bisnis remanufaktur. PT OPQ merupakan salah satu perusahaan remanufaktur dengan proses *disassembly engine* yang mengalami *over lead time* selama 3 tahun yang mencapai 2.003 menit yang melewati standar selama 1.845 menit disebabkan oleh adanya aktivitas *non value added* seperti menganggur, menunggu komponen, menunggu berkas komponen, penyusunan komponen, dan mengobrol pada proses *disassembly engine*. Penelitian ini bertujuan untuk meminimasi waktu aktivitas *non value added* proses *disassembly engine*. Metode penelitian ini menggunakan *lean manufacturing* dengan tahapan identifikasi dengan *process activity mapping*, *value stream mapping*, *pareto diagram*, dan *fault tree analysis*, serta pemberian usulan rekomendasi. Hasil penelitian menunjukkan penurunan waktu siklus *disassembly engine* yang semula selama 1.874 menit menjadi 1.615 menit. Usulan perbaikan yang dapat direkomendasikan berupa penjadwalan *engine* menghasilkan kapasitas produksi per bulan untuk 1 operator dapat menyelesaikan 6 *engine*, melakukan penyusunan komponen sesuai dengan jenis komponen *engine* yang telah terbagi untuk setiap area, serta penerapan *shortest job first* yang menghasilkan penurunan *lead time* antar proses yang semula mencapai 1.985 menjadi 1.051 menit atau menurun sebanyak 1.900 menit untuk total dari sebelum dan sesudah perbaikan.

Kata Kunci: Lead Time, Lean Manufacturing, Waste Waiting

Pendahuluan

Setiap aspek kehidupan manusia harus berubah, berkembang, dan maju dalam era globalisasi yang saat ini sedang kita hadapi. Salah satu ciri khas dari perkembangan globalisasi saat ini adalah tekanan perdagangan yang kompetitif, yang menuntut setiap bisnis untuk meningkatkan keunggulan mereka agar dapat bersaing (Yasin & Lukmandono, 2021). Terdapat berbagai cara bagi suatu perusahaan untuk terus bertahan dalam persaingan, seperti dengan meningkatkan nilai jual dan kualitas produk melalui perbaikan sistem perusahaan serta meningkatkan kemampuan sumber daya manusia yang ada sebagai penunjang utama dalam menghasilkan produk (Komariah, 2022). Persaingan dalam dunia bisnis tidak akan pernah hilang dan akan terus berkembang, yang berarti perusahaan harus terus meningkatkan daya saingnya agar dapat bertahan dan tumbuh serta berkembang (Almahdy et al., 2021).

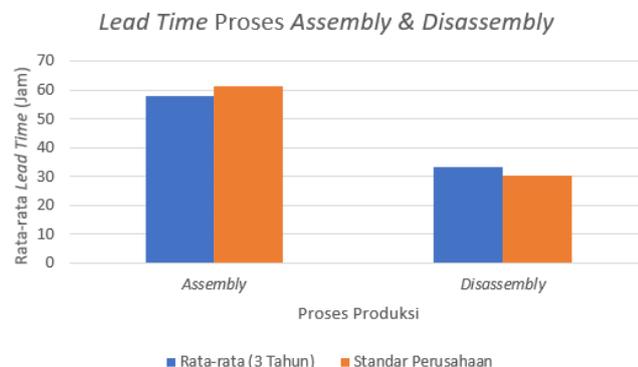
Proses remanufaktur bertujuan untuk mengubah sesuatu yang sudah tidak digunakan menjadi sesuatu yang lebih baik atau barang baru (Tanoto et al., 2021). Remanufaktur adalah suatu proses dimana produk yang telah digunakan diubah menjadi barang “seperti baru” kembali setelah melewati beberapa tahap seperti pembongkaran, pencucian, serta penggantian komponen-komponen yang

diperlukan untuk membuat produk tersebut bisa digunakan kembali (Sutanto & Yuliandra, 2019).

PT OPQ merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang remanufaktur. Proses *disassembly* dan *assembly* dapat mempengaruhi *lead time* dari pengerjaan *engine* yang di remanufaktur. Berikut ini merupakan data rata-rata *lead time* proses *assembly* dan *disassembly engine* tahun 2021-2023 yang dapat dilihat pada gambar 1.

Proses pengerjaan yang melebihi batas *lead time* pada proses *disassembly* ini dapat terjadi dikarenakan adanya waktu tunggu atau *waste waiting* yang terjadi selama proses *disassembly* berlangsung. Proses produksi yang sedang berjalan jika memiliki *waste* dalam penyelesaiannya maka akibatnya adalah *lead time* pengerjaannya semakin lama (Perdana et al., 2021). *Lead time* didefinisikan sebagai waktu rata-rata untuk mengalirnya satu unit produk sepanjang proses, dari awal hingga akhir, termasuk waktu menunggu antara subproses (Kholil & Arifin, 2018).

Pendekatan *lean manufacturing* adalah bagian dari *Toyota Production System (TPS)*. *Toyota Production System* digunakan untuk mengidentifikasi jenis *waste* dan mengurangnya dalam industri manufaktur (Suhardi et al., 2020).



Gambar 1. Rata-rata *Lead Time* Proses *Assembly & Disassembly*

Sumber: Penulis, 2024

Metode *lean manufacturing* adalah upaya untuk meningkatkan kualitas produktivitas yang diperbaiki melalui berbagai metode dan evaluasi rutin (Khoeruddin & Indrasti, 2023). Pemborosan (*waste*) adalah didefinisikan sebagai aktivitas yang tidak menambah nilai pada produk akhir (Abdul, 2018). Manfaat dari *value stream mapping* adalah bahwa itu membantu memperbaiki proses secara keseluruhan dan meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses produk (Haviana & Hernadewita, 2019). *Process activity mapping* adalah sebuah alat yang dapat menghitung produktivitas dan waktu tunggu untuk aliran produk fisik dan informasi di seluruh rantai pasokan. Dengan menggunakan diagram pareto dapat mengidentifikasi masalah yang paling penting untuk menentukan prioritas penyelesaiannya (Oktaviana & Auliandri, 2023). FTA adalah model grafis yang menggambarkan berbagai parallel dan kombinasi kesalahan-kesalahan yang akan menyebabkan peristiwa tidak diinginkan yang sudah didefinisikan sebelumnya terjadi (Muchsinin & Sulistiyowati, 2023).

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Novitasari & Iftadi, 2020) yang menganalisis meminimalisir pemborosan waktu distribusi bahan bakar minyak dengan mengimplementasikan metode *value stream mapping* dan *value stream analysis* memiliki permasalahan adanya *delay* yang memunculkan waktu tunggu, kecacatan, pengerjaan ulang yang menyebabkan bertambahnya waktu produksi yang berlebihan. Penggambaran *future state mapping* sebagai rekomendasi perbaikan setelah mereduksi *waste* yang ada mendapatkan hasil waktu setelah perbaikan selama 510 menit yang sebelumnya memiliki waktu awal selama 590 menit.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Sinurat & Sukanta, 2023) yang menganalisis mengenai pengukuran waktu baku menggunakan metode jam henti untuk menentukan tingkat produktivitas pada operator

pemasangan o-ring dengan pengambilan data sebanyak 30 kali pada tiga elemen gerak. Tujuan dari didapatkannya waktu baku ini adalah untuk menjadi gambaran penggunaan antrian dari pekerja menyelesaikan suatu pekerjaannya dalam keadaan normal tanpa dipercepat maupun diperlambat dengan menambah kondisi kelonggaran-kelonggaran pribadi serta tidak dapat dihindari. Hasil yang didapatkan adalah elemen gerak A sebesar 65,125 detik, gerak B sebesar 463,84 detik, dan gerak C sebesar 59,66 detik.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Giari Ayunintya Pratiwi & Nugraha, 2023) yang menganalisis *waste* pada produksi sosis ayam untuk meningkatkan produktivitas dengan metode *value stream mapping*. Tujuan dari metode ini adalah untuk memberikan usulan perbaikan pada proses produksi sosis ayam yang memiliki pemborosan pada prosesnya. Hasil yang didapatkan adalah terdapat lima stasiun kerja yang mengalami pemborosan, yaitu pada stasiun *screening, preparation mixing & stuffing, link cutting*, dan pengemasan *multipack*. Dari hasil perbaikan yang dilakukan didapatkan waktu usulan sebesar 18.48 jam yang sebelumnya sebesar 20.66 jam atau setara dengan 1,72% selisih pengurangannya.

Permasalahan mengenai adanya *waste* yang ada pada proses produksi di PT OPQ memerlukan suatu metode untuk menyelesaikannya. Metode yang dapat digunakan dalam mengidentifikasi dan meminimasi waktu tunggu pada PT OPQ adalah dengan *lean manufacturing*. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk menganalisis faktor penyebab *waste waiting* pada proses *disassembly engine* komatsu di PT OPQ. Mengurangi pemborosan adalah komponen utama dari konsep manufaktur *lean* (Sunardi & Suef, 2019).

Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan dimulai dari perhitungan waktu baku yang mencakup pengujian keseragaman dan kecukupan, kemudian

mengidentifikasi aktivitas VA, NVA, dan NNVA, penggambaran kondisi saat ini menggunakan *current state mapping*, identifikasi aktivitas NVA dengan pareto diagram, menentukan akar penyebab masalah dengan *fault tree analysis*, dan penggambaran kondisi masa depan dengan *future state mapping* setelah diberikan usulah rekomendasi perbaikan.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil perhitungan dari kondisi bekerja yang telah diamati, nilai *performance rating* dalam keadaan wajar memiliki nilai $p = 1$ dikurangi dengan beberapa faktor yang telah diamati dari kondisi pekerja yang memiliki nilai = 0.1. Maka $P = 1 - 0.1 = 0.9$.

Berdasarkan pengamatan langsung yang telah dilakukan, maka *allowance* dari proses *disassembly engine* komatsu

berdasarkan masing-masing kategori memiliki nilai = $6 + 1 + 1 + 6 + 1 + 0 + 2 = 17\% + 2,5\% = 19,5\%$. Nilai *performance rating & allowance* yang didapatkan telah melalui proses pertimbangan bersama pada saat melakukan pengamatan secara langsung dengan kondisi aktual pada proses *disassembly engine* komatsu dan kemampuan operator yang diamati.

Berdasarkan perhitungan waktu baku pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa data telah seragam karena tidak melewati Batas Kendali Atas (BKA) dan Batas Kendali Bawah (BKB) dan data telah cukup karena $N' < N$, sehingga didapatkan beberapa komponen atau kegiatan ada yang melewati standar pengerjaan dan ada yang tidak melewati standar pengerjaan.

Tabel 1. Rekapitulasi Perhitungan Waktu Baku Komponen *Engine* Komatsu

No	Komponen	Waktu	Waktu	Waktu Baku (Menit)	Uji Keseragaman		Uji Kecukupan	
		Siklus (Menit)	Normal (Menit)		BKA	BKB	N	N'
1	<i>Drain Oil</i>	39	35.1	41.94	42	36	5	2.1
2	<i>Receiving & Inspection</i>	141.8	127.62	152.50	146	138	5	0.23
3	<i>Fuel System Group</i>	149.4	134.46	160.67	157	142	5	0.87
4	<i>Cylinder Head Group</i>	135.8	122.22	146.05	146	126	5	1.81
5	<i>Electrical System Group</i>	85.4	76.86	91.84	93	78	5	2.59
6	<i>Cooling System Group</i>	56.4	50.76	60.65	62	51	5	2.93
7	<i>Oil Pan</i>	19.2	17.28	20.64	21	18	5	2.43
8	<i>Fly Wheel Group</i>	50.2	45.18	53.99	56	44	5	4.16
9	<i>Engine & Related Parts</i>	389.8	350.82	419.29	437	343	5	4.67
10	<i>Water Pump</i>	50.6	45.54	54.42	56	45	5	3.64
11	<i>FIP Drive & Air Compressor</i>	56.4	50.76	60.65	63	50	5	4.54
12	<i>Measurement</i>	156.8	141.12	168.63	170	143	5	2.37
13	<i>Starting Motor</i>	103.4	93.06	111.20	115	92	5	4.22
14	<i>Alternator</i>	106.6	95.94	114.64	113	100	5	1.21
15	<i>Washing Component</i>	198	178.2	212.94	216	180	5	2.75

Hal ini dapat dilihat perbandingannya dengan rata-rata waktu siklus aktual yang pada awalnya terdapat 9 dari 15 komponen atau kegiatan yang melewati batas standar namun setelah dilakukan perhitungan menjadi 11 dari 15 komponen atau kegiatan yang melewati batas standar.

Tabel 2. Rekapitulasi Rincian Waktu *Process Activity Mapping*

Rincian Waktu (Menit)	Waktu (Menit)
Total Waktu VA	1.476
Total Waktu NVA	303
Total Waktu NNVA	95
Total Waktu	1.874

Berdasarkan klasifikasi waktu aktivitas yang ada pada Tabel 2, menunjukkan bahwa 1 siklus waktu standar yang dibutuhkan untuk menyelesaikan 1 *engine* komatsu setara dengan 1.440 menit, sedangkan 1 siklus waktu baku yang telah dihitung menunjukkan bahwa untuk menyelesaikan 1 *engine* komatsu setara dengan 1.870 menit. Waktu yang tertera pada rekapitulasi diatas memiliki penambahan waktu sebanyak 4 menit dikarenakan pembulatan waktu pada perhitungan waktu baku pada saat perincian waktu aktivitas di *process activity mapping*. Total aktivitas pada komponen atau kegiatan proses

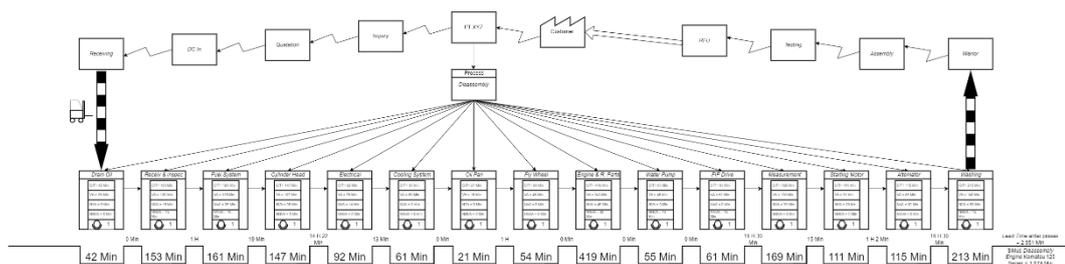
disassembly engine komatsu terdiri dari 108 aktivitas yang terbagi menjadi aktivitas *value added* sebanyak 72 aktivitas, aktivitas *non value added* sebanyak 27 aktivitas, dan aktivitas *necessary non value added* sebanyak 9 aktivitas.

Pemetaan Proses Saat Ini

Berdasarkan *current state mapping* pada Gambar 2 yang didapatkan, waktu *lead time* antar proses selama 2.951 menit, sedangkan untuk 1 siklus pengerjaan *disassembly engine* komatsu yang menempuh waktu selama 1.874 menit. Aktivitas *non value added* yang terdapat dalam proses *disassembly engine* komatsu ini terdiri dari beberapa aktivitas yang memiliki waktunya masing-masing.

Identifikasi aktivitas NVA

Berdasarkan rincian waktu pada Tabel 3 jenis aktivitas *non value added* didapatkan total waktu *non value added* sebesar 303 menit yang terbagi menjadi 9 jenis aktivitas *non value added* yang memiliki masing-masing waktu. Berdasarkan % kumulatif yang didapatkan berikut ini merupakan visualisasi *pareto diagram* untuk melihat jenis aktivitas mana saja yang termasuk dari 80% penyebab masalah pada proses *disassembly engine* komatsu adalah sebagai berikut:



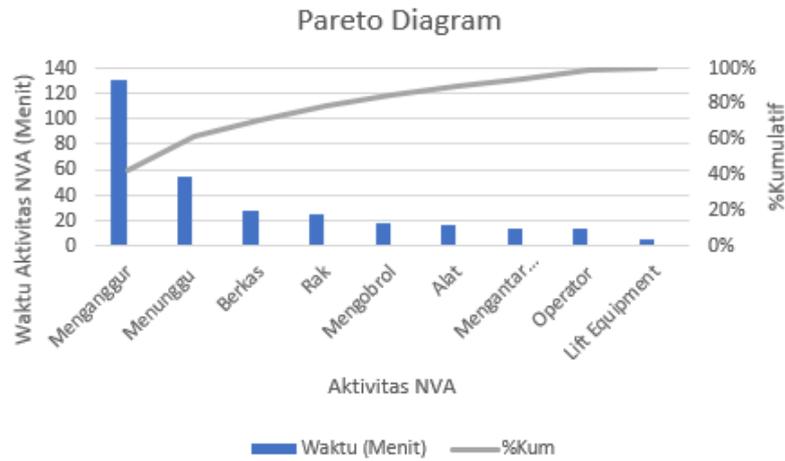
Gambar 2. *Current State Mapping*

Sumber: Penulis, 2024

Tabel 3. Rekapitulasi Rincian Waktu *Non Value Added*

Aktivitas (Menit)	Waktu (Menit)	%	% Kumulatif
Mengganggu	130	43%	43%
Menunggu Komponen	55	18%	61%
Berkas Komponen	28	9%	70%
Penyusunan Komponen	25	8%	79%
Mengobrol	18	6%	84%

Alat	16	5%	90%
Mengantar Komponen	13	4%	94%
Operator	13	4%	98%
Lift Equipment	5	2%	100%



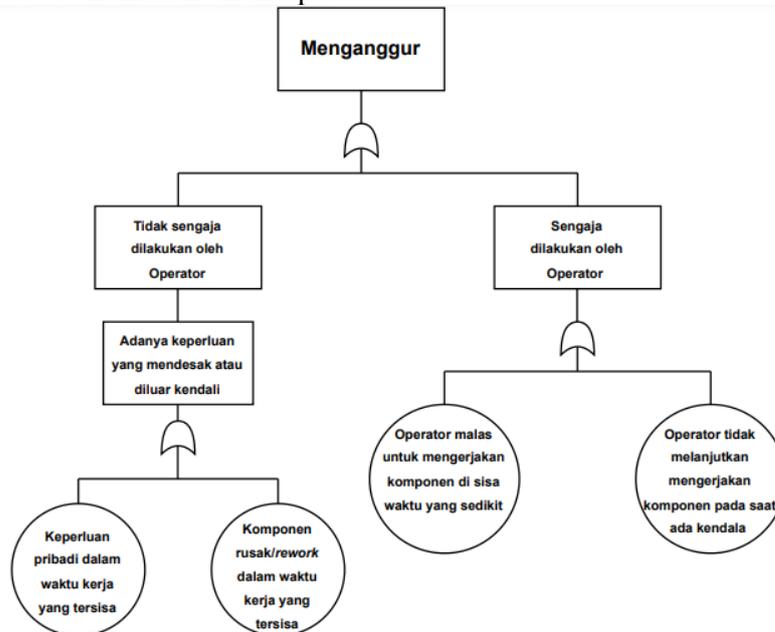
Gambar 3. Pareto Diagram

Sumber: Penulis, 2024

Berdasarkan *pareto diagram* pada Gambar 3 didapatkan 5 jenis aktivitas *non value added* yang memiliki pengaruh terbesar pada lamanya proses *disassembly engine* komatsu yang memiliki total % kumulatif mencapai

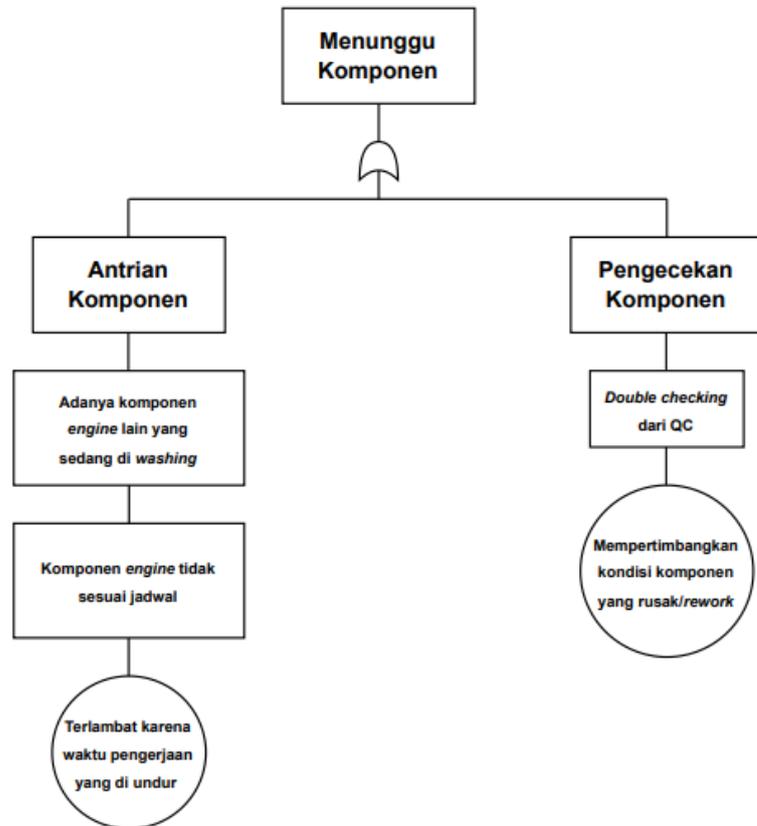
84%. Jenis aktivitas tersebut terdiri dari mengganggu, menunggu komponen, berkas komponen, penyusunan komponen, dan mengobrol.

Identifikasi Akar Masalah



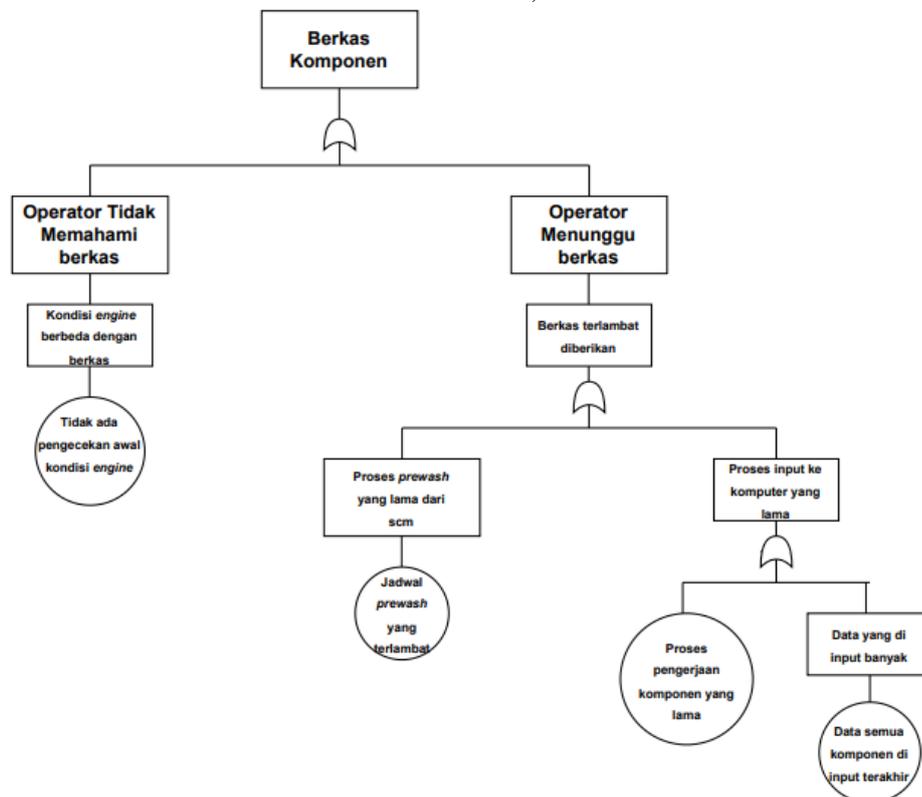
Gambar 4. Fault Tree Analysis Aktivitas Mengganggu

Sumber: Penulis, 2024



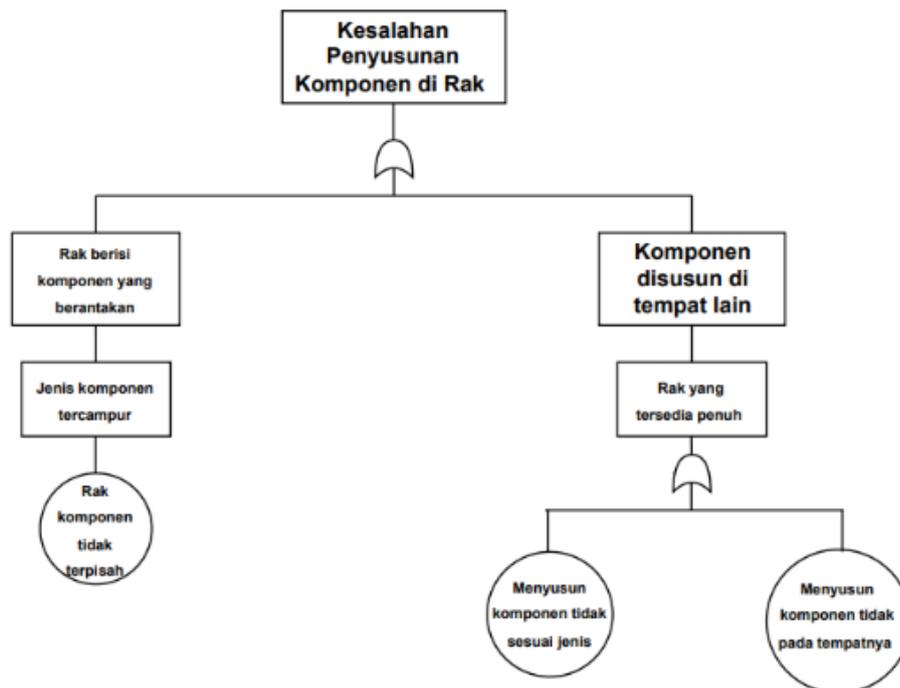
Gambar 5. Fault Tree Analysis Aktivitas Menunggu Komponen

Sumber: Penulis, 2024

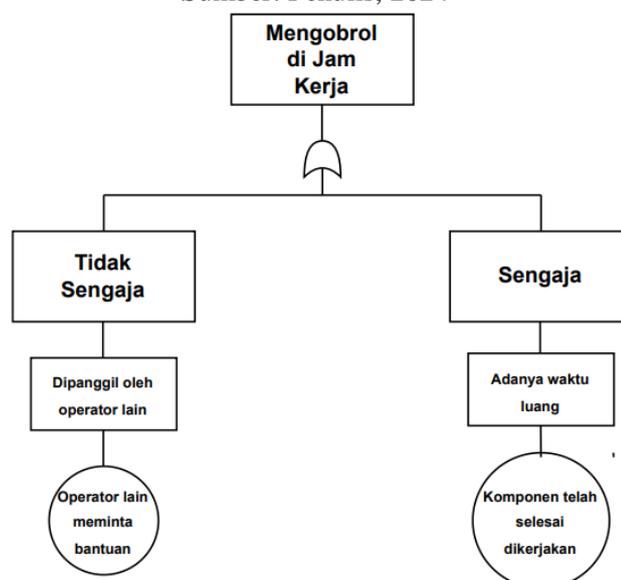


Gambar 6. Fault Tree Analysis Aktivitas Berkas Komponen

Sumber: Penulis, 2024



Gambar 7. Fault Tree Analysis Aktivitas Penyusunan Komponen
 Sumber: Penulis, 2024



Gambar 8. Fault Tree Analysis Aktivitas Mengobrol
 Sumber: Penulis, 2024

Tabel 4. Usulan Rekomendasi Penjadwalan Engine Komatsu

No.	Periode	Kapasitas Produksi (Sebelum)	Jam Kerja	Hari Kerja	Waktu Tempuh (Menit)	Produksi per bulan (Sesudah)
1.	Juli 2024	5 engine	7 Jam 30 Menit	23	10.350	6 engine
2.	Agustus 2024	5 engine	7 Jam 30 Menit	22	9.900	6 engine

3.	September 2024	5 engine	7 Jam 30 Menit	21	9.450	6 engine
4.	Oktober 2024	5 engine	7 Jam 30 Menit	23	10.350	6 engine
5.	November 2024	5 engine	7 Jam 30 Menit	21	9.450	6 engine
6.	Desember 2024	5 engine	7 Jam 30 Menit	20	9.000	6 engine

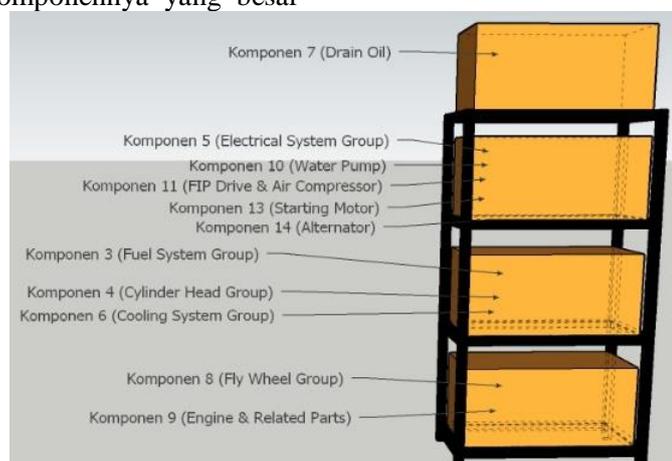
Berdasarkan *fault tree analysis* pada Gambar 4-8 didapatkan masing-masing akar permasalahan dari setiap aktivitas *non value added* yang ada pada proses *disassembly engine*. Akar

Usulan Rekomendasi Perbaikan

Berdasarkan usulan penjadwalan *engine* komatsu pada Tabel 4 selama 6 bulan kedepan, dapat dilihat jika 1 operator diberikan kapasitas menyelesaikan 5 *engine* dalam sebulan dengan jam kerja selama 7 jam 30 menit dan asumsi tidak ada lembur di hari Sabtu dan Minggu, maka dalam sebulan 1 operator dapat menyelesaikan 6 *engine* dengan rata-rata waktu penyelesaian 1 siklus *engine* selama 1.615 menit tanpa diluar hal-hal tak terduga yang dapat menghambat proses *disassembly engine* komatsu.

Berdasarkan usulan rekomendasi penyusunan komponen pada Gambar 9 diletakkan sesuai dengan jenis komponen *engine* komatsu yaitu pada rak tingkat paling atas di isi dengan komponen 7 (*Oil Pan*) karena komponennya yang besar

permasalahan ada pada *basic event* yang berbentuk lingkaran pada ujung *fault tree analysis* yang kemudian akan diselesaikan sesuai dengan usulan rekomendasi perbaikan yang diusulkan. dan tidak terlalu berat sehingga diletakkan pada rak paling atas karena memenuhi rak paling atas, pada rak tingkat kedua di isi dengan komponen 5 (*Electrical System Group*), komponen 10 (*Water Pump*), komponen 11 (*FIP Drive & Air Compressor*), komponen 13 (*Starting Motor*), dan komponen 14 (*Alternator*) karena komponennya akan diletakkan ke area sub 1 2 dan sub 3, kemudian pada rak tingkat ketiga di isi dengan komponen 3 (*Fuel System Group*), komponen 4 (*Cylinder Head Group*) dan komponen 6 (*Cooling System Group*) karena komponennya lebih kecil dan ringan serta penempatannya pada area *main disassembly*, serta pada tingkat terakhir di isi dengan komponen 8 (*Fly Wheel Group*), dan komponen 9 (*Engine & Related Parts*) karena komponennya berat dan memenuhi rak paling bawah.



Gambar 9. Usulan Rekomendasi Penyusunan Komponen
Sumber: Penulis, 2024

Tabel 5. Usulan Rekomendasi *Shortest Job First*

Komponen atau Aktivitas Sebelum Penyusunan	Waktu (Menit)	Komponen atau Aktivitas Sebelum dan Sesudah		Komponen atau Aktivitas Sebelum Penyusunan	Waktu (Menit)
		Sebelum	Sesudah		
<i>Drain Oil</i>	39	-	<i>Oil Pan</i>	<i>Drain Oil</i>	39
<i>Receiving & Inspection</i>	135	<i>Drain Oil</i>	<i>Receiving & Inspection</i>	<i>Oil Pan</i>	15
<i>Fuel System Group</i>	148	<i>Oil Pan</i>	<i>Electrical System Group</i>	<i>Receiving & Inspection</i>	135
<i>Cylinder Head Group</i>	126	<i>Receiving & Inspection</i>	<i>Fuel System Group</i>	<i>Electrical System Group</i>	84
<i>Electrical System Group</i>	84	<i>Electrical System Group</i>	<i>Cooling System Group</i>	<i>Fuel System Group</i>	148
<i>Cooling System Group</i>	58	<i>Fuel System Group</i>	<i>Cylinder Head Group</i>	<i>Cooling System Group</i>	58
<i>Oil Pan</i>	15	<i>Cooling System Group</i>	<i>Fuel System Group</i>	<i>Cylinder Head Group</i>	126
<i>Fly Wheel Group</i>	46	<i>Cylinder Head Group</i>	<i>Engine & Related Parts</i>	<i>Fly Wheel Group</i>	46
<i>Engine & Related Parts</i>	379	<i>Fly Wheel Group</i>	<i>Water Pump</i>	<i>Engine & Related Parts</i>	379
<i>Water Pump</i>	55	<i>Engine & Related Parts</i>	<i>FIP Drive & Air Compressor</i>	<i>Water Pump</i>	55
<i>FIP Drive & Air Compressor</i>	61	<i>Water Pump</i>	<i>Measurement</i>	<i>FIP Drive & Air Compressor</i>	61
<i>Measurement</i>	130	<i>FIP Drive & Air Compressor</i>	<i>Alternator</i>	<i>Measurement</i>	130
<i>Starting Motor</i>	91	<i>Measurement</i>	<i>Starting Motor</i>	<i>Starting Motor</i>	91
<i>Alternator</i>	85	<i>Alternator</i>	<i>Washing Component</i>	<i>Alternator</i>	85
<i>Washing Component</i>	163	<i>Starting Motor</i>	-	<i>Washing Component</i>	163

Tabel 6. Rekapitulasi Rincian Waktu *Process Activity Mapping* Setelah Perbaikan

Rincian Waktu (Menit)	Waktu (Menit)
Total Waktu VA	1.476
Total Waktu NVA	44
Total Waktu NNVA	95
Total Waktu	1.615

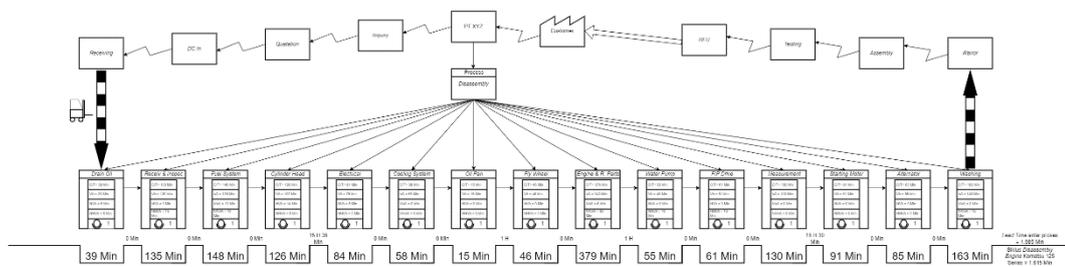
Berdasarkan usulan rekomendasi *shortest job first* pada Tabel 5 didapatkan perbedaan waktu antar komponen atau kegiatan sebelum dan sesudah dilakukannya *shortest job first* sesuai dengan penyusunan komponen atau kegiatan sebelum dan sesudah komponen atau kegiatan lainnya. Waktu antar komponen sesudah dilakukannya

shortest job first memiliki waktu yang semakin kecil, karena waktu peralihan hari termasuk dalam waktu pengerjaan komponen bukan waktu antar komponen. Oleh sebab itu hasil waktu dari *shortest job first* ini digunakan sebagai tetapan waktu akhir untuk melihat waktu siklus dan *lead time* antar proses dari *disassembly engine* komatsu.

Berdasarkan klasifikasi waktu aktivitas pada Tabel 6, komponen atau kegiatan pada proses *disassembly engine* komatsu setelah perbaikan menunjukkan bahwa 1 siklus waktu standar atau *lead time* yang dibutuhkan waktu untuk menyelesaikan 1 *engine* komatsu setara dengan 1.440 menit, sedangkan 1 siklus waktu baku yang telah dihitung dan diselesaikan permasalahannya menunjukkan bahwa untuk menyelesaikan 1 *engine* komatsu 125 series setara dengan 1.615 menit yang sebelum dilakukan minimasi aktivitas *non value added* setara dengan 1.874 menit. Waktu tunggu yang dapat diminimasi adalah 256 menit, namun ditambah waktu 3 menit sebagai pembulatan waktu pada *process activity mapping* sebelumnya maka penurunan waktu siklus nya setara 259 menit. Total aktivitas pada komponen atau kegiatan proses *disassembly engine* komatsu sebelum dilakukan minimasi terdiri dari 108 aktivitas yang terbagi menjadi aktivitas *value added* sebanyak 72 aktivitas, aktivitas *non value added* sebanyak 27 aktivitas, dan aktivitas *necessary non value added* sebanyak 9 aktivitas, sedangkan total aktivitas pada

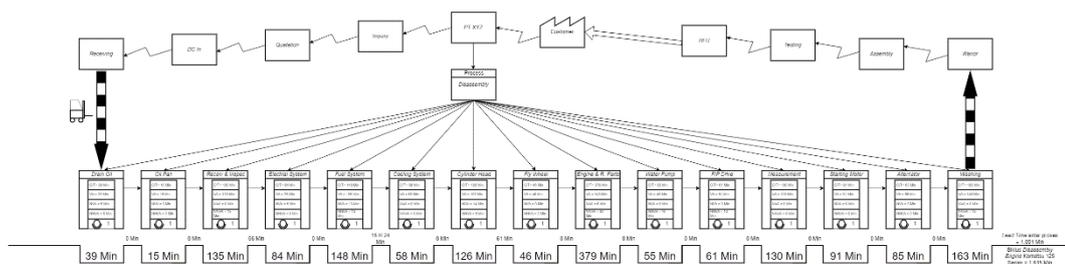
komponen atau kegiatan proses *disassembly engine* komatsu setelah dilakukan minimasi terdiri dari 88 aktivitas yang terbagi menjadi aktivitas *value added* sebanyak 72 aktivitas, aktivitas *non value added* sebanyak 7 aktivitas, dan aktivitas *necessary non value added* sebanyak 9 aktivitas. Setelah mengetahui rincian waktu dan jumlah aktivitas *value added*, *non value added*, serta *necessary non value added* yang telah melewati proses perbaikan, selanjutnya adalah memvisualisasikan aktivitas proses *disassembly engine* komatsu dengan *future state mapping*.

Berdasarkan *future state mapping* pada Gambar 10 yang didapatkan, waktu *lead time* antar proses yang sebelumnya selama 2.951 menit menjadi 1.985 menit atau berkurang setara 966 menit, sedangkan untuk 1 siklus pengerjaan *disassembly engine* komatsu yang sebelumnya selama 1.874 menit menjadi 1.615 menit. Kemudian menerapkan sistem *shortest job first* untuk meminimasi *lead time* antar proses pada Gambar 11 didapatkan 1.051 menit atau berkurang sebanyak 934 menit atau berkurang sebanyak 1.900 menit



Gambar 10. Future State Mapping Sebelum Shortest Job First

Sumber: Penulis, 2024



Gambar 11. Future State Mapping Sesudah Shortest Job First

Sumber: Penulis, 2024

Minimasi waktu tunggu dari aktivitas *non value added* yang terdapat dalam proses *disassembly engine* komatsu ini yang semula selama 303 menit menjadi selama 44 menit.

Kesimpulan:

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian pada proses *disassembly engine* komatsu adalah faktor penyebab *waste waiting* pada proses *disassembly engine* komatsu dengan *lean manufacturing* didapatkan perbandingan pada *current state mapping* memiliki waktu siklus proses selama 1.874 menit

dan waktu antar proses selama 2.951 menit kemudian pada *future state mapping* memiliki waktu siklus proses selama 1.615 menit dan waktu antar proses selama 1.985 menit, setelah diterapkan *shortest job first* sesuai dengan penyusunan sebelum dan sesudah komponen atau kegiatan dalam proses *disassembly engine* komatsu maka waktu antar proses menjadi 1.051 menit. Pengurangan waktu melalui simulasi minimasi aktivitas *non value added* yang menyebabkan *waste waiting* untuk waktu siklus proses selama 259 menit dan untuk antar proses selama 1.900 menit.

Daftar Pustaka

- Abdul, F. W. (2018). *Lean Manufacturing Implementation in Inventory Control As a Repair Process*. *Jurnal Logistik Indonesia*, 2(1), 31–36. <https://doi.org/10.31334/jli.v2i1.216>
- Almahdy, I., Kholil, M., Haekal, J., Firmansyah, A., & Rukmayadi, D. (2021). *Implementation of Lean Manufacturing to Reduce Waste in the Maintenance Section in National Automotive Sub Companies of Indonesia*. *International Journal of Engineering Research and Advanced Technology*, 07(09), 05–12. <https://doi.org/10.31695/ijerat.2021.3729>
- Giari Ayunintya Pratiwi, & Nugraha, A. E. (2023). Analisis Waste Pada Proses Produksi Sosis Ayam Dengan Pendekatan *Lean Manufacturing* Di PT. BI. *Industriika : Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 7(3), 208–215. <https://doi.org/10.37090/indstrk.v7i3.1151>
- Haviana, E., & Hernadewita, H. (2019). *Productivity improvement in the rubber production process using value stream mapping method to eliminate waste*. *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, 11(2), 119. <https://doi.org/10.22441/oe.v11.2.2019.023>
- Khoeruddin, R., & Indrasti, D. (2023). Analisis *Lean Manufacturing* Produksi Saus Gulai dengan Metode *Value Stream Mapping*. *Jurnal Mutu Pangan : Indonesian Journal of Food Quality*, 10(1), 15–23. <https://doi.org/10.29244/jmpi.2023.10.1.15>
- Kholil, M., & Arifin, F. (2018). Menurunkan *Lead Time* Pengecekan *Material Tin Case 36 Long* Dengan Metode *Value Stream Mapping* (VSM) Pada PT. F. Sainstech: *Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Sains Dan Teknologi*, 28(1), 7–10. <https://doi.org/10.37277/stch.v28i1.263>
- Komariah, I. (2022). Penerapan *Lean Manufacturing* Untuk Mengidentifikasi Pemborosan (*Waste*) Pada Produksi Wajan Menggunakan *Value Stream Mapping* (Vsm) Pada Perusahaan Primajaya Aluminium Industri Di Ciamis. *Jurnal Media Teknologi*, 8(2), 109–118. <https://doi.org/10.25157/jmt.v8i2.2668>
- Muchsini, M. Y., & Sulistiyowati, W. (2023). *Quality Control Analysis To Reduce Product Defects With The Lean Six Sigma Method And Fault Tree Analysis*. *Procedia of Engineering and Life Science*, 3. <https://doi.org/10.21070/pels.v3i0.1323>
- Novitasari, R., & Iftadi, I. (2020). Analisis *Lean Manufacturing* untuk Minimasi Waste pada Proses Door PU. *Jurnal*

- INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 6(1), 65–74.
<https://doi.org/10.30656/intech.v6i1.2045>
- Oktaviana, A. C., & Auliandri, T. A. (2023). Analisis Pengendalian Kualitas Produksi Meja Dan Kursi Menggunakan *Diagram Pareto* Dan *Fishbone* Pada PK. SKM JATI. *INOBIS: Jurnal Inovasi Bisnis Dan Manajemen Indonesia*, 6(4), 559–572.
<https://doi.org/10.31842/jurnalnobis.v6i4.310>
- Perdana, S., Tiara, & Rahman, A. (2021). *Waste Analysis in the Painting Process of Doll Houses Using Value Stream Mapping (VSM)*. 512(Icoflex 2019), 0–5.
<https://doi.org/10.2991/assehr.k.201230.022>
- Sinurat, A., & Sukanta, S. (2023). Analisis Pengukuran Waktu Baku Untuk Menentukan Tingkat Produktivitas Pada Operator Pemasangan O-Ring Menggunakan Metode Jam Henti (Studi Kasus Di PT Y). *Industrika : Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 7(3), 233–244.
<https://doi.org/10.37090/indstrk.v7i3.1003>
- Suhardi, B., Hermas Putri K.S, M., & Jauhari, W. A. (2020). *Implementation of value stream mapping to reduce waste in a textile products industry*. *Cogent Engineering*, 7(1).
<https://doi.org/10.1080/23311916.2020.1842148>
- Sunardi, T. A., & Suef, M. (2019). *Reducing Production Waste Using Lean Manufacture*. *Jurnal Teknik ITS*, 8(2).
<https://doi.org/10.12962/j23373539.v8i2.49708>
- Sutanto, A., & Yulindra, B. (2019). *Remanufacturing of Waste Electrical and Electronic Equipment by the Informal Sector*. 9, 8.
- Tanoto, Y. Y., Wahjudi, D., & Njo, R. K. (2021). Perancangan Proses Remanufaktur pada Komponen Otomotif. *Jurnal Teknik Mesin*, 17(1), 11–16.
<https://doi.org/10.9744/jtm.17.1.11-16>
- Yasin, M., & Lukmandono. (2021). *Implementation of Quality Filter Mapping (QFM) in Hot Press Using Lean Manufacturing To Eliminate Waste*. *Procedia of Engineering and Life Science*, 1(2).
<https://doi.org/10.21070/pels.v1i2.977>