

# **LEAN MAINTENANCE PADA TRANSMISSION CASE TD LINE UNTUK MEREDUKSI WASTE GUNA MENINGKATKAN EFEKTIVITAS DAN EFISIENSI PERAWATAN MESIN DI PT MITSUBISHI KRAMA YUDHA MOTORS & MANUFACTURING**

**Purnawan Adi Wicaksono<sup>1</sup>, Fika Ariska<sup>\*2</sup>**

*Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275*

## **Abstrak**

*PT Mitsubishi Krama Yudha Motors and Manufacturing (PT MKM) adalah perusahaan otomotif Indonesia - Jepang yang membuat komponen mesin dan body kendaraan niaga (mobil pick-up dan truk) dengan merk Mitsubishi. PT MKM memproduksi berdasarkan jumlah pesanan yang diterima dari distributor tunggal kendaraan Mitsubishi di Indonesia yaitu PT Krama Yudha Tiga Berlian (KTB). PT MKM sering mengalami masalah mesin breakdown. Adanya mesin breakdown menyebabkan proses produksi terhenti dan target harian produksi tidak tercapai. Makin lama proses perbaikan mesin menyebabkan produktivitas menurun. Berdasarkan data historis breakwon mesin perusahaan tahun 2021 didapatkan bahwa pada Transmission Case TD Line sering mengalami breakdwon. Oleh karena itu, perlu identifikasi waste pada proses perbaikan mesin di Transmission Case TD untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi perbaikan mesin. Penelitian ini menggunakan konsep lean maintenance yang dapat mereduksi waste maintenance. Selain itu, juga dilakukan perhitungan efektivitas mesin dengan Mean Time Between Failure (MTBF) dan Mean Time To Repair (MTTR). Aktivitas perbaikan mesin akan digambarkan dengan Maintenance Value Stream Mapping (MVSM) dan dilakukan identifikasi waste serta perhitungan efisiensinya. Berdasarkan hasil penelitian, mesin yang paling sering mengalami breakdown adalah TM-10. Penyebab kerusakan terbesar karena part yang rusak sebesar 49%. Nilai efisiensi sebelum perbaikan 27,93% dan sesudah perbaikan menjadi 41,67%.*

**Kata kunci:** *Lean Maintenance, MTBF, MTTR, RCA.*

## **Abstract**

*PT Mitsubishi Krama Yudha Motors and Manufacturing (PT MKM) is an Indonesian-Japanese automotive company that makes engine and body components for commercial vehicles (pick-ups and trucks) under the Mitsubishi brand. PT MKM produces based on the number of orders received from the sole distributor of Mitsubishi vehicles in Indonesia, PT Krama Yudha Tiga Berlian (KTB). PT MKM often experiences engine breakdown problems. The existence of machine breakdowns causes the production process to stop and the daily production target is not achieved. The longer the machine repair process takes, the lower the productivity. Based on the historical data of the company's machine breakwon in 2021, it is found that the Transmission Case TD Line often experiences breakdwon. Therefore, it is necessary to identify waste in the engine repair process at Transmission Case TD to increase the effectiveness and efficiency of engine repair. This research uses the concept of lean maintenance which can reduce maintenance waste. In addition, the calculation of machine effectiveness with Mean Time Between Failure (MTBF) and Mean Time To Repair (MTTR) is also carried out. Machine repair activities will be described with Maintenance Value Stream Mapping (MVSM) and waste identification and efficiency calculations are carried out. Based on the research results, the machine that most often experiences breakdowns is TM-10. The biggest cause of breakdown is due to broken parts at 49%. The efficiency value before improvement is 27.93% and after improvement is 41.67%.*

**Keywords:** *Lean Maintenance, MTBF, MTTR, RCA.*

---

\*Penulis Korespondensi.  
fikaariska@students.undip.ac.id

## 1. Pendahuluan

Dalam melakukan proses produksinya, perusahaan manufaktur berusaha untuk mengurangi pemborosan (*waste*) terhadap sumber daya produksi di setiap prosesnya. Hal ini karena dengan adanya pemborosan dapat mengurangi efektivitas dan efisiensi dari suatu proses. Tidak hanya dalam proses produksinya saja, pemborosan (*waste*) juga perlu dihilangkan pada saat melakukan *maintenance* mesin. Semakin lama proses perbaikan mesin semakin besar waktu yang hilang untuk melakukan proses produksi sehingga produktivitasnya bisa menurun (Corder, 1992).

Saat ini perusahaan otomotif harus menerapkan standar internasional manajemen mutu dengan *International Automotive Task Force (IATF) 19649: 2016* harus memenuhi persyaratan *Total Productive Maintenance (TPM)* yang harus diterapkan di dalam perusahaan. Beberapa persyaratan yang harus diterapkan diantaranya melakukan pengukuran efektivitas mesin dengan MTBF dan MTTR. *Mean Time Between Failure (MTBF)* adalah rata-rata waktu suatu sistem dapat bekerja tanpa mengalami kegagalan. *Mean Time To Repair (MTTR)* adalah waktu rata-rata yang diperlukan untuk memperbaiki suatu sistem yang mengalami kerusakan (Torrel & Avelar, 2010). *Maintenance* adalah kegiatan yang berhubungan dengan mempertahankan suatu mesin atau peralatan agar tetap dalam kondisi siap untuk beroperasi, dan jika terjadi kerusakan maka diusahakan mesin atau peralatan tersebut dapat dikembalikan pada kondisi yang baik (Al-Ahmad & S, 1996). Kegiatan perawatan terdiri dari inspeksi, perawatan, penggantian komponen, repair atau overhaul (Jardine, 1987).

Salah satu metode yang digunakan dalam mengurangi pemborosan pada proses *maintenance* mesin adalah *Lean Maintenance*. *Lean Maintenance* adalah sistem manajemen perawatan yang digunakan untuk mengeliminasi berbagai macam *waste* selama proses perbaikan maupun perawatan (Taufiq & Novareza, 2015). Terdapat 7 jenis *waste* yaitu *transportation, motion, inventory, process, overproducing, waiting, dan defect* (Heizer & Render, 2014). Penerapan *lean maintenance* membuat proses perawatan maupun perbaikan mesin menjadi lebih efektif dan efisien (Barry, 2001). Input dalam *lean maintenance* meliputi tenaga kerja, suku cadang peralatan, energi, modal, dan sistem manajemen. Penerapan *lean maintenance* mendorong efisiensi dan efektivitas serta memastikan adanya peningkatan kualitas, kinerja peralatan atau mesin, dan juga profitabilitas (Clarke & Mulryan, 2010)

*Value Stream Mapping (VSM)* adalah metode yang digunakan untuk memetakan aktivitas dalam suatu proses dan juga informasi. VSM digunakan untuk menganalisis aktivitas yang bernilai tambah dan tidak bernilai tambah sehingga dapat diketahui pemborosan yang terjadi untuk selanjutnya diidentifikasi dan

dihilangkan. VSM digunakan sebagai tools untuk mengidentifikasi adanya pemborosan sehingga *lead time* dapat dikurangi dan prosesnya menjadi lebih efektif dan efisien (Gazperz, 2011). MVSM (*Maintenance Value Stream Mapping*) adalah metode untuk memetakan dan menganalisis aktivitas perawatan mesin sehingga berbagai jenis pemborosan dapat dikurangi sehingga aktivitas perbaikan dan perawatan mesin menjadi lebih efektif dan efisien.

PT Mitsubishi Krama Yudha Motors & Manufacturing merupakan perusahaan yang memproduksi spare part mesin kendaraan, truck, dan mobil L300. Berdasarkan wawancara dan data histori kerusakan mesin, Transmission Case TD Line memiliki *breakdown* mesin yang paling tinggi dibandingkan line lainnya. Pada proses perbaikan mesinnya juga memakan waktu yang cukup lama dan seringkali menyebabkan *line stop* cukup lama sehingga menyebabkan produktivitas perusahaan menurun dan membuat perusahaan rugi secara materi dan waktu. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian di *Engine Plant* terutama di Transmission Case TD Line dengan mengidentifikasi *waste* yang terjadi pada proses perbaikan mesin dengan pendekatan *lean maintenance* sehingga diharapkan mampu mereduksi *waste* atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah serta menciptakan aliran yang lancar di seluruh aktivitas perbaikan dan perawatan mesin.

## 2. Metode Penelitian

Metode-metode yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya, MTTR, MTBF, MVSM, dan RCA. Berikut merupakan alur penelitian yang ditunjukkan pada gambar 1:



Gambar 1. Alur Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan studi pendahuluan dengan observasi untuk menemukan masalah yang ada, selanjutnya dilakukan perumusan masalah dan penentuan tujuan penelitian, selanjutnya dilakukan studi literatur, pengumpulan data, dan pengolahan data. Pengolahan data dilakukan dengan menghitung MTBF dan MTTR, pemetaan aktivitas dengan VSM, identifikasi waste, perhitungan efisiensi, pembuatan future VSM, pencarian akar penyebab masalah, dan membuat rekomendasi solusi.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Mean Time Between Failure (MTBF) dan Mean Time To Repair (MTTR)

Berikut merupakan hasil perhitungan MTBF di Transmission TD Case Line 2021. Berikut rumus perhitungan MTBF dan MTTR (Kostas, 1987):

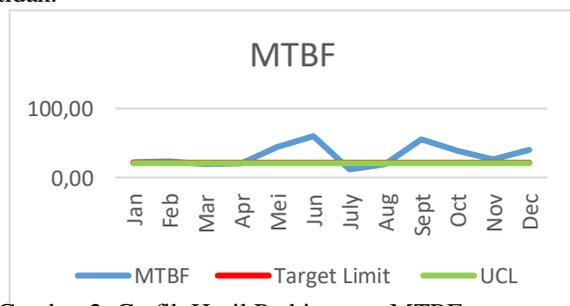
$$MTBF = \frac{\text{Total Operation Time}}{\text{Frekuensi Breakdown}}$$

$$MTTR = \frac{\text{Breakdown Time}}{\text{Frekuensi Breakdown}}$$

Tabel 1. Hasil Perhitungan MTBF

No	Bulan	Jumlah kerusakan mesin	Operation Time (jam)	MTBF (jam)
1	Januari	10	224	22,40
2	Februari	10	233	23,30
3	Maret	13	242	18,62
4	April	9	183	20,33
5	Mei	3	133	44,33
6	Juni	3	180	60,00
7	Juli	16	187	11,69
8	Agustus	11	216	19,64
9	September	6	330	55,00
10	Oktober	10	392	39,20
11	November	13	344	26,46
12	Desember	7	278	39,71
Total		111	2942	380,68

Selama tahun 2021 rata-rata selang waktu setiap kali terjadi *breakdown* adalah 31,22 jam. Pada penelitian ini digunakan kontrol chart untuk mengetahui mengontrol nilai MTBF apakah melebihi target limit dan UCL atau tidak.



Gambar 2. Grafik Hasil Perhitungan MTBF

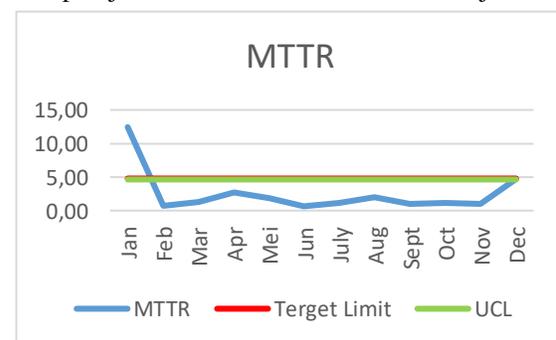
Berdasarkan grafik MTBF diatas dapat diketahui bahwa nilai target limit sebesar 21,44 jam. Target limit digunakan sebagai batasan target MTBF yang ingin dicapai oleh perusahaan dan digunakan sebagai alarm bagi perusahaan. Perusahaan harus bisa melebihi target limit yang ditetapkan tersebut. Pada grafik juga terdapat nilai UCL sebesar 20,80 jam. Nilai UCL digunakan sebagai peringatan atau *warning* bagi perusahaan agar nilai MTBF nya tidak berada dibawah nilai UCL. Nilai MTBF dikatakan baik jika nilainya semakin tinggi dan dapat melebihi nilai UCL dan Target limit. Semakin tinggi nilai MTBF maka selang waktu terjadi *breakdown* makin lama sehingga keandalan mesinnya makin baik. Berdasarkan grafik, nilai MTBF yang masih berada dibawah target limit dan UCL yaitu pada bulan Maret dan Juli sehingga perlu dilakukan perbaikan lebih lanjut terhadap sistem *maintenance* yang sudah diterapkan.

Berikut merupakan hasil perhitungan MTTR di Transmission TD Case Line 2021

Tabel 2. Hasil Perhitungan MTTR

No	Bulan	Jumlah kerusakan mesin	Repair Time (jam)	MTTR (jam)
1	Januari	10	124,42	12,44
2	Februari	10	6,67	0,67
3	Maret	13	15,92	1,22
4	April	9	24,08	2,68
5	Mei	3	5,58	1,86
6	Juni	3	1,92	0,64
7	Juli	16	18,17	1,14
8	Agustus	11	21,17	1,92
9	September	6	5,67	0,94
10	Oktober	10	12,00	1,20
11	November	13	13,35	1,03
12	Desember	7	32,42	4,63
Total		111	281,35	30,37

Berdasarkan tabel perhitungan MTTR diatas, dapat disimpulkan bahwa selama 2021 rata-rata waktu yang digunakan untuk melakukan proses perbaikan mesin setiap terjadi *breakdown* mesin adalah 3,25 jam.

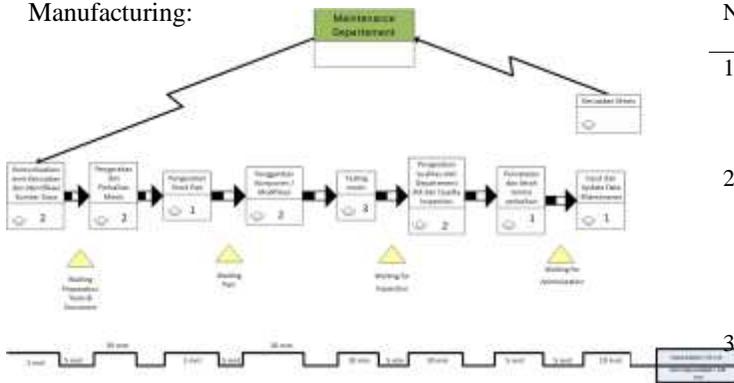


Gambar 3. Grafik Hasil Perhitungan MTTR



### Maintenance Value Stream Mapping (MVSM)

Berikut merupakan gambaran pemetaan aktivitas perbaikan mesin di Transmission Case TD Line di PT Mitsubishi Krama Yudha Motors & Manufacturing:



Gambar 6. Maintenance Value Stream Mapping

Berdasarkan VSM diatas dapat disimpulkan bahwa pada proses perbaikan mesin masih terdapat beberapa waste waiting yaitu pada saat teknisi mempersiapkan peralatan dan dokumen, menunggu part, menunggu untuk inspeksi, dan menunggu untuk administrasi dokumen. Total value added activity sebesar 50 menit sedangkan non value added activity nya sebesar 129 menit

### Identifikasi Waste

Berdasarkan pegelompokkan aktivitas diatas dikelompokkan aktivitas berdasarkan beberapa jenis waste sebagai berikut (Hines & Taylor, 2000):

Tabel 3. Identifikasi Waste

No	Jenis Waste	Aktivitas
1	Transportation	Teknisi mengambil part ke stock keeper
2	Waiting	Menunggu teknisi datang Menunggu part/komponen Menunggu Dept. Quality Inspection datang Menunggu proses inspeksi kualitas
3	Overprocessing	Menunggu Dept. ME datang Rework proses perbaikan mesin Investigasi Ulang Setting ulang program Melakukan pencatatan dokumen tertulis
4	Motion	Mencari peralatan dan dokumen SOP Teknisi Menuju ruang MTC untuk pencatatan dokumen Teknisi menuju Dept. Lain untuk serah terima dokumen Teknisi Menuju ruang MTC untuk mengambil dokumen/SOP kembali
5	Defect	Defect hasil perbaikan

### Perhitungan Efisiensi Sebelum Perbaikan

Berikut merupakan pengelompokkan aktivitas berdasarkan VSM

Tabel 4. Pengelompokkan Aktivitas VSM

No	Kegiatan	Durasi (mnt)	Kategori MMLT	Kategori Aktivitas
1	Komunikasikan Jenis Kerusakan dan Identifikasi Sumber Daya	2	MMTO	NVA
2	Delay menunggu teknisi mempersiapkan peralatan & dokumen (SOP dan Manual Book)	5	MMTO	NVA
3	Pengecekan dan Perbaikan Mesin	30	MMTR	VA
4	Pengecekan stock part	2	MMTO	NVA
5	Delay menunggu part datang	5	MMTO	NVA
6	Penggantian komponen/modifikasi mesin	20	MMTR	VA
7	Testing mesin	10	MMTY	NVA
8	Delay menunggu inspeksi produk	5	MMTO	NVA
9	Pengecekan kualitas	30	MMTY	NVA
10	Pencatatan dan serah terima perbaikan	5	MMTO	NVA
11	Delay menunggu administrasi	5	MMTO	NVA
12	Input dan Update Data	10	MMTO	NNVA
Total (MMLT)		179		
MMTO		89		
MMTR		50		
MTTY		40		

Value added = MTTR = 50 menit

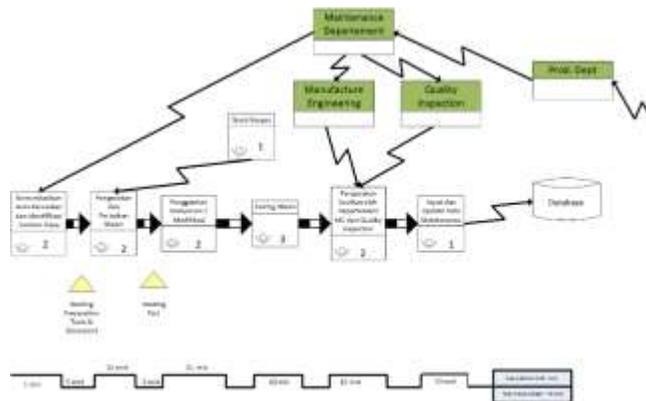
NonValue Added = MTTO + MTTY = 129 menit

$$\% \text{ Value Added Activity} = \frac{MMTR}{MMLT} \times 100\% = \frac{50}{179} \times 100\% = 27,93 \%$$

$$\% \text{ Non ValueAdded Activity} = \frac{MMTO+MTTY}{MMLT} \times 100\% = \frac{129}{179} \times 100\% = 72,07\%$$

$$\text{Efisiensi perawatan} = \frac{MMTR}{MMLT} \times 100\% = \frac{50}{179} \times 100\% = 27,93 \%$$

### Future Maintenance Value Stream Mapping (MVSM)



Gambar 7. Future Maintenance Value Stream Mapping  
Berdasarkan rancangan perbaikan VSM diatas terdapat beberapa aktivitas yang ditiadakan yaitu aktivitas pendataan dan serah terima dokumen. Pada aktivitas perbaikan mesin dilakukan integrasi sistem antara dept *maintenance* dengan dept lainnya yang terkait seperti *procurement*, produksi, *manufacture engineering*, dan *quality control* sehingga dapat mengurangi waktu menunggu dan *waste waiting* bisa dikurangi. Berdasarkan rancangan future VSM didapatkan total waktu *value added* yaitu 40 menit sedangkan *non value added* yaitu 56 menit.

### Perhitungan Efisiensi Setelah Perbaikan

Berikut merupakan identifikasi dan pengkategorian aktivitas setelah dilakukan rancangan perbaikan dengan *future MVSM*:

Tabel 5. Pengelompokkan Aktivitas Setelah Perbaikan

No	Kegiatan	Durasi (mnt)	Kategori MMLT	Kategori Aktivitas
1	Komunikasikan Jenis Kerusakan dan Identifikasi Sumber Daya	1	MMTO	NVA
2	Delay menunggu teknisi mempersiapkan peralatan & dokumen (SOP dan Manual Book)	5	MMTO	NVA
3	Pengecekan dan Perbaikan Mesin	25	MMTR	VA
4	Delay menunggu part datang	5	MMTO	NVA
5	Penggantian komponen/modifikasi mesin	15	MMTR	VA
6	Testing mesin	10	MMTY	NVA
7	Pengecekan kualitas	25	MMTY	NVA
8	Input dan Update Data	10	MMTO	NNVA
Total (MMLT)		96		
MMTO		21		

MMTR 40  
MTTY 35

$Value\ added = MTTR = 40\ \text{menit}$

$NonValue\ Added = MTTO + MTTY = 56\ \text{menit}$

$\% Value\ Added\ Activity = \frac{MMTR}{MMLT} \times 100\% = \frac{40}{96} \times 100\% = 41,67\%$

$\% Non\ ValueAdded\ Activity = \frac{MMTO + MTTY}{MMLT} \times 100\% = \frac{56}{96} \times 100\% = 58,33\%$

$Efisiensi\ perawatan = \frac{MMTR}{MMLT} \times 100\% = \frac{40}{96} \times 100\% = 41,67\%$

### Root Cause Analysis (RCA)

Berikut merupakan akar penyebab masalah *waste* dengan *5 whys analysis*

Tabel 6. 5 Why Analysis Penyebab Waste

Jenis	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
<i>Waiting</i>	Menunggu kedatangan part	Teknisi harus mengecek ke stockkeeper	Untuk menanyakan dan memastikan bahwa stock part tersedia	Belum ada sistem yang digunakan untuk teknisi mengecek part	Belum ada sistem informasi terintegrasi antara dept <i>maintenance</i> dengan dept lainnya
	Menunggu teknisi datang	Teknisi perlu identifikasi jenis kerusakan mesin	Teknisi mempersiapkan peralatan dan dokumen yang sesuai	Agar tidak bolak balik mengambil peralatan dan dokumen SOP	Belum ada sistem informasi terintegrasi
<i>Transportation</i>	Teknisi mengambil part ke stock keeper	Tidak ada yang mengantarkan part ke lokasi mesin rusak	Tidak ada logistik di Departemen <i>Maintenance</i>	Belum ada pembagian job untuk mengantarkan part ke lokasi breakdown	Belum ada sistem informasi terintegrasi yang menghubungkan logistik, stockkeeper, dan warehouse
<i>Overprocessing</i>	Rework proses perbaikan, Investigasi Ulang	Mesin gagal beroperasi dengan baik	Kesalahan dalam proses perbaikan	Teknisi kurang terampil dalam menangani mesin yang sudah tua	Teknisi membutuhkan training atau mengganti mesin
	Pencatatan dokumen tertulis	Belum ada sistem web terintegrasi yang bisa input data langsung	Masih dalam pengembangan sistem	Sumber daya dan anggaran terbatas	Belum dilakukan recruitment Dept IT

Tabel 6. 5 Why Analysis Penyebab Waste (Lanjutan)

Jenis	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Motion	Mencari dokumen dan peralatan	Belum ada sistem web yang dapat mengakses SOP dan dokumen secara online	Masih dalam pengembangan sistem	Sumber daya dan anggaran terbatas	Belum dilakukan recruitment Dept IT
	Teknisi menuju ruang MTC untuk mengambil dokumen maupun pencatatan	Dokumen dan pencatatan masih menggunakan hardfile	Belum ada sistem web yang bisa akses data real time	Masih dalam pengembangan sistem	Keterbatasan sumber daya dan anggaran
Defect	Teknisi melakukan serah terima dokumen	Dokumen masih dalam hard file	Belum ada sistem web yang bisa akses data real time	Masih dalam pengembangan sistem	Keterbatasan sumber daya dan anggaran
	Kesalahan dalam proses perbaikan	Diagnosis dan analisis kerusakan salah	Teknisi kurang terampil	Teknisi masih baru dan otodidak dalam memperbaiki mesin	Teknisi perlu training

### Usulan Perbaikan

Berikut merupakan usulan perbaikan meningkatkan efektivitas mesin:

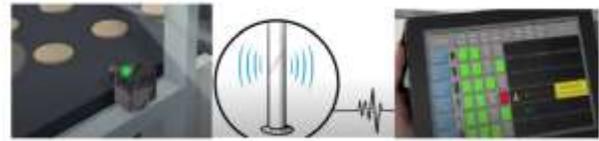
#### 1. Menganalisis Depresiasi Mesin Untuk Pertimbangan Dalam Pergantian Mesin

Penyebab kerusakan mesin pada TM-10 terbesar karena adanya kerusakan part sehingga membutuhkan pergantian part. Hal yang dapat dilakukan yaitu dengan menerapkan sistem *predictive maintenance* yang lebih baik. Namun, sebelum itu perlu dilakukan pertimbangan analisis estimasi biaya apakah memerlukan pergantian mesin karena umur mesin di PT MKM cenderung sudah tua sekitar berumur 25 tahun. Hal tersebut juga menjadi pertimbangan dalam membuat keputusan, apakah perlu dilakukan pergantian mesin. Dalam pertimbangan pergantian mesin membutuhkan nilai depresiasi mesin, biaya perawatannya, *useful time* dan harga mesinnya sehingga dapat diketahui keputusan mana yang paling optimal dan apakah mesin sudah perlu untuk diganti.

#### 2. *Acoustic Monitoring*

Sistem pemantauan akustik menggunakan sensor yang ditempatkan secara strategis di dekat elemen yang perlu dilacak sehingga jika terdapat part yang melebihi ambang batas terdeteksi dalam sistem. Lalu sistem akan menganalisis dan memberikan instruksi kepada teknisi

untuk segera mengambil tindakan. Sistem yang digunakan adalah sistem pemantauan akustik yang berjalan secara terus menerus melalui web maupun aplikasi yang terhubung dengan ponsel, komputer, maupun ipad.



Gambar 8. Ilustrasi Accoustic Monitoring System

#### 1. *Temperature and Vibration Sensor*

Teknologi sensor suhu untuk pemeliharaan prediktif melibatkan pemeriksaan suhu peralatan secara berkala, yang memungkinkan pelacakan kondisi pengoperasian dengan mudah. Sensor getaran dapat memantau perubahan signifikan dari getaran mesin. Sensor dapat ditempatkan di dekat elemen penting seperti di dekat katup atau motor, agar mudah mendeteksi potensi kerusakan. Sensor ini juga terhubung dengan sistem informasi yang bisa diakses oleh teknisi melalui ipad, hp, maupun komputernya.

#### 2. *Motor Current Signature Analysis (MCSA)*

Salah satu metode *Predictive Maintenance* untuk menjaga keandalan motor induksi adalah metode *Motor Current Signature Analysis (MCSA)*. MCSA adalah kumpulan teknik diagnosa untuk menganalisa bentuk gelombang arus yang mampu mendeteksi kegagalan pada motor induksi. Sinyal arus motor dideteksi dengan *current transducer*, dilewatkan pada *signal conditioning* kemudian akuisisi data dan dianalisa oleh komputer.

Berikut merupakan usulan perbaikan meningkatkan efisiensi mesin:

#### 1. *Waste Waiting*

Berikut merupakan usulan yang dapat diterapkan dalam mengurangi *waste waiting* yaitu membuat sistem informasi yang terintegrasi yang bisa diakses dengan *mobile phone* antara Dept. Maintenance, Dept. Produksi, Stock keeper, Dept. ME, Dept. Quality Inspection, Procurement. Sistem informasi ini dapat memungkinkan semua orang di masing-masing departemen dapat mengakses data secara real time. Ketika terjadi kerusakan mesin, Dept. *Maintenance* dapat langsung mengetahui dengan adanya alarm di *Maintenance Shop* yang berbunyi beserta dengan jenis kerusakannya sehingga tidak membutuhkan waktu lama dalam mempersiapkan peralatan. Selain itu, teknisi dapat langsung melihat persediaan stock melalui web tersebut tanpa harus menghubungi stock keeper. Jika stock part tidak tersedia maka teknisi bisa langsung mengambil tindakan untuk memodifikasi mesin dan langsung melakukan order part ke procurement melalui *mobile phone* nya. Lalu procurement dapat langsung mengetahui informasi tersebut dan segera melakukan *purchase order*. Selain itu,

ketika membutuhkan pengecekan kualitas oleh Dept. Quality Inspection, teknisi dapat mengupdate sistem bahwa sudah selesai melakukan perbaikan dan memerlukan pengecekan kualitas produk. Dept. Quality Inspection akan mendapatkan informasi tersebut dengan adanya warning atau alarm di departemennya sehingga dapat langsung bergerak untuk melakukan pengecekan kualitas. Begitu juga ketika hasil kualitas dapat di update lagi di sistem informasi tersebut sehingga Dept. ME , Produksi, Maintenance dapat mengetahui informasi tersebut dan dapat segera mengambil perannya masing-masing. Berikut merupakan alur sistem informasi terintegrasi untuk mengatasi *waste waiting*.



Gambar 9. Ilustrasi Alur Sistem Informasi Terintegrasi Untuk *Waste Waiting*

## 2. *Waste Transportation*

Berikut merupakan usulan yang dapat diterapkan dalam mengurangi *waste transportation* yaitu menyediakan seorang logistik maupun stock keeper yang membawakan part menuju ke mesin breakdown. Hal ini digunakan untuk mengurangi waktu perpindahan teknisi mengambil part. Ketika teknisi membutuhkan part tersebut dapat langsung diantar oleh *stock keeper* maupun seorang logistik. Dengan demikian, teknisi dapat fokus mengerjakan tugasnya memperbaiki mesin dan dapat segera mengganti part yang rusak tanpa harus berjalan mengambil dan membawa *part* dari *warehouse*. Berikut merupakan alur sistem informasi terintegrasi untuk mengatasi *waste transportation*.



Gambar 10. Ilustrasi Alur Sistem Informasi Terintegrasi Untuk *Waste Transportation*

## 3. *Waste Overprocessing dan Defect*

Berikut merupakan beberapa usulan yang dapat diterapkan dalam mengurangi *waste overprocessing* dan *defect*:

- Diperlukan pelatihan yang terjadwal dan rutin untuk menyalurkan pengetahuan dan ilmu ke teknisi di *Maintenance*
- Melakukan diskusi dan pengkajian yang diikuti oleh semua teknisi *Dept. Maintenance* setelah adanya perbaikan mesin
- Update data history mesin di sistem informasi supaya segala jenis data, sop, analisa penyebab, dll dapat diakses teknisi dari mobile phone sehingga teknisi dapat mempelajari data apapun dan dimanapun

## 4. *Waste Motion*

Usulan untuk mengurangi *waste motion* yaitu melakukan digitalisasi dengan membuat sistem informasi terintegrasi sehingga segala data dapat diakses secara real time oleh berbagai orang yang terlibat. Hal ini dapat menghilangkan *waste motion* karena teknisi tidak perlu lagi bergerak menuju MTC shop untuk mencari dokumen. Teknisi sudah dapat mengakses segala informasi melalui mobile phonenya. Selain itu, update data dapat langsung dilakukan melalui mobile phone tanpa harus mencatat secara manual. Selain itu, tidak diperlukan serah terima dokumen lagi menuju departemen lain karena serah terima dokumen dapat dilakukan melalui sistem informasi tersebut secara digital. Berikut merupakan alur sistem informasi terintegrasi untuk mengatasi *waste motion*.



Gambar 11. Ilustrasi Alur Sistem Informasi Terintegrasi Untuk *Waste Motion*

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Berdasarkan efektivitas mesin dengan MTBF dan MTTR diperoleh bahwa nilai MTBF tertinggi terjadi

- pada bulan Januari 2021 dengan nilai 22,4 sedangkan nilai MTTR tertinggi terjadi pada bulan Januari 2021 dengan nilai 12,44.
- 2) Berdasarkan pareto diagram diperoleh bahwa selama tahun 2021 jenis mesin yang sering mengalami *breakdown* adalah TM 10 dengan persentase 25% sedangkan jenis mesin yang mengalami proses perbaikan paling lama adalah TM 10 dengan persentase 49%. Penyebab kerusakan mesin TM 10 paling tinggi karena kerusakan part sehingga perlu diganti dengan persentase 63%.
  - 3) Berdasarkan VSM sebelum perbaikan didapatkan value added activity 27,93%, NVA 72,07% dan efisiensi 27,93% . Sedangkan sesudah perbaikan didapatkan VA 41,67%, NVA 53,33%, dan efisiensi 41,67%.
  - 4) Terdapat beberapa jenis *waste* dalam proses perbaikan mesin diantaranya, *waste* transportation, motion, waiting, defect, dan overprocessing
  - 5) Berdasarkan Root Cause Analysis (RCA) dengan tools 5 Why Analysis didapatkan bahwa akar penyebab masalah kerusakan mesin karena umur part yang belum diprediksi secara akurat sehingga banyak kerusakan mesin yang memerlukan pergantian part sedangkan akar penyebab *waste* pada aktivitas perbaikan karena masih banyak pergerakan dan proses waiting yang tidak diperlukan dan rework pekerjaan
  - 6) Usulan perbaikan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan efektivitas yaitu dengan menganalisis apakah memerlukan pergantian mesin yang baru atau tidak dengan mempertimbangkan analisis depresiasi mesin. Selain itu, perlu dibuat sistem predictive *maintenance* berbasis sensor dan acoustic monitoring sedangkan untuk meningkatkan efisiensi dengan membuat sistem informasi terintegrasi berbasis digital antara *Dept.Maintenance* dengan departemen lainnya

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang sudah membantu terlaksananya penelitian ini dengan lancar.

### Daftar Pustaka

- Al-Ahmad, A., & S., A. (1996). *Assessment Of Work Performance Of Maintenance*. New York: American Society Of Civil Engineers.
- Barry, J. (2001). *Prinsip-Prinsip Manajemen Operasional*. Jakarta: Salemba Empat.
- Clarke, G., & Mulryan, G. (2010). *Lean Maintenance : A Risk Based Approach*.
- Corder, A. (1992). *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Jakarta: Erlangga.
- Gazperz, V. (2011). *Total Quality Management*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Heizer, & Render. (2014). *Manajemen Operasi*. Jakarta: Salemba Empat.
- Hines, P., & Taylor, D. (2000). *Going Lean: A Guide To Implementation*. Lean Enterprise Research Centre, Cardiff Business School.
- Jardine. (1987). *Maintenance, Replacement, Reliability*, . New York: Pitman Publishing.
- Kostas, N. (1981). *Operation Management*. New York: Mc Graw Hill Book Company.
- Taufiq, A., & Novareza, O. (2015). Analisis Aktivitas Perawatan Mesin Hds Di Stasiun Gilingan Menggunakan *Maintenance Value Stream Map (Mvsm)*. *Jurnal Teknik Industri*.
- Torrel, W., & Avelar, V. (2010). *Mean Time Between Failure : Explanation And Standards*. Washington: Apc-Schneider.